



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

**ESTUDIO DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA  
CARRETERA N-332, TRAMO EL CAMPELLO-VILLAJOSYA (P.K.  
122+400 AL P.K. 134+000), PROVINCIA DE ALICANTE**

**TOMO I/II**

**MEMORIA Y ANEJOS**

**Tipo: Profesional**

**Autor: Mohamed El Ouardi**

**Tutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa**

**Septiembre 2016**

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO .....	3
2.	CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO .....	4
2.1.	LA CARRETERA N-332 .....	4
2.2.	LOCALIZACIÓN DEL TRAMO .....	5
2.3.	TRAZADO EN PLANTA .....	7
2.4.	TRAZADO EN ALZADO .....	9
2.5.	SECCIÓN TRANSVERSAL .....	12
2.6.	SEÑALIZACIÓN .....	13
2.7.	MÁRGENES .....	15
2.8.	FIRME .....	20
2.9.	EMPRESA ENCARGADA DE LA CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN .....	21
2.10.	INTERSECCIONES .....	21
2.11.	ACCESOS .....	26
2.12.	ELEMENTOS SINGULARES .....	37
3.	ANÁLISIS DEL TRAMO .....	38
3.1.	ANÁLISIS DEL TRAZADO SEGÚN LA NORMA 3.1-IC .....	38
3.1.1.	Clase de Carretera .....	38
3.1.2.	Análisis del trazado en planta .....	39
3.1.3.	Análisis del trazado en alzado .....	47
3.2.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA .....	50
3.2.1.	Modelo de velocidad de operación en curvas .....	50
3.2.2.	Modelo de velocidad de operación en rectas .....	51
3.2.3.	Tasas de aceleración y deceleración .....	51
3.2.4.	Generación del perfil de velocidad de operación .....	52
3.2.5.	Criterios de consistencia locales .....	56
3.2.6.	Criterios de consistencia globales .....	57
3.3.	ANÁLISIS DE VISIBILIDAD .....	59
3.3.1.	Visibilidad de parada .....	59
3.3.2.	Distancia de parada .....	60
3.3.3.	Cumplimiento de la distancia de parada .....	60
3.4.	ANÁLISIS DE TRÁFICO .....	62
3.4.1.	Evolución del tráfico en la autopista de peaje AP-7 (tramo paralelo al del estudio) 65	
3.4.2.	Tráfico de paso .....	66



3.4.3.	Previsión del tráfico.....	68
3.4.4.	Capacidad y Nivel de Servicio.....	69
3.5.	ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD.....	76
3.5.1.	Datos de accidentes .....	76
3.5.2.	Histograma y puntos conflictivos.....	76
3.5.3.	Evolución de la accidentalidad.....	78
3.5.4.	Índice de peligrosidad y su evolución.....	79
4.	PROBLEMAS EN LA SEGURIDAD VIAL Y LAS SOLUCIONES PROPUESTAS.....	80
4.1.	TRAZADO.....	80
4.2.	MÁRGENES .....	85
4.3.	INTERSECCIONES.....	86
4.4.	ACCESOS .....	87
4.5.	TRÁFICO DE PASO .....	89
5.	EFFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS.....	93
5.1.	SAFETY PERFORMANCE FUNCTIONS.....	93
5.2.	NIVEL DE SERVICIO.....	94
6.	CUADRO RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DE MEJORA.....	97
7.	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	98
7.1.	UNIDADES DE OBRA .....	98
7.2.	MEDICIONES.....	101
7.2.1.	Sección transversal.....	101
7.2.2.	Categoría de tráfico .....	101
7.2.3.	Explanada.....	102
7.2.4.	Firme .....	103
7.3.	PRESUPUESTO.....	104
8.	CONCLUSIONES .....	106
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
10.	CONCLUSIÓN TFM .....	110
11.	ANEJOS.....	111
	Anejo I. Cálculo de la consistencia local del trazado actual mediante el criterio II de Lamm	
	Anejo II. Cálculo de la consistencia global del trazado actual y mejorado mediante el método de Camacho	
	Anejo III. Estado de alineaciones y rasantes del trazado mejorado	
	Anejo IV. Cálculo de la consistencia local del trazado mejorado mediante el criterio II de Lamm	
	Anejo V. Tablas para el cálculo del nivel de servicio (Highway Capacity Manual 2000)	



## **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO**

Los accidentes de tráfico son uno de los principales problemas de nuestra sociedad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica en su Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial que cada año, fallecen 1,25 millones de personas por esta causa y hasta 50 millones resultan heridas, siendo la primera causa de muerte entre los jóvenes de 15 a 29 años. Según el mismo informe, los accidentes de tráfico pueden llegar a convertirse en 2020 en la tercera causa global de lesiones y de muerte en el mundo si se mantiene la tendencia.

Cabe destacar que la población y la motorización están en un aumento continuo, causando así una tendencia creciente de los accidentes. Para reducir estos accidentes y con ello disminuir sus consecuencias, debemos actuar en los tres factores concurrentes de la siniestralidad, que son: el conductor, el vehículo y la infraestructura.

Como ingenieros podemos intervenir en el último factor, cuya importancia es mucho mayor que la que en un principio se podría imaginar: el 30% de los accidentes de tráfico en Europa son atribuibles a las características y estado de las carreteras (L. Puerto, 2007). Es cierto que el factor humano es el principal causante de los accidentes en carretera, pero aun así debemos diseñar carreteras “perdonadoras” que den una segunda oportunidad a los usuarios implicados en los accidentes de tráfico y protegerlos, para poder de esta manera reducir la mortalidad y gravedad de dichos accidentes. Por eso, tenemos que considerar la infraestructura en nuestros programas de seguridad vial como un elemento más a tener en cuenta entre las causas de los accidentes.

Por lo tanto, se hace necesario, entre varias medidas, la elaboración de estudios de mejora de la seguridad vial en las carreteras con más concentración de accidentes, como el elaborado en este trabajo final de máster en el que se pretende diagnosticar y solucionar los problemas de seguridad vial que afectan al tramo de la carretera N-332 comprendido entre los P.K. 122+400 y 134+000, el cual se encuentra ubicado entre los municipios alicantinos de El Campello y Villajoyosa, cuya titularidad corresponde al estado.

En primer lugar, se detallan las características del tramo para describir su estado actual. Posteriormente se realizan análisis del trazado, consistencia del diseño, visibilidad, accidentalidad y de tráfico. Seguidamente se hace un diagnóstico de seguridad vial, identificando los problemas más importantes desde este punto de vista, y proponiendo las medidas y actuaciones oportunas para solucionar cada uno de dichos problemas.



## 2. CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO

En este apartado se aborda la descripción de las características del tramo de la carretera N-332 objeto de este estudio.

### 2.1. LA CARRETERA N-332

La N-332 perteneciente a la Red de Carreteras del Estado es la carretera que une diferentes localidades del Sureste de España discurriendo por el litoral del Mar Mediterráneo. Conecta la provincia de Almería con Cartagena, Alicante y Valencia.

Inicia su recorrido en la Autovía del Mediterráneo A-7/E-15 en la salida 537 junto a la población de Vera (Almería), aunque en este tramo que discurre por la provincia de Almería ha sido renombrada como carretera autonómica A-332, y el último tramo de esta carretera que discurre por la provincia de Valencia, atraviesa localidades como Oliva, Bellreguart y Favara. La longitud total de la carretera es de 386 km y su velocidad genérica varía entre los 90 y 100 km/h. Se están construyendo variantes por fuera de varias poblaciones, como la recién inaugurada variante de Sueca, ya construida como autovía, y se planea completar todo el tramo hasta Gandía, bajo el nombre de A-38.



Figura 1.- Recorrido N-332

## 2.2. LOCALIZACIÓN DEL TRAMO

El tramo objeto del estudio discurre en paralelo a la AP-7 entre las localidades de la provincia de Alicante El Campello y Villajoyosa (P.K. 122+400 al P.K.133+900).

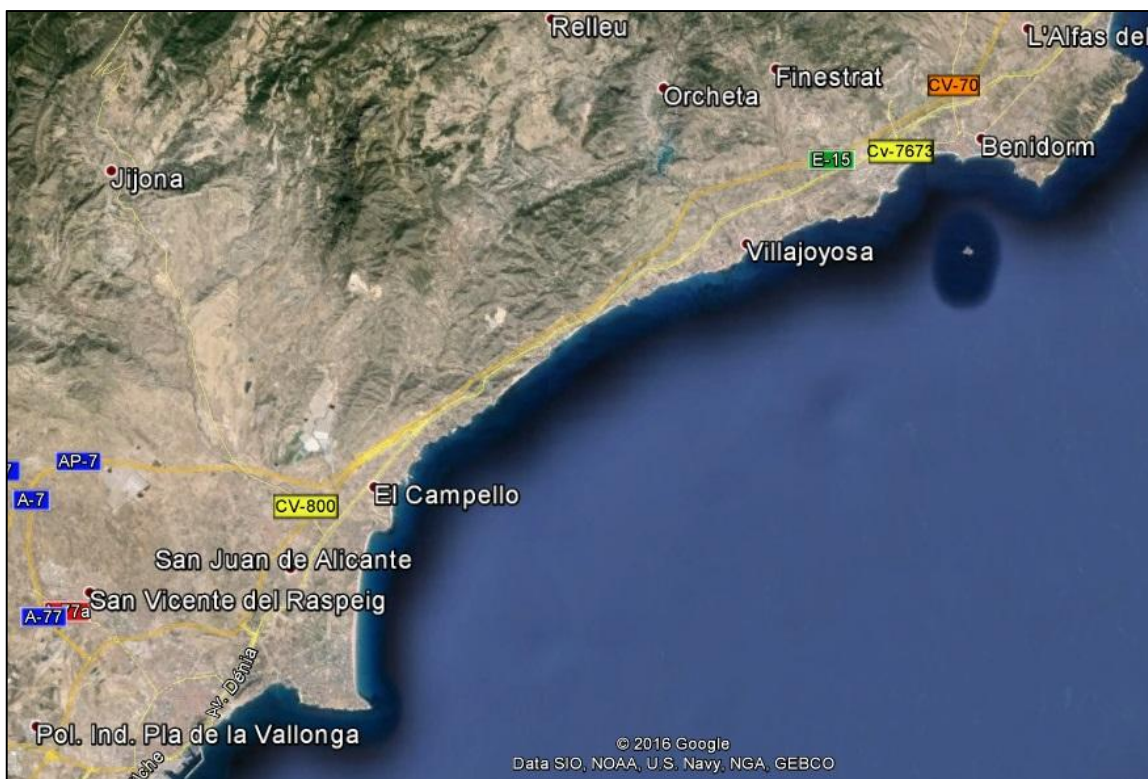


Figura 2.- Ubicación del tramo (fuente: Google maps)

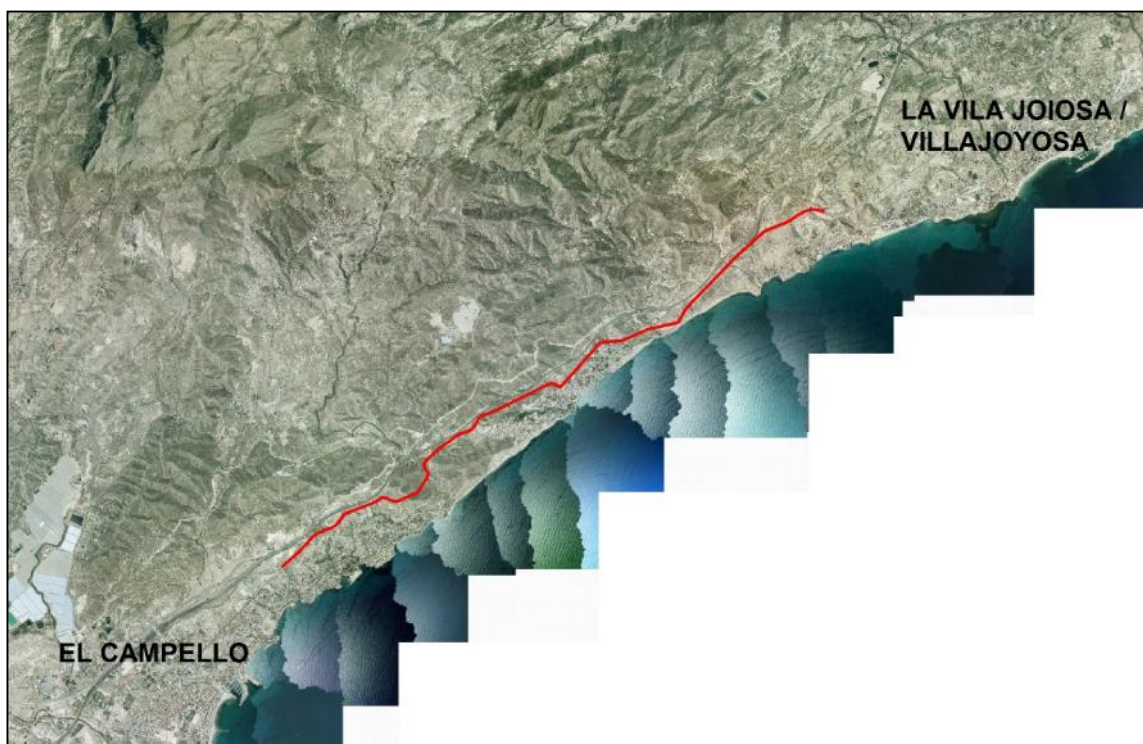


Figura 3.- Ubicación del tramo (fuente: elaboración propia sobre Ortofoto PNOA)

Dicho tramo se sitúa entre dos enlaces de carretera, el primero situado al sur que conecta la N-332 con El Campello, la AP-7 y la A-70, y el segundo situado al norte que conecta con la localidad de Villajoyosa.



Figura 4.- Enlace Sur (El Campello)



Figura 5.- Enlace Norte (Villajoyosa)

Con el objeto de ofrecer un análisis detallado de las características del tramo, se realizó un trabajo tanto de campo como de gabinete, del que se ha extraído gran parte de la información que se recoge en el presente estudio.

Se ha realizado una restitución del tramo en cuestión con el programa de diseño de obras lineales AutoCAD Civil 3D de Autodesk (versión 2016 estudiante)

Todo el material de base (Cartografía, Ortofoto,...) se ha obtenido en la web del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA - <http://pnoa.ign.es/es>).

Como resultado de esta restitución, se han obtenido los estados de alineaciones y rasantes.



Figura 6.- Ejemplo ajuste de curvas en el Autocad Civil 3d

### 2.3. TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta del tramo se caracteriza por una sucesión de curvas de radios amplios y otros muy reducidos aparte de rectas largas seguidas de dichas curvas. El estado de las alineaciones es el siguiente:

ESTADO DE ALINEACIONES						
Elemento	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	Ángulo girado
Recta	0+000.00	0+307.43	307.427			
Clotoide	0+307.43	0+344.93	37.500		150	1.9894 (gc)
Círculo	0+344.93	0+374.05	29.123	- 600		3.0900 (gc)
Clotoide	0+374.05	0+411.55	37.500		150	1.9894 (gc)
Recta	0+411.55	0+638.39	226.845			
Clotoide	0+638.39	0+710.64	72.250		170	5.7495 (gc)
Círculo	0+710.64	0+825.64	114.992	400		18.3015 (gc)
Clotoide	0+825.64	0+897.89	72.250		170	5.7495 (gc)
Recta	0+897.89	1+026.36	128.470			
Clotoide	1+026.36	1+098.95	72.593		140	8.5581 (gc)
Círculo	1+098.95	1+189.67	90.719	- 270		21.3901 (gc)
Clotoide	1+189.67	1+262.26	72.593		140	8.5581 (gc)
Recta	1+262.26	1+266.24	3.977			
Clotoide	1+266.24	1+338.83	72.593		140	8.5581 (gc)
Círculo	1+338.83	1+429.03	90.205	270		21.2689 (gc)
Clotoide	1+429.03	1+501.63	72.593		140	8.5581 (gc)
Recta	1+501.63	1+889.97	388.344			
Clotoide	1+889.97	1+923.30	33.333		100	3.5368 (gc)
Círculo	1+923.30	1+951.86	28.556	- 300		6.0597 (gc)
Clotoide	1+951.86	1+985.19	33.333		100	3.5368 (gc)
Recta	1+985.19	2+024.36	39.166			
Clotoide	2+024.36	2+060.36	36.000		60	11.4592 (gc)
Círculo	2+060.36	2+119.44	59.082	100		37.6125 (gc)
Clotoide	2+119.44	2+155.44	36.000		60	11.4592 (gc)
Recta	2+155.44	2+259.24	103.798			
Clotoide	2+259.24	2+299.24	40.000		60	14.1471 (gc)
Círculo	2+299.24	2+331.25	32.009	- 90		22.6418 (gc)
Clotoide	2+331.25	2+371.25	40.000		60	14.1471 (gc)
Recta	2+371.25	2+672.17	300.927			
Clotoide	2+672.17	2+712.17	40.000		60	14.1471 (gc)
Círculo	2+712.17	2+723.85	11.672	- 90		8.2566 (gc)
Clotoide	2+723.85	2+763.85	40.000		60	14.1471 (gc)
Recta	2+763.85	2+978.72	214.872			
Clotoide	2+978.72	3+025.66	46.944		65	16.6032 (gc)
Círculo	3+025.66	3+076.38	50.716	- 90		35.8743 (gc)
Clotoide	3+076.38	3+123.32	46.944		65	16.6032 (gc)
Recta	3+123.32	3+152.69	29.371			
Clotoide	3+152.69	3+208.94	56.250		75	17.9049 (gc)





Círculo	3+208.94	3+284.37	75.423	100		48.0155 (gc)
Clotoide	3+284.37	3+340.62	56.250		75	17.9049 (gc)
Recta	3+340.62	3+455.80	115.185			
Clotoide	3+455.80	3+545.80	90.000		300	2.8648 (gc)
Círculo	3+545.80	3+601.07	55.271	1000		3.5187 (gc)
Clotoide	3+601.07	3+691.07	90.000		300	2.8648 (gc)
Recta	3+691.07	3+960.35	269.273			
Clotoide	3+960.35	4+017.95	57.600		120	7.3339 (gc)
Círculo	4+017.95	4+042.67	24.720	250		6.2949 (gc)
Clotoide	4+042.67	4+100.27	57.600		120	7.3339 (gc)
Recta	4+100.27	4+138.43	38.167			
Clotoide	4+138.43	4+191.04	52.609		110	7.2808 (gc)
Círculo	4+191.04	4+317.56	126.523	- 230		35.0206 (gc)
Clotoide	4+317.56	4+370.17	52.609		110	7.2808 (gc)
Recta	4+370.17	4+475.14	104.972			
Clotoide	4+475.14	4+498.00	22.857		40	10.3938 (gc)
Círculo	4+498.00	4+526.49	28.487	70		25.9076 (gc)
Clotoide	4+526.49	4+549.35	22.857		40	10.3938 (gc)
Recta	4+549.35	4+680.43	131.089			
Clotoide	4+680.43	4+719.63	39.200		140	2.4955 (gc)
Círculo	4+719.63	4+740.07	20.432	- 500		2.6014 (gc)
Clotoide	4+740.07	4+779.27	39.200		140	2.4955 (gc)
Recta	4+779.27	5+773.77	994.505			
Clotoide	5+773.77	5+809.77	36.000		60	11.4592 (gc)
Círculo	5+809.77	5+865.06	55.288	100		35.1972 (gc)
Clotoide	5+865.06	5+901.06	36.000		60	11.4592 (gc)
Recta	5+901.06	5+938.58	37.517			
Clotoide	5+938.58	5+979.08	40.500		45	25.7831 (gc)
Círculo	5+979.08	6+003.39	24.316	- 50		30.9605 (gc)
Clotoide	6+003.39	6+043.89	40.500		45	25.7831 (gc)
Recta	6+043.89	6+943.52	899.623			
Clotoide	6+943.52	6+977.32	33.800		52	13.4486 (gc)
Círculo	6+977.32	7+003.91	26.591	80		21.1607 (gc)
Clotoide	7+003.91	7+037.71	33.800		52	13.4486 (gc)
Recta	7+037.71	7+305.94	268.231			
Clotoide	7+305.94	7+344.51	38.571		90	5.8465 (gc)
Círculo	7+344.51	7+375.56	31.048	- 210		9.4124 (gc)
Clotoide	7+375.56	7+414.13	38.571		90	5.8465 (gc)
Recta	7+414.13	7+804.30	390.167			
Clotoide	7+804.30	7+815.55	11.250		45	1.9894(gc)
Círculo	7+815.55	7+840.09	24.547	180		8.6816 (gc)
Clotoide	7+840.09	7+851.34	11.250		45	1.9894 (gc)
Recta	7+851.34	8+299.27	447.927			
Clotoide	8+299.27	8+337.73	38.462		50	18.8349 (gc)
Círculo	8+337.73	8+354.23	16.500	- 65		16.1605 (gc)
Clotoide	8+354.23	8+392.69	38.462		50	18.8349 (gc)



Recta	8+392.69	8+539.38	146.686			
Clotoide	8+539.38	8+597.03	57.647		140	5.3969 (gc)
Círculo	8+597.03	8+628.63	31.605	340		5.9177 (gc)
Clotoide	8+628.63	8+686.28	57.647		140	5.3969 (gc)
Recta	8+686.28	9+780.55	1094.276			
Clotoide	9+780.55	9+837.37	56.818		250	1.6442 (gc)
Círculo	9+837.37	9+857.00	19.632	1100		1.1362 (gc)
Clotoide	9+857.00	9+913.82	56.818		250	1.6442 (gc)
Recta	9+913.82	10+359.30	445.481			
Clotoide	10+359.30	10+431.55	72.250		170	5.7495 (gc)
Círculo	10+431.55	10+502.26	70.709	400		11.2537 (gc)
Clotoide	10+502.26	10+574.51	72.250		170	5.7495 (gc)
Recta	10+574.51	10+798.85	224.338			
Clotoide	10+798.85	10+856.65	57.800		170	3.6797 (gc)
Círculo	10+856.65	10+897.35	40.700	- 500		5.1821 (gc)
Clotoide	10+897.35	10+955.15	57.800		170	3.6797 (gc)
Recta	10+955.15	11+135.22	180.067			
Clotoide	11+135.22	11+206.33	71.111		160	6.2876 (gc)
Círculo	11+206.33	11+454.69	248.358	360		43.9194 (gc)
Clotoide	11+454.69	11+525.80	71.111		160	6.2876 (gc)
Recta	11+525.80	11+547.86	22.067			

Tabla 1.- Estado de alineaciones

En el apartado 3.1 de este documento se incluye un análisis del trazado en planta según la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras 1999.

## 2.4. TRAZADO EN ALZADO

El trazado en alzado está plagado de cambios de rasante con pendientes que varían entre 0.13% y 8.72%, siendo el estado de rasantes el que se muestra en la tabla de a continuación:

ESTADO DE RASANTES					
Tipo	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	Inclinación	Kv (m)
Rampa	0+000.00	0+018.96	18.960	0.29%	
Acuerdo Cóncavo	0+018.96	0+070.20	51.237		2694.90
Rampa	0+070.20	0+179.15	108.949	2.19%	
Acuerdo Cóncavo	0+179.15	0+251.15	72.006		2588.70
Rampa	0+251.15	0+907.62	656.467	4.97%	
Acuerdo Cóncavo	0+907.62	1+000.26	92.640		4415.00
Rampa	1+000.26	1+037.47	37.207	7.07%	
Acuerdo Convexo	1+037.47	1+283.48	246.018		2383.30
Pendiente	1+283.48	1+302.42	18.932	-3.26%	
Acuerdo Cóncavo	1+302.42	1+494.76	192.346		2969.10
Rampa	1+494.76	1+495.80	1.040	3.22%	
Acuerdo Convexo	1+495.80	1+725.49	229.687		4211.20



Pendiente	1+725.49	2+117.78	392.291	-2.23%	
Acuerdo Cóncavo	2+117.78	2+224.01	106.233		2892.60
Rampa	2+224.01	2+296.37	72.360	1.44%	
Acuerdo Convexo	2+296.37	2+717.67	421.296		6182.10
Pendiente	2+717.67	2+854.54	136.872	-5.37%	
Acuerdo Cóncavo	2+854.54	2+931.81	77.266		3258.30
Pendiente	2+931.81	3+127.95	196.145	-3.00%	
Acuerdo Cóncavo	3+127.95	3+187.82	59.871		2643.40
Pendiente	3+187.82	3+191.99	4.163	-0.74%	
Acuerdo Convexo	3+191.99	3+284.80	92.810		8802.90
Pendiente	3+284.80	3+287.57	2.771	-1.79%	
Acuerdo Cóncavo	3+287.57	3+417.67	130.104		1745.80
Rampa	3+417.67	4+234.99	817.314	5.66%	
Acuerdo Convexo	4+234.99	4+330.23	95.242		1067.70
Pendiente	4+330.23	4+443.71	113.478	-3.26%	
Acuerdo Convexo	4+443.71	4+569.45	125.741		9701.30
Pendiente	4+569.45	4+569.94	0.492	-4.56%	
Acuerdo Cóncavo	4+569.94	4+595.40	25.462		1380.20
Pendiente	4+595.40	4+652.69	57.290	-2.71%	
Acuerdo Convexo	4+652.69	4+773.69	121.001		3693.00
Pendiente	4+773.69	4+934.39	160.698	-5.99%	
Acuerdo Cóncavo	4+934.39	5+049.10	114.713		1957.00
Pendiente	5+049.10	5+049.60	0.495	-0.13%	
Acuerdo Convexo	5+049.60	5+094.82	45.224		3651.30
Pendiente	5+094.82	5+158.82	63.998	-1.36%	
Acuerdo Convexo	5+158.82	5+312.32	153.495		2557.40
Pendiente	5+312.32	5+406.43	94.116	-7.37%	
Acuerdo Cóncavo	5+406.43	5+540.58	134.151		2540.60
Pendiente	5+540.58	5+554.63	14.044	-2.09%	
Acuerdo Convexo	5+554.63	5+641.61	86.982		9158.60
Pendiente	5+641.61	5+759.97	118.362	-3.04%	
Acuerdo Cóncavo	5+759.97	5+931.87	171.896		2709.80
Rampa	5+931.87	5+957.91	26.042	3.31%	
Acuerdo Convexo	5+957.91	6+025.56	67.647		779.20
Pendiente	6+025.56	6+138.37	112.817	-5.37%	
Acuerdo Cóncavo	6+138.37	6+190.71	52.341		1210.00
Pendiente	6+190.71	6+382.39	191.673	-1.05%	
Acuerdo Cóncavo	6+382.39	6+444.63	62.245		706.80
Rampa	6+444.63	6+469.11	24.478	7.76%	
Acuerdo Convexo	6+469.11	6+588.88	119.773		1392.30
Pendiente	6+588.88	6+694.50	105.619	-0.84%	
Acuerdo convexo	6+694.50	6+825.04	130.539		16478.10
Pendiente	6+825.04	6+827.72	2.680	-1.64%	
Acuerdo Cóncavo	6+827.72	6+895.25	67.530		4272.50
Pendiente	6+895.25	6+937.01	41.754	-0.06%	
Acuerdo Convexo	6+937.01	7+018.11	81.104		2032.70



Pendiente	7+018.11	7+061.33	43.225	-4.05%	
Acuerdo Cóncavo	7+061.33	7+148.32	86.987		1092.60
Rampa	7+148.32	7+214.37	66.050	3.92%	
Acuerdo Cóncavo	7+214.37	7+318.27	103.901		7210.70
Rampa	7+318.27	7+362.54	44.268	5.36%	
Acuerdo Convexo	7+362.54	7+531.14	168.596		1197.70
Pendiente	7+531.14	7+647.58	116.445	-8.72%	
Acuerdo Cóncavo	7+647.58	7+688.37	40.784		524.90
Pendiente	7+688.37	7+690.09	1.726	-0.95%	
Acuerdo Convexo	7+690.09	7+822.18	132.091		6947.00
Pendiente	7+822.18	7+882.79	60.604	-2.90%	
Acuerdo Cóncavo	7+882.79	8+026.80	144.013		1968.50
Rampa	8+026.80	8+262.52	235.723	4.42%	
Acuerdo Cóncavo	8+262.52	8+340.24	77.715		4213.70
Rampa	8+340.24	8+341.79	1.548	6.23%	
Acuerdo Convexo	8+341.79	8+386.64	44.855		2166.50
Rampa	8+386.64	8+386.88	0.238	4.16%	
Acuerdo Cóncavo	8+386.88	8+449.74	62.860		3057.00
Rampa	8+449.74	8+487.10	37.358	6.21%	
Acuerdo Convexo	8+487.10	8+624.62	137.520		2300.40
Rampa	8+624.62	8+681.88	57.262	0.23%	
Acuerdo Cóncavo	8+681.88	8+764.64	82.761		2693.20
Rampa	8+764.64	8+830.92	66.278	3.31%	
Acuerdo Convexo	8+830.92	8+937.12	106.202		1482.60
Pendiente	8+937.12	8+937.20	0.075	-3.86%	
Acuerdo Cóncavo	8+937.20	9+292.25	355.053		22752.40
Pendiente	9+292.25	9+295.56	3.314	-2.30%	
Acuerdo Convexo	9+295.56	9+557.28	261.722		75867.00
Pendiente	9+557.28	9+600.29	43.001	-2.64%	
Acuerdo Cóncavo	9+600.29	9+663.59	63.303		1217.10
Rampa	9+663.59	9+724.13	60.539	2.56%	
Acuerdo Convexo	9+724.13	9+870.19	146.058		3170.40
Pendiente	9+870.19	10+051.27	181.087	-2.05%	
Acuerdo Cóncavo	10+051.27	10+314.08	262.812		3908.00
Rampa	10+314.08	10+497.35	183.264	4.68%	
Acuerdo Convexo	10+497.35	10+784.14	286.789		12243.80
Rampa	10+784.14	11+024.19	240.052	2.34%	
Acuerdo Cóncavo	11+024.19	11+096.20	72.015		3291.40
Rampa	11+096.20	11+097.47	1.267	4.52%	
Acuerdo Convexo	11+097.47	11+377.53	280.059		2799.60
Pendiente	11+377.53	11+547.86	170.333	-5.48%	

Tabla 2.- Estado de rasantes

En el apartado 3.1 del este documento se incluye un análisis del trazado en alzado según la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras 1999.



## 2.5. SECCIÓN TRANSVERSAL

La N-332 es una carretera convencional que cuenta con calzada única para ambos sentidos de circulación. La sección transversal tipo de la carretera en el tramo del estudio tiene una anchura total de 11 m distribuida de esta manera:

- Arcén: 1,5 - 2,0 m.
- 2 Carriles: 3,5 m cada uno.
- Arcén: 1,5 - 2,0 m.

A lo largo del tramo existen carriles adicionales de cambio de velocidad situados en las intersecciones que se detallan a continuación y otros destinados a los vehículos lentos.

Intersección	Tipo	P.K trazado*	P.K real*
1	Glorieta partida	0+100	122+500
2	Intersección en T	0+570	123+000
3	Intersección en T	3+500	125+900
4	Intersección en Y	4+300	126+700

Tabla 3.- Intersecciones existentes en el tramo

(\*): El P.K del trazado 0+000 corresponde al P.K real 122+400



Figura 7.- Intersección 1



Figura 8.- Intersección 2

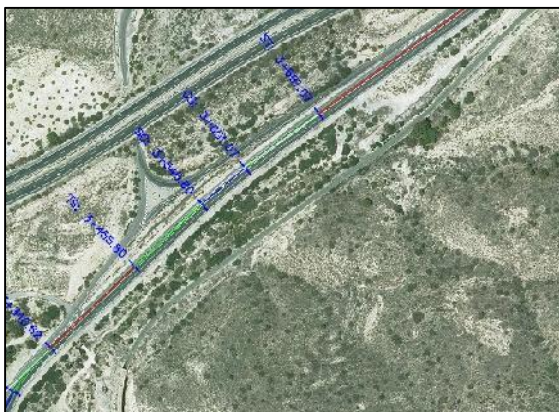


Figura 9.- Intersección 3



Figura 10.- Intersección 4

Carril vehículos lentos	P.K inicial	P.K final	Longitud (m)
1	0+774	1+395	621
2	3+377	4+028	651

Tabla 4.- Carriles para vehículos lentos

## 2.6. SEÑALIZACIÓN

Las señales verticales deben cumplir cuatro condiciones básicas para resultar eficaces:

- Transmitir una información útil y oportuna para el conductor.
- Atraer la atención.
- Resultar fácilmente comprensibles.
- Permitir un tiempo de respuesta adecuado.

Las marcas longitudinales son un apoyo básico para la identificación de la trayectoria a seguir por parte de los conductores, por lo que en la medida de lo posible se debe dotar de marcas adecuadas a todas las carreteras.

La señalización vertical existente en el tramo de la N-332 consiste, principalmente, en señales:

- De advertencia de peligro
- De indicaciones generales
- Paneles complementarios
- De prohibición o restricción
- De orientación

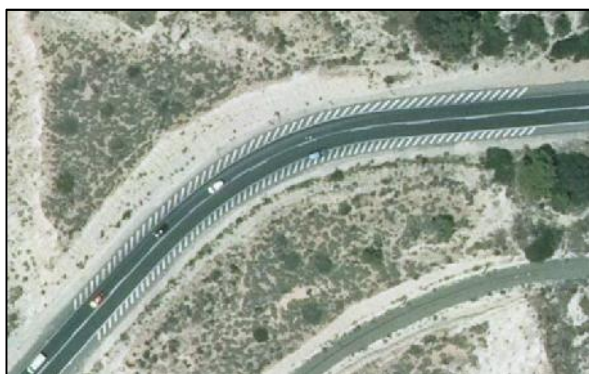
Siendo las señales de prohibición las más frecuentes seguidas por las de advertencia de peligro.

Haciendo un recorrido ida y vuelta en la carretera llegamos a las siguientes conclusiones:

- ✓ Las Señales empleadas corresponden a las establecidas por la Norma 8.1-IC "Señalización Vertical"
- ✓ Las señales están en buen estado
- ✓ Tienen una distribución adecuada
- ✓ Escalonamientos de velocidad de 20 km/h para las señales de velocidad máxima
- ✓ En general, el número total de señales existentes es razonable, no es tan excesiva que pueda presentar una carga extra de trabajo para los conductores ni escasa que pueda disminuir la percepción del riesgo.
- ✗ No existe refuerzo de señales en lo que se refiere a la cantidad, en el caso de las curvas de radio reducido.

En lo que se refiere a la señalización horizontal:

- ✓ Las marcas viales empleadas corresponden a las establecidas por la Norma 8.2. IC "Marcas Viales".
- ✓ Son visibles con una correcta reflectancia.
- ✓ Las marcas longitudinales continuas M-2.6 para borde de calzada están taqueadas en la mayoría del tramo creando así una banda longitudinal de alerta.
- ✓ Se ha reforzado la presencia de curvas de radio reducido mediante un cebreado en los arcenes.



*Figura 11.- Cebrado en curvas de radio reducido*







*Figura 12.- Banda longitudinal de alerta*

## 2.7. MÁRGENES

La inversión en mejorar los márgenes de carretera es necesaria para reducir la severidad de los accidentes y minimizar las probabilidades que un vehículo choque contra un obstáculo. El tipo de accidente más frecuente en la red de carreteras del estado es el de la salida de vía con un 34.4% del total según el estudio de accidentes realizado por el ministerio de fomento, provocando el mayor porcentaje de víctimas mortales y heridos graves con un 29.5% e 35.7% respectivamente. Siendo el mayor factor concurrente el de la distracción con un 40.9% de ACV y el 46.4 de VM.

AÑO 2013					Principales factores concurrentes		ACV	VM
	Accidentes con víctimas		Victimas mortales		Heridos graves			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%		
Atropello	374	3,3%	64	14,4%	67	4,6%		17,1
Alcances y colisiones múltiples	3.586	31,9%	58	13,1%	270	18,4%		1,6
Colisión frontal	298	2,7%	89	20,0%	154	10,5%		29,9
Colisión lateral y fronto-lateral	1.920	17,1%	63	14,2%	253	17,3%		3,3
Salidas de vía	3.865	34,4%	131	29,5%	524	35,7%		3,4
Vuelco en calzada	390	3,5%	8	1,8%	70	4,8%		2,1
Otro tipo de accidente <sup>1</sup>	812	7,2%	31	7,0%	128	8,7%		3,8
<b>Total R.C.E.</b>	<b>11.659</b>	<b>100%</b>	<b>444</b>	<b>100%</b>	<b>1.466</b>	<b>100%</b>		<b>3,9</b>

	ACV	VM
 Distracción	40,9%	46,4%
 Infracción a la norma	16,0%	16,9%
 Velocidad inadecuada	11,2%	11,5%
 Estado o condición de la infraestructura	1,0%	0,7%

<sup>1</sup> "Otro tipo de accidente" incluye las tipologías "choque con barrera", "choque con obstáculo en calzada" y "sin especificar".

Tabla 5.- Estudio accidentes 2013 (Ministerio de fomento)

Para disminuir los accidentes se debería disponer de una zona despejada o protegida anexa a la carretera que permita maniobrar a los vehículos que se salgan y reincorporarse a la vía evitando choques contra obstáculos o posibles vuelcos.

Las características necesarias para el estudio de las márgenes se centran en:

- Presencia de obstáculos no protegidos (señales, postales, luminarias, rocas, obras de fábricas...)
- Presencia de cunetas peligrosas: perfiles en V, trapezoides con grandes pendientes o de cualquier tipo con profundidades superiores a 60 centímetros.
- Taludes: pendientes y altas.

Analizando los márgenes del tramo del estudio se detectan varios problemas que pueden afectar a la seguridad de los usuarios de la carretera. Estos problemas se detallan a continuación:

PROBLEMA	P.K	SENTIDO	IMAGEN
POSTE ELÉCTRICO	0+500	CREC.	



<p><b>EDIFICACIÓN</b></p>	<p>0+660</p>	<p>DECR.</p>	
<p><b>MURO DE CONTENCIÓN VERTICAL</b></p>	<p>1+730 - 1+830</p>	<p>DECR.</p>	
<p><b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SIN PROTEGER</b></p>	<p>2+380</p>	<p>CREC.</p>	
<p><b>TALUD DE DESMONTE VERTICAL CON FORMACIONES ROCOSAS</b></p>	<p>2+680</p>	<p>CREC.</p>	
<p><b>TALUD DE TERRAPLÉN CON PENDIENTE PRONUNCIADA (Desnivel)</b></p>	<p>5+570</p>	<p>CREC.</p>	
<p><b>MURO SIN PROTEGER PROXIMO A LA CALZADA</b></p>	<p>6+650</p>	<p>CREC.</p>	

<p><b>ÁRBOL SIN PROTEGER PROXIMO A LA CALZADA</b></p>	<p>6+755</p>	<p>CREC.</p>	
<p><b>TALUD DE DESMONTE VERTICAL CON FORMACIONES ROCOSAS</b></p>	<p>7+400 - 7+500</p>	<p>DECR.</p>	
<p><b>MURO VERTICAL ADYACENTE A LA CALZADA</b></p>	<p>7+410 - 7+445</p>	<p>CREC.</p>	
<p><b>TRINCHERA DE TALUDES VERTICALES CON FORMACIONES ROCOSAS</b></p>	<p>7+450</p>	<p>AMBOS</p>	
<p><b>PASO SALVACUNETA CON EXTREMOS PELIGROSOS ANTE COLISIÓN FRONTAL</b></p>	<p>8+000</p>	<p>DECR.</p>	
<p><b>ÁRBOL SIN PROTEGER PRÓXIMO A LA CALZADA</b></p>	<p>9+025</p>	<p>CREC.</p>	

<p><b>PASO SALVACUNETA CON EXTREMOS PELIGROSOS ANTE COLISIÓN FRONTAL</b></p>	<p>9+480</p>	<p>DECR.</p>	
<p><b>ÁRBOL SIN PROTEGER PRÓXIMO A LA CALZADA</b></p>	<p>9+525</p>	<p>CREC.</p>	
<p><b>EDIFICACIÓN</b></p>	<p>9+570</p>	<p>CREC.</p>	
<p><b>EDIFICACIÓN</b></p>	<p>9+800</p>	<p>DECR.</p>	
<p><b>BLOQUE DE HORMIGÓN SIN PROTEGER</b></p>	<p>11+17 5</p>	<p>DECR.</p>	

Tabla 6.- Tabla resumen de los problemas detectados en los márgenes del tramo

El resto de obstáculos observados están protegidos mediante barreras metálicas de seguridad. Estas barreras están dispuestas siguiendo las indicaciones de la Orden Circular 321/95 T y P “Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos” del Ministerio de Fomento, en particular en lo que hace referencia a los criterios de implantación y a las dimensiones y especificaciones de los materiales que las componen. Están abatidas en los extremos sin que presenten formas agresivas (extremos de barrera en forma de cola de pez), y las interrupciones y transiciones entre barreras (paso de una barrera metálica a otra de hormigón) están correctas.



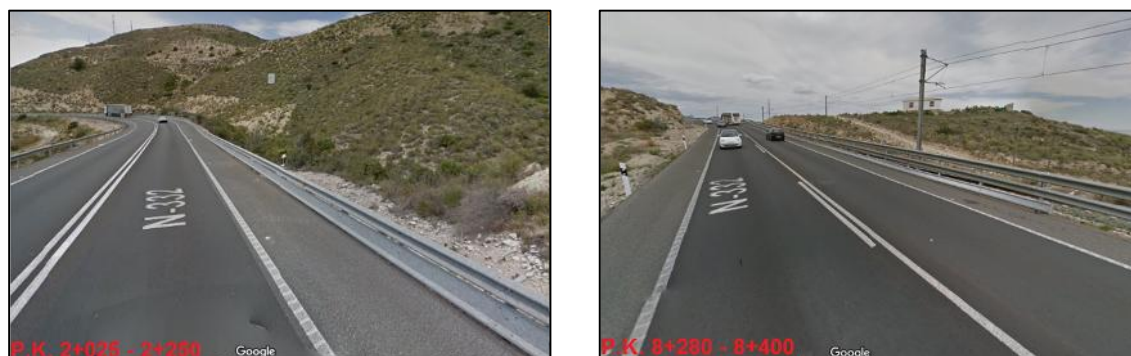
*Imágenes 1-2.- Transiciones entre barreras (Google Street View)*

Los tramos adyacentes a la vía del tren están protegidos mediante barreras metálicas dobles.



*Imágenes 3-4.- Barrera metálica doble (Google Street View)*

Los motoristas están protegidos mediante barreras para motoristas (SPM) que están dispuestas en las curvas de radio reducido, con una longitud total de 1.175 metros en todo el tramo del estudio.



*Imágenes 5-6.- Barreras para motoristas (Google Street View)*

Nº BARRERA	P.K inicial	P.K final	Longitud (m)
1	0+700	0+875	175
2	1+390	1+480	90
3	2+025	2+250	225
4	2+260	2+365	105
5	2+700	2+780	80
6	3+070	3+140	70
7	4+070	4+150	80
8	7+305	7+395	90
9	8+280	8+400	120
10	10+360	10+500	140
<b>TOTAL</b>			<b>1175</b>

Tabla 7.- Disposición de las barreras para motoristas

## 2.8. FIRME

Una carretera en mal estado aumenta el riesgo de sufrir un accidente, por deslizamiento del vehículo e incluso por la incomodidad de conducción. La reacción común de cualquier conductor ante un desperfecto es tratar de esquivarlo o frenar bruscamente, lo que puede provocar riesgos de accidentes.

Por acción del tráfico y de los agentes atmosféricos los pavimentos asfálticos van perdiendo su capacidad estructural y su calidad de servicio. Ante la falta de mantenimiento y dotación en condiciones adecuadas van a afectar a los usuarios ya sea de forma directa, es decir, en términos de tiempo de viaje, o bien, de forma indirecta, representando daños a los vehículos, aumento en los costes de distribución de mercancías, costes de accidentes, etc.

En este apartado se analizará el firme del tramo de estudio de la nacional N-332, con el objetivo de evaluar su estado y obtener conclusiones.

Conseguir información de la sección estructural del firme actual, es una tarea que requiere, bien realizar sondeos y obtener las capas de la que está formada, o bien, preguntar a Administración competente sobre la sección estructural y los refuerzos posteriores. Como no se dispone de dicha información, ni siquiera de la categoría de tráfico pesado que se utilizó para ser proyectada, se ha limitado sólo a hacer una inspección visual para establecer una definición del estado superficial de la carretera y su entorno que puedan afectar a la comodidad y seguridad del usuario. Dicha inspección se realizó recorriendo el tramo tanto en ida como en vuelta con un turismo, y para más detalle se utilizó la herramienta Street View de Google.

Según la inspección visual, el firme del tramo del estudio presenta un buen estado con una rodadura cómoda y sin problemas que puedan afectar a la seguridad de los usuarios.

## 2.9. EMPRESA ENCARGADA DE LA CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

El ministerio de fomento adjudicó a fecha del 11 de julio de 2014, la ejecución de diversas operaciones de conservación y explotación en varias carreteras de la provincia de Alicante, entre las cuales la N-332 entre los P.K. 116,539 e 204,643 a favor de ACEINSA MOVILIDAD, S.A. Y PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A. (UTE), con la cantidad de 12.446.939,88€ (IVA incluido) y un plazo de ejecución de 48 meses. Por lo que el contrato de conservación y explotación de la carretera objeto del estudio terminará el 11 de julio de 2018.

## 2.10. INTERSECCIONES

En esta tabla se muestra el tipo y la ubicación de cada intersección:

Intersección	Tipo	P.K trazado*	P.K real*
INT1	Glorieta partida	0+100	122+500
INT2	Intersección en T	0+570	123+000
INT3	Intersección en T	3+500	125+900
INT4	Intersección en Y	4+300	126+700

Tabla 8.- Datos de las intersecciones del tramo

### INTERSECCIÓN 1:

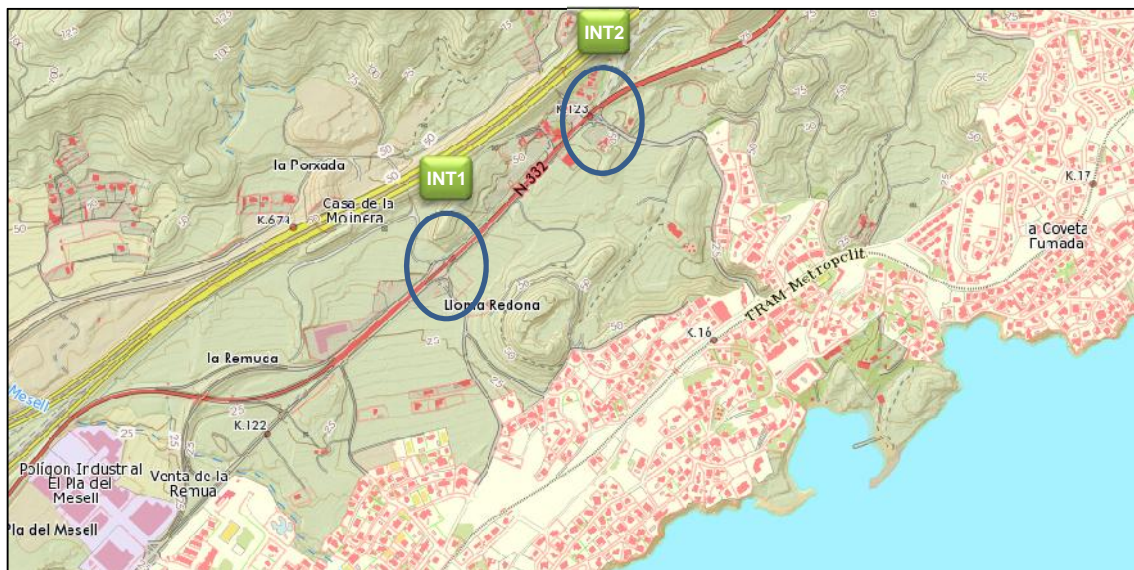


Figura 13.- Situación de las intersecciones 1 e 2 sobre la cartografía del Terrasit

Esta intersección es una glorieta partida por la variante de la N-332 teniendo dos vías de servicio a ambos lados de la calzada (provenientes de la antigua N-332 que atraviesa la localidad de El Campello), separadas de la vía principal por barreras de contención New Jersey, y dan acceso directo a dos gasolineras una a cada lado de la calzada y también sirven de acceso indirecto a la urbanización Coveta Fumà por la calle els Ports situada en la margen derecha y a unas fincas privadas (La Porxada) situadas en la margen izquierda pasando por un camino rural.



Figura 14.- Vista área de la glorieta partida (Fuente: Ortofoto PNOA)

Los problemas destacados son los siguientes:

- Carril de trenzado entre las intersecciones 1 e 2 en el lado derecho, sentido ascendente de los P.K.
- Posibilidad de realizar un cambio de sentido desde la margen derecha a la izquierda cruzando la calzada



Imágenes 7-8.- Zona de parada con señal de Stop antes de cruzar la calzada (Fuente: Google Street View)

## **INTERSECCIÓN 2:**

Se trata de una intersección en T situada en el P.K. 123+000, canalizada por una lágrima, que comunica con la calle España que se dirige a Coveta Fumá. A esta intersección, se accede por medio del carril de trenzado en el sentido ascendente y desde el carril del sentido descendente de la N-332. Existen dos giros a izquierdas que son peligrosos: el de acceso a la N-332 en dirección hacia El Campello por falta de visibilidad aparte de la invasión del carril del sentido opuesto y el de acceso desde la N-332 a la urbanización ya que no existe ningún carril central de espera para los vehículos.



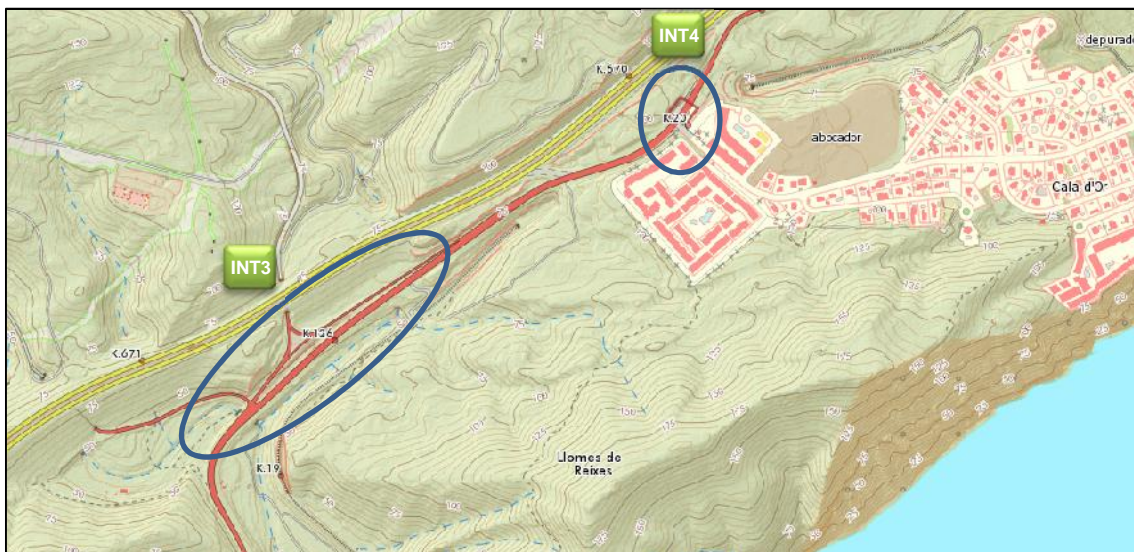
*Figura 15.- Vista aérea de la Intersección 2 (Fuente: Ortofoto PNOA)*



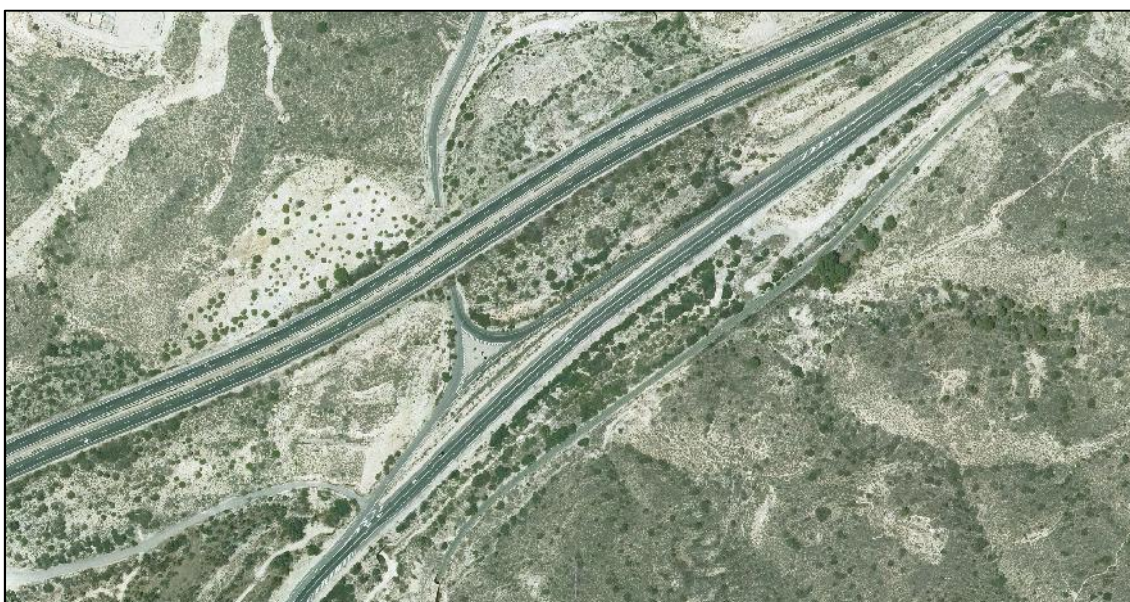
*Imágenes 9-10.- Zona de parada con señal de Stop antes de acceder a la N-332 dirección El Campello y Alicante (Fuente: Google Street View)*



### **INTERSECCIÓN 3:**



*Figura 16.- Situación de las intersecciones 3 e 4 sobre la cartografía del Terrasit*



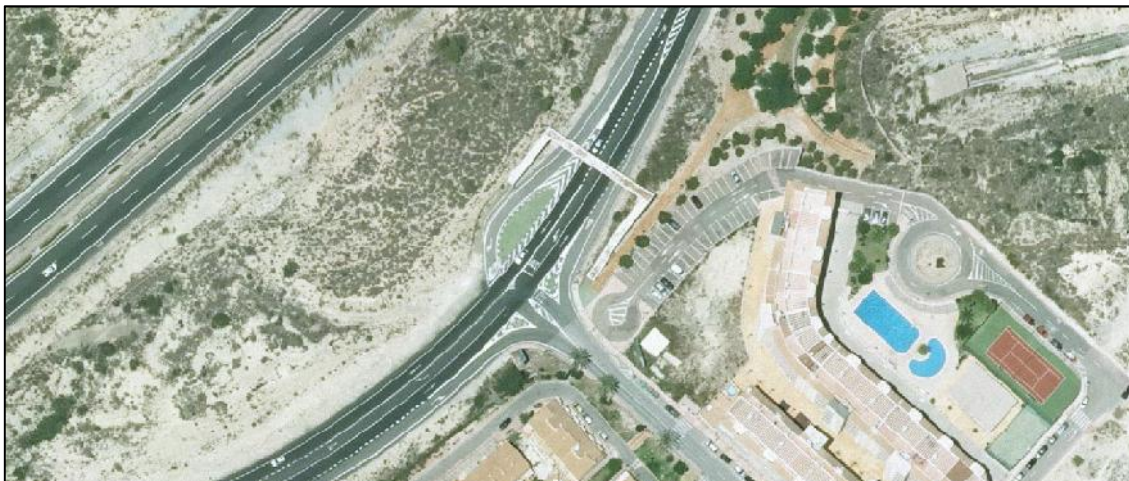
*Figura 17.- Vista área de la Intersección 3 (Fuente: Ortofoto PNOA)*

La intersección 3 es también una intersección en T, situada en el P.K 125+900 que conecta con la N-332 a la planta de residuos Les Canyades ubicada al noroeste de la citada carretera. A nivel de seguridad vial, la intersección no presenta ningún movimiento conflictivo o peligroso, ya que los únicos movimientos que se pueden realizar son: el de acceso a la nacional dirección El Campello y el de acceso a la intersección dirección la planta de residuos Les Canyades. Ambos movimientos cuentan con carriles de cambio de velocidad.

El único problema que se le puede achacar a dicha intersección es el de la presencia de vehículos pesados con origen y destino la planta de residuos.

### **INTERSECCIÓN 4:**

Esta última intersección existente en el tramo del estudio se sitúa en el P.K. 126+600, y da acceso a la urbanización Cala D'Or ubicada en la margen derecha de la nacional, sentido ascendente de los P.K. Se trata de una intersección en Y canalizada, que cuenta con carriles centrales de espera para realizar los giros a la izquierda de modo más seguro.



*Figura 18.- Vista área de la Intersección 4 (Fuente: Ortofoto PNOA)*

## 2.11. ACCESOS

El tramo de la N-332 comprendido entre los puntos kilométricos 122,4 (0+000) y 134 (11+450) empieza su recorrido en el enlace que conecta con el Campello y la AP-7, y termina en el enlace que conecta con Villajoyosa y la AP-7. Este tramo discurre paralelo a la costa mediterránea, conectando varias urbanizaciones de viviendas unifamiliares situadas a lo largo de la costa en varias calas (Amerador, Morro Blanc, Enmig, Les Piteres, Lanuza y Les Palmeretes) mediante accesos directos o intersecciones con la nacional. La carretera también es utilizada por propietarios de algunas edificaciones o fincas privadas situadas en las márgenes de la carretera mediante accesos directos. Cabe destacar también que en los últimos kilómetros existen accesos a cotos de caza privados.

En este apartado se ha realizado un inventario de todos los accesos identificando los problemas que tienen en lo relacionado a la seguridad vial de la carretera.

Se han contabilizado un total de 49 accesos y 4 intersecciones canalizadas. Se han tenido en cuenta las intersecciones con las otras carreteras ya que, a fin de cuentas, actúa como si se tratase de un acceso con mayor seguridad ya que se encuentra encauzado. Pero, en lugar de acceder a una propiedad privada, conecta con otra vía pública.

A continuación, se muestra la ubicación de cada acceso, posteriormente una tabla resumen de las características y problemas de cada uno y finalmente un tratamiento especial en el caso de las intersecciones.

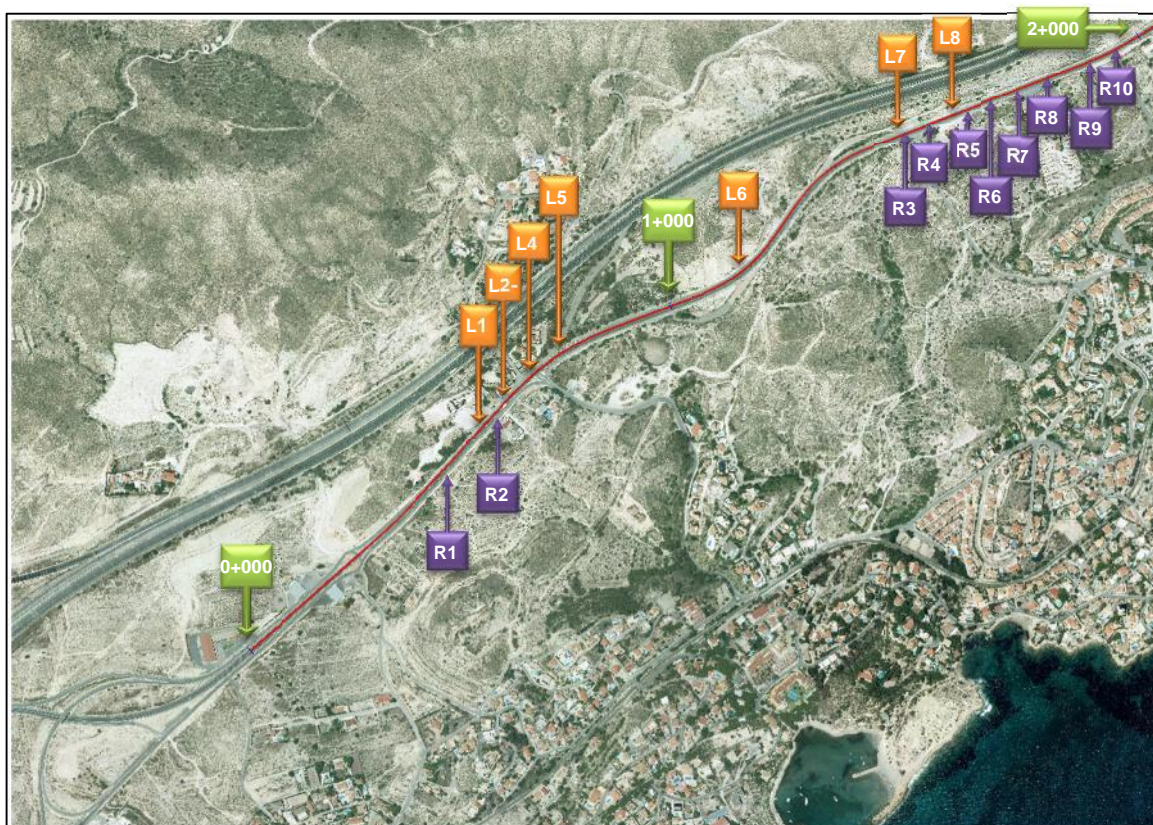


Figura 19.- Ubicación de los accesos entre P.K 0+000 y P.K 2+000 (Fuente: Elaboración propia sobre ortofoto PNOA)



Figura 20.- Ubicación de los accesos entre P.K 2+000 y P.K 4+000 (Fuente: Elaboración propia sobre ortofoto PNOA)

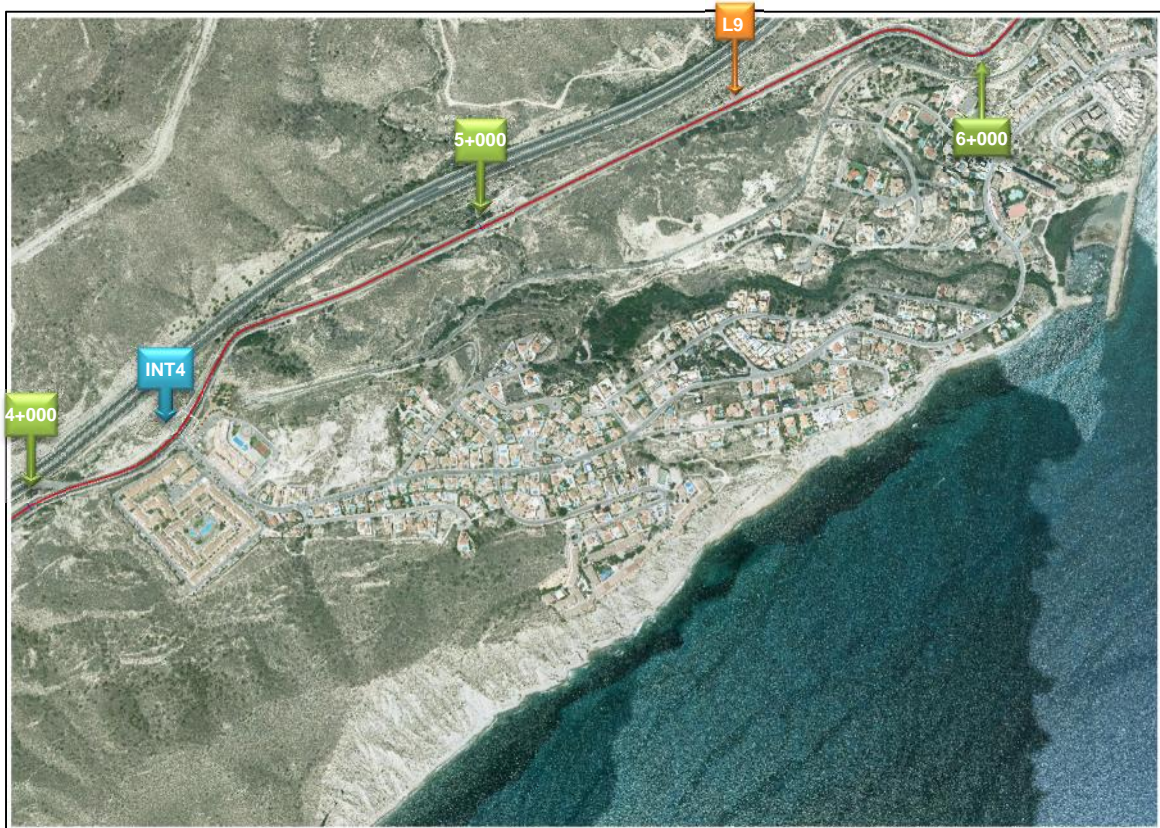


Figura 21.- Ubicación de los accesos entre P.K 4+000 y P.K 6+000 (Fuente: Elaboración propia sobre ortofoto PNOA)



Figura 22.- Ubicación de los accesos entre P.K 6+000 y P.K 8+000 (Fuente: Elaboración propia sobre ortofoto PNOA)

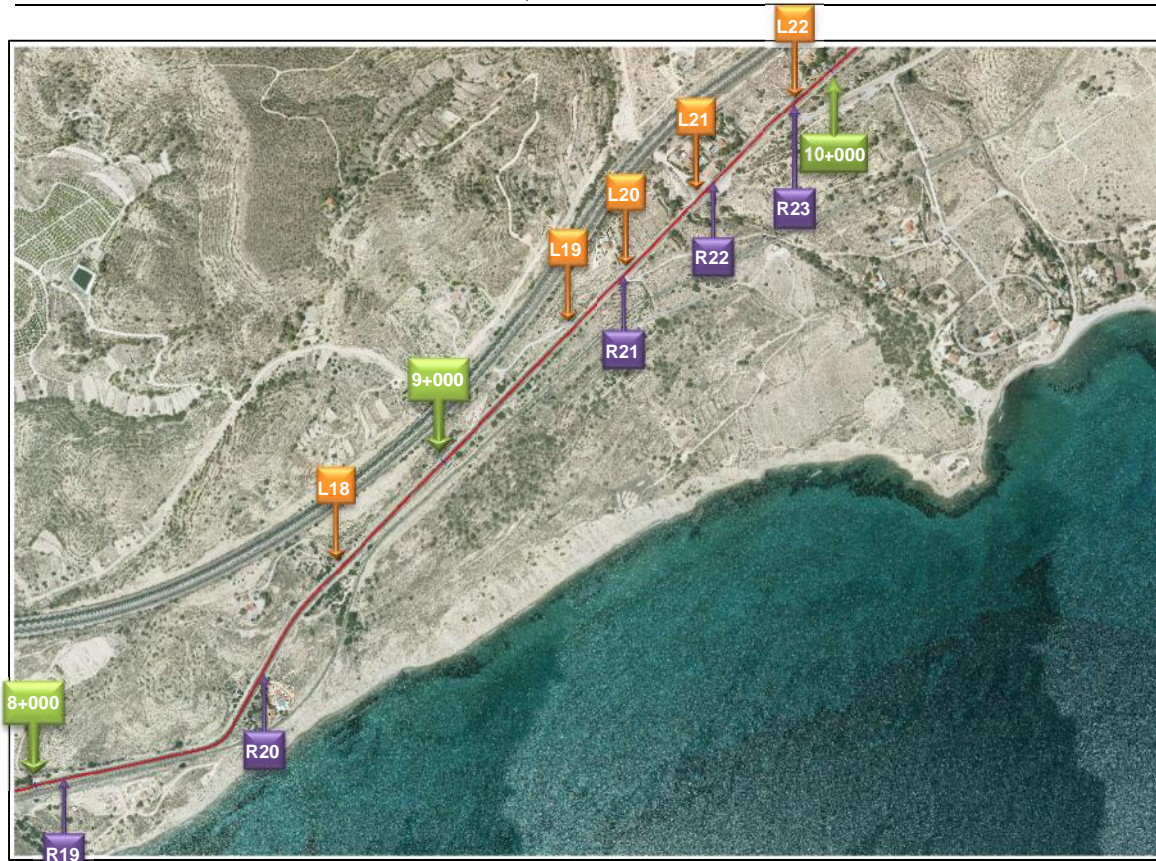










Figura 23.- Ubicación de los accesos entre P.K 8+000 y P.K 10+000 (Fuente: Elaboración propia sobre ortofoto PNOA)



Figura 24.- Ubicación de los accesos entre P.K 10+000 y P.K 11+450 (Fuente: Elaboración propia sobre ortofoto PNOA)

ACC.	P.K	CARACTERÍSTICAS	PROBLEMA	IMAGEN
R1	0+473	Acceso a pista forestal	Ninguno	
L1	0+593	Acceso a una cementera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximidad a otro acceso</li> <li>• Salida de vehículos pesados</li> </ul>	
L2	0+610	Acceso a edificación	Proximidad a otro acceso	
R2	0+610	Acceso a edificación aislada. Propiedad privada	Ninguno	
L3	0+632	Acceso a edificación aislada. Propiedad privada	Proximidad a otro acceso	
L4	0+672	Acceso a explanada destinada al aparcamiento	Proximidad a otro acceso	
L5	0+696	Acceso a propiedades privadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximidad a otro acceso</li> <li>• Cercanía a una intersección</li> </ul>	
L6	1+187	Acceso a instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones	Visibilidad reducida al acceder a una curva a derechas	








<b>R3</b>	1+540	Acceso a viviendas unifamiliares (Cala Piteres) por la calle Viena	Proximidad a otro acceso	
<b>L7</b>	1+552	Acceso a instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones	Acceso en zona sin asfaltar en mal estado con socavones	
<b>R4</b>	1+554 - 1+564	Acceso a restaurante	Proximidad a otro acceso	
<b>R5</b>	1+600	Acceso a restaurante	Proximidad a otro acceso	
<b>R6</b>	1+650	Salida de vehículos provenientes del restaurante mencionado en el acceso R5	Ninguno	
<b>L8</b>	1+665	Acceso a aparcamiento ilegal enfrente de la zona de restaurantes	Peatones cruzando a la otra margen	
<b>R7</b>	1+765	Acceso a un complejo hostelero	Ninguno	
<b>R8</b>	1+820	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida del complejo hostelero</li> <li>• Giro a la izquierda permitido desde el acceso</li> </ul>	El giro a la izquierda no es suficientemente seguro	



<b>R9</b>	1+903	Acceso a parcela con antena de telecomunicaciones	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>R10</b>	1+945	Acceso a Cala Piteres por la calle de Italia Giro a la izquierda permitido desde el acceso	Visibilidad reducida para la incorporación a la izquierda	
<b>R11</b>	2+370	Acceso a Instalaciones eléctricas por la calle Portugal	Proximidad al túnel	
<b>R12</b>	3+030	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a una finca privada y a la calle Portugal llegando hasta la Cala Piteres</li> <li>• Giro a la izquierda permitido desde el acceso</li> </ul>	Visibilidad reducida para la incorporación a la izquierda	
<b>L9</b>	5+520	Acceso secundario a la planta de residuos Les Canyades	Acceso sin asfaltar	
<b>L10</b>	6+070	Acceso a instalaciones de telecomunicaciones	Ninguno	
<b>L11</b>	6+185	Incorporación de vehículos desde el área de descanso Venta Lanuza	Salida de camiones	

<b>R13</b>	6+285	Acceso al área de descanso Venta Lanuza cruzando la N-332	Atravesar toda la calzada perpendicularmente	
<b>R14</b>	6+586	Acceso único a una finca privada	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>R15</b>	6+735	Acceso único a una finca privada	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>R16</b>	6+910	Acceso a la Cala de Les Palmeretes	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>L12</b>	7+140	Acceso secundario a las viviendas unifamiliares Calle Romaní	Proximidad a otro acceso	
<b>R17</b>	7+190	Acceso a una explanada aislada	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>L13</b>	7+210	Acceso principal a las viviendas unifamiliares Calle Romaní	Ninguno	

<b>R18</b>	7+400	Acceso a instalaciones de telecomunicaciones y al norte de la Cala de Les Palmaretes	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>L14</b>	7+645	Acceso que asciende por la ladera de la montaña hasta llegar a las viviendas unifamiliares de la calle Romani	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>L15</b>	7+755	Acceso que discurre paralelo al barranco de Castanyeta sirviendo de conexión a varias edificaciones privadas y parcelas agrícolas con la nacional	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera Cercanía a otro acceso	
<b>L16</b>	7+865	Acceso que discurre paralelo al barranco de Carritxal	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera Cercanía a otro acceso	
<b>L17</b>	8+000	Acceso a edificaciones privadas y parcelas agrícolas	Ninguno	
<b>R19</b>	8+047	Acceso a edificaciones privadas y a la playa Carritxal	No es visible desde la nacional	
<b>R20</b>	8+485	Acceso a una finca privada	La vegetación disminuye la visibilidad	

<b>L18</b>	8+733	Acceso a finca privada	Visibilidad reducida por el cambio de rasante en la nacional	
<b>L19</b>	9+340	Acceso a coto privado de caza	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>R21</b>	9+470	Acceso a coto privado de caza	Acceso con fuerte pendiente	
<b>L20</b>	9+485	Acceso a edificaciones privadas	Ninguno	
<b>L21</b>	9+680	Acceso que discurre paralelo al barranco del Xarco sirviendo de conexión a varias edificaciones privadas y parcelas agrícolas con la nacional	Mal estado del pavimento	
<b>R22</b>	9+695	Acceso a explanada que sirve de zona de parada	Acceso sin asfaltar a distinta cota de la rasante de la carretera	
<b>L22</b>	9+900	Acceso a edificación privada	Ninguno	

<b>R23</b>	9+900	Acceso a la Cala del Xarco	Ninguno	
<b>R24</b>	10+460	Salida de vehículos provenientes de la Cala del Xarco	Ninguno	
<b>L23</b>	10+545	Acceso a coto privado de caza	Ninguno	
<b>R25</b>		Acceso a la playa del Xarco en desuso ya que actualmente es atravesado por las vías de ferrocarril sin paso a nivel	Visibilidad reducida	
<b>L24</b>	11+320	Acceso a finca privada	Ninguno	
<b>R25</b>	11+320	Antiguo trazado de la N-332 antes de la puesta en servicio del enlace de la Villajoyosa	Visibilidad reducida	

Tabla 9.- Tabla resumen de los problemas detectados en los accesos al tramo

## 2.12. ELEMENTOS SINGULARES

La carretera atraviesa la parte más accidentada de la orografía con una alineación recta gracias al túnel de El Campello entre los P.K's 124+854 e 125+082, con una longitud de 228,2 m.



Figura 25.- Vista aérea del tramo con túnel (fuente: elaboración propia sobre ortofoto PNOA)



Imagen 11.- Vista de la entrada del túnel – Sentido ascendente P.K's (fuente: G.StreetView)



Imagen 12.- Vista de la entrada del túnel – Sentido descendente P.K's (fuente: G.StreetView)

### 3. ANÁLISIS DEL TRAMO

#### 3.1. ANÁLISIS DEL TRAZADO SEGÚN LA NORMA 3.1-IC

##### 3.1.1. Clase de Carretera

El tramo pertenece a una carretera convencional de calzada única con accesos directos autorizados, y de orografía ondulada ( $5 < i < 15$ ).

Según la Instrucción, la velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forman.

“• Velocidad específica de un elemento de trazado (Ve): Máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento de trazado considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a la velocidad.

• Velocidad de proyecto de un tramo (Vp): Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

La velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forman.” 3.1- Velocidad – Norma 3.1-IC.

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

Tabla 10.- relación velocidad específica - radio - peralte para carreteras c-80, c-60 y c-40 (grupo 2) (Tabla 4.4.- Norma 3.1-IC)

Según el trazado en planta del tramo, el radio mínimo es de 50 metros que da lugar a una velocidad específica de 40 km/h, que es la mínima de todas las velocidades del tramo. Por lo que **la velocidad de proyecto será de 40 km/h.**

Por lo tanto, la carretera del presente estudio es una **C-40 (Grupo 2).**

### 3.1.2. Análisis del trazado en planta

#### 3.1.2.1. Rectas

Según la Norma, en caso de disponerse el elemento recta, las longitudes mínimas admisible y máxima deseable, en función de la velocidad de proyecto, serán las dadas por las expresiones siguientes:

$$L_{\text{mín.s}} = 1,39 \cdot V_p$$

$$L_{\text{mín.o}} = 2,78 \cdot V_p$$

$$L_{\text{máx}} = 16,70 \cdot V_p$$

Siendo:

$L_{\text{mín.s}}$  = longitud mínima (m) para trazados en «S» (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\text{mín.o}}$  = longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{\text{máx}}$  = longitud máxima (m).

$V_p$  = velocidad de proyecto (km/h).

En nuestro caso en el que la velocidad de proyecto es de 40 km/h, los valores máximos y mínimos son los siguientes:

$V_p$ (km/h)	$L_{\text{mín.s}}$ (m)	$L_{\text{mín.o}}$ (m)	$L_{\text{máx}}$ (m)
40	56	111	668

Tabla 11.- Longitudes mínimas de rectas para la velocidad de proyecto 40 km/h (Tabla 4.1.- Norma 3.1-IC)

La siguiente tabla es el resultado del análisis de todas las rectas del trazado en cuestión:

ÁNÁLISIS RECTAS							
Nº Recta	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	Tipo de trazado	$L_{\text{mín.s}}$	$L_{\text{mín.o}}$	$L_{\text{máx}}$
1	0+000.00	0+307.43	307.427				
2	0+411.55	0+638.39	226.845	S	Cumple		Cumple
3	0+897.89	1+026.36	128.470	S	Cumple		Cumple
4	1+262.26	1+266.24	3.977	S	No Cumple		Cumple
5	1+501.63	1+889.97	388.344	S	Cumple		Cumple
6	1+985.19	2+024.36	39.166	S	No Cumple		Cumple
7	2+155.44	2+259.24	103.798	S	Cumple		Cumple
8	2+371.25	2+672.17	300.927	O		Cumple	Cumple





9	2+763.85	2+978.72	214.872	O		Cumple	Cumple
10	3+123.32	3+152.69	29.371	S	No Cumple		Cumple
11	3+340.62	3+455.80	115.185	O		Cumple	Cumple
12	3+691.07	3+960.35	269.273	O		Cumple	Cumple
13	4+100.27	4+138.43	38.167	S	No Cumple		Cumple
14	4+370.17	4+475.14	104.972	S	Cumple		Cumple
15	4+549.35	4+680.43	131.089	S	Cumple		Cumple
16	4+779.27	5+773.77	994.505	S	Cumple		No Cumple
17	5+901.06	5+938.58	37.517	S	No Cumple		Cumple
18	6+043.89	6+943.52	899.623	S	Cumple		No Cumple
19	7+037.71	7+305.94	268.231	S	Cumple		Cumple
20	7+414.13	7+804.30	390.167	S	Cumple		Cumple
21	7+851.34	8+299.27	447.927	S	Cumple		Cumple
22	8+392.69	8+539.38	146.686	S	Cumple		Cumple
23	8+686.28	9+780.55	1094.276	O		Cumple	No Cumple
24	9+913.82	10+359.30	445.481	O		Cumple	Cumple
25	10+574.51	10+798.85	224.338	S	Cumple		Cumple
26	10+955.15	11+135.22	180.067	S	Cumple		Cumple
27	11+525.80	11+547.86	22.067				

Tabla 12.- Análisis de rectas según la Norma 3.1-IC

### 3.1.2.2. Curvas Circulares

#### Radios

Todas las curvas circulares del trazado cumplirán las especificaciones de la norma ya que el radio mínimo es el que nos define la velocidad de proyecto.

#### Peraltes

En este apartado, lo que había que analizar es la adecuación de los peraltes a los radios de las curvas. Este análisis ha sido imposible de realizar ya que no se dispone de dicha información (datos de peraltes).

#### Desarrollo mínimo

En general, el desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios (20 gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y nueve gonios (9 gon) y sólo excepcionalmente valores inferiores a nueve gonios (este caso no se puede aplicar a este tramo ya que se necesita un radio mínimo de 2000 m).



Análisis Desarrollo Curvas						
Nº Curva*	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	(gon)**
1	0+307.43	0+411.55	104,123	- 600.00	150.00	7.07
2	0+638.39	0+897.89	259,492	400.00	170.00	29.80
3	1+026.36	1+262.26	235,905	- 270.00	140.00	38.51
4	1+266.24	1+501.63	235,391	270.00	140.00	38.39
5	1+889.97	1+985.19	95,222	- 300.00	100.00	13.13
6	2+024.36	2+155.44	131,082	100.00	60.00	60.53
7	2+259.24	2+371.25	112,009	- 90.00	60.00	50.94
8	2+672.17	2+763.85	91,672	- 90.00	60.00	36.55
9	2+978.72	3+123.32	144,604	- 90.00	65.00	69.08
10	3+152.69	3+340.62	187,923	100.00	75.00	83.83
11	3+455.80	3+691.07	235,271	1000.00	300.00	9.25
12	3+960.35	4+100.27	139,92	250.00	120.00	20.96
13	4+138.43	4+370.17	231,741	- 230.00	110.00	49.58
14	4+475.14	4+549.35	74,201	70.00	40.00	46.70
15	4+680.43	4+779.27	98,832	- 500.00	140.00	7.59
16	5+773.77	5+901.06	127,288	100.00	60.00	58.12
17	5+938.58	6+043.89	105,316	- 50.00	45.00	82.53
18	6+943.52	7+037.71	94,191	80.00	52.00	48.06
19	7+305.94	7+414.13	108,19	- 210.00	90.00	21.11
20	7+804.30	7+851.34	47,047	180.00	45.00	12.66
21	8+299.27	8+392.69	93,424	- 65.00	50.00	53.83
22	8+539.38	8+686.28	146,899	340.00	140.00	16.71
23	9+780.55	9+913.82	133,268	1100.00	250.00	4.42
24	10+359.30	10+574.51	215,209	400.00	170.00	22.75
25	10+798.85	10+955.15	156,3	- 500.00	170.00	12.54
26	11+135.22	11+525.80	390,58	360.00	160.00	56.49

Tabla 13.- Análisis de desarrollo de curvas según la Norma 3.1-IC

(\*): Curva formada por un círculo y dos clotoides

(\*\*): El ángulo entre dos alineaciones rectas consecutivas (giro total de la curva)

(gon) > 20<sup>g</sup>

20<sup>g</sup> > (gon) > 9<sup>g</sup>

(gon) < 9<sup>g</sup>

### 3.1.2.3. Curvas de Transición

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

Según la Norma, se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R L = A^2$$



Siendo:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera.

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

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

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las siguientes limitaciones:

- I. Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal
  - II. Limitación de la variación de la pendiente transversal
  - III. Condiciones de percepción visual
- (Apartado 4.4.3 Norma 3.1-IC)

Se recomienda no aumentar significativamente las longitudes y parámetros mínimos obtenidos en el apartado 4.4.3 salvo expresa justificación en contrario. La longitud máxima de cada curva de acuerdo no será superior a una vez y media (1,5) su longitud mínima. (Apartado 4.4.3 Norma 3.1-IC)

Para cada curva se han obtenido los parámetros mínimos y máximos de las clotoides según las especificaciones mencionadas anteriormente y se ha comparado con el valor existente para ver si cumplen o no con la normativa.

ANÁLISIS CLOTOIDES							
Elemento	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	A (m)	Amín (m)		Amáx (m)
Recta	0+000.00	0+307.43	307.427				
Clotoide	0+307.43	0+344.93	37.500	150	225.64	No Cumple	276.35 Cumple
Círculo	0+344.93	0+374.05	29.123				
Clotoide	0+374.05	0+411.55	37.500	150	225.64	No Cumple	276.35 Cumple
Recta	0+411.55	0+638.39	226.845				
Clotoide	0+638.39	0+710.64	72.250	170	167.54	Cumple	205.19 Cumple
Círculo	0+710.64	0+825.64	114.992				
Clotoide	0+825.64	0+897.89	72.250	170	167.54	Cumple	205.19 Cumple
Recta	0+897.89	1+026.36	128.470				
Clotoide	1+026.36	1+098.95	72.593	140	134.24	Cumple	164.42 Cumple
Círculo	1+098.95	1+189.67	90.719				
Clotoide	1+189.67	1+262.26	72.593	140	134.24	Cumple	164.42 Cumple
Recta	1+262.26	1+266.24	3.977				
Clotoide	1+266.24	1+338.83	72.593	140	134.24	Cumple	164.42 Cumple
Círculo	1+338.83	1+429.03	90.205				
Clotoide	1+429.03	1+501.63	72.593	140	134.24	Cumple	164.42 Cumple
Recta	1+501.63	1+889.97	388.344				
Clotoide	1+889.97	1+923.30	33.333	100	142.72	No Cumple	174.80 Cumple



Círculo	1+923.30	1+951.86	28.556	- 300				
Clotoide	1+951.86	1+985.19	33.333		142.72	No Cumple	174.80	Cumple
Recta	1+985.19	2+024.36	39.166					
Clotoide	2+024.36	2+060.36	36.000	60	68.52	No Cumple	83.92	Cumple
Círculo	2+060.36	2+119.44	59.082					
Clotoide	2+119.44	2+155.44	36.000	60	68.52	No Cumple	83.92	Cumple
Recta	2+155.44	2+259.24	103.798					
Clotoide	2+259.24	2+299.24	40.000	60	64.24	No Cumple	78.68	Cumple
Círculo	2+299.24	2+331.25	32.009					
Clotoide	2+331.25	2+371.25	40.000	60	64.24	No Cumple	78.68	Cumple
Recta	2+371.25	2+672.17	300.927					
Clotoide	2+672.17	2+712.17	40.000	60	64.24	No Cumple	78.68	Cumple
Círculo	2+712.17	2+723.85	11.672					
Clotoide	2+723.85	2+763.85	40.000	60	64.24	No Cumple	78.68	Cumple
Recta	2+763.85	2+978.72	214.872					
Clotoide	2+978.72	3+025.66	46.944	65	64.24	Cumple	78.68	Cumple
Círculo	3+025.66	3+076.38	50.716					
Clotoide	3+076.38	3+123.32	46.944	65	64.24	Cumple	78.68	Cumple
Recta	3+123.32	3+152.69	29.371					
Clotoide	3+152.69	3+208.94	56.250	75	68.52	Cumple	83.92	Cumple
Círculo	3+208.94	3+284.37	75.423					
Clotoide	3+284.37	3+340.62	56.250	75	68.52	Cumple	83.92	Cumple
Recta	3+340.62	3+455.80	115.185					
Clotoide	3+455.80	3+545.80	90.000	300	354.49	No Cumple	408.25	Cumple
Círculo	3+545.80	3+601.07	55.271					
Clotoide	3+601.07	3+691.07	90.000	300	354.49	No Cumple	408.25	Cumple
Recta	3+691.07	3+960.35	269.273					
Clotoide	3+960.35	4+017.95	57.600	120	117.02	Cumple	143.32	Cumple
Círculo	4+017.95	4+042.67	24.720					
Clotoide	4+042.67	4+100.27	57.600	120	117.02	Cumple	143.32	Cumple
Recta	4+100.27	4+138.43	38.167					
Clotoide	4+138.43	4+191.04	52.609	110	110.28	Cumple	135.08	Cumple
Círculo	4+191.04	4+317.56	126.523					
Clotoide	4+317.56	4+370.17	52.609	110	110.28	Cumple	135.08	Cumple
Recta	4+370.17	4+475.14	104.972					
Clotoide	4+475.14	4+498.00	22.857	40	54.90	No Cumple	67.24	Cumple
Círculo	4+498.00	4+526.49	28.487					
Clotoide	4+526.49	4+549.35	22.857	40	54.90	No Cumple	67.24	Cumple
Recta	4+549.35	4+680.43	131.089					
Clotoide	4+680.43	4+719.63	39.200	140	196.80	No Cumple	241.03	Cumple
Círculo	4+719.63	4+740.07	20.432					
Clotoide	4+740.07	4+779.27	39.200	140	196.80	No Cumple	241.03	Cumple
Recta	4+779.27	5+773.77	994.505					
Clotoide	5+773.77	5+809.77	36.000	60	68.52	No Cumple	83.92	Cumple
Círculo	5+809.77	5+865.06	55.288					
Clotoide	5+865.06	5+901.06	36.000	60	68.52	No Cumple	83.92	Cumple



Recta	5+901.06	5+938.58	37.517					
Clotoide	5+938.58	5+979.08	40.500	45	44.22	Cumple	54.16	Cumple
Círculo	5+979.08	6+003.39	24.316					
Clotoide	6+003.39	6+043.89	40.500	45	44.22	Cumple	54.16	Cumple
Recta	6+043.89	6+943.52	899.623					
Clotoide	6+943.52	6+977.32	33.800	52	59.71	No Cumple	73.13	Cumple
Círculo	6+977.32	7+003.91	26.591					
Clotoide	7+003.91	7+037.71	33.800	52	59.71	No Cumple	73.13	Cumple
Recta	7+037.71	7+305.94	268.231					
Clotoide	7+305.94	7+344.51	38.571	90	105.07	No Cumple	128.68	Cumple
Círculo	7+344.51	7+375.56	31.048					
Clotoide	7+375.56	7+414.13	38.571	90	105.07	No Cumple	128.68	Cumple
Recta	7+414.13	7+804.30	390.167					
Clotoide	7+804.30	7+815.55	11.250	45	96.57	No Cumple	118.28	Cumple
Círculo	7+815.55	7+840.09	24.547					
Clotoide	7+840.09	7+851.34	11.250	45	96.57	No Cumple	118.28	Cumple
Recta	7+851.34	8+299.27	447.927					
Clotoide	8+299.27	8+337.73	38.462	50	52.37	No Cumple	64.14	Cumple
Círculo	8+337.73	8+354.23	16.500					
Clotoide	8+354.23	8+392.69	38.462	50	52.37	No Cumple	64.14	Cumple
Recta	8+392.69	8+539.38	146.686					
Clotoide	8+539.38	8+597.03	57.647	140	153.27	No Cumple	187.71	Cumple
Círculo	8+597.03	8+628.63	31.605					
Clotoide	8+628.63	8+686.28	57.647	140	153.27	No Cumple	187.71	Cumple
Recta	8+686.28	9+780.55	1094.276					
Clotoide	9+780.55	9+837.37	56.818	250	389.94	No Cumple	449.07	Cumple
Círculo	9+837.37	9+857.00	19.632					
Clotoide	9+857.00	9+913.82	56.818	250	389.94	No Cumple	449.07	Cumple
Recta	9+913.82	10+359.30	445.481					
Clotoide	10+359.30	10+431.55	72.250	170	167.54	Cumple	205.19	Cumple
Círculo	10+431.55	10+502.26	70.709					
Clotoide	10+502.26	10+574.51	72.250	170	167.54	Cumple	205.19	Cumple
Recta	10+574.51	10+798.85	224.338					
Clotoide	10+798.85	10+856.65	57.800	170	96.8	No Cumple	241.03	Cumple
Círculo	10+856.65	10+897.35	40.700					
Clotoide	10+897.35	10+955.15	57.800	170	96.80	No Cumple	241.03	Cumple
Recta	10+955.15	11+135.22	180.067					
Clotoide	11+135.22	11+206.33	71.111	160	158.22	Cumple	193.79	Cumple
Círculo	11+206.33	11+454.69	248.358					
Clotoide	11+454.69	11+525.80	71.111	160	158.22	Cumple	193.79	Cumple
Recta	11+525.80	11+547.86	22.067					

Tabla 14.- Análisis de clotoides según la Norma 3.1-IC



### 3.1.2.4. Coordinación entre elementos de trazados

Según 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 cuatrocientos metros (400 m), la relación de radios de las curvas circulares no tiene que sobrepasar unos determinados valores.

Para nuestro caso de una carretera C-40 de grupo 2, estos valores se obtienen a partir de esta expresión y gráfica que se muestran a continuación:

CLASE DE CARRETERA		$R_2$
Grupo 2	C-80, C-60 y C-40	$1,5 \cdot R + 4,693 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 50)^3 \cdot R$ $50 \leq R \leq 300$

Tabla 15.- Ecuación radio de salida carreteras grupo 2 (Tabla 4.6.- Norma 3.1-IC)

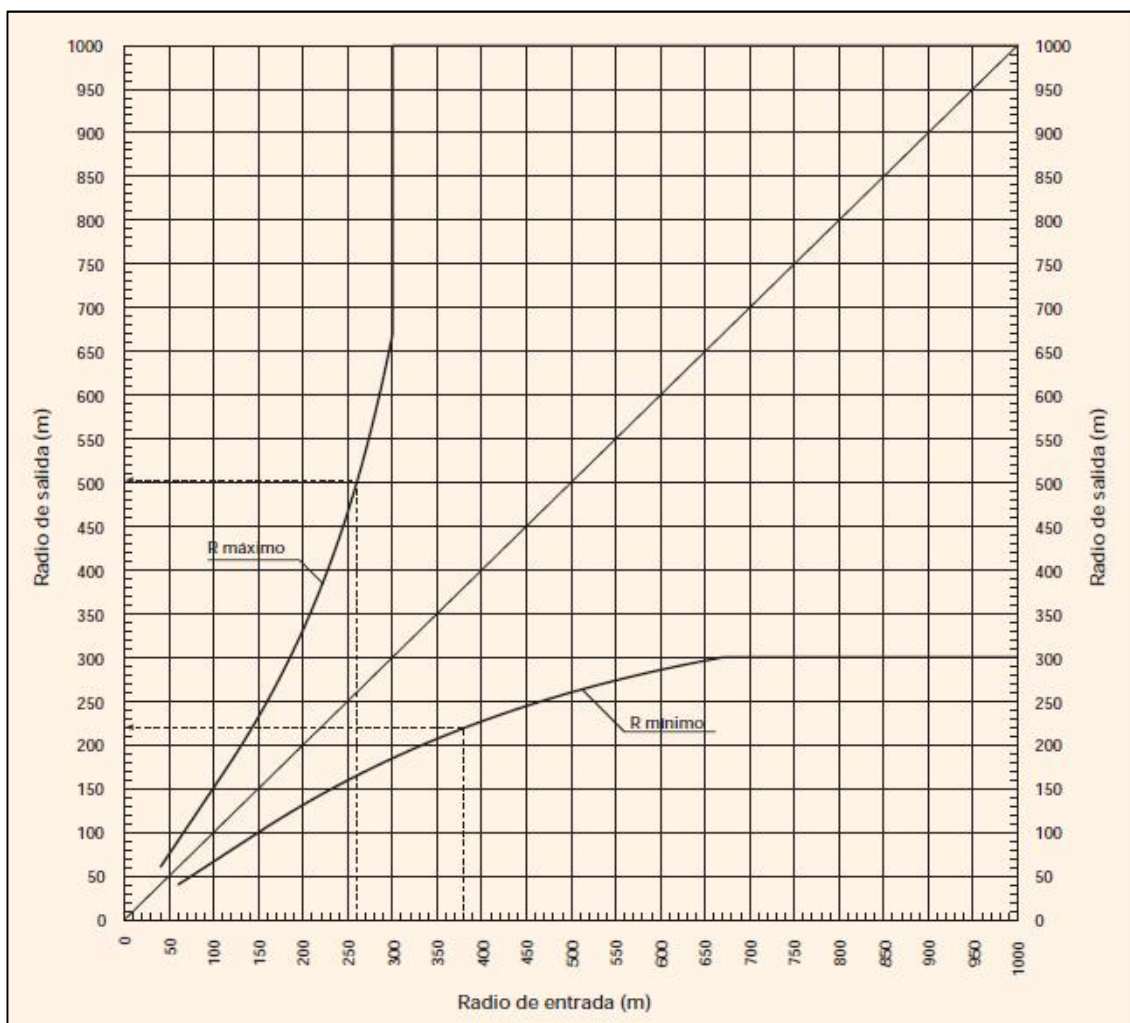


Figura 26.- relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m) para carreteras del grupo 2 (Fig.4.3.- Norma 3.1-IC)

En esta tabla se ha seleccionado solamente las curvas circulares para analizar la coordinación entre las mismas.

Análisis Coordinación								
Elemento	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	Rs máx (m)		Rs mín (m)	
Recta	0+000.00	0+307.43	307.427					
Círculo	0+344.93	0+374.05	29.123	- 600				
Recta	0+411.55	0+638.39	226.845					
Círculo	0+710.64	0+825.64	114.992	400	>670.00	Cumple	285.00	Cumple
Recta	0+897.89	1+026.36	128.470					
Círculo	1+098.95	1+189.67	90.719	- 270	>670.00	Cumple	227.00	Cumple
Recta	1+262.26	1+266.24	3.977					
Círculo	1+338.83	1+429.03	90.205	270	540.00	Cumple	171.00	Cumple
Recta	1+501.63	1+889.97	388.344					
Círculo	1+923.30	1+951.86	28.556	- 300	540.00	Cumple	171.00	Cumple
Recta	1+985.19	2+024.36	39.166					
Círculo	2+060.36	2+119.44	59.082	100	670.00	Cumple	186.00	No Cumple
Recta	2+155.44	2+259.24	103.798					
Círculo	2+299.24	2+331.25	32.009	- 90	151.00	Cumple	67.00	Cumple
Recta	2+371.25	2+672.17	300.927					
Círculo	2+712.17	2+723.85	11.672	- 90	135.00	Cumple	60.00	Cumple
Recta	2+763.85	2+978.72	214.872					
Círculo	3+025.66	3+076.38	50.716	- 90	135.00	Cumple	60.00	Cumple
Recta	3+123.32	3+152.69	29.371					
Círculo	3+208.94	3+284.37	75.423	100	135.00	Cumple	60.00	Cumple
Recta	3+340.62	3+455.80	115.185					
Círculo	3+545.80	3+601.07	55.271	1000	151.00	No Cumple	67.00	Cumple
Recta	3+691.07	3+960.35	269.273					
Círculo	4+017.95	4+042.67	24.720	250	>670.00	Cumple	300.00	No Cumple
Recta	4+100.27	4+138.43	38.167					
Círculo	4+191.04	4+317.56	126.523	- 230	469.00	Cumple	160.00	Cumple
Recta	4+370.17	4+475.14	104.972					
Círculo	4+498.00	4+526.49	28.487	70	408.00	Cumple	149.00	No Cumple
Recta	4+549.35	4+680.43	131.089					
Círculo	4+719.63	4+740.07	20.432	- 500	105.00	No Cumple	50.00	Cumple
Recta	4+779.27	5+773.77	<b>994.505*</b>					
Círculo	5+809.77	5+865.06	55.288	100			300.00	No Cumple
Recta	5+901.06	5+938.58	37.517					
Círculo	5+979.08	6+003.39	24.316	- 50	151.00	Cumple	67.00	No Cumple
Recta	6+043.89	6+943.52	<b>899.623*</b>					
Círculo	6+977.32	7+003.91	26.591	80			300.00	No Cumple
Recta	7+037.71	7+305.94	268.231					
Círculo	7+344.51	7+375.56	31.048	- 210	120.00	No Cumple	53.00	Cumple
Recta	7+414.13	7+804.30	390.167					
Círculo	7+815.55	7+840.09	24.547	180	355.00	Cumple	137.00	Cumple
Recta	7+851.34	8+299.27	<b>447.927*</b>					
Círculo	8+337.73	8+354.23	16.500	- 65			300.00	No Cumple



Recta	8+392.69	8+539.38	146.686					
Círculo	8+597.03	8+628.63	31.605	340	98.00	No Cumple	50.00	Cumple
Recta	8+686.28	9+780.55	1094.276*					
Círculo	9+837.37	9+857.00	19.632	1100			300.00	Cumple
Recta	9+913.82	10+359.30	445.481*					
Círculo	10+431.55	10+502.26	70.709	400			300.00	Cumple
Recta	10+574.51	10+798.85	224.338					
Círculo	10+856.65	10+897.35	40.700	- 500	>670.00	Cumple	227.00	Cumple
Recta	10+955.15	11+135.22	180.067					
Círculo	11+206.33	11+454.69	248.358	360	>670.00	Cumple	259.00	Cumple
Recta	11+525.80	11+547.86	22.067					

Tabla 16.- Análisis de coordinación según la Norma 3.1-IC

(\*): En las carreteras C-80, C-60 y C-40 cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a cuatrocientos metros (400 m), el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que trescientos metros (300 m).

### 3.1.3. Análisis del trazado en alzado

#### 3.1.3.1. Inclinación de las rasantes

Según la norma, para carreteras convencionales:

V <sub>p</sub> (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).*

Por lo tanto para el caso de este estudio en el que la velocidad de proyecto es de 40 km/h, la inclinación de las rasantes no debe sobrepasar el 11%. Según el estado de rasantes del tramo, ese valor no se supera en ningún punto. **Cumple**



### 3.1.3.2. Acuerdos verticales

En esta tabla de la norma se recogen los parámetros mínimos y deseables de los acuerdos verticales para visibilidad de parada:

$V_p$ (km/h)	MÍNIMO		DESEABLE	
	$K_v$ CONVEXO (m)	$K_v$ CÓNCAVO (m)	$K_v$ CONVEXO (m)	$K_v$ CÓNCAVO (m)
120	15276	6685	30780	9801
100	7125	4348	15276	6685
80	3050	2636	7125	4348
60	1085	1374	3050	2636
40	303	568	1085	1374

Tabla 17.- Parámetros mínimos y deseables de acuerdos verticales para visibilidad de parada (Tabla 5.1.- Norma 3.1-IC)

Acuerdo convexo:  $K_v < 303$  m       $303 < K_v < 1085$  m       $K_v > 1085$  m

Acuerdo cóncavo:  $K_v < 568$  m       $568 < K_v < 1374$  m       $K_v > 1374$  m

Por consideraciones estéticas, La longitud de la curva de acuerdo cumplirá la condición:

$$L \geq V_p$$

Siendo:

$L$  = longitud de la curva de acuerdo (m).

$V_p$  = velocidad de proyecto (km/h).

Por lo tanto, la longitud de los acuerdos debe ser superior a 40 m.

$L \geq 40$  m

$L < 40$  m

ANÁLISIS ACUERDOS VERTICALES					
Nº Acuerdo	Tipo	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	$K_v$ (m)
1	Cóncavo	0+018.96	0+070.20	51.237	2694.90
2	Cóncavo	0+179.15	0+251.15	72.006	2588.70
3	Cóncavo	0+907.62	1+000.26	92.640	4415.00
4	Convexo	1+037.47	1+283.48	246.018	2383.30
5	Cóncavo	1+302.42	1+494.76	192.346	2969.10
6	Convexo	1+495.80	1+725.49	229.687	4211.20
7	Cóncavo	2+117.78	2+224.01	106.233	2892.60
8	Convexo	2+296.37	2+717.67	421.296	6182.10
9	Cóncavo	2+854.54	2+931.81	77.266	3258.30
10	Cóncavo	3+127.95	3+187.82	59.871	2643.40



11	Convexo	3+191.99	3+284.80	92.810	8802.90
12	Cóncavo	3+287.57	3+417.67	130.104	1745.80
13	Convexo	4+234.99	4+330.23	95.242	1067.70
14	Convexo	4+443.71	4+569.45	125.741	9701.30
15	Cóncavo	4+569.94	4+595.40	25.462	1380.20
16	Convexo	4+652.69	4+773.69	121.001	3693.00
17	Cóncavo	4+934.39	5+049.10	114.713	1957.00
18	Convexo	5+049.60	5+094.82	45.224	3651.30
19	Convexo	5+158.82	5+312.32	153.495	2557.40
20	Cóncavo	5+406.43	5+540.58	134.151	2540.60
21	Convexo	5+554.63	5+641.61	86.982	9158.60
22	Cóncavo	5+759.97	5+931.87	171.896	2709,.80
23	Convexo	5+957.91	6+025.56	67.647	779.20
24	Cóncavo	6+138.37	6+190.71	52.341	1210.00
25	Cóncavo	6+382.39	6+444.63	62.245	706.80
26	Convexo	6+469.11	6+588.88	119.773	1392.30
27	convexo	6+694.50	6+825.04	130.539	16478.10
28	Cóncavo	6+827.72	6+895.25	67.530	4272.50
29	Convexo	6+937.01	7+018.11	81.104	2032.70
30	Cóncavo	7+061.33	7+148.32	86.987	1092.60
31	Cóncavo	7+214.37	7+318.27	103.901	7210.70
32	Convexo	7+362.54	7+531.14	168.596	1197.70
33	Cóncavo	7+647.58	7+688.37	40.784	524.90
34	Convexo	7+690.09	7+822.18	132.091	6947.00
35	Cóncavo	7+882.79	8+026.80	144.013	1968.50
36	Cóncavo	8+262.52	8+340.24	77.715	4213.70
37	Convexo	8+341.79	8+386.64	44.855	2166.50
38	Cóncavo	8+386.88	8+449.74	62.860	3057.00
39	Convexo	8+487.10	8+624.62	137.520	2300.40
40	Cóncavo	8+681.88	8+764.64	82.761	2693.20
41	Convexo	8+830.92	8+937.12	106.202	1482.60
42	Cóncavo	8+937.20	9+292.25	355.053	22752.40
43	Convexo	9+295.56	9+557.28	261.722	75867.00
44	Cóncavo	9+600.29	9+663.59	63.303	1217.10
45	Convexo	9+724.13	9+870.19	146.058	3170.40
46	Cóncavo	10+051.27	10+314.08	262.812	3908.00
47	Convexo	10+497.35	10+784.14	286.789	12243.80
48	Cóncavo	11+024.19	11+096.20	72.015	3291.40
49	Convexo	11+097.47	11+377.53	280.059	2799.60

Tabla 18.- Análisis de acuerdos verticales según la Norma 3.1-IC



### 3.2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

Ya habíamos comentado que los tres factores concurrentes de la siniestralidad son: el conductor, el vehículo y la infraestructura. Una de las principales razones relacionadas con la infraestructura puede ser la baja consistencia del diseño geométrico. Esta situación 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.

Los criterios más comúnmente utilizados para la evaluación de la consistencia están basados en la evaluación de la velocidad de operación Gibreel et al. (1999), que generalmente se identifica con el percentil 85 de la distribución de velocidades obtenida de vehículos circulando en condiciones de flujo libre en un tramo de carretera. Este parámetro puede obtenerse a partir de mediciones durante la fase de explotación de una carretera, sin embargo tanto en la fase de planeamiento como en la de proyecto únicamente puede estimarse. Para ello se utilizan los modelos de estimación de la velocidad de operación que relacionan este parámetro con las características geométricas de los elementos de la carretera. Pero hay que tener siempre presente las limitaciones que ello conlleva ya que las velocidades que se obtienen mediante el modelo solo intervienen las características de la geométrica del trazado, sin influir ningún aspecto del entorno, pavimento, clima, etc.

#### 3.2.1. Modelo de velocidad de operación en curvas

Los modelos de velocidad de operación en curvas tienen en cuenta la poca libertad de elección de velocidad por parte del usuario, y dependen de variables geométricas como son el radio, la longitud de la curva y la tramificación. La hipótesis que plantean estos modelos es que en curvas se mantiene constante la velocidad.

Existen varios modelos de operación en curvas. Para este estudio se utilizará el adaptado a las carreteras de la Comunidad Valenciana de Pérez et al. (2010), donde:

$$v_{85} = 97,4254 - \frac{3310,94}{R}; \quad 400 \text{ m} < R \leq 950 \text{ m}$$
$$v_{85} = 102,048 - \frac{3990,26}{R}; \quad 70 \text{ m} < R \leq 400 \text{ m}$$

Para los radios inferiores a 70 m se ha fijado como velocidad de operación la velocidad específica.



Siendo:

- $v_{85}$ : Velocidad de operación en curvas (km/h)
- R: Radio del círculo asociado a la curva (m)

### 3.2.2. Modelo de velocidad de operación en rectas

Los modelos de velocidad de operación en rectas clasifican las mismas en dos tipos, las independientes y las que no lo son. En las independientes no existen limitaciones geométricas, mientras que en las dependientes tienen ciertas limitaciones en la geometría; las dos tienen bajos valores de  $R^2$  y alta variabilidad geográfica. En rectas la velocidad de operación contempla mucha más dispersión que en curvas.

Existen varios modelos de operación en rectas. Para este estudio se utilizará el adaptado a las carreteras de la Comunidad Valenciana de Pérez et al. (2010), donde:

$$v_{85} = v_{85C} + 1 - e^{-\lambda \cdot L} \cdot 110 - v_{85C}$$

Con:

$$\lambda = 0,00135 + \frac{R - 100}{R} \cdot 7,00625 \cdot 10^{-6}$$

Siendo:

- $v_{85}$ : Velocidad de operación en rectas (km/h)
- $v_{85C}$ : Velocidad de operación de la curva anterior (km/h)
- R: Radio de la curva anterior (m)
- L: Longitud de la recta (m)

### 3.2.3. Tasas de aceleración y deceleración

Las tasas de aceleración o deceleración pueden o no depender de parámetros geométricos, son complicadas de estudiar y aplicar y se debe de conocer los puntos donde aplicarlas.

Para este estudio se utilizará las tasas adaptadas a las carreteras de la Comunidad Valenciana:

Aceleración. Camacho, Pérez, Campoy y García (2011):

$$a = 0,41706 + \frac{65,93588}{R}$$

Deceleración. Pérez, García y Camacho (2010):

$$d = 0,313 + \frac{114,436}{R}$$



Donde:

- a = Tasa de aceleración (m/s<sup>2</sup>)
- d = Tasa de deceleración (m/s<sup>2</sup>)
- R = Radio del elemento de menor velocidad asociado a la transición (m)

#### 3.2.4. Generación del perfil de velocidad de operación

En las curvas y rectas, se ha estimado la velocidad de operación en cada metro aplicando la formulación mencionada anteriormente.

En las transiciones curva-recta recta-curva se calculó primero la tasa de aceleración o deceleración según el caso, y partiendo del elemento con menor velocidad se ha calculado la velocidad de operación metro a metro en la transición según esta ecuación de la cinemática:

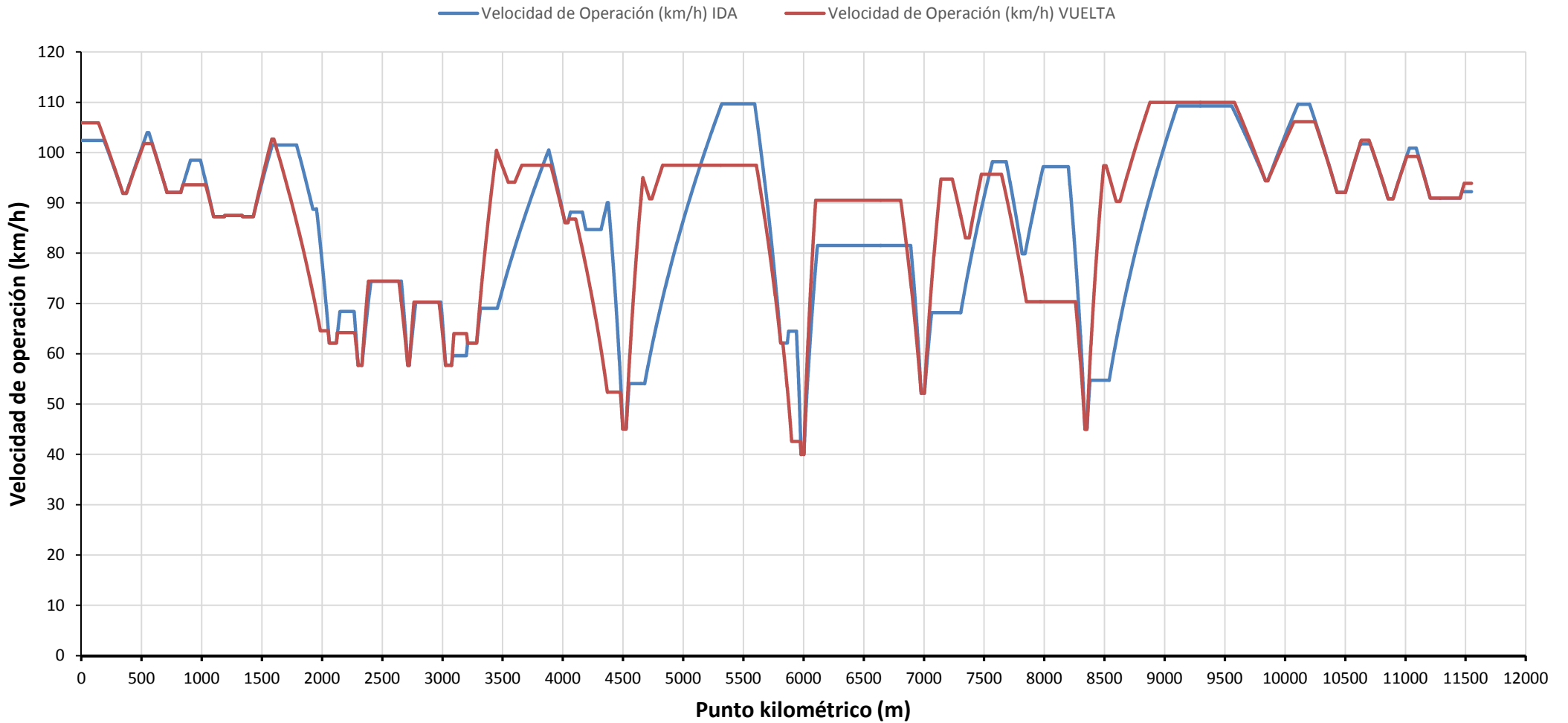
$$2 \cdot a \cdot s = v_1^2 - v_0^2$$

Donde:

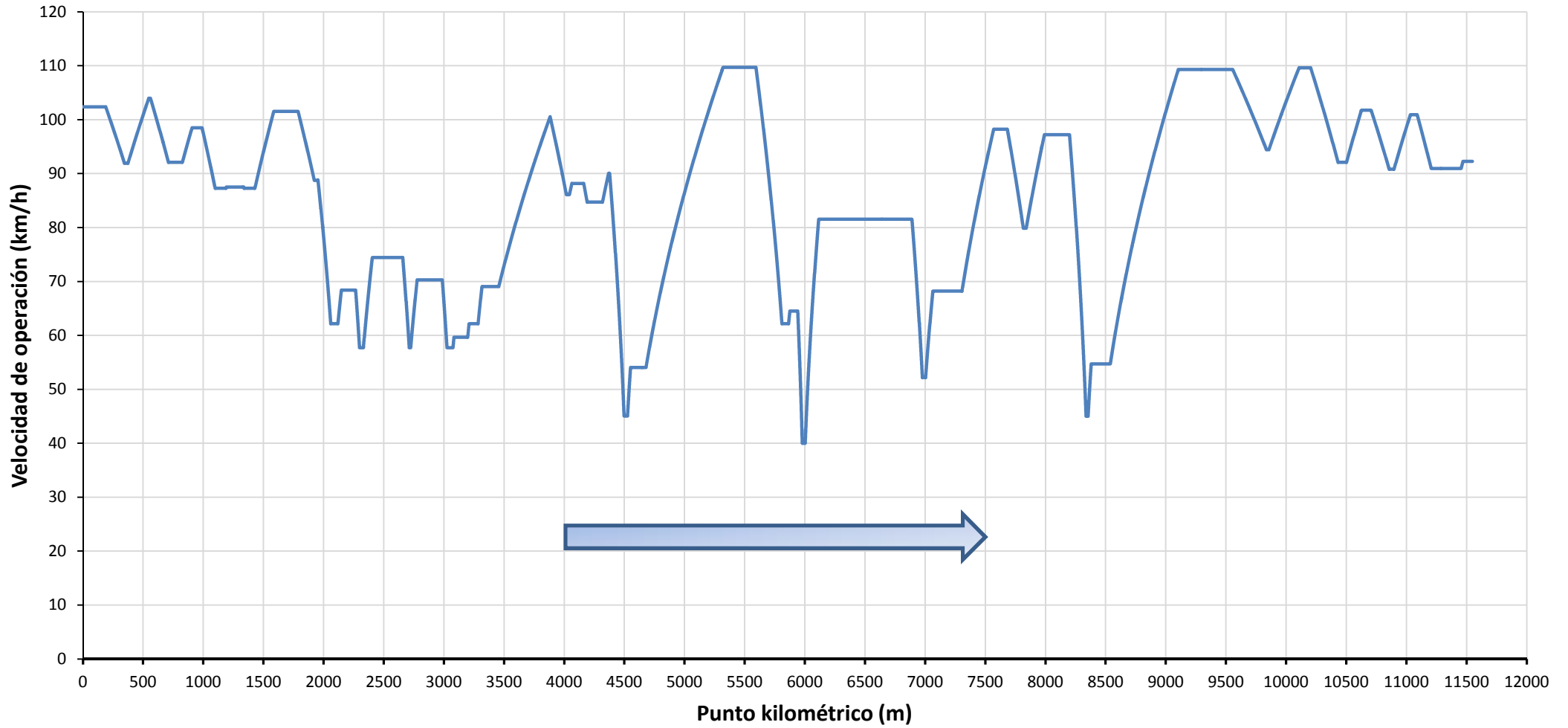
- s: Espacio o distancia entre los puntos 1 e 0, en nuestro caso es de 1 metro
- v: Velocidad (km/h)
- a: Tasa de aceleración o deceleración según el caso (m/s<sup>2</sup>)

Se han obtenido las velocidades de operación estimadas de todos los elementos del trazado en planta tanto en el recorrido de ida (sentido de avance de P.K.s) como el de vuelta (sentido decreciente de P.K.s), y como resultado las siguientes gráficas:

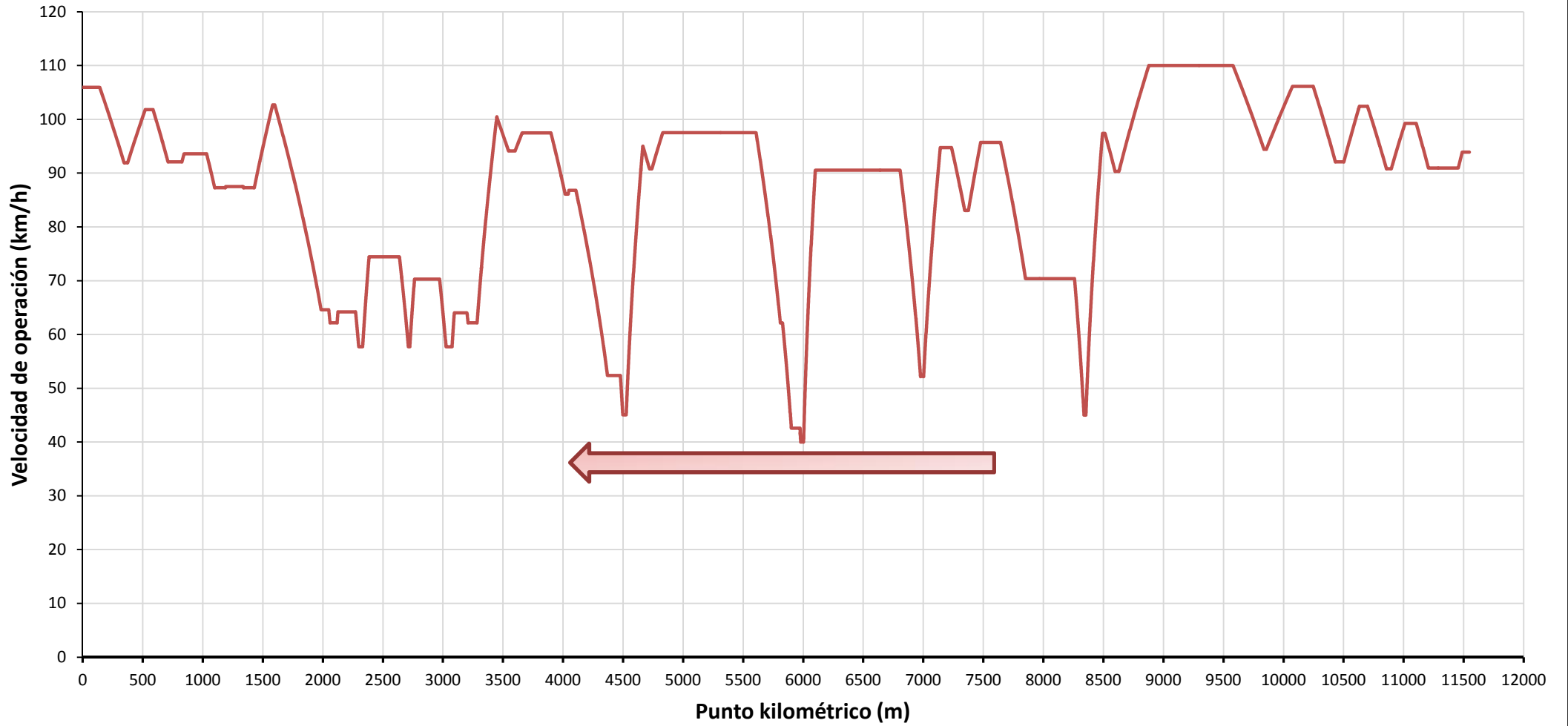
### PERFILES DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN - CARRETERA ACTUAL



### PERFIL DE VELOCIDAD DE OPRACIÓN (RECORRIDO IDA) - CARRETERA ACTUAL



### PERFIL DE VELOCIDAD DE OPRACIÓN (RECORRIDO VUELTA) - CARRETERA ACTUAL





Teniendo estos perfiles de velocidad de operación, podemos proceder al análisis de la consistencia de la geometría del tramo de la carretera en cuestión mediante criterios locales y globales de consistencia.

### 3.2.5. Criterios de consistencia locales

El método más utilizado es el de Lamm et al. (1995) que consta de dos criterios de consistencia local que tienen en cuenta la velocidad de operación:

- Criterio I. Comparación entre la velocidad de diseño y la de operación.
- Criterio II. Comparación entre velocidades de operación entre elementos consecutivos del trazado.

La diferencia entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño  $|v_{85} - v_d|$  es un buen indicador de la inconsistencia en un elemento singular, mientras que la reducción de velocidad entre elementos sucesivos ( $v_{85}$ ) indica la inconsistencia experimentada por los conductores que circulan desde un elemento al siguiente.

La reducción de la velocidad de operación entre dos elementos de la vía consecutivos ( $V_{85}$ ), es un indicador muy relacionado con la siniestralidad (las transiciones recta-curva son puntos que pueden llevar consigo una siniestralidad asociada), considerándose esta variación de velocidad de operación, una medida de consistencia.

En la tabla 19, se resumen los umbrales empleados en los Criterios I y II de Lamm.

Nivel de Consistencia	Criterio I (km/h)	Criterio II (km/h)
<b>Buena</b>	$ v_{85} - v_d  \leq 10$	$ v_{85_i} - v_{85_{i+1}}  \leq 10$
<b>Aceptable</b>	$10 <  v_{85} - v_d  \leq 20$	$10 <  v_{85_i} - v_{85_{i+1}}  \leq 20$
<b>Pobre</b>	$ v_{85} - v_d  > 20$	$ v_{85_i} - v_{85_{i+1}}  > 20$

*Tabla 19.- Umbrales para la determinación de los niveles de consistencia del diseño geométrico. Criterios I y II de Lamm.*

En el caso del presente estudio se ha analizado la consistencia solamente con el criterio II de Lamm ya que es el criterio más representativo de la consistencia del trazado geométrico de una carretera.

La aplicación del criterio II de Lamm se encuentra recogida en el anejo I del presente estudio.

A continuación se muestran las reducciones de velocidad en las transiciones recta-curva que han dado un nivel pobre en el criterio de Lamm II:

RECORRIDO IDA						
Inicio (m)	V85 Inicio (km/h)	Fin (m)	V85 Fin (km/h)	Radio (m)	Centro curva (m)	I   V85 (km/h)
1+953	88,84	2+060	62,15	100	2+090.79	<b>26,69</b>
4+377	90,04	4+498	45,04	70	4+512.45	<b>45,00</b>
5+593	109,69	5+810	62,15	100	5+838.14	<b>47,55</b>
5+941	64,51	5+979	40,00	50	5+991.48	<b>24,51</b>
6+890	81,52	6+977	52,17	80	6+990.73	<b>29,35</b>
8+228	88,96	8+338	45,00	65	8+346.05	<b>52.28</b>

Tabla 20.- Reducciones de velocidad con nivel pobre (recorrido ida)

RECORRIDO VUELTA						
Inicio (m)	V85 Inicio (km/h)	Fin (m)	V85 Inicio (km/h)	Radio (m)	Centro curva (m)	I   V85 (km/h)
8+493	97,38	8+354	45,00	65	8+346.05	<b>52,38</b>
7+142	94,74	7+003	52,17	80	6+990.73	<b>42,57</b>
6+101	90,53	6+003	40,00	50	5+991.48	<b>50,53</b>
4+665	95,01	4+527	45,04	70	4+512.45	<b>49,97</b>
3+449	100,47	3+284	62,15	100	3+248.55	<b>38,33</b>

Tabla 21.- Reducciones de velocidad con nivel pobre (recorrido vuelta)

### 3.2.6. Criterios de consistencia globales

Los criterios de consistencia global utilizan funciones continuas teniendo en cuenta el perfil de velocidad del tramo completo de carretera, delimitando así la dispersión de velocidades para intentar evitar excesivos cambios en la carga cognitiva del usuario.

A partir del indicador de consistencia se puede estimar el número de accidentes con víctimas que ocurrirán en la carretera, introduciéndolo en una Safety Performance Function.

Existen varios métodos para el cálculo de la consistencia global. En este estudio se aplicará el de Camacho. (2014) adaptado a las características de las carreteras de la Comunidad Valenciana.

La formulación que utiliza este método es la que se explica a continuación:

$$C = \frac{\overline{\overline{v}}_{85}}{\overline{d}_{85}}$$

Donde:

- C: Consistencia global.
- $\overline{\overline{v}}_{85}$ : Media de la velocidad de operación del tramo estudiado.
- $\overline{d}_{85}$ : Deceleración media entre elementos consecutivos.



Todos los datos necesarios para de la aplicación del método se pueden consultar en el anejo II.

Los umbrales que propone este método son los siguientes:

<b>CONSISTENCIA GLOBAL</b>	
<b>Buena</b>	$C > 5$
<b>Aceptable</b>	$3,9 < C \leq 5$
<b>Pobre</b>	$C \leq 3,9$

Tabla 22.- Umbrales de consistencia global (Método Camacho)

Según este método, la carretera actual tiene una consistencia aceptable con un valor más cercano al límite del nivel pobre que el de consistencia buena.

<b>APLICACIÓN DEL MÉTODO</b>	
$\bar{v}_{85}$	81,51 km/h
$\bar{d}_{85}$	1,08 m/s <sup>2</sup>
<b>C</b>	<b>4,23</b> <b>Aceptable</b>

Tabla 23.- Resultado de la aplicación del método para consistencia global

### 3.3. ANÁLISIS DE VISIBILIDAD

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, a efectos de la Norma 3.1-IC, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos del trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra.

La citada Norma considera las siguientes:

- Visibilidad de parada
- Visibilidad de adelantamiento
- Visibilidad de cruce

#### 3.3.1. Visibilidad de parada

Según la Norma 3.1-IC, se considera como visibilidad de parada ( $V_p$ ) la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

Se ha obtenido un informe de visibilidad de parada con el software de Autodesk, AutoCAD Civil 3D, introduciendo estos parámetros que fija la norma:

- Altura del obstáculo: 20 cm
- Situación del obstáculo: 1,5 metros del borde derecho de la calzada en el sentido de la marcha
- Altura del punto de vista del conductor sobre la calzada: 1,1 m
- Situación del punto de vista: 1,5 metros del borde derecho de la calzada en el sentido de la marcha

La citada norma indica que la visibilidad de parada tiene que ser igual o más elevada que la distancia de parada mínima calculada según la velocidad de proyecto, que en nuestro caso es igual a 40 km/h.

Se ha realizado también una inspección visual de todo el tramo tanto el recorrido de ida como el de vuelta, a partir de las imágenes de la herramienta Street View de Google Maps. Para poder posteriormente comparar con los resultados obtenidos del informe de visibilidad de AutoCAD Civil 3D.

### 3.3.2. Distancia de parada

La Norma 3.1-IC define como distancia de parada ( $D_p$ ) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado.

Se calcula mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

Donde:

- $D_p$  = Distancia de parada (m)
- $V$  = Velocidad (km/h)
- $t_p$  = Tiempo de percepción y reacción (s)
- $f_l$  = Coeficiente de rozamiento longitudinal
- $i$  = Pendiente longitudinal (tanto por uno)

La Norma considera como distancia de parada mínima la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto.

El coeficiente de rozamiento longitudinal para diferentes valores de velocidad se obtiene de la tabla 24. Para valores intermedios de dicha velocidad se ha interpolado linealmente en dicha tabla tal como indica la norma.

El valor del tiempo de percepción y reacción se estima en 2 segundos.

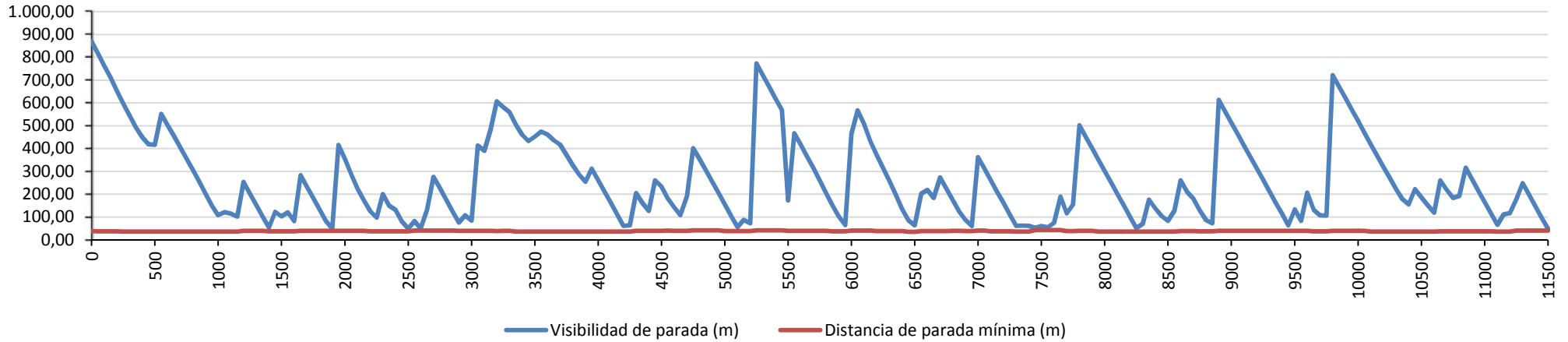
V	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
$f_l$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263	0,249

Tabla 24.- Coeficiente de rozamiento longitudinal según la velocidad

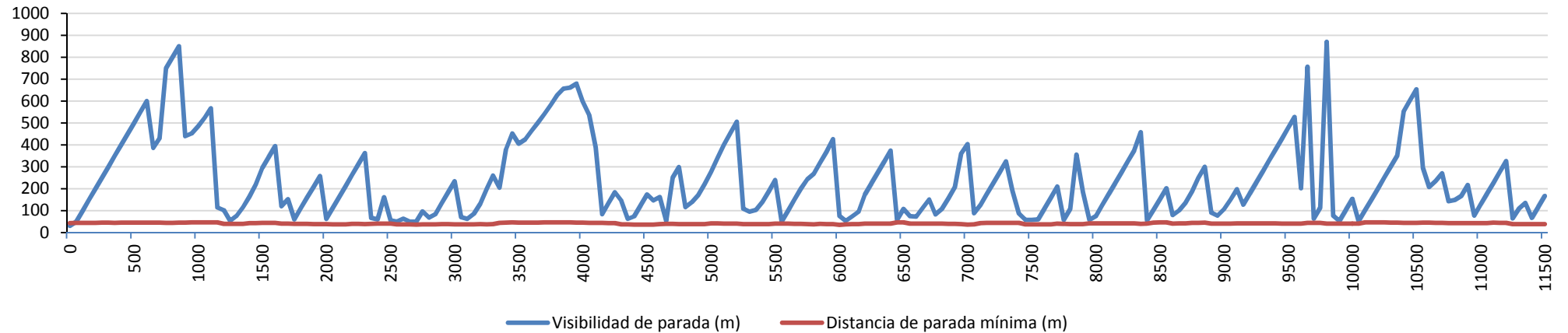
### 3.3.3. Cumplimiento de la distancia de parada

La comprobación del cumplimiento de la distancia de parada se puede consultar en las gráficas que se muestran a continuación, donde se puede observar que el 100% de la visibilidad de parada es superior a la distancia de parada hallada a partir de la velocidad de proyecto de la carretera.

### CUMPLIMIENTO DISTANCIA DE PARADA MÍNIMA RECORRIDO IDA - SENTIDO CRECIENTE P.K'S



### CUMPLIMIENTO DISTANCIA DE PARADA MÍNIMA RECORRIDO VUELTA - SENTIDO DECRECIENTE P.K'S



### 3.4. ANÁLISIS DE TRÁFICO

En este apartado se analizan los valores de intensidad media diaria (IMD) aforadas en el tramo del estudio, y se realiza un estudio de la evolución del tráfico en el tramo paralelo situado en la autopista de peaje AP-7. Posteriormente se hace una previsión del tráfico para el año 2016, ya que los datos facilitados por la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento) se han obtenido gracias a aforos hasta el año 2014, y otra para el año 2020, año en el cual finalizará la concesión de la AP-7, tramo Valencia-Alicante. Finalmente se ha obtenido el Nivel de Servicio del tramo del estudio.

Los datos de tráfico empleados en el presente estudio se han obtenido de la información publicada por el Ministerio de Fomento en el “Mapa de Tráfico. Versión 2014.” y en su página web de las estaciones de aforo de 2015.

Para realizar este estudio se han tenido en cuenta las siguientes estaciones de aforo más significativas:

ESTACIÓN	TIPO	CARRETERA	P.K.	POBLACIÓN
A-235-3	Cobertura	N-332	120,00	El Campello
A-179-3	Cobertura	N-332	124,80	El Campello
A-156-5	Semipermanente	N-332	141,90	Villajoyosa
E-79-0	Permanente	N-332	146,20	Benidorm
A-505-3	Permanente	AP-7	653,29	Benidorm
A-506-3	Permanente	AP-7	668,66	Villajoyosa
A-208-2	Secundaria	A-70	2,44	San Juan

*Tabla 25.- Estaciones de aforo significativas para el tramo del estudio*

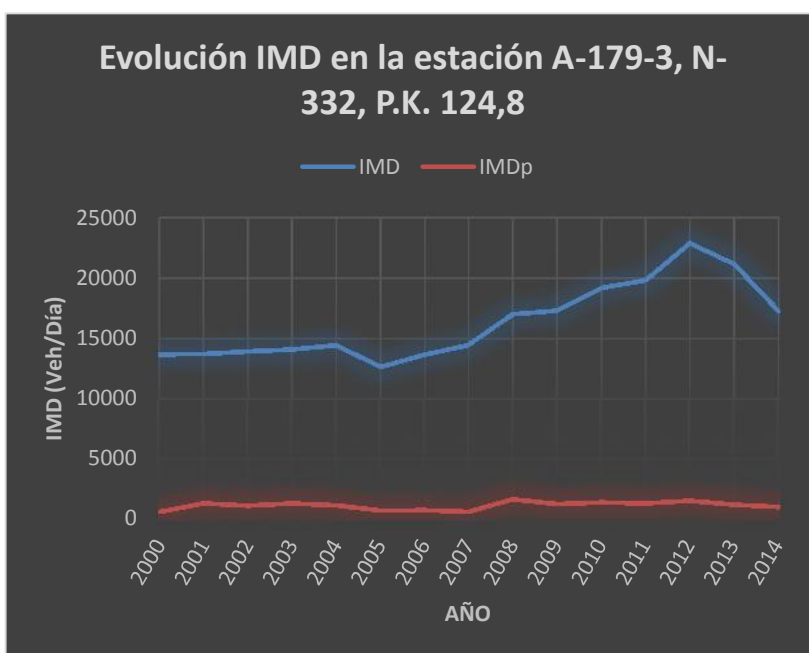


Figura 27.- Datos de tráfico de las estaciones de aforo situadas en el área del estudio  
Fuente: Mapa de Tráfico 2014. Ministerio de Fomento

La estación de aforo que se sitúa en el tramo del estudio es la estación de cobertura A-179-3 que se encuentra en el P.K 124,80 de la N-322. Se trata de una estación de cobertura que realiza un aforo al año en día laborable y durante dieciséis horas (de 6 a 22 horas) y a partir de este dato y los suministrados por las estaciones de control afines, se determina el tráfico medio diario anual (IMD) medido en vehículos/día.

A continuación se muestra la evolución del tráfico, tanto en la estación A-179-3, como en el conjunto de redes de carreteras entre los años 2000 y 2014:

AÑO	IMD	IMDp
2000	13707	506
2001	13717	1220
2002	13947	1026
2003	14095	1208
2004	14450	1048
2005	12663	639
2006	13676	647
2007	14480	528
2008	17009	1553
2009	17322	1161
2010	19172	1286
2011	19830	1211
2012	22881	1444
2013	21157	1120
2014	17283	926



Fuente: Datos históricos de tráfico en las estaciones de aforo. Ministerio de Fomento



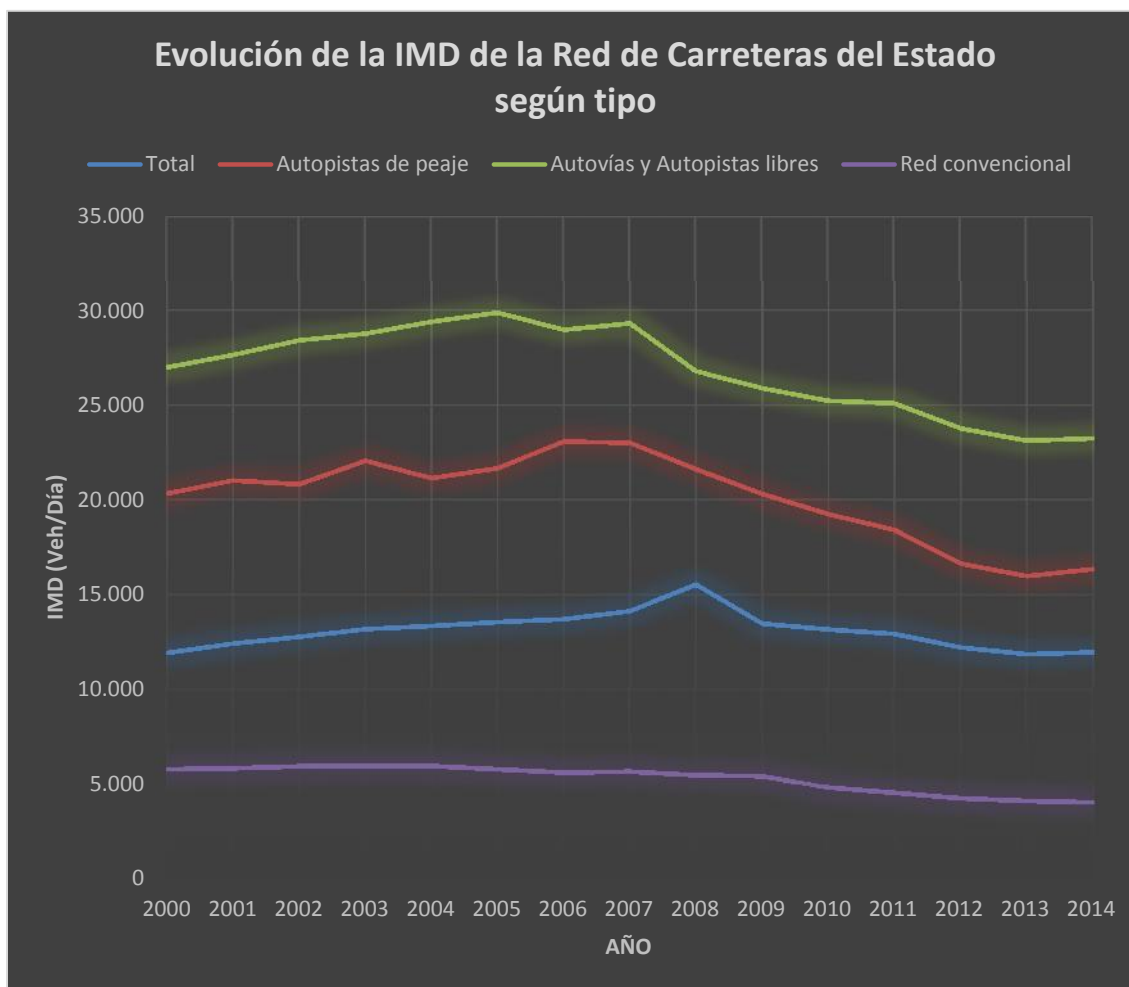


Figura 28.- Evolución de la IMD en la Red de Carreteras del Estado (Fuente: Anuario Estadístico 2014. Ministerio de Fomento)

A inicios de la crisis económica en el año 2008, observamos como el tráfico ha ido disminuyendo en el conjunto de la red de carreteras del estado, mientras que en el tramo del estudio ha ido creciendo de forma continua hasta el año 2012, donde alcanza a su cifra máxima de 22.881 vehículos/día, y posteriormente empieza a decrecer hasta llegar a una IMD de 17.283 vehículos/día en el año 2014.

En lo que se refiere al tráfico de vehículos pesados, en la tabla, observamos un crecimiento pronunciado entre los años 2007 y 2008, donde pasamos de tener una IMDp de 528 vehículos pesados/día a tener una IMDp de 1.553 vehículos pesados/día. Dicho crecimiento puede asociarse a la Planta de Tratamiento de Residuos “Les Canyades” ubicada en la zona norte de El Campello – concretamente en el Barranco de Les Canyades- , que fue inaugurada el 24 de noviembre de 2008. La N-332 es la única opción para acceder a la planta, que sirve de vertedero de residuos de un total de 51 municipios pertenecientes a la Marina Alta, Marina Baja y L’Alacantí, generando así, en la nacional, un alto tráfico de vehículos pesados con origen y destino la citada Planta.

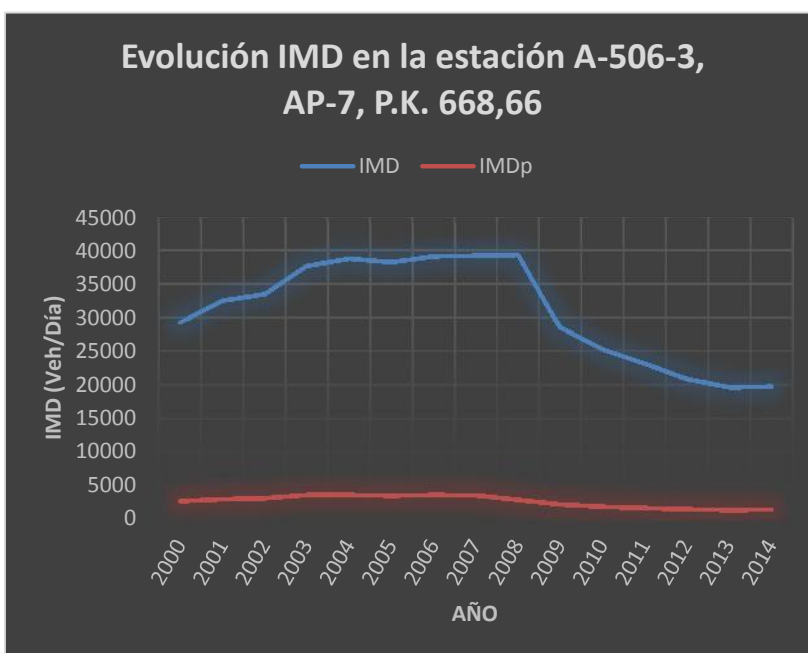
### 3.4.1. Evolución del tráfico en la autopista de peaje AP-7 (tramo paralelo al del estudio)

En este apartado se estudiará la evolución del tráfico en el tramo de la autopista AP-7, paralelo al del estudio, y se hará una comparación entre los dos.

La AP-7 o autopista del Mediterráneo es un eje que comunica toda la costa mediterránea desde la frontera con Francia hasta Algeciras. Esta autopista forma parte de la Red de Carreteras Europeas conocida como Carretera E-15 y tiene mayoritariamente tramos de peaje y algunos libres determinados en el Real Decreto 1421/02, de 27 de diciembre. La parte que nos ocupa pertenece al tramo Altea-San Juan de Alicante, en servicio desde el año 1976, y concesionado por Abertis (antes AUMAR), con fecha final de la concesión el 31-12-2019 según el Real Decreto 1674/1997, de 31 de octubre.

Para ver la evolución del tráfico en el tramo en cuestión de la AP-7, se han considerado los datos obtenidos de la estación de aforo A-506-3 ubicada en dicho tramo, exactamente a la altura del P.K. 668,66.

AÑO	IMD	IMDp
2000	29238	2542
2001	32484	2826
2002	33444	3008
2003	37654	3464
2004	38767	3450
2005	38215	3363
2006	39105	3452
2007	39200	3412
2008	39295	2773
2009	28490	2086
2010	25212	1734
2011	23116	1547
2012	20772	1343
2013	19585	1254
2014	19677	1294



Fuente: Datos históricos de tráfico en las estaciones de aforo. Ministerio de Fomento

A partir de estos datos se observa un crecimiento continuo desde el año 2000, que se estanca y sufre leves cambios entre los años 2004 y 2008 alcanzando en ese último año la máxima cifra con una IMD de 39.295 vehículos/día. A inicios de la crisis, entre los años 2008 y 2009, el tráfico sufre una caída fuerte del 27,5% perdiendo alrededor de 10.000 vehículos diarios en tan un solo año, luego sigue la tendencia de decremento, exceptuando un leve aumento entre el 2013 y 2014 con valor de 92 vehículos diarios (-0,47%). El tramo perdió en total 19.618 usuarios al día entre los años 2008 y 2014, una cifra que supone un descenso del 50%.

El punto de inflexión del tráfico de pesados se sitúa en el año 2003 donde alcanza su valor máximo con un tráfico de 3.464 vehículos pesados/día, y a partir de ese año, el tráfico de pesados entra en una caída continua hasta alcanzar una cifra de 1294 vehículos pesados/día en el año 2014, suponiendo así un decremento del 62,64% (pérdida del 53,33% entre los años 2008-2014).

AÑO	IMD				IMDp			
	N-332	%Crec.	AP-7	%Crec.	N-332	%Crec.	AP-7	%Crec.
2008	17009	17,47	39295	0,24	1553	194,13	2773	-18,73
2009	17322	1,84	28490	-27,50	1161	-25,24	2086	-24,77
2010	19172	10,68	25212	-11,51	1286	10,77	1734	-16,87
2011	19830	3,43	23116	-8,31	1211	-5,83	1547	-10,78
2012	22881	15,39	20772	-10,14	1444	19,24	1343	-13,19
2013	21157	-7,53	19585	-5,71	1120	-22,44	1254	-6,63
2014	17283	-18,31	19677	0,47	926	-17,32	1294	3,19

Tabla 26.- Comparación del tráfico entre el tramo del estudio de la N-332 y el paralelo de la AP-7, en la época de crisis.

Entre los años 2008 y 2012, el tráfico de la N-332 creció en torno a un 35%, mientras que en la AP-7, sufrió una pérdida del 47%. Esto puede deberse a la migración de los usuarios de la AP-7 al tramo paralelo situado en la N-332 por motivos meramente económicos. También cabe destacar que la apertura de la variante de El Campello en 2007 facilita el trasvase del tráfico entre la AP-7 y la N-332.

La pérdida del tráfico de la AP-7 puede estar relacionada también con la entrada en servicio de la nueva autovía A-7 por Alcoy, terminada en 2008, ya que supone una mejor alternativa para el trayecto Alicante-Valencia.

Este punto se desarrolla con más detalle en el apartado “4. PROBLEMAS EN LA SEGURIDAD VIAL Y LAS SOLUCIONES PROPUESTAS”.

### 3.4.2. Tráfico de paso

En este apartado se pretende conocer el tráfico de largo recorrido o de paso que usa el tramo del estudio para realizar su recorrido en vez de optar por la alternativa de la autopista. Para conocer este dato, primero, debemos obtener el tráfico local generado por los usuarios que tienen un origen-destino próximo al tramo del estudio.

En nuestro caso, la IMD local se obtiene del siguiente modo:

$$IMD_{Local} = IMD_{Generada} + IMD_{Atraída}$$

El volumen de tráfico local de la carretera que nos ocupa está generado por los habitantes de las urbanizaciones costeras situadas en el margen derecho y distribuidas paralelamente a la nacional. Esta carretera supone la única alternativa de los residentes de dichas urbanizaciones en sus desplazamientos a los núcleos urbanos cercanos para obtener la mayoría de servicios que no disponen como son: los hospitales, centros comerciales, colegios, institutos, etc..., y a su vez las urbanizaciones atraen un tráfico importante de trabajadores y turistas, gracias a las características de la zona en el aspecto turístico, sobre todo en el periodo estival donde se triplica su población según el ayuntamiento de El Campello.

El Plan de Movilidad Urbana de Alicante (PMUS Alicante 2013) estima que en la zona se realizan una media de 2,1 viajes/persona, siendo el 45% en transporte privado.

Atendiendo a los datos censales de la Diputación de Alicante de 2015 obtenemos la población en cada una de las urbanizaciones que usan el tramo, como se indica en la siguiente tabla:

Urbanización	Término municipal	Población (ha)
L'AMERADOR	El Campello	650
COVETA FUMA	El Campello	875
CALA D'OR	El Campello	439
LA MERCED	El Campello	228
VENTA LANUZA	El Campello	152
LA PORCHA	El Campello	23
MONTI BOLI	Villajoyosa	347
CHARCO	Villajoyosa	13
TOTAL		2.727

Tabla 27.- Población de las urbanizaciones colindantes al tramo del estudio (fuente: Diputación de Alicante)

A partir de todos estos datos, ya podemos proceder a calcular la IMD local de esta forma:

$$IMD_{Local} = 2.727 \times 2,1 \times 0,45 \times 3 = 7.731 \text{ ve}/\text{día}$$

Por lo tanto, el tráfico de paso es el siguiente:

$$IMD_{Paso} = IMD_{Total} - IMD_{Local} = 17.283 - 7.731 = 9.552 \text{ ve}/\text{día} \text{ (2014)}$$

Suponiendo aproximadamente el 55,3% del tráfico total.

### 3.4.3. Previsión del tráfico

A continuación, a partir de los datos que tenemos, se procederá a hacer una estimación del tráfico que van a tener tanto la N-332 como la AP-7 en el año 2016 y 2020, el de la final de la concesión de la AP-7.

#### Hipótesis 1:

Según la Norma 6.1 I.C, para estimar la evolución del tráfico pesado en el año de puesta en servicio, se podrá adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los últimos cinco años en la estación de aforo más próxima al tramo de estudio. En nuestro caso, la estación de cobertura A-179-3 para la N-332, y la estación A-506-3 para la AP-7. Esta estimación está enfocada en un principio para determinar el tráfico futuro de pesados con el fin de caracterizar el firme y determinar su estructura idónea. En nuestro caso emplearemos dicha estimación para poder hacer valoraciones del tráfico actual y futuro de los dos tramos y extraer las conclusiones pertinentes.

En la siguiente tabla podemos observar el incremento porcentual que se aprecia respecto al año anterior y la media resultante de los últimos 5 años, con datos disponibles, tanto de los vehículos totales como de pesados:

AÑO	IMD				IMD <sub>p</sub>			
	N-332	%Crec.	AP-7	%Crec.	N-332	%Crec.	AP-7	%Crec.
2010	19172	10,68	25212	-11,51	1286	10,77	1734	-16,87
2011	19830	3,43	23116	-8,31	1211	-5,83	1547	-10,78
2012	22881	15,39	20772	-10,14	1444	19,24	1343	-13,19
2013	21157	-7,53	19585	-5,71	1120	-22,44	1254	-6,63
2014	17283	-18,31	19677	0,47	926	-17,32	1294	3,19
Valor medio	20065	0,73	21672	-7,04	1197	-3,12	1434	-8,86

Tabla 28.- Valor medio de las tasas de crecimiento obtenidas en las estaciones de aforo A-179-3 (N-332) y A-506-3 (AP-7) entre los años 2010-2014

#### Hipótesis 2:

Para estimar las tasas de crecimiento se hace referencia a la Orden FOM/3317/2010 de 17 de diciembre de 2010, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de obras públicas del Ministerio de Fomento. Los incrementos recomendados por la Orden y que hemos utilizado en el estudio son:

Periodo	Incremento Anual Acumulativo
2013-2016	1,12
2017 en adelante	1,44

Tabla 29.- Tasas de crecimiento según la Orden FOM/3317/2010



### Estimación del tráfico:

Con los datos de IMD del último año aforado y aplicando las hipótesis que se han planteado anteriormente, se calculan las IMD's en el año 2016 y el año horizonte 2020, con la siguiente expresión:

$$IMD = IMD_{2014} \cdot 1 + i^n$$

Siendo:

- $i$  = Tasa de crecimiento anual en tanto por uno
- $n$  = Número de años transcurridos (desde 2014)

Por lo tanto el tráfico estimado será el siguiente:

ESTIMACIÓN DE LA IMD								
AÑO	HIPÓTESIS 1				HIPÓTESIS 2			
	%Crec.	N-332	%Crec.	AP-7	%Crec.	N-332	%Crec.	AP-7
2014	0,73	17283	-7,04	19677	1,12	17283	1,12	19677
2016	0,73	17537	-7,04	17004	1,12	17672	1,12	20160
2020	0,73	18056	-7,04	12698	1,44	18712	1,44	21347

Tabla 30.- Estimación de la IMD según las hipótesis 1 e 2

En el caso de la N-332, el tráfico estimado según la primera hipótesis se acerca al obtenido según la segunda hipótesis, mientras que en el caso de la AP-7, ambas hipótesis proporcionan IMD's con una diferencia muy notable.

#### 3.4.4. Capacidad y Nivel de Servicio

A partir de las intensidades de tráfico obtenidas anteriormente, se calcula la capacidad del tramo de la N-332, y posteriormente el nivel de servicio correspondiente, utilizando el método expuesto en el Manual de Capacidad de la TRB, cuya última edición es del año 2010 (Highway Capacity Manual 2010).

La capacidad de una vía es la máxima intensidad de vehículos que es capaz de albergar sin llegar a colapsarse. Depende de las características de la vía y sección (condiciones geométricas, características del estado del firme, etc.) y las del tráfico, especialmente su composición.

Cuando las características de la carretera y las condiciones del tráfico sean óptimas, podrá alcanzarse un valor máximo de su capacidad.

Las condiciones patrón o ideales en carreteras convencionales de dos carriles son:

- Anchura de carriles de 3,6 metros.
- Anchura de arcenes de 1,8 metros.
- Sin acceso a las propiedades colindantes.



- Perfil longitudinal llano.
- Tráfico formada por vehículos ligeros exclusivamente.
- Sin zonas de prohibición de adelantamiento.
- Tráfico equilibrado. Reparto entre sentidos 50-50 por 100.
- Corriente ininterrumpida (sin semáforos, glorieta, etc.)

En condiciones ideales, la máxima capacidad teórica es de 3200 vehículos ligeros/hora para la calzada completa y de 1700 vehículos ligeros/hora para un solo sentido.

El nivel de servicio es una medida cualitativa de las condiciones de circulación, que tiene en cuenta varios factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la seguridad, la comodidad de conducción y los costes de funcionamiento. Como en la práctica es muy difícil tener en cuenta todos los factores que intervienen en la descripción de nivel de servicio, se utiliza el Manual de Capacidad de carreteras americano que relaciona los niveles de servicio con parámetros que pueden medirse en la realidad, y que son los factores más representativos del estado de circulación para el tipo de elemento de la carretera que se está estudiando. En la siguiente tabla se describen los distintos niveles de servicio en los cuales puede estar una vía:

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

*Tabla 31.- Niveles de Servicio según el HCM*

Se llama intensidad de servicio correspondiente a dicho nivel de servicio, al máximo número de coches que pueden atravesar por unidad de tiempo una sección de carretera, de forma que no se sobrepase dicho nivel de servicio.

A continuación, se calculan las variables necesarias para el cálculo del nivel de servicio:

El Manual de Capacidad distingue dos clases de carreteras convencionales de calzada única con dos carriles. Estas son:

- Clase I: Incluye carreteras que tienen una función principal de movilidad, como las que forman parte de la red principal (los conductores esperan viajar a velocidades elevadas).
- Clase II: Comprende las carreteras cuya función principal es la accesibilidad, como las que forman parte de las redes locales (los conductores no esperan



viajar a velocidades elevadas).

La carretera objeto del presente estudio pertenece a la red principal y su función principal es la de movilidad, por tanto, la carretera N-332 es de Clase I.

Para estimar el nivel de servicio de una carretera se utilizan dos criterios:

- Velocidad media de recorrido
- Porcentaje del tiempo que un vehículo viaja siguiendo a otros a los que no puede adelantar (demora).

En las carreteras de Clase I se tiene en cuenta el porcentaje de tiempo que un vehículo viaja siguiendo a otros a los que no puede adelantar y la velocidad media de recorrido.

La metodología para obtener el nivel de servicio según el HCM es la siguiente:

1. Determinación de la intensidad de demanda en el periodo punta
2. Determinación de la velocidad libre de recorrido
3. Estimación de la velocidad media de recorrido
4. Estimación del porcentaje de tiempo en cola
5. Determinación del nivel de servicio. Se compara la intensidad de demanda con la capacidad. En nuestro caso, que se trata de un estudio de calzada completa, si el valor supera los 3200 vehículos ligeros /hora el nivel de servicio será F, mientras que para valores inferiores debe consultarse la tabla del “Manual de Capacidad” de criterios límite según clase de carretera.

#### 3.4.4.1. Intensidad de demanda en el periodo punta

La intensidad de tráfico equivalente para un periodo punta de 15 min, en vehículos ligeros/hora, se obtiene a partir de la siguiente expresión del HCM:

$$I_q = \frac{IHP}{FHP \cdot F_i \cdot F_{VP}}$$

Siendo:

- $I_q$  = Intensidad equivalente en vehículos ligeros/hora
- $IHP$  = Intensidad Horaria para la hora punta completa, en vehículos/hora ( $IHP=0,10 \cdot IMD_{2016}$ )
- $FHP$  = Factor de hora punta ( $FHP=0,88$ , en vías interurbanas)
- $F_i$  = Factor de corrección por pendiente
- $F_{VP}$  = Facto de corrección por vehículos pesados



Determinando los diferentes factores de la siguiente manera:

Intensidad Horaria (veh/h)	Tipo de terreno	
	Llano	Ondulado
0-600	1,00	0,71
>600-1200	1,00	0,93
>1200	1,00	0,99

Tabla 32.-  $F_i$  para velocidad media

Intensidad Horaria (veh/h)	Tipo de terreno	
	Llano	Ondulado
0-600	1,00	0,77
>600-1200	1,00	0,94
>1200	1,00	1,00

Tabla 33.-  $F_i$  para tiempo en cola

- $F_{VP}$  mediante la siguiente fórmula:

$$F_{VP} = \frac{1}{1 + P_P \cdot E_P - 1 + P_R \cdot E_R - 1}$$

Donde:

- $P_P$  = % de vehículos pesados (camiones y autobuses)
- $E_C$  = Factor de equivalencia de camiones
- $P_R$  = % de vehículos recreativos
- $E_R$  = Factor de equivalencia de vehículos recreativos

A partir de los datos de aforo de la estación A-179-3, datos de previsión de tráfico y las tablas del HCM, recogidas en el anejo V de este estudio, se obtienen los valores necesarios para calcular la intensidad de tráfico equivalente.

Se ha supuesto el valor cero para el porcentaje de vehículos de recreo al no tener esa información.

Los factores de equivalencia de camiones y vehículo recreativos se han obtenido de las Tablas 20-9 (VM) y 20-10 (%TC) del Highway Capacity Manual (Anejo V), siendo respectivamente:  $E_C = 1,5$ ;  $E_R = 1,1$  para determinar la Velocidad Media de Recorrido, y  $E_C = 1,0$ ;  $E_R = 1,0$  para calcular el Porcentaje de Tiempo en Cola.

### 3.4.4.2. Velocidad libre de recorrido

La velocidad libre de recorrido es aquella que pueden desarrollar los vehículos ligeros con intensidades de tráfico reducidas. Se obtiene gracias a mediciones reales en campo, o a partir de la velocidad libre básica mediante la siguiente expresión:

$$VL = VLB - F_{ST} - F_a$$

Siendo

- $VL$  = Velocidad libre de recorrido
- $VLB$  = Velocidad libre básica
- $F_{ST}$  = Factor corrección por sección transversal (tabla 20-5 del HCM-Anejo V)
- $F_a$  = Factor corrección por puntos de acceso (Tabla 20-6 del HCM-Anejo V)

La  $VLB$  es la velocidad libre en una vía en condiciones ideales. Se puede tomar como  $VLB$  la velocidad de proyecto, en este caso, sería 40 km/h.

El HCM sólo considera como punto de acceso aquellas intersecciones y entradas para vehículos que realmente puedan influir en el flujo de tráfico. Se calcula dividiendo el número total de intersecciones sin señalizar y entradas para vehículos de ambos lados del tramo de carretera por la longitud del tramo.

#### 3.4.4.3. Velocidad media de recorrido

La velocidad media de recorrido, ATS según las siglas en inglés (Average Travel Speed), se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$VM = VL - 0,0125 \cdot I_q - F_{pa}$$

Siendo:

- $VM$  = Velocidad media de recorrido
- $VL$  = Velocidad libre de recorrido (Free Flow Speed)
- $I_q$  = Intensidad de demanda equivalente para periodo punta de 15 min (Veh/h)
- $F_{pa}$  = Factor de corrección por prohibición de adelantamiento (Tabla 20-11 HCM – Anejo V)

#### 3.4.4.4. Porcentaje de tiempo en cola

Según el Manual de Capacidad, el porcentaje de tiempo en cola se obtiene a partir de esta expresión:

$$PTC = 100 \cdot 1 - e^{-0,000879 \cdot I_q + F_{pa,d}}$$

Siendo:

- $PTC$  = Porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo (en cola)
- $I_q$  = Intensidad de demanda equivalente para periodo punta de 15 min (Veh/h)
- $F_{pa,d}$  = Factor de tramos prohibición de adelantamiento y reparto por sentidos (Tabla 20-12 HCM – Anejo V)



### 3.4.4.5. Determinación del nivel de servicio

DATOS DE LA VÍA Y SU ENTORNO	
Clase de carretera	Clase I
Tipo de terreno	Ondulado
Longitud del tramo	11,55 km
Ancho del carril	3,5 m
Ancho del arcén	2,0 m
% Adelantamiento prohibido	80%
Puntos de acceso al tramo	53
Densidad de accesos	5 pts acceso/km

DATOS DEL TRÁFICO	
Factor de hora punta (FHP)	0,88
IMD 2016	17672 veh/día
Intensidad Horaria Punta, IHP 2016 (10% IMD)	1767 veh/h
Reparto por sentido	50 / 50
% pesados ( $P_P$ )	6,0 %
% recreativos ( $P_R$ )	0,0 %
Factor equivalencia camiones ( $E_C$ ) para VM	1,5
Factor equivalencia recreativos ( $E_R$ ) para VM	1,1
Factor equivalencia camiones ( $E_C$ ) para PTC	1,0
Factor equivalencia recreativos ( $E_R$ ) para PTC	1,0

INTENSIDAD EQUIVALENTE PARA PERIODO PUNTA ( $I_q$ )	
Factor pendiente ( $F_i$ ) para VM	0,99
Factor pendiente ( $F_i$ ) para PTC	1,00
Factor vehículos pesados ( $F_{VP}$ ) para VM	0,97
Factor vehículos pesados ( $F_{VP}$ ) para PTC	1,00
$I_q$ para VM	2089 veh/h
$I_q$ para PTC	2008 veh/h

VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO (VM)	
Velocidad libre básica (VLB)	40 km/h
Factor sección transversal ( $F_{ST}$ )	0,7
Factor accesos ( $F_a$ )	3,33
Velocidad libre (VL)	35,97 km/h
Factor prohibición adelantamiento ( $F_{pa,d}$ )	1,6
Velocidad media de recorrido (VM)	8,26 km/h

PORCENTAJE TIEMPO EN COLA (PTC)	
Intensidad equivalente periodo punta ( $I_q$ )	2008 veh/h
Factor proh. Ade. y reparto sentidos ( $F_{pa,d}$ )	4,1
Porcentaje tiempo en cola (PTC)	86,98 %



El nivel de servicio de las carreteras de clase I se obtiene a partir de la tabla 20-2 y figura 20-3 del Manual de Capacidad, criterios que se muestran a continuación:

Nivel de Servicio	PTC (%)	VM (km/h)
A	35	> 90
B	35 - 50	80 - 90
C	50 - 65	70 - 80
D	65 - 80	60 - 70
E	> 80	70

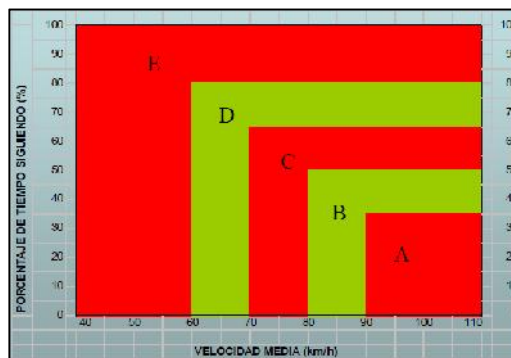


Tabla 34.- Niveles de Servicio (HCM 2010) Figura 29.- Niveles de Servicio (HCM 2010)

Por lo tanto, la carretera del presente estudio tiene en la actualidad un **nivel de servicio E**, nivel admisible según la Instrucción de Trazado 1999 para una velocidad de proyecto de 40 km/h. La velocidad de proyecto del tramo del estudio viene condicionada por una curva de radio muy reducido (50 metros), y se aleja mucho a la velocidad de operación media de todo el tramo, que ronda los 80 km/h. Por ello, la carretera en cuestión debe tener como mínimo el nivel de servicio D si tenemos en cuenta la velocidad de operación que se acerca más a la realidad en vez de la velocidad de proyecto.

TIPO DE CARRETERA		VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO en la hora de proyecto del año horizonte
CALZADAS SEPARADAS		120	C
		100	D
		80	D
CALZADA ÚNICA	VÍAS RÁPIDAS	100	C
		80	D
	CARRETERAS CONVENCIONALES	100	D
		80	D
		60	E
		40 IMD 2000	E
		40 IMD < 2000	E

Tabla 35.- Niveles de Servicio mínimos según el tipo de carretera y velocidad de proyecto (Norma 3.1-IC 1999)

### 3.5. ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD

En este apartado se analiza la accidentalidad del tramo del estudio a partir de los datos de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y la Dirección General de Tráfico.

#### 3.5.1. Datos de accidentes

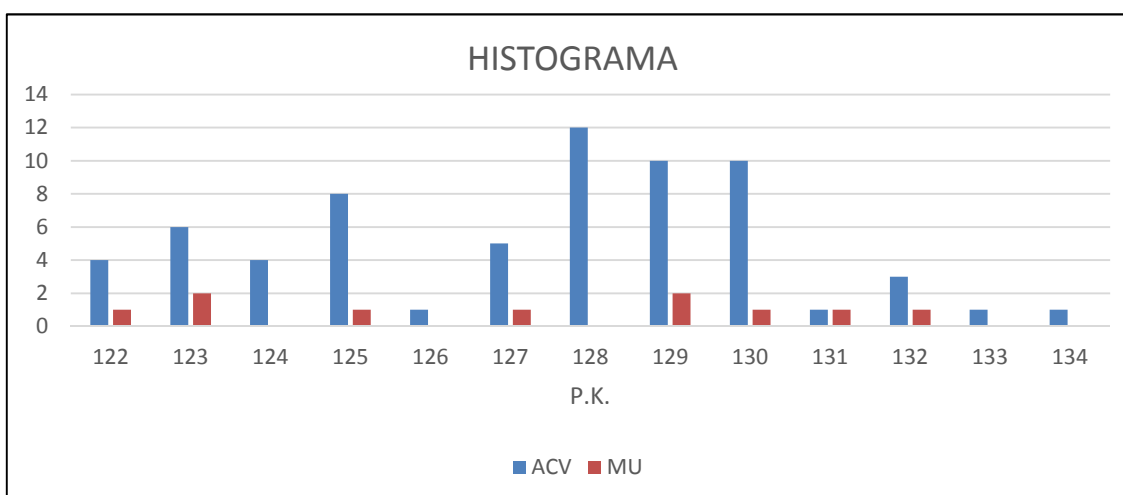
En la siguiente tabla se encuentran recogidos el número de accidentes con víctimas y el de muertos ocurridos entre los años 2009 – 2013 en tramos de 1 km.

P.K.	AÑO										TOTAL	
	2009		2010		2011		2012		2013		ACV	MU
	ACV	MU	ACV	MU	ACV	MU	ACV	MU	ACV	MU		
122	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0	4	1
123	1	0	2	1	1	1	2	0	0	0	6	2
124	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	4	0
125	2	1	1	0	1	0	1	0	3	0	8	1
126	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
127	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	5	1
128	2	0	2	0	2	0	6	0	0	0	12	0
129	0	0	1	0	2	0	3	2	4	0	10	2
130	4	0	1	0	3	1	1	0	1	0	10	1
131	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
132	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	3	1
133	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
134	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	66	10

Tabla 36.- Tramos de 1 km con > 1 accidente con víctimas (fuente: Anuario Estadístico de accidentes en las carreteras del estado 2013)

#### 3.5.2. Histograma y puntos conflictivos

A continuación se muestra en cuál ha sido la distribución a lo largo del tramo de estudio de los accidentes entre los años 2009 y 2013. En el histograma se han incluido los accidentes con víctimas (ACV) y además el número de muertos (MU).



La mayor concentración de accidentes se encuentra entre los P.K 128+000 y 130+000 donde se localizan dos puntos conflictivos:

- Una consecución peligrosa de dos curvas en “S” de radio reducido en el P.K 128+300 precedidas por una recta larga de 995 metros.
- Una curva de radio muy reducido (80 metros) en el P.K 129+300 precedida por una recta de 900 metros.

Viendo el histograma, se pueden apreciar también otros 3 puntos conflictivos:

- Cruce l’Amerador situado en el P.K. 122+500, que sirve para dar acceso desde las gasolineras a la N-332, además de acceso al vertedero Les Canyades. Se caracteriza por la posibilidad de realizar la maniobra de cambio de sentido atravesando toda la calzada.
- Cruce Las Lomas situado en el P.K. 123+000, que sirve principalmente como acceso a la playa de la Coveta Fumá. Se caracteriza por la realización de giros a izquierdas sin carril de espera tanto de incorporación a la nacional como de salida.
- Consecución de dos curvas en “S” de radio reducido antes de llegar al túnel a la altura del P.K. 125+000.

La Dirección General de tráfico (DGT) publica cada año un listado de puntos negros o tramos de concentración de accidentes (TCA) localizados en toda la red española de carreteras. En la siguiente tabla se muestran los TCA’s localizados en nuestro tramo:

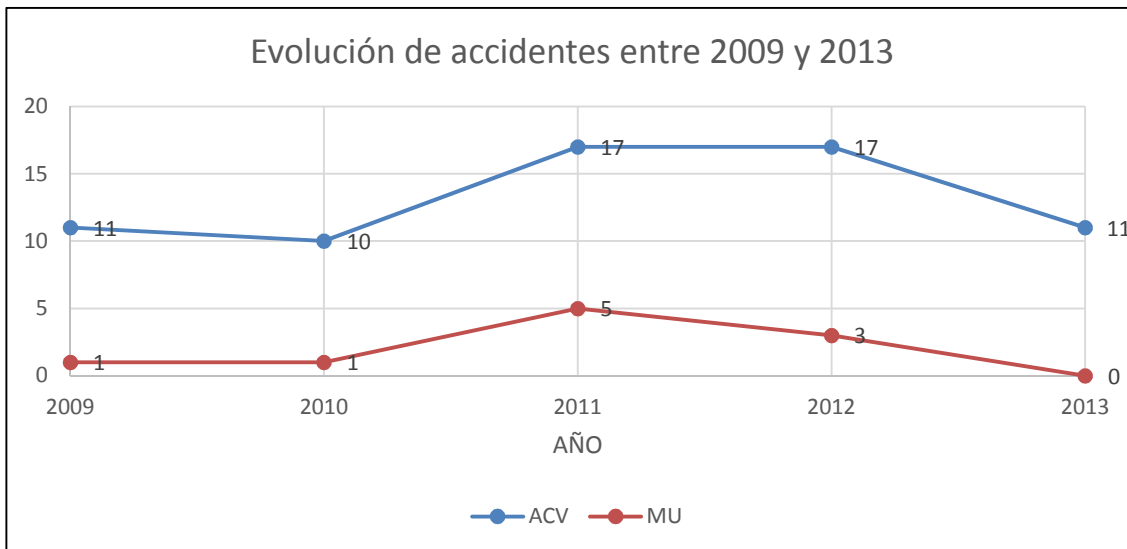
AÑO	VÍA			TIPO DE ACCIDENTE						VÍCTIMAS		
	PK INICIAL	LONGITUD DEL TRAMO (en metros)	SENTIDO	COLISIÓN	ATROPELLO	SALIDA DE LA VÍA	VUELCO	OTROS	TOTAL ACCIDENTES	MUERTOS	HERIDOS	TOTAL
2013	122,5	300	A/D	4	0	1	0	0	5	0	11	11
2012	128,4	100	A/D	5	0	1	0	0	6	0	21	21
2012	129,4	100	A/D	1	0	2	0	0	3	2	1	3
2011	122,5	200		4	0	0	0	0	4	0	7	7
2010												
2009	130,6	300	D	0	0	3	0	1	4	0	15	15
2008	122,4	400	A	8	0	0	0	1	9	0	13	13
2008	128,5	100	A	4	0	1	0	0	5	0	10	10

Tabla 37.- Tramos de concentración de accidentes (fuente: DGT)

Tal como se observa, estos puntos coinciden con los mencionados anteriormente, siendo la colisión, el tipo de accidente más frecuente seguido por el de salida de vía.

### 3.5.3. Evolución de la accidentalidad

En la siguiente gráfica se muestra la evolución de los accidentes entre los años 2009 y 2013 en el tramo del estudio. Para ello se han representado los datos en dos grupos significativos, los accidentes con víctimas (ACV) y el número de muertos (MU).



*Figura 30.- Evolución de los accidentes de tráfico entre los años 2009 y 2013 en el tramo del estudio*

El número de accidentes con víctimas y el de muertos sufrió un aumento entre los años 2009 y 2011, posteriormente se registró la misma cifra de accidentes con víctimas en los años 2011 y 2012 mientras que el número de muertos bajó de 5 a 3 muertos, y finalmente, el número de ACV sufrió una bajada registrando un total de 11 ACV sin muertos en el año 2013. Esta evolución es similar a la ocurrida en el caso del tráfico de vehículos, tanto ligeros como pesados, lo que indica que el aumento de la demanda de tráfico ha sido un factor clave en la producción de estos accidentes. Cabe destacar también que se realizaron algunas mejoras que ayudaron a bajar el número de accidentes, aunque sin alcanzar del todo los objetivos marcados.

### 3.5.4. Índice de peligrosidad y su evolución

El índice de peligrosidad de una carretera se obtiene dividiendo el número de accidentes con víctimas entre la exposición al riesgo (TT), que depende del tráfico. En esta tabla se recogen los índices de peligrosidad del tramo del estudio entre los años 2009 y 2013:

AÑO	IMD	TT = IMD·L·365 / 10 <sup>6</sup> (10 <sup>6</sup> vh·km)	ACV	IP (nº acv/10 <sup>6</sup> vh·km)
2009	17322	72,709	11	0,151
2010	19172	80,474	10	0,124
2011	19830	83,236	17	0,204
2012	22881	96,043	17	0,177
2013	21157	88,807	11	0,124

Tabla 38.- Índice de peligrosidad en el tramo entre los años 2009 y 2013

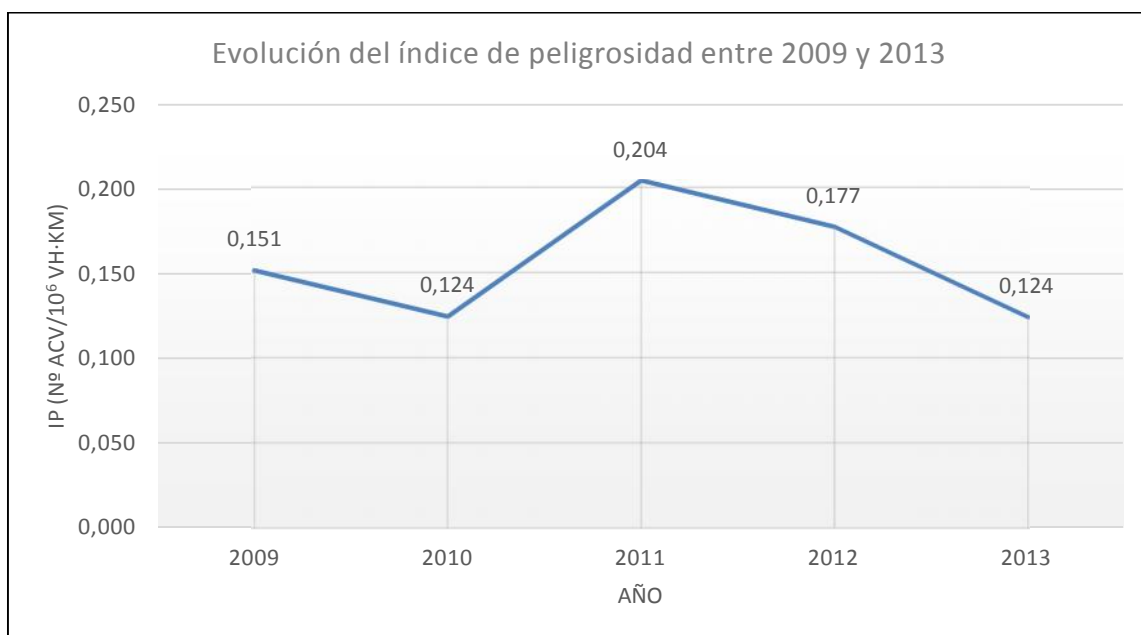


Figura 31.- Evolución del índice de peligrosidad entre los años 2009 y 2013 en el tramo del estudio

A la vista de esta gráfica se aprecia una tendencia similar a la de los accidentes con víctimas mencionada en el apartado anterior.



#### 4. PROBLEMAS EN LA SEGURIDAD VIAL Y LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

##### 4.1. TRAZADO

A partir de los análisis realizados para el trazado del tramo del estudio, tanto el chequeo de la Norma 3.1-IC como el de consistencia, se llega a la conclusión de que el trazado no cumple la normativa y presenta inconsistencias en las sucesiones recta-curva al tener curvas de radio muy reducido precedidas por rectas excesivamente largas, aparte de la mala coordinación entre curvas consecutivas en varios puntos. A continuación se muestran las curvas donde se producen reducciones de velocidad de operación superiores a 20 km/h (Consistencia pobre), obtenidas a partir del Criterio II de Lamm:

RECORRIDO IDA						
Inicio (m)	V85 Inicio (km/h)	Fin (m)	V85 Fin (km/h)	Radio (m)	Centro curva (m)	I   V85 (km/h)
1+953	88,84	2+060	62,15	100	2+090.79	<b>26,69</b>
4+377	90,04	4+498	45,04	70	4+512.45	<b>45,00</b>
5+593	109,69	5+810	62,15	100	5+838.14	<b>47,55</b>
5+941	64,51	5+979	40,00	50	5+991.48	<b>24,51</b>
6+890	81,52	6+977	52,17	80	6+990.73	<b>29,35</b>
8+228	88,96	8+338	45,00	65	8+346.05	<b>52.20</b>

Tabla 39.- Reducciones de velocidad con nivel pobre (recorrido ida)

RECORRIDO VUELTA						
Inicio (m)	V85 Inicio (km/h)	Fin (m)	V85 Inicio (km/h)	Radio (m)	Centro curva (m)	I   V85 (km/h)
8+493	97,38	8+354	45,00	65	8+346.05	<b>52,38</b>
7+142	94,74	7+003	52,17	80	6+990.73	<b>42,57</b>
6+101	90,53	6+003	40,00	50	5+991.48	<b>50,53</b>
4+665	95,01	4+527	45,04	70	4+512.45	<b>49,97</b>
3+449	100,47	3+284	62,15	100	3+248.55	<b>38,33</b>

Tabla 40.- Reducciones de velocidad con nivel pobre (recorrido vuelta)

#### SOLUCIONES PROPUESTAS:

Para mejorar la consistencia del trazado se ha hecho un rediseño de la geometría, donde se suavizan varias curvas. El estado de alineaciones del trazado acondicionado se encuentra recogido en el anejo III. Se adjuntan también planos de la planta actual y la de la carretera con trazado mejorado.

Se ha realizado el rediseño de la geometría con estos criterios:

- Realizar los mínimos cambios posibles cumpliendo los objetivos
- No alejarse demasiado del trazado actual
- No ocupar suelos protegidos



- Cumplir la normativa a la hora de definir los radios de curvas, parámetros de las clotoides y longitud de rectas
- Evitar los grandes movimientos de tierras

Tras la aplicación del criterio II de Lamm al trazado mejorado, no se detecta ninguna reducción de velocidad superior a 20 km/h, dándonos así consistencias entre buenas y aceptables. Esta parte se detalla más en el anejo IV de este documento.

Con la aplicación del método de consistencia global, pasamos de una consistencia global de 4,23 a 4,73.

<b>CONSISTENCIA GLOBAL</b>	
<b>Velocidad de operación media (<math>\bar{v}_{85}</math>)</b>	81,51 km/h
<b>Deceleración media (<math>\bar{d}_{85}</math>)</b>	0,83 m/s <sup>2</sup>
<b>C</b>	<b>4,23</b> <b>Aceptable</b>

Tabla 41.- Resultado de la aplicación del método de consistencia global para la carretera actual

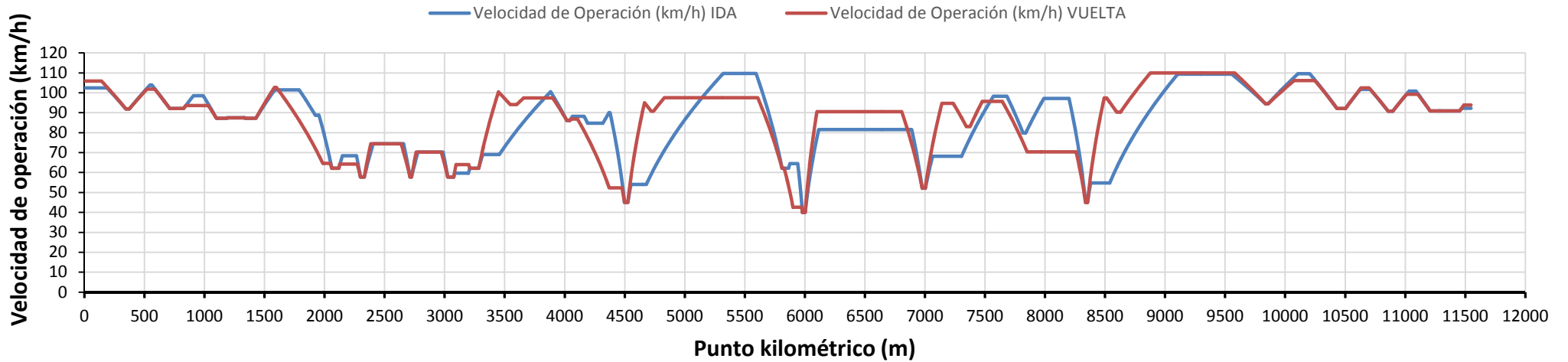
<b>CONSISTENCIA GLOBAL</b>	
<b>Velocidad de operación media (<math>\bar{v}_{85}</math>)</b>	88,06 km/h
<b>Deceleración media (<math>\bar{d}_{85}</math>)</b>	0,83 m/s <sup>2</sup>
<b>C</b>	<b>4,73</b> <b>Aceptable</b>

Tabla 42.- Resultado de la aplicación del método de consistencia global para la carretera acondicionada

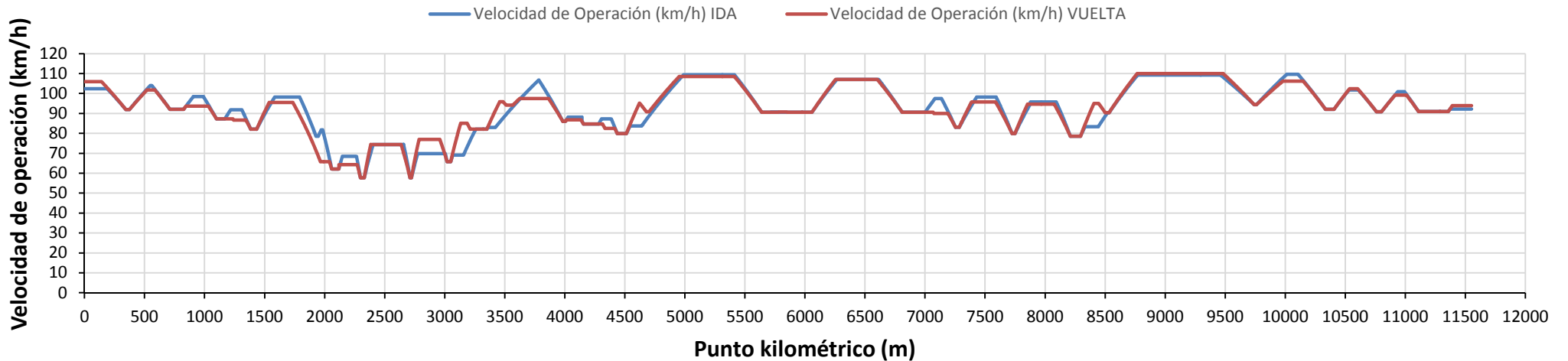
Quedándose así un trazado consistente como se muestra en los siguientes perfiles de velocidad de operación, en las que se compara con los perfiles del trazado actual.

Esta mejora ayudará a prevenir las sorpresas que se ocasionaban para los conductores al pasar de rectas largas a curvas muy cerradas.

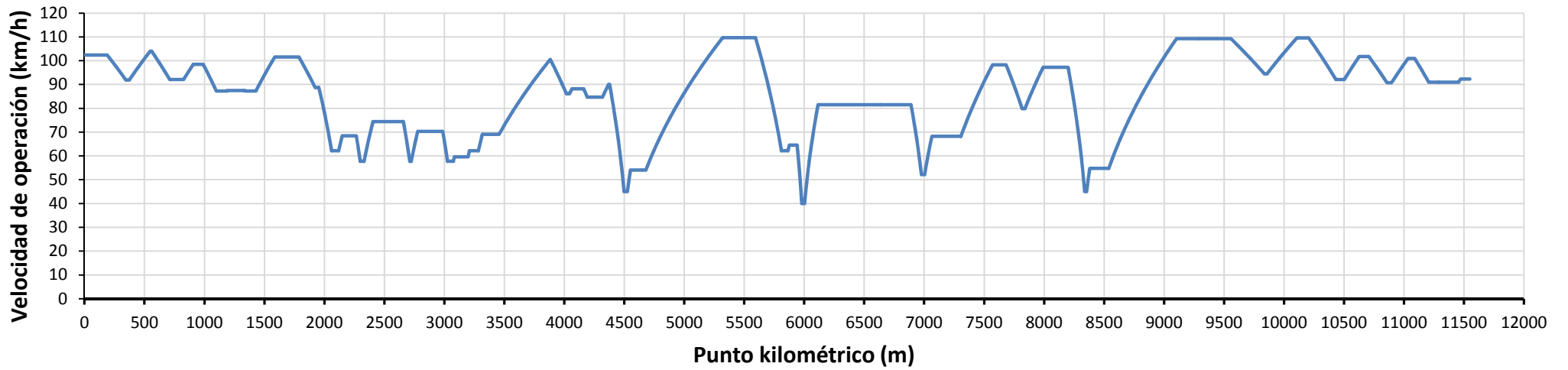
### PERFILES DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN - CARRETERA ACTUAL



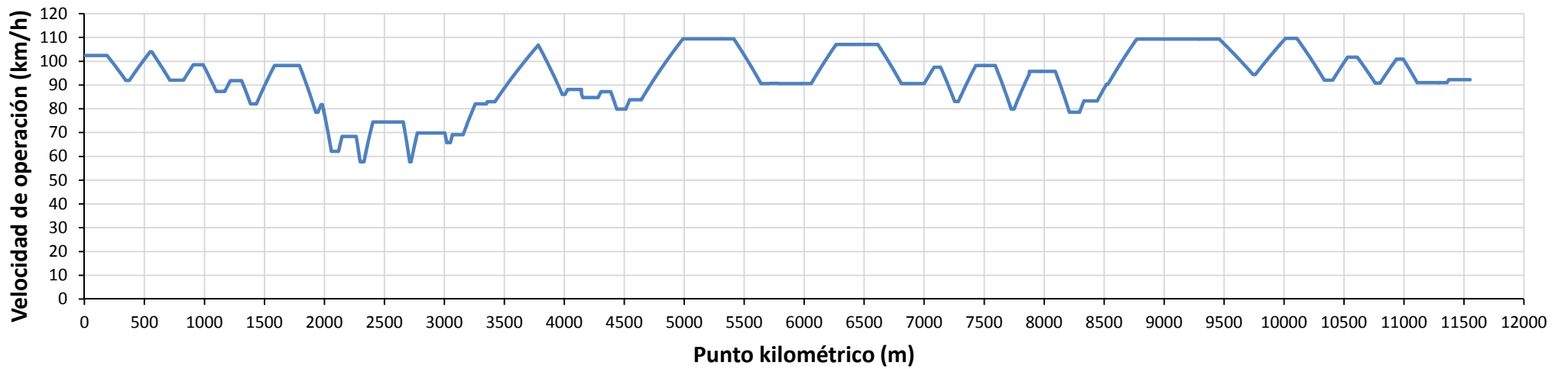
### PERFILES DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN - CARRETERA CON TRAZADO MEJORADO



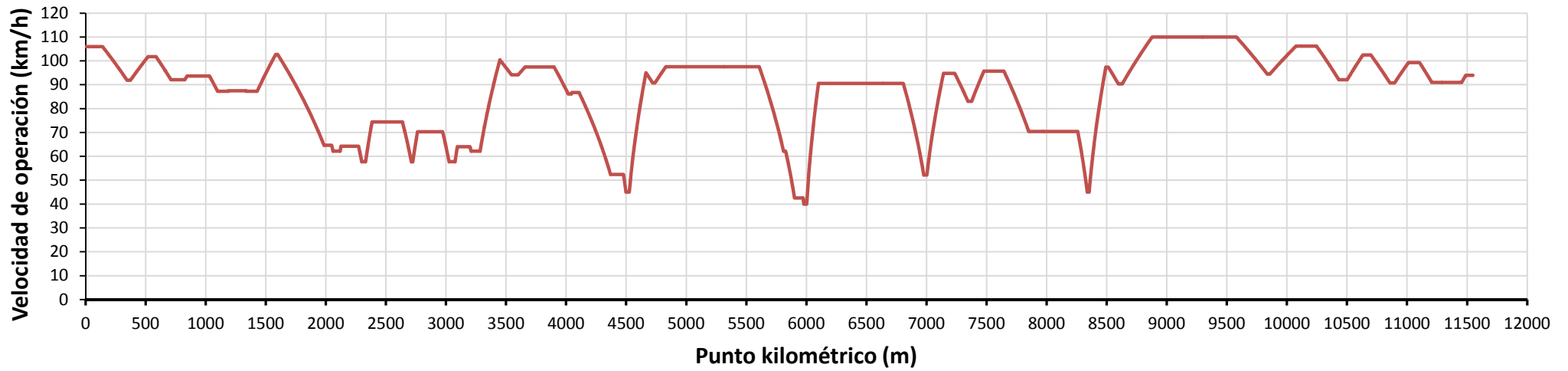
### PERFIL DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN (RECORRIDO IDA) - CARRETERA ACTUAL



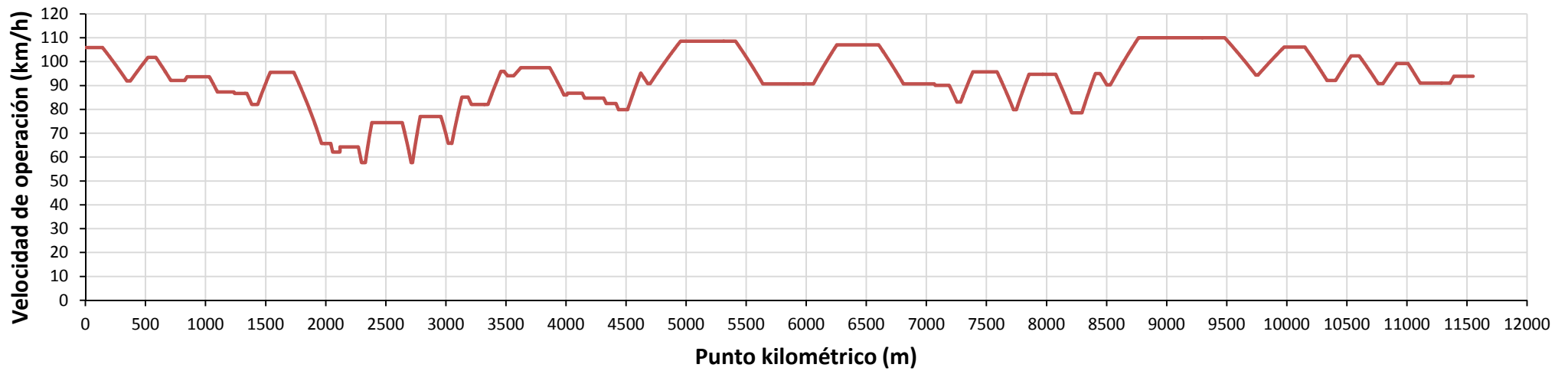
### PERFIL DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN (RECORRIDO IDA) - CARRETERA CON TRAZADO MEJORADO



### PERFIL DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN (RECORRIDO VUELTA) - CARRETERA ACTUAL



### PERFIL DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN (RECORRIDO VUELTA) - CARRETERA CON TRAZADO MEJORADO



## 4.2. MÁRGENES

Se han analizado los márgenes del tramo del estudio en el apartado “2.7. Márgenes” del presente documento y se enumeraron en una tabla los elementos que pueden afectar a la seguridad de los usuarios de la carretera. Los elementos sin proteger detectados en los márgenes de la carretera con más frecuencia son los siguientes:

- Árboles y postes eléctricos
- Edificaciones
- Muros de contención de tierras
- Taludes de desmonte con formaciones rocosas salientes
- Talud de terraplén con pendiente pronunciada
- Pasos salvacunetas con extremos peligrosos ante choque frontal

### **SOLUCIONES PROPUESTAS:**

- Desplazar los árboles y postes eléctricos y alejarlos en la medida de lo posible de la calzada, y en caso de que sea imposible dicha operación, proceder a eliminarlos.
- En lo que se refiere a las edificaciones, se propone eliminar las que no están habitadas, y proteger a las demás mediante doble barrera de seguridad (Barrera metálica doble).
- Instalar barreras rígidas de seguridad tipo New Jersey en el pie de los muros de contención de tierras.
- Instalar barreras metálicas de seguridad a lo largo de los taludes mencionados anteriormente, tanto de desmonte como de terraplén.
- Suavizar la pendiente de los taludes de desmonte en las curvas para mejorar la visibilidad.
- Suavizar los extremos peligrosos de los pasos salvacunetas.

### 4.3. INTERSECCIONES

Se han localizado un total de 4 intersecciones en todo el tramo, cuyas características se detallan en el apartado “2.10. INTERSECCIONES”. A continuación se muestra el tipo y la ubicación de cada una:

Intersección	Tipo	P.K trazado*	P.K real*
INT1	Glorieta partida	0+100	122+500
INT2	Intersección en T	0+570	123+000
INT3	Intersección en T	3+500	125+900
INT4	Intersección en Y	4+300	126+700

Tabla 43.- Datos de las intersecciones del tramo

Los problemas que se han detectado a nivel de seguridad vial son los siguientes:

Intersección	Problemas
INT1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de realizar un cambio de sentido desde la margen derecha a la izquierda cruzando la calzada</li> </ul>
INT2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Giros a izquierdas sin carril de espera tanto de incorporación a la nacional como de salida</li> </ul>
INT3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presencia de vehículos pesados con origen y destino la planta de residuos</li> </ul>
INT4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carril de aceleración reducido (incorporación a la nacional)</li> </ul>

Tabla 44.- Tabla resumen de los problemas detectados en las intersecciones del tramo

### SOLUCIONES PROPUESTAS:

- La prohibición del cambio de sentido en el P.K. 122+500, dirección Alicante, mediante la clausura del carril destinado a ello. Los vehículos que quieran realizar ese movimiento deberán dirigirse a la intersección del P.K. 123+000.
- La realización de un carril central de espera en la intersección del P.K. 123+000, que facilitará los movimientos de giro a la izquierda de los vehículos que circulan por la N-332 sentido Alicante y quieran acceder a la Urbanización Coveta Fumà y, por otro lado, de los vehículos que salgan desde la Urbanización Coveta Fumà y se quieran incorporar a la N-332 sentido Alicante.
- Señalizar la presencia de vehículos pesados en la intersección del P.K. 125+900 mediante la señal P-50
- Dotar la intersección del P.K. 126+700 de un carril de aceleración con una longitud adecuada



#### 4.4. ACCESOS

En el apartado “2.11. ACCESOS” se analizan todos los accesos del tramo del estudio, indicando la ubicación de cada uno y describiendo las características y problemas asociados a ellos.

Los problemas más frecuentes que se han detectado son los siguientes:

- Gran cantidad de accesos directos situados a ambos lados de la vía.
- Proximidad entre accesos.
- Giros a la izquierda.
- Acceso a zonas de parada o aparcamiento ilegal.
- Accesos sin pavimentar o en mal estado a distinta cota de la rasante de la carretera.
- Accesos a zonas con visibilidad reducida.
- Cruce perpendicular de toda la calzada (señal de stop).

#### **SOLUCIONES PROPUESTAS:**

Cada acceso está identificado con un código según su ubicación, que se puede consultar en el apartado “2.10. ACCESOS” del presente documento. Para mejorar la seguridad vial de la carretera en este aspecto, se propone realizar una mejora y reordenación de accesos que se resume en la siguiente tabla:

Problema	Accesos localizados	Solución propuesta
<b>Proximidad entre accesos</b>	• L1, L2, L3, L4	Juntar los accesos L1, L2, L3 y L4 mediante una vía de servicio siendo la entrada por el acceso L4 y salida por L1
	• R3, R4, R5, R6	Juntar los accesos R3, R4, R5 y R6 mediante una vía de servicio siendo la entrada por el acceso R3 y salida por R6.
	• L12	Eliminar R12
	• L15, L16	Unir L15 y L16
<b>Giro a la izquierda</b>	R8, R10, R12	Prohibir los giros a la izquierda
<b>Zona parada ilegal</b>	L8, R23	Eliminar
<b>Accesos sin pavimentar o en mal estado</b>	R9, R14, R15, R16, R17, R18, R22	Pavimentar e igualar cota a la de rasante de la carretera





	L7, L9, L14, L15, L16, L19	
<b>Accesos a zonas con poca visibilidad</b>	R12, R25	Eliminar R12 ya que existe otro acceso que tiene la misma función.  Eliminar R25 ya que está actualmente en desuso.
<b>Cruce perpendicular de toda la calzada (señal de stop)</b>	Acceso al área de descanso Venta Lanuza R13	Eliminar dotando la margen derecha de un pequeño parking y una pasarela peatonal para cruzar la nacional hacia el área de descanso. (Figura 32)

Tabla 45.- Tabla resumen de las soluciones propuestas para los problemas en los accesos



Figura 32.- Solución propuesta para el acceso al área de descanso Venta Lanuza desde la margen derecha (R13)

#### **4.5. TRÁFICO DE PASO**

Según el apartado “3.5.2.Tráfico de paso”, el 55,3% de todos los usuarios que atraviesan la carretera del estudio corresponden al tráfico de paso. Este tráfico congestiona la carretera haciéndola más insegura aparte de que la velocidad de estos usuarios es elevada con respecto a la del tráfico local, esto hace que la interacción entre los dos tipos de tráfico se convierta en una situación de total inseguridad.

La mayor parte de este tráfico está conformada por los usuarios que se desplazan desde Alicante, San Juan de Alicante, San Vicente del Raspeig e El Campello hacia Villajoyosa e Benidorm y viceversa.

A falta de datos de aforo del presente año, nos basamos en las previsiones recogidas en el apartado 3.5 de este estudio, donde para el año 2016, la IMD de la N-332 es aproximadamente 17.672 vehículos diarios. Por lo que se estima que el tráfico de paso ronda los 9.773 vehículos diarios.

Para resolver este problema se debe buscar una solución en la que se pueda desviar el tráfico de paso y así aliviar el tramo del estudio y hacerlo exclusivo para el tráfico local.

#### **SOLUCIÓN PROPUESTA:**

Para aliviar el tramo del tráfico de paso se ha propuesto desviar este tráfico al tramo de la Autopista AP-7 paralelo al del estudio.

Como ya hemos mencionado en el apartado 3.5, el tráfico de la AP-7, al igual que ocurre en la práctica totalidad de las autopistas de pago españolas, viene bajando de manera constante desde el comienzo de la crisis económica potenciado el trasvase del tráfico hacia otras vías. Esto confirma la hipótesis de que los usuarios de largo recorrido eligen la alternativa de la nacional frente a la autopista por motivos meramente económicos, sobretodo con los últimos incrementos de los peajes.

A la vista de todo esto, la única solución que se plantea es la eliminación del peaje en el tramo de la AP-7 que nos ocupa. Esta parte pertenece al tramo Altea-San Juan de Alicante, en servicio desde el año 1976, y concesionado por Abertis (antes AUMAR), con fecha final de la concesión el 31-12-2019 según el Real Decreto 1674/1997, de 31 de octubre.

La liberación del tramo del peaje es una tarea difícil y casi imposible por motivos legales y al estar la administración comprometida con la concesionaria según el contrato de concesión entre ambas partes. Pero el Ministerio de Fomento y la Generalitat Valenciana han anunciado en muchas ocasiones la decisión de no renovar esta concesión y poner



así fin al peaje en la AP-7. Mientras tanto se ha planteado en este estudio la implantación de un peaje en sombra hasta la fecha final de la concesión que será el 31-12-2019.

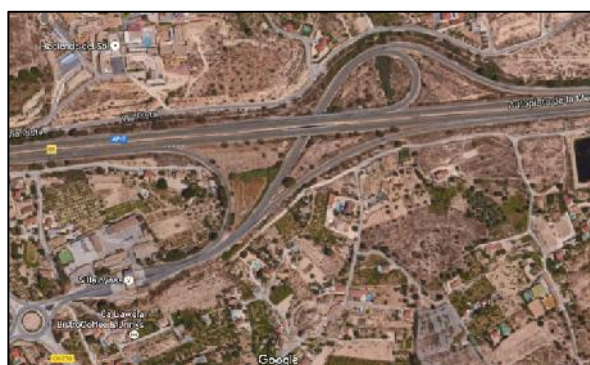
El peaje en sombra es una modalidad de pago indirecto del peaje de la autopista en la que la Administración abona al concesionario una tarifa en función de los vehículos kilómetro que circulen por la vía. Esta medida se aplicará exclusivamente en el tramo de la AP-7 entre El Campello y Villajoyosa.

Los usuarios potenciales que se beneficiarán de esta medida son los que se desplazan desde Los núcleos situados al sur del tramo como Alicante, San Juan de Alicante, San Vicente del Raspeig e El Campello hacia los núcleos situados al norte como son Villajoyosa e Benidorm y viceversa. Se entiende que los usuarios de largo recorrido no cambian su ruta pasando por la nacional al llegar a la zona del estudio, sino que siguen su ruta en la autopista sin abandonarla.

Se accederá a la autopista de manera gratuita para los usuarios con origen-destino estas dos localidades y sus alrededores, mientras que los usuarios con distinto origen-destino sí que tendrán que abonar su correspondiente peaje según el recorrido que hayan realizado.



*Figura 33.- Enlace AP-7/N-332 Sur  
(El Campello)*



*Figura 34.- Enlace AP-7/N-332 Norte  
(Villajoyosa)*

### **Valoración económica**

En esta parte se hará una valoración económica para conocer el coste de la puesta en marcha del peaje en sombra. En primer lugar se obtendrá el número de vehículos que se beneficiarán de esta medida a lo largo de los años 2017, 2018 e 2019, año anterior al fin del peaje. Posteriormente se estimará la tarifa que va abonar la administración a la concesionaria por cada vehículo objeto de la medida, y finalmente se calculará el coste total de la misma.

Tráfico total beneficiado:

Según los datos de aforo del Ministerio de Fomento, se estima que los usuarios objeto de esta medida que optan actualmente por la alternativa de la AP-7 representan el **25%** del total de la IMD en dicho tramo.

Y basándonos en los datos y cálculos realizados en el apartado “3.5.3.Previsión del tráfico”, la previsión de la IMD en los tramos de la N-332 e AP-7 es la siguiente:

Año	%Crec.	N-332	%Crec.	AP-7
2014	1,12	17.283	1,12	19.677
2016	1,12	17.672	1,12	20.160
<b>2017</b>	<b>1,44</b>	<b>17.927</b>	<b>1,44</b>	<b>20.450</b>
<b>2018</b>	<b>1,44</b>	<b>18.185</b>	<b>1,44</b>	<b>20.745</b>
<b>2019</b>	<b>1,44</b>	<b>18.447</b>	<b>1,44</b>	<b>21.044</b>
2020	1,44	18.712	1,44	21.347

Tabla 46.- Estimación de la IMD según las hipótesis 2 (\*)

Periodo	Incremento Anual Acumulativo
<b>2013-2016</b>	1,12
<b>2017 en adelante</b>	1,44

(\*): Tabla 47.- Tasas de crecimiento según la Orden FOM/3317/2010 (Hipótesis 2)

Por otra parte, el tráfico de paso que desviaremos del tramo de la N-332 a la AP-7 representa el **55,3%** del total.

Por lo tanto, el número total de vehículos objeto de la medida se obtiene según esta tabla:

Año	N-332		AP-7		TOTAL Año (Veh) IMD Ben × 365
	IMD (veh/día)	IMD ben. (veh/día) 55,3%IMD	IMD (veh/día)	IMD ben. (veh/día) 25%IMD	
2017	17.927	9.914	20.450	5.113	<b>5.484.538</b>
2018	18.185	10.056	20.745	5.186	<b>5.563.533</b>
2019	18.447	10.201	21.044	5.261	<b>5.643.700</b>
<b>TOTAL</b>					<b>16.691.770</b>

Tabla 48.- Cálculo del total de vehículos beneficiados por la medida

Tarifa:

Según los precios de 2016 publicados por Abertis, Concesionaria de la AP-7 (La Jonquera – Alicante), el peaje entre El Campello y Villajoyosa tiene un importe de 2,65 euros para los vehículos ligeros y 3,55 euros para los pesados.



Coste medida:

A partir de los datos de aforo del Ministerio de Fomento se deduce que la media de los pesados en las estaciones de aforo de la zona ronda el 6%.

El coste total de la aplicación de la medida durante los 3 años previos a la liberación de la autopista se resume en la siguiente tabla:

Año	Vehículos beneficiados			Tarifa (€)		Importe (€)
	Total	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	
<b>2017</b>	5.515.468	5.155.466	329.072	2,65	3,55	14.830.190,25
<b>2018</b>	5.594.957	5.229.721	333.812	2,65	3,55	15.043.792,08
<b>2019</b>	5.675.619	5.305.078	338.622	2,65	3,55	15.260.564,03
<b>TOTAL</b>						<b>45.134.546,36</b>

*Tabla 49.- Coste total de la medida*

Por lo tanto, el coste total de la aplicación de la medida asciende a 45.134.546,36 euros. En caso de que la administración competente, el Ministerio de Fomento, no pueda sufragar este gasto debería poner fin a la concesión en su fecha determinada y no realizar ninguna prórroga bajo ningún concepto.



## 5. EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS

### 5.1. SAFETY PERFORMANCE FUNCTIONS

La Safety Performance Function (SPF) es una ecuación que tiene como objetivo la predicción del número de accidentes que se producen en un elemento o tramo de vía en función de las singularidades de la misma, y que a la hora de calibrarse se utilizaron distribuciones Binomial negativa o de Poisson. Una SPF suele representarse por expresiones con la forma:

Para elementos puntuales (intersecciones, glorietas,...):

$$Y_i = \beta_0 \cdot AADT^{\beta_1} \cdot e^{\sum \beta_j X_j}$$

Para tramos de carreteras:

$$Y_i = \beta_0 \cdot AADT^{\beta_1} \cdot L^{\beta_2} \cdot e^{\sum \beta_j X_j}$$

Donde:

- $Y_i$  : Accidentes esperados en un cierto periodo de tiempo
- $AADT$  : IMD Intensidad Media Diaria (veh/día)
- $L$  : Longitud del tramo de carretera(km)
- $X_j$  : Diferentes variables explicativas ( $X$  es vectorial)
- $\beta_j$  : Coeficientes de ajuste de  $X_j$

En los coeficientes se incorporan parámetros que caracterizan los elementos puntuales o los tramos de carretera como pueden ser la geometría, el tipo de pavimento, visibilidad, velocidad, semaforización, etc.

En este estudio se ha estimado el número de accidentes con víctimas en 10 años mediante la SPF desarrollada por Camacho et al. (2013) adaptada a las carreteras convencionales de la Comunidad Valenciana y aplicable a tramos homogéneos que en uno (o dos) de sus extremos están delimitados por una población, glorietta u intersección. La ecuación en cuestión es la siguiente:

$$Y_{10} = e^{-3.916} \cdot L^{1.161} \cdot AADT^{0.8015} \cdot e^{-0.643 \cdot C}$$

Donde:

- $Y_{10}$  : Accidentes esperados en 10 años
- $AADT$  : IMD Intensidad Media Diaria (veh/día)
- $L$  : Longitud del tramo de carretera(km)
- $C$  : Consistencia global. Apartado 3.2.6



La siguiente tabla muestra la aplicación de la SPF antes y después de las mejoras:

	ANTES	DESPUÉS	
		Sin el trasvase a la AP-7	Con el trasvase a la AP-7
L (km)	11,5	11,5	11,5
IMD (veh/día)	17672	17672	7899
C	4,23	4,73	4,73
Y <sub>10</sub>	57	41	22

Tabla 50.- Aplicación de la SPF y comparación

Según los datos de accidentes, se registraron 66 accidentes con víctimas entre los años 2009 y 2013 (5 años), cifra superior a los 57 acv estimados para un periodo de 10 años. Esta diferencia se debe a que esta carretera presenta deficiencias en cuanto a accesos, sección transversal, etc., que no contemplaba la SPF original, y por ello hay que corregirla.

Por otra parte, observamos que con el rediseño de la geometría conseguiremos reducir la siniestralidad en un 28,1%, pero añadiéndole el trasvase del tráfico de paso a la AP-7, que se lograría con la eliminación del peaje, podremos reducir la siniestralidad en un 61,4%.

## 5.2. NIVEL DE SERVICIO

La carretera de este estudio de seguridad vial tiene en la actualidad un **nivel de servicio E** (circulación inestable) según la metodología empleada en el apartado 3.5.4. Este nivel de servicio se obtiene a partir del porcentaje de tiempo en cola siguiendo a otro vehículo (PTC) y la velocidad media de recorrido (VM). Ambos dependen del volumen de tráfico que circula en el tramo, así pues se conseguiría mejorar el nivel de servicio reduciendo la intensidad de tráfico de la carretera.

En principio, el nivel de servicio E es admisible según la Instrucción de Trazado 1999 para una velocidad de proyecto de 40 km/h. La velocidad de proyecto del tramo del estudio viene condicionada por una curva de radio muy reducido (50 metros), y se aleja mucho a la velocidad de operación media de todo el tramo, que ronda los 80 km/h. Por ello, la carretera en cuestión debe tener como mínimo el nivel de servicio D si tenemos en cuenta la velocidad de operación que se acerca más a la realidad en vez de la velocidad de proyecto.

A partir de estas consideraciones podremos obtener el nivel de servicio que tendrá la carretera después de su mejora de esta forma, atendiéndonos al apartado 3.5.4.5:



DATOS DE PARTIDA		
	Carretera actual	Carretera mejorada
Clase de carretera	Clase I	Clase I
Tipo de terreno	Ondulado	Ondulado
Longitud del tramo	11,55 km	11,45 km
Ancho del carril	3,5 m	3,5 m
Ancho del arcén	2,0 m	2,0 m
% Adelantamiento prohib.	80%	80%
Puntos de acceso al tramo	53	42
Densidad de accesos	5 pts acceso/km	4 pts acceso/km
IMD 2016	17672 veh/día	7899 veh/día
V. Operación media ( $\bar{v}_{85}$ )	81,51 km/h	88,06 km/h

DATOS DEL TRÁFICO – (Desvío tráfico de paso a la AP-7)	
Factor de hora punta (FHP)	0,88
IMD 2016	<b>7899 veh/día</b>
Intensidad Horaria Punta, IHP 2016 (10% IMD)	790 veh/h
Reparto por sentido	50 / 50
% pesados ( $P_P$ )	6,0 %
% recreativos ( $P_R$ )	0,0 %
Factor equivalencia camiones ( $E_c$ ) para VM	1,9
Factor equivalencia recreativos ( $E_R$ ) para VM	1,1
Factor equivalencia camiones ( $E_c$ ) para PTC	1,5
Factor equivalencia recreativos ( $E_R$ ) para PTC	1,0

INTENSIDAD EQUIVALENTE PARA PERIODO PUNTA ( $I_q$ )	
Factor pendiente ( $F_i$ ) para VM	0,93
Factor pendiente ( $F_i$ ) para PTC	0,94
Factor vehículos pesados ( $F_{VP}$ ) para VM	0,95
Factor vehículos pesados ( $F_{VP}$ ) para PTC	0,97
$I_q$ para VM	<b>1017 veh/h</b>
$I_q$ para PTC	<b>984 veh/h</b>

VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO (VM)	
Velocidad libre básica (VLB)	80 km/h
Factor sección transversal ( $F_{ST}$ )	0,7
Factor accesos ( $F_a$ )	2,5
Velocidad libre (VL)	76,40 km/h
Factor prohibición adelantamiento ( $F_{pa}$ )	3,6
Velocidad media de recorrido (VM)	<b>60,09 km/h</b>





<b>PORCENTAJE TIEMPO EN COLA (PTC)</b>	
<b>Intensidad equivalente periodo punta (<math>I_q</math>)</b>	984 veh/h
<b>Factor proh. Ade. y reparto sentidos (<math>F_{pa,d}</math>)</b>	12
<b>Porcentaje tiempo en cola (PTC)</b>	<b>69,88 %</b>

Según la tabla 20-2 y figura 20-3 del Manual de Capacidad (Anejo V), El nivel de servicio de la carretera después de aplicar las mejoras detalladas en este estudio corresponde al **nivel D**, admisible según la Instrucción de Trazado 1999 para una velocidad de proyecto de 80 km/h.



## 6. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTUACIONES DE MEJORA

NATURALEZA	ACTUACIONES PROPUESTAS
<b>Trazado</b>	✓ Rediseño de la geometría
<b>Márgenes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Despeje de los márgenes</li> <li>✓ Instalación de barreras metálicas de seguridad</li> </ul>
<b>Accesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reordenación de accesos</li> <li>✓ Canalización de movimientos</li> <li>✓ Pavimentación de los accesos a caminos rurales o en mal estado</li> <li>✓ Pasarela peatonal en el área de descanso Venta Lanuza (Acceso R13)</li> </ul>
<b>Intersecciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prohibición cambios de sentido a nivel</li> <li>✓ Canalización de movimientos</li> <li>✓ Carriles de espera para los giros a izquierda</li> </ul>
<b>Tráfico</b>	✓ Desvío del tráfico de paso a la AP-7 (Peaje en Sombra)

Tabla 51.- Cuadro resumen de las actuaciones de mejora propuestas en el estudio

## 7. VALORACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se hará una valoración económica de las actuaciones de mejora propuestas en el presente estudio. En primer lugar se describirán las principales unidades de obra necesarias para llevar a cabo las actuaciones de mejora y posteriormente se estimará el presupuesto total a partir de las mediciones de cada una de estas unidades de obra.

### 7.1. UNIDADES DE OBRA

UNIDADES DE OBRA			
Código	Ud.	Descripción	Precio
UO01	m	Demolición y levantado de bordillo de cualquier tipo y cimientos de hormigón en masa, de espesor variable, incluso carga y transporte del material resultante vertedero	1,82 €
UO02	m <sup>2</sup>	Demolición de pavimento de cualquier tipo y espesor, carga y transporte a vertedero	3,70 €
UO03	m <sup>2</sup>	Excavación de la capa de tierra vegetal por medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero o lugar de empleo, con un espesor de 0,50 metros	0,53 €
UO04	m <sup>3</sup>	Desmante en terreno de tránsito de la explanación, con medios mecánicos, incluso transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo, a cualquier distancia	4,83 €
UO05	m <sup>3</sup>	Terraplén de suelo adecuado de 50 cm de espesor, para formación de explanada E-2, procedente de préstamos, incluyendo suministros, extendido, humectación y compactación al 95% PM, totalmente terminado	4,99 €
UO06	m <sup>3</sup>	Terraplén de suelo seleccionado de 40 cm de espesor, para formación de explanada E-2, procedente de préstamos, incluyendo suministros, extendido, humectación y compactación al 95% PM, totalmente terminado.	7,06 €
UO07	m <sup>3</sup>	Zahorra artificial, ZA(25), en capas de base, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, con desgaste de los Ángeles de los áridos < 30	22,17 €

<b>UO08</b>	t	Mezcla bituminosa en caliente tipo hormigón bituminoso "AC32 base G", en capa de base, incluso fabricación, preparación de la superficie, vertido, extendido y compactación al 97% del ensayo Marshall	37,78 €
<b>UO09</b>	t	Mezcla bituminosa en caliente tipo hormigón bituminoso "AC22 bin S", en capa de intermedia, incluso fabricación, preparación de la superficie, vertido, extendido y compactación al 98% del ensayo Marshall	40,20 €
<b>UO10</b>	t	Mezcla bituminosa discontinua "BBTM11B", en capa de rodadura, incluso fabricación, preparación de la superficie, vertido, extendido y compactación al 98% del ensayo Marshall	45,10 €
<b>UO11</b>	m <sup>2</sup>	Emulsión asfáltica catiónica, de rotura rápida C60B4ADH, dotación 0,60 kg/m <sup>2</sup> , empleada en riegos de adherencia, incluso barrido y preparación de la superficie, vertido y extensión	0,18 €
<b>UO12</b>	m <sup>2</sup>	Emulsión asfáltica catiónica, de rotura rápida C50BF5IMP, dotación 0,60 kg/m <sup>2</sup> , empleada en riegos de imprimación, incluso barrido y preparación de la superficie, vertido y extensión	0,18 €
<b>UO13</b>	ud	Señal circular de diámetro 90 cm, reflexiva y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada	150,00 €
<b>UO14</b>	ud	Señal triangular de lado 135 cm, reflexiva y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada	200,00 €
<b>UO15</b>	m	Marca vial reflexiva continua blanca, de 10 cm de ancho, ejecutada con pintura alcídica con una dotación de 720 gramos/m <sup>2</sup> y aplicación de microesferas vidrio con una dotación de 480 gramos/m <sup>2</sup> , incluso permarcaje	0,35 €
<b>UO16</b>	m	Marca vial reflexiva continua blanca de 15 cm de ancho, ejecutada con pintura alcídica con una dotación de 720 gramos/m <sup>2</sup> y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gramos/m <sup>2</sup> , incluso premarcaje	0,44 €



<b>UO17</b>	m	Perfil longitudinal flexible de acero galvanizado de sección doble onda, para barreras de seguridad, incluso soporte con protector para eliminación de aristas vivas, y p. p. de anclajes y terminales	26,83 €
<b>UO18</b>	ud	Partida alzada a justificar de mejora de pasos salvacunetas	60,00 €
<b>UO19</b>	ud	Partida alzada a justificar de estructura de paso superior en el P.K 125+500, incluyendo movimiento de tierras, firme, bordillos, señalización y drenaje. Totalmente ejecutada y entregada en llave en mano.	1.200.000,00 €
<b>UO20</b>	ud	Partida alzada a justificar de pasarela peatonal sobre la N-332 a la altura del P.K 128+700 totalmente ejecutada y entregada en llave en mano.	120.000,00 €

*Tabla 52.- Unidades de obra para llevar a cabo las medidas propuestas*

## 7.2. MEDICIONES

Las mediciones se obtienen de los informes creados por el software AutoCAD Civil 3D basándose en las secciones tipo y consideraciones que se detallan a continuación.

### 7.2.1. Sección transversal

Se ha adoptado una sección transversal similar a la de la mayoría del tramo como se ve a continuación:

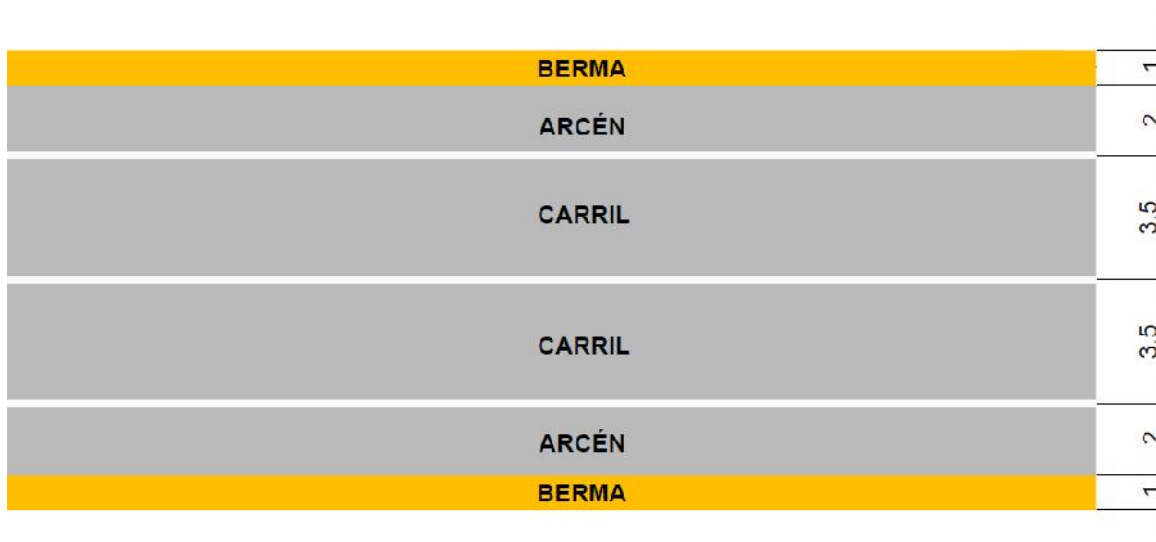


Figura 35.- Sección transversal de rediseño (medidas en metros)

### 7.2.2. Categoría de tráfico

Según el Análisis de Tráfico llevado a cabo, y de acuerdo a las consideraciones e hipótesis que se hicieron en su momento, la intensidad media diaria (IMD) que circulará en el tramo de proyecto será de 18.712 veh/día, con un 7% correspondiente a la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que nos daría unos 1.310 veh.p/día.

Para el dimensionamiento del firme se tiene en cuenta la IMDp en el carril de proyecto, que en nuestro caso resulta de dividir la IMDp total por dos, resultando 655 vehículos pesados al día.

Según la tabla 1A de la Norma 6.1.-IC las categorías de tráfico pesado son:

Categoría de tráfico pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (veh.p/día)	4.000	<4.000	<2000	<800
		2.000	800	200

Tabla 53.- Categorías de tráfico pesado T00 a T2 (Tabla 1A Norma 6.1-IC)

A la vista de los valores de esta tabla, el tramo del estudio tiene una categoría de tráfico T2.



### 7.2.4. Firme

Una vez definidas las dos variables de selección de firme (categoría de tráfico y explanada), y mirando en el catálogo de secciones de firme de la Instrucción, se obtienen las posibles soluciones de firme para nuestro caso.

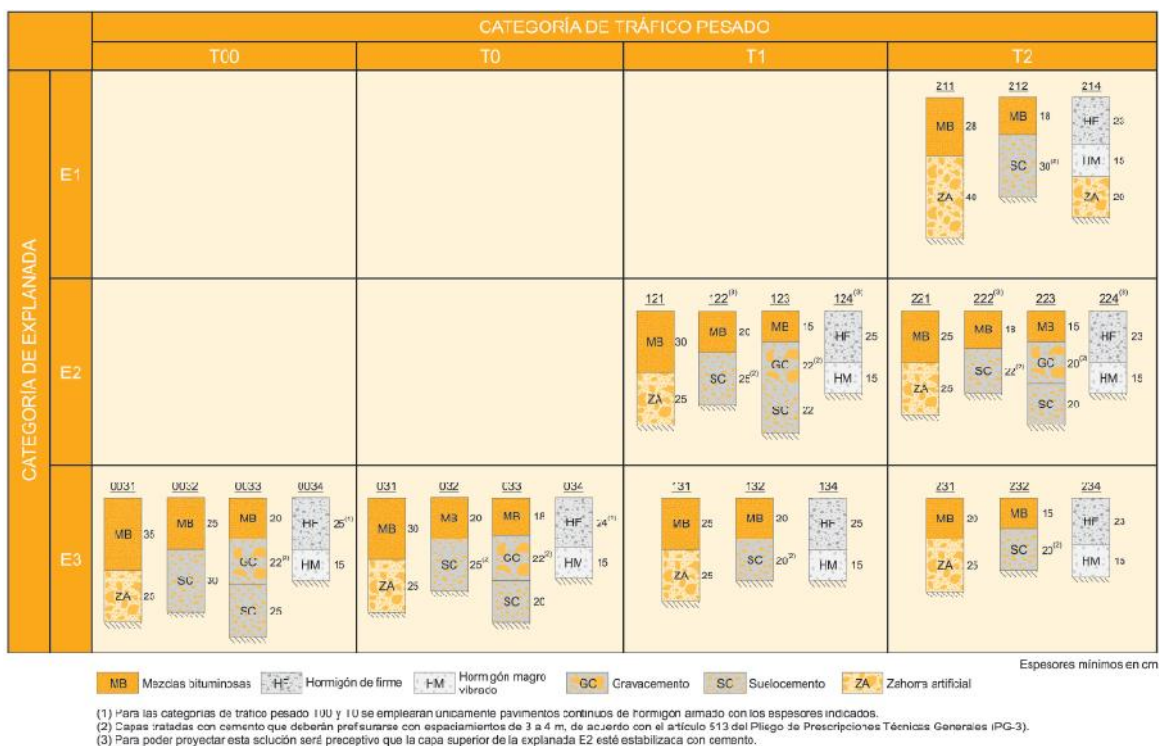


Figura 37.- Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T00 a T2, en función de la categoría de explanada

Para el caso que nos ocupa la norma nos da a elegir entre 4 opciones, quedándonos con la más económica “a priori”, que corresponde con la sección 221:

- 25 cm de Mezclas bituminosas
- 25 cm de Zahorra artificial

Esta sección estará compuesta por las siguientes capas:

Capa	Espesor (cm)	Material
Rodadura	3	Mezcla bituminosa discontinua BBTM11B
Riego de adherencia	-	Emulsión bituminosa catiónica C60B4ADH
Intermedia	7	Mezcla bituminosa semidensa AC22 bin S
Riego de adherencia	-	Emulsión bituminosa catiónica C60B4ADH
Base	15	Mezcla bituminosa gruesa AC32 base G
Riego de imprimación	-	Emulsión bituminosa catiónica C50BF5IMP
Base granular	25	Zahorra artificial ZA

Tabla 55.- Disposición de capas de firme





### 7.3. PRESUPUESTO

Código	Ud.	Definición	Cantidad	Precio	Total
<b>DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN</b>					<b>14.994,20 €</b>
U001	m	Demolición y levantado de bordillo	310	1,82 €	564,20 €
U002	m <sup>2</sup>	Demolición de pavimento	3900	3,70 €	14.430,00 €
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>74.768,02 €</b>
U003	m <sup>2</sup>	Excavación capa tierra vegetal	4950	0,53 €	2.623,50 €
U004	m <sup>3</sup>	Desmonte en terreno de tránsito	7140	4,83 €	34.486,20 €
U005	m <sup>3</sup>	Terraplén suelo adecuado	3701,25	4,99 €	18.469,24 €
U006	m <sup>3</sup>	Terraplén suelo seleccionado	2718	7,06 €	19.189,08 €
<b>FIRME</b>					<b>157.015,85 €</b>
U007	m <sup>3</sup>	Base zahorra artificial (ZA)	1589,06	22,17 €	35.229,52 €
U008	t	M.B.C tipo "AC32 base G" en capa de base	1782	37,78 €	67.323,96 €
U009	t	M.B.C tipo "AC22 bin S" en capa intermedia	866,25	40,20 €	34.823,25 €
U010	t	M.B.C Disc. tipo "BBTM11B" en capa de rodadura	371,25	45,10 €	16.743,38 €
U011	m <sup>2</sup>	Riego de adherencia con emulsión C60B4ADH	9900	0,18 €	1.782,00 €
U012	m <sup>2</sup>	Riego de imprimación con emulsión C50BF5IMP	6187,5	0,18 €	1.113,75 €
<b>SEÑALIZACIÓN</b>					<b>7.253,50 €</b>
U013	ud	Señal triangular reflexiva D=90 cm	26	150,00 €	3.900,00 €
U014	ud	Señal triangular reflexiva L=135 cm	14	200,00 €	2.800,00 €
U015	m	Marca vial continua de separación de carriles E=10cm	450	0,35 €	157,50 €



<b>UO16</b>	m	Marca vial continua de borde de calzada A=15cm	900	0,44 €	396,00 €
-------------	---	--	-----	--------	----------

<b>BALIZAMIENTO Y DEFENSA</b>					<b>18.781,00 €</b>
-------------------------------	--	--	--	--	--------------------

<b>UO17</b>	m	Barrera metálica de seguridad	700	26,83 €	18.781,00 €
-------------	---	-------------------------------	-----	---------	-------------

<b>PARTIDAS ALZADAS</b>					<b>1.320.120,00 €</b>
-------------------------	--	--	--	--	-----------------------

<b>UO18</b>	ud	Mejora pasos salvacunetas	2	60,00 €	120,00 €
-------------	----	---------------------------	---	---------	----------

<b>UO19</b>	ud	Puente P.K 125+500	1	1.200.000,00 €	1.200.000,00 €
-------------	----	--------------------	---	----------------	----------------

<b>UO20</b>	ud	Pasarela peatonal P.K 128+700	1	120.000,00 €	120.000,00 €
-------------	----	-------------------------------	---	--------------	--------------

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>					<b>1.592.932,57 €</b>
---------------------------------	--	--	--	--	-----------------------

<b>GASTOS GENERALES</b>	16%	254.869,21 €
-------------------------	-----	--------------

<b>BENEFICIO INDUSTRIAL</b>	6%	95.575,95 €
-----------------------------	----	-------------

1.943.377,73 €

<b>IVA</b>	21%	408.109,32 €
------------	-----	--------------

<b>TOTAL</b>					<b>2.351.487,06 €</b>
--------------	--	--	--	--	-----------------------

El presupuesto total estimado para la materialización de las actuaciones propuestas en el presente estudio, a falta del coste del peaje en sombra, asciende a la cantidad de DOS MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con SEIS.



## 8. CONCLUSIONES

Una vez analizados los aspectos de seguridad vial del tramo objeto del estudio, se han detectan varios problemas que se detallan a continuación:

- Inconsistencia del trazado geométrico, que a priori no cumple la normativa en muchos aspectos. Esta inconsistencia se manifiesta en curvas de radio muy reducido entre 60 y 100 metros precedidas por rectas excesivamente largas de alrededor de 1 kilómetro, además de la mala coordinación entre curvas consecutivas en varios puntos. La consistencia del trazado actual oscila entre los niveles pobre y aceptable tras aplicar los criterios de consistencia tanto locales como globales.
- Presencia de obstáculos no protegidos en los márgenes de la carretera (árboles y postes eléctricos, edificaciones, muros de contención de tierras, taludes de desmonte con formaciones rocosas salientes y pasos salvacunetas con extremos peligrosos ante choque frontal)
- Intersecciones con la posibilidad de realizar cambios de sentido a nivel con la peligrosidad que eso conlleva, así como lo giros a izquierdas sin carriles centrales de espera y carriles de aceleración con poco recorrido.
- Gran cantidad de accesos directos situados a ambos lados de la vía, concentrados en varias zonas del tramo siendo próximos entre ellos y con la posibilidad de realizar giros a la izquierda en la mayoría de ellos, aparte del mal estado del pavimento de estos accesos que dificulta la incorporación rápida a la carretera.
- Alto volumen de tráfico que se acerca a los 20 mil vehículos diarios, siendo más de la mitad tráfico de paso con origen – destino lejos de las zonas colindantes a la carretera.

En lo que se refiere al tema de señalización, hay que indicar que no se han detectado anomalías importantes, y que presentan un buen estado con una adecuada distribución, cumpliendo en todo momento la normativa, además de que la presencia de las curvas cerradas está reforzada con cebreado situado en los arcenes de ambos lados.

También se puede decir que la visibilidad de parada cumple la normativa siendo inferior a la distancia de parada en la totalidad del tramo, tanto en el recorrido de ida como el de vuelta.

En este estudio se han propuesto varias medidas de actuación para mejorar la seguridad vial de la carretera y convertirla en una vía más segura. De todas estas medidas se destacan las siguientes:



- ✓ Rediseño de la geometría para aumentar su consistencia
- ✓ Despeje de los márgenes e instalación de barreras metálicas de seguridad para proteger a los usuarios de la vía en caso de salidas de la misma
- ✓ Prohibición de cambios de sentido a nivel, y creación de carriles de espera para los giros a izquierda
- ✓ Reordenación de accesos, canalización de movimientos, y pavimentación de los accesos a caminos rurales o en mal estado
- ✓ Desvío del tráfico de paso a la AP-7 mediante un peaje en sombra

Los principales problemas de esta carretera según los usuarios de la misma y este estudio se resumen en un trazado sinuoso e inconsistente, unido de un alto volumen de tráfico que aumenta su riesgo, sobre todo el de vehículos pesados. Los vecinos de la zona y en especial usuarios de la vía manifestaron su enfado tanto a las administraciones como ante los medios de comunicación por no solucionar de raíz estos problemas exponiéndose a un riesgo importante al usar esta carretera, poseyendo además una autopista de peaje paralela al tramo que puede hacer la misma función con más seguridad.

En el presente estudio se ha actuado en esos puntos comprobando la efectividad de las medidas, y resulta que aplicarlas puede mejorar en gran medida la seguridad vial de la carretera. El rediseño de la geometría y el desvío del tráfico de paso a la AP-7 hará que la vía pase de tener un nivel de servicio E a tener un nivel D, y lo más importante, se estima que en 10 años se conseguirá reducir la siniestralidad en un 61,4%.

La inversión necesaria para materializar las actuaciones propuestas en el este estudio, a falta del coste del peaje en sombra, se estima que será de unos 2.351.487,06 €. Una cantidad razonable suponiendo el impacto que tendrá, sabiendo que el estado está “intentando” hacer de todo para reducir la mortalidad en las carreteras españolas.

En el caso de la propuesta del peaje en sombra en el tramo paralelo de la AP-7, para que sea “gratuita” su uso por parte de los viajeros de paso a través del tramo del estudio, se estima que tendrá un coste total de 45.134.546,36 euros durante los tres años que restan para el fin de la concesión. En caso de que la administración competente, el Ministerio de Fomento en este caso, no pueda sufragar este gasto debería poner fin a la concesión en su fecha determinada (31/12/2019) y no realizar ninguna prórroga bajo ningún concepto, ya que la concesionaria Abertis está actualmente presionando al estado y proponiendo bajadas minúsculas en las tarifas de los peajes con tal de prorrogar la concesión.



## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuntamiento de Alicante. (2013). Plan de movilidad urbana sostenible de alicante.
- Ayuntamiento de San Juan de Alicante. (2011). Plan de movilidad urbana sostenible de san juan de alicante.
- Camacho, F. J. (2015). Development and Calibration of a Global Geometric Design Consistency Model for Two-Lane Rural Highways, Based on the use of Continuous Operating Speed Profiles,
- Camacho, F. J., García, A., & Pérez, A. M. (2013). Consistencia del diseño geométrico de carreteras: Concepto y criterios.
- Camacho, F. J., Pérez, A. M., Campoy, J. M., & García, A. (2013). New geometric design consistency model based on operating speed profiles for road safety evaluation. *Accident Analysis & Prevention*, 61, 33-42.
- Dirección General de Carreteras, & Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento. (2013). Anuario estadístico de accidentes en la red de carreteras del estado
- Dirección General de Carreteras, & Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento. (2013). Estudio de accidentes.
- Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento. (2016). Web del plan nacional de ortofotografía aérea (PNOA - <http://pnoa.ign.es/es>).
- Federal Highway Administration. (2013). Introduction to safety performance funtions. Fhwa-Sa-13-016.
- García, A., Camacho, F. J., Pérez, A. M., Moreno, A. T., & Llorca, C. Nuevo proceso de diseño geométrico para unas carreteras convencionales más seguras.
- García, A., Llopis, D., Camacho, F. J., & Pérez, A. M. (2013). Nuevo índice de consistencia basado en la velocidad de operación inercial. *Rutas*, 154. pp. 19-27.
- Gibreel, G., Easa, S., Hassan, Y., & El-Dimeery, I. (1999). State of the art of highway geometric design consistency. *Journal of Transportation Engineering-Asce*, 125(4), 305-313.



- Gibreel, G., El-Dimeery, I., Hassan, Y., & Easa, S. (1999). Impact of highway consistency on capacity utilization of two-lane rural highways. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 26(6), 789-798.
- Lamm, R., Beck, A., Ruscher, T., Mailaender, T., Cafiso, S., & LACAVA, G. (2006). How to make two-lane rural roads safer-scientific background and guide for practical application.
- Lamm, R., Psarianos, B., & Mailaender, T. (1999). Highway design and traffic safety engineering handbook.
- Ministerio de Fomento. (1987). Norma 8.2- IC marcas viales. Orden De 16 De Julio De 1987, Dirección General De Carreteras, Madrid.
- Ministerio de Fomento. (1997). Orden de 16 de diciembre de 1997, por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Ministerio de Fomento. (1997). Real decreto 1674/1997, de 31 de octubre, por el que se modifican determinados términos de la concesión de las autopistas tarragona-valencia, valencia-alicante y sevilla cádiz, adjudicadas a «Autopistas del mare nostrum, sociedad anónima, concesionaria del estado».
- Ministerio de Fomento. (1999). Norma 3.1-IC trazado. Orden De 27 De Diciembre De 1999, Dirección General De Carreteras, Madrid.
- Ministerio de Fomento. (2002). Real decreto 1421/2002, de 27 de diciembre, por el que se modifica el inventario de autopistas de peaje integradas en la red de carreteras del estado.
- Ministerio de Fomento. (2003). Norma 6.1-IC secciones de firme. Orden De 28 De Noviembre De 2003, Dirección General De Carreteras, Madrid.
- Ministerio de Fomento. (2014). Norma 8.1-IC señalización vertical. Orden De 20 De Marzo De 2014, Dirección General De Carreteras, Madrid.
- Ministerio de Fomento. (2015). Mapa de tráfico 2014. Dirección General De Carreteras; Centro De Publicaciones.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial.



- Pérez, A., Camacho, F., & García, A. (2011). La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial. Cuaderno Tecnológico De La Plataforma Tecnológica Española De La Carretera, (6), 64.
- Polus, A., & Mattar-Habib, C. (2004). New consistency model for rural highways and its relationship to safety. Journal of Transportation Engineering, 130(3), 286-293.
- Puerto, L. y A. París. (2007). El programa EuroRAP. el proyecto RPS. Fundación RACC (46 Pág).
- TRB. (2000). HCM 2000 chapter 20. Highway Capacity Manual. Part III - Chapter 20 - Two-Lane Highways.
- TRB. (2010). HCM 2010 capítulo 15 en español. Volumen 2 - Flujo Ininterrumpido - Capítulo 14 - Carreteras Multicarril, Trad. Rivas.

## **10. CONCLUSIÓN TFM**

Con la redacción de este documento doy por finalizado mi Trabajo Final de Máster para la obtención del título de Máster Universitario en Transporte, Urbanismo y Territorio.

Valencia, Septiembre de 2016



Fdo.: Mohamed El Ouardi

## **11. ANEJOS**

- **Anejo I. Cálculo de la consistencia local del trazado actual mediante el criterio II de Lamm**
- **Anejo II. Cálculo de la consistencia global del trazado actual y mejorado mediante el método de Camacho**
- **Anejo III. Estado de alineaciones y rasantes del trazado mejorado**
- **Anejo IV. Cálculo de la consistencia local del trazado mejorado mediante el criterio II de Lamm**
- **Anejo V. Tablas para el cálculo del nivel de servicio (Highway Capacity Manual 2000)**





Anejo I. Cálculo de la consistencia local del trazado  
actual mediante el criterio II de Lamm



Elemento	Inicio (m)	Fin (m)	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	Recorrido IDA (Sentido creciente P.K's)				Recorrido VUELTA (Sentido decreciente P.K's)			
						$\lambda$	V85 (km/h)	$\Delta$ V85	Consistencia	$\lambda$	V85 (km/h)	$\Delta$ V85	Consistencia
Recta	0	307,427	307,427			0,00306653	102,40			0,004853125	105,93		
Clotoide	307,427	344,927	37,5		150			-10,49	Aceptable			14,02	
Círculo	344,927	374,05	29,123	-600			91,91				91,91		
Clotoide	374,05	411,55	37,5		150			12,08				-9,90	Buena
Recta	411,55	638,395	226,845			0,00485313	103,98			0,003451875	101,81		
Clotoide	638,395	710,645	72,25		170			-11,91	Aceptable			9,73	
Círculo	710,645	825,637	114,992	400			92,07				92,07		
Clotoide	825,637	897,887	72,25		170			6,42				-1,53	Buena
Recta	897,887	1026,357	128,47			0,00345188	98,49			0,002541063	93,60		
Clotoide	1026,357	1098,95	72,593		140			-11,22	Aceptable			6,33	
Círculo	1098,95	1189,669	90,719	-270			87,27				87,27		
Clotoide	1189,669	1262,262	72,593		140			0,23				-0,23	Buena
Recta	1262,262	1266,239	3,977			0,00254106	87,50			0,002541063	87,50		
Clotoide	1266,239	1338,832	72,593		140			-0,23	Buena			0,23	
Círculo	1338,832	1429,037	90,205	270			87,27				87,27		
Clotoide	1429,037	1501,63	72,593		140			14,26				-15,43	Aceptable
Recta	1501,63	1889,974	388,344			0,00254106	101,53			0,00275125	102,70		
Clotoide	1889,974	1923,307	33,333		100			-12,78	Aceptable			13,95	
Círculo	1923,307	1951,863	28,556	300			88,75				88,75		
Clotoide	1951,863	1985,196	33,333		100			0,09				24,14	
Recta	1985,196	2024,362	39,166			0,00275125	88,84			0,00135	64,61		
Clotoide	2024,362	2060,362	36		60			-26,69	Pobre			2,46	
Círculo	2060,362	2119,444	59,082	100			62,15				62,15		
Clotoide	2119,444	2155,444	36		60			6,26				-2,07	Buena
Recta	2155,444	2259,242	103,798			0,00135	68,40			0,001279938	64,22		



<b>Clotoide</b>	2259,242	2299,242	40	60			-10,69	<b>Aceptable</b>			6,51	
<b>Círculo</b>	2299,242	2331,251	32,009	90			57,71				57,71	
<b>Clotoide</b>	2331,251	2371,251	40	60			16,71				-16,71	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	2371,251	2672,178	300,927			0,00127994	74,43			0,001279938	74,43	
<b>Clotoide</b>	2672,178	2712,178	40	60			-16,71	<b>Aceptable</b>			16,71	
<b>Círculo</b>	2712,178	2723,85	11,672	90			57,71				57,71	
<b>Clotoide</b>	2723,85	2763,85	40	60			12,57				-12,57	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	2763,85	2978,722	214,872			0,00127994	70,28			0,001279938	70,28	
<b>Clotoide</b>	2978,722	3025,666	46,944	65			-12,57	<b>Aceptable</b>			12,57	
<b>Círculo</b>	3025,666	3076,382	50,716	90			57,71				57,71	
<b>Clotoide</b>	3076,382	3123,326	46,944	65			1,93				-6,29	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	3123,326	3152,697	29,371			0,00127994	59,64			0,00135	64,01	
<b>Clotoide</b>	3152,697	3208,947	56,25	75			2,50				1,86	
<b>Círculo</b>	3208,947	3284,37	75,423	100			62,15				62,15	
<b>Clotoide</b>	3284,37	3340,62	56,25	75			6,89				-38,32	<b>Pobre</b>
<b>Recta</b>	3340,62	3455,805	115,185			0,00135	69,04			0,007655625	100,47	
<b>Clotoide</b>	3455,805	3545,805	90	300			25,08				6,36	
<b>Círculo</b>	3545,805	3601,076	55,271	1000			94,11				94,11	
<b>Clotoide</b>	3601,076	3691,076	90	300			6,42				-3,36	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	3691,076	3960,349	269,273			0,00765563	100,53			0,002400938	97,47	
<b>Clotoide</b>	3960,349	4017,949	57,6	120			-14,44	<b>Aceptable</b>			11,39	
<b>Círculo</b>	4017,949	4042,669	24,72	250			86,09				86,09	
<b>Clotoide</b>	4042,669	4100,269	57,6	120			2,09				-0,70	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	4100,269	4138,436	38,167			0,00240094	88,18			0,002260813	86,79	
<b>Clotoide</b>	4138,436	4191,045	52,609	110			-3,48	<b>Buena</b>			2,09	
<b>Círculo</b>	4191,045	4317,568	126,523	-230			84,70				84,70	
<b>Clotoide</b>	4317,568	4370,177	52,609	110			5,35				32,33	



Recta	4370,177	4475,149	104,972			0,00226081	90,04			0,001139813	52,37		
Clotoide	4475,149	4498,006	22,857		40			-45,00	Pobre			7,32	
Círculo	4498,006	4526,493	28,487	70			45,04				45,04		
Clotoide	4526,493	4549,35	22,857		40			9,02				-49,97	Pobre
Recta	4549,35	4680,439	131,089			0,00113981	54,06			0,0041525	95,01		
Clotoide	4680,439	4719,639	39,2		140			36,74				4,21	
Círculo	4719,639	4740,071	20,432	-500			90,80				90,80		
Clotoide	4740,071	4779,271	39,2		140			18,89				-6,70	Buena
Recta	4779,271	5773,776	994,505			0,0041525	109,69			0,00135	97,50		
Clotoide	5773,776	5809,776	36		60			-47,55	Pobre			35,36	
Círculo	5809,776	5865,064	55,288	100			62,15				62,15		
Clotoide	5865,064	5901,064	36		60			2,36				19,57	
Recta	5901,064	5938,581	37,517			0,00135	64,51			0,000999688	42,58		
Clotoide	5938,581	5979,081	40,5		45			-24,51	Pobre			2,58	
Círculo	5979,081	6003,397	24,316	50			40,00				40,00		
Clotoide	6003,397	6043,897	40,5		45			41,52				-50,53	Pobre
Recta	6043,897	6943,52	899,623			0,00099969	81,52			0,001209875	90,53		
Clotoide	6943,52	6977,32	33,8		52			-29,35	Pobre			38,36	
Círculo	6977,32	7003,911	26,591	80			52,17				52,17		
Clotoide	7003,911	7037,711	33,8		52			16,03				-42,57	Pobre
Recta	7037,711	7305,942	268,231			0,00120988	68,20			0,002120688	94,74		
Clotoide	7305,942	7344,513	38,571		90			14,85				11,69	
Círculo	7344,513	7375,561	31,048	-210			83,05				83,05		
Clotoide	7375,561	7414,132	38,571		90			15,25				-12,75	Aceptable
Recta	7414,132	7807,466	393,334			0,00212069	98,30			0,0019105	95,79		
Clotoide	7807,466	7824,341	16,875		45			-18,42	Aceptable			15,91	
Círculo	7824,341	7831,33	6,989	180			79,88				79,88		



<b>Clotoide</b>	7831,33	7848,205	16,875		45			17,40				9,37	
<b>Recta</b>	7848,205	8299,3	451,095			0,0019105	97,28			0,001104781	70,51		
<b>Clotoide</b>	8299,3	8337,762	38,462		50			-52,28	<b>Pobre</b>			25,51	
<b>Círculo</b>	8337,762	8354,262	16,5	65			45,00				45,00		
<b>Clotoide</b>	8354,262	8392,724	38,462		50			9,72				-52,38	<b>Pobre</b>
<b>Recta</b>	8392,724	8539,41	146,686			0,00110478	54,72			0,0030315	97,38		
<b>Clotoide</b>	8539,41	8597,057	57,647		140			35,59				7,07	
<b>Círculo</b>	8597,057	8628,662	31,605	340			90,31				90,31		
<b>Clotoide</b>	8628,662	8686,309	57,647		140			18,97				-19,69	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	8686,309	9780,585	1094,276			0,0030315	109,29			0,00835625	110,00		
<b>Clotoide</b>	9780,585	9837,403	56,818		250			-14,87	<b>Aceptable</b>			15,58	
<b>Círculo</b>	9837,403	9857,035	19,632	1100			94,42				94,42		
<b>Clotoide</b>	9857,035	9913,853	56,818		250			15,21				-11,73	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	9913,853	10359,334	445,481			0,00835625	109,62			0,003451875	106,15		
<b>Clotoide</b>	10359,334	10431,584	72,25		170			-17,55	<b>Aceptable</b>			14,08	
<b>Círculo</b>	10431,584	10502,293	70,709	400			92,07				92,07		
<b>Clotoide</b>	10502,293	10574,543	72,25		170			9,66				-10,37	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	10574,543	10798,881	224,338			0,00345188	101,74			0,0041525	102,44		
<b>Clotoide</b>	10798,881	10856,681	57,8		170			-10,93	<b>Aceptable</b>			11,63	
<b>Círculo</b>	10856,681	10897,381	40,7	-500			90,80				90,80		
<b>Clotoide</b>	10897,381	10955,181	57,8		170			10,11				-8,44	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	10955,181	11135,248	180,067			0,0041525	100,91			0,003171625	99,25		
<b>Clotoide</b>	11135,248	11206,359	71,111		160			-9,95	<b>Buena</b>			8,28	
<b>Círculo</b>	11206,359	11454,717	248,358	360			90,96				90,96		
<b>Clotoide</b>	11454,717	11525,828	71,111		160			1,29				-2,94	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	11525,828	11547,895	22,067			0,00317163	92,25			0,004958219	93,90		



Anejo II. Cálculo de la consistencia global del trazado actual y mejorado mediante el método de Camacho



Elemento	TRAZADO ACTUAL				TRAZADO MEJORADO			
	Inicio (m)	Fin (m)	Radio (m)	Tasa dec (m/s <sup>2</sup> )	Inicio (m)	Fin (m)	Radio (m)	Tasa dec (m/s <sup>2</sup> )
Recta	0	307,427			0	307,427		
Clotoide	307,427	344,927			307,427	344,927		
Círculo	344,927	374,05	-600	0,50372667	344,927	374,05	-600	0,50372667
Clotoide	374,05	411,55			374,05	411,55		
Recta	411,55	638,395			411,55	638,397		
Clotoide	638,395	710,645			638,397	710,647		
Círculo	710,645	825,637	400	0,59909	710,647	825,635	400	0,59909
Clotoide	825,637	897,887			825,635	897,885		
Recta	897,887	1026,357			897,885	1026,792		
Clotoide	1026,357	1098,95			1026,792	1099,385		
Círculo	1098,95	1189,669	-270	0,73683704	1099,385	1168,649	-270	0,73683704
Clotoide	1189,669	1262,262			1168,649	1241,242		
Recta	1262,262	1266,239			1241,242	1329,226		
Clotoide	1266,239	1338,832			1329,226	1384,351		
Círculo	1338,832	1429,037	270	0,73683704	1384,351	1434,145	200	0,88518
Clotoide	1429,037	1501,63			1434,145	1489,27		
Recta	1501,63	1889,974			1489,27	1910,079		
Clotoide	1889,974	1923,307			1910,079	1927,873		
Círculo	1923,307	1951,863	300	0,69445333	1927,873	1946,709	170	0,98615294
Clotoide	1951,863	1985,196			1946,709	1964,503		
Recta	1985,196	2024,362			1964,503	2022,216		
Clotoide	2024,362	2060,362			2022,216	2058,216		
Círculo	2060,362	2119,444	100	1,45736	2058,216	2118,069	100	1,45736
Clotoide	2119,444	2155,444			2118,069	2154,069		
Recta	2155,444	2259,242			2154,069	2258,289		



<b>Clotoide</b>	2259,242	2299,242			2258,289	2298,289		
<b>Círculo</b>	2299,242	2331,251	90	1,58451111	2298,289	2330,265	90	1,58451111
<b>Clotoide</b>	2331,251	2371,251			2330,265	2370,265		
<b>Recta</b>	2371,251	2672,178			2370,265	2671,268		
<b>Clotoide</b>	2672,178	2712,178			2671,268	2711,268		
<b>Círculo</b>	2712,178	2723,85	90	1,58451111	2711,268	2722,838	90	1,58451111
<b>Clotoide</b>	2723,85	2763,85			2722,838	2762,838		
<b>Recta</b>	2763,85	2978,722			2762,838	2968,969		
<b>Clotoide</b>	2978,722	3025,666			2968,969	3020,105		
<b>Círculo</b>	3025,666	3076,382	90	1,58451111	3020,105	3050,151	110	1,35332727
<b>Clotoide</b>	3076,382	3123,326			3050,151	3101,287		
<b>Recta</b>	3123,326	3152,697			3101,287	3156,953		
<b>Clotoide</b>	3152,697	3208,947			3156,953	3212,078		
<b>Círculo</b>	3208,947	3284,37	100	1,45736	3212,078	3350,863	200	0,88518
<b>Clotoide</b>	3284,37	3340,62			3350,863	3405,988		
<b>Recta</b>	3340,62	3455,805			3405,988	3421,556		
<b>Clotoide</b>	3455,805	3545,805			3421,556	3511,556		
<b>Círculo</b>	3545,805	3601,076	1000	0,427436	3511,556	3565,752	1000	0,427436
<b>Clotoide</b>	3601,076	3691,076			3565,752	3655,752		
<b>Recta</b>	3691,076	3960,349			3655,752	3924,938		
<b>Clotoide</b>	3960,349	4017,949			3924,938	3982,538		
<b>Círculo</b>	4017,949	4042,669	250	0,770744	3982,538	4007,383	250	0,770744
<b>Clotoide</b>	4042,669	4100,269			4007,383	4064,983		
<b>Recta</b>	4100,269	4138,436			4064,983	4102,773		
<b>Clotoide</b>	4138,436	4191,045			4102,773	4155,382		
<b>Círculo</b>	4191,045	4317,568	-230	0,81054783	4155,382	4281,891	-230	0,81054783
<b>Clotoide</b>	4317,568	4370,177			4281,891	4334,5		





<b>Recta</b>	4370,177	4475,149			4334,5	4381,1		
<b>Clotoide</b>	4475,149	4498,006			4381,1	4436,656		
<b>Círculo</b>	4498,006	4526,493	70	1,9478	4436,656	4513,028	180	0,94875556
<b>Clotoide</b>	4526,493	4549,35			4513,028	4568,584		
<b>Recta</b>	4549,35	4680,439			4568,584	4640,902		
<b>Clotoide</b>	4680,439	4719,639			4640,902	4680,102		
<b>Círculo</b>	4719,639	4740,071	-500	0,541872	4680,102	4700,697	-500	0,541872
<b>Clotoide</b>	4740,071	4779,271			4700,697	4739,897		
<b>Recta</b>	4779,271	5773,776			4739,897	5569,246		
<b>Clotoide</b>	5773,776	5809,776			5569,246	5638,777		
<b>Círculo</b>	5809,776	5865,064	100	1,45736	5638,777	5711,948	350	0,63996
<b>Clotoide</b>	5865,064	5901,064			5711,948	5781,479		
<b>Recta</b>	5901,064	5938,581			5781,479	5781,791		
<b>Clotoide</b>	5938,581	5979,081			5781,791	5851,322		
<b>Círculo</b>	5979,081	6003,397	50	2,60172	5851,322	6058,714	350	0,63996
<b>Clotoide</b>	6003,397	6043,897			6058,714	6128,245		
<b>Recta</b>	6043,897	6943,52			6128,245	6736,295		
<b>Clotoide</b>	6943,52	6977,32			6736,295	6809,438		
<b>Círculo</b>	6977,32	7003,911	80	1,74345	6809,438	7000,635	350	0,63996
<b>Clotoide</b>	7003,911	7037,711			7000,635	7073,778		
<b>Recta</b>	7037,711	7305,942			7073,778	7215,192		
<b>Clotoide</b>	7305,942	7344,513			7215,192	7253,763		
<b>Círculo</b>	7344,513	7375,561	-210	0,85793333	7253,763	7284,811	-210	0,85793333
<b>Clotoide</b>	7375,561	7414,132			7284,811	7323,382		
<b>Recta</b>	7414,132	7807,466			7323,382	7713,534		
<b>Clotoide</b>	7807,466	7824,341			7713,534	7724,784		
<b>Círculo</b>	7824,341	7831,33	180	0,94875556	7724,784	7749,36	180	0,94875556



<b>Clotoide</b>	7831,33	7848,205			7749,36	7760,61		
<b>Recta</b>	7848,205	8299,3			7760,61	8151,031		
<b>Clotoide</b>	8299,3	8337,762			8151,031	8209,855		
<b>Círculo</b>	8337,762	8354,262	65	2,07355385	8209,855	8294,809	170	0,98615294
<b>Clotoide</b>	8354,262	8392,724			8294,809	8353,633		
<b>Recta</b>	8392,724	8539,41			8353,633	8443		
<b>Clotoide</b>	8539,41	8597,057			8443	8500,647		
<b>Círculo</b>	8597,057	8628,662	340	0,64957647	8500,647	8532,259	340	0,64957647
<b>Clotoide</b>	8628,662	8686,309			8532,259	8589,906		
<b>Recta</b>	8686,309	9780,585			8589,906	9684,178		
<b>Clotoide</b>	9780,585	9837,403			9684,178	9740,996		
<b>Círculo</b>	9837,403	9857,035	1100	0,41703273	9740,996	9760,628	1100	0,41703273
<b>Clotoide</b>	9857,035	9913,853			9760,628	9817,446		
<b>Recta</b>	9913,853	10359,334			9817,446	10262,927		
<b>Clotoide</b>	10359,334	10431,584			10262,927	10335,177		
<b>Círculo</b>	10431,584	10502,293	400	0,59909	10335,177	10405,886	400	0,59909
<b>Clotoide</b>	10502,293	10574,543			10405,886	10478,136		
<b>Recta</b>	10574,543	10798,881			10478,136	10702,474		
<b>Clotoide</b>	10798,881	10856,681			10702,474	10760,274		
<b>Círculo</b>	10856,681	10897,381	-500	0,541872	10760,274	10800,974	-500	0,541872
<b>Clotoide</b>	10897,381	10955,181			10800,974	10858,774		
<b>Recta</b>	10955,181	11135,248			10858,774	11038,841		
<b>Clotoide</b>	11135,248	11206,359			11038,841	11109,952		
<b>Círculo</b>	11206,359	11454,717	360	0,63087778	11109,952	11358,31	360	0,63087778
<b>Clotoide</b>	11454,717	11525,828			11358,31	11429,421		
<b>Recta</b>	11525,828	11547,895			11429,421	11451,488		



<b>CONSISTENCIA GLOBAL – TRAZADO ACTUAL</b>	
Velocidad de operación media ( $\bar{v}_{85}$ )	81,51 km/h
Deceleración media ( $\bar{d}_{85}$ )	0,83 m/s <sup>2</sup>
<b>C</b>	<b>4,23</b> <b>Aceptable</b>

*Resultado de la aplicación del método de consistencia global para la carretera actual*

<b>CONSISTENCIA GLOBAL – TRAZADO MEJORADO</b>	
Velocidad de operación media ( $\bar{v}_{85}$ )	88,06 km/h
Deceleración media ( $\bar{d}_{85}$ )	0,83 m/s <sup>2</sup>
<b>C</b>	<b>4,73</b> <b>Aceptable</b>

*Resultado de la aplicación del método de consistencia global para la carretera acondicionada*



Anejo III. Estado de alineaciones y rasantes del trazado  
mejorado



ESTADO DE ALINEACIONES						
Elemento	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	Ángulo girado
Recta	0+000.00	0+307.43	307.427			
Clotoide	0+307.43	0+344.93	37.500		150	1.9894 (gc)
Círculo	0+344.93	0+374.05	29.123	-600		3.0900 (gc)
Clotoide	0+374.05	0+411.55	37.500		150	1.9894 (gc)
Recta	0+411.55	0+638.40	226.847			
Clotoide	0+638.40	0+710.65	72.250		170	5.7495 (gc)
Círculo	0+710.65	0+825.63	114.988	400		18.3009 (gc)
Clotoide	0+825.63	0+897.88	72.250		170	5.7495 (gc)
Recta	0+897.88	1+026.79	128.907			
Clotoide	1+026.79	1+099.38	72.593		140	8.5581 (gc)
Círculo	1+099.38	1+168.65	69.264	-270		16.3313 (gc)
Clotoide	1+168.65	1+241.24	72.593		140	8.5581 (gc)
Recta	1+241.24	1+329.22	87.979			
Clotoide	1+329.22	1+384.34	55.125		105	8.7734 (gc)
Círculo	1+384.34	1+434.15	49.803	200		15.8527 (gc)
Clotoide	1+434.15	1+489.27	55.125		105	8.7734 (gc)
Recta	1+489.27	1+911.65	422.379			
Clotoide	1+911.65	1+929.44	17.794		55	3.3318 (gc)
Círculo	1+929.44	1+948.74	19.298	170		7.2266 (gc)
Clotoide	1+948.74	1+966.54	17.794		55	3.3318 (gc)
Recta	1+966.54	2+022.08	55.548			
Clotoide	2+022.08	2+058.08	36.000		60	11.4592 (gc)
Círculo	2+058.08	2+118.20	60.120	100		38.2737 (gc)
Clotoide	2+118.20	2+154.20	36.000		60	11.4592 (gc)
Recta	2+154.20	2+258.25	104.049			
Clotoide	2+258.25	2+298.25	40.000		60	14.1471 (gc)
Círculo	2+298.25	2+330.23	31.976	90		22.6186 (gc)
Clotoide	2+330.23	2+370.23	40.000		60	14.1471 (gc)
Recta	2+370.23	2+671.23	301.003			
Clotoide	2+671.23	2+711.23	40.000		60	14.1471 (gc)
Círculo	2+711.23	2+722.80	11.570	90		8.1838 (gc)
Clotoide	2+722.80	2+762.80	40.000		60	14.1471 (gc)
Recta	2+762.80	2+968.93	206.131			
Clotoide	2+968.93	3+020.07	51.136		75	14.7975 (gc)
Círculo	3+020.07	3+050.12	30.046	110		17.3888 (gc)
Clotoide	3+050.12	3+101.25	51.136		75	14.7975 (gc)
Recta	3+101.25	3+156.92	55.666			
Clotoide	3+156.92	3+212.04	55.125		105	8.7734 (gc)
Círculo	3+212.04	3+350.83	138.785	200		44.1767 (gc)
Clotoide	3+350.83	3+405.95	55.125		105	8.7734 (gc)
Recta	3+405.95	3+421.52	15.568			
Clotoide	3+421.52	3+511.52	90.000		300	2.8648 (gc)
Círculo	3+511.52	3+565.72	54.196	1000		3.4502 (gc)



Clotoide	3+565.72	3+655.72	90.000		300	2.8648 (gc)
Recta	3+655.72	3+924.90	269.186			
Clotoide	3+924.90	3+982.50	57.600		120	7.3339 (gc)
Círculo	3+982.50	4+007.35	24.845	250		6.3266 (gc)
Clotoide	4+007.35	4+064.95	57.600		120	7.3339 (gc)
Recta	4+064.95	4+102.74	37.790			
Clotoide	4+102.74	4+155.35	52.609		110	7.2808 (gc)
Círculo	4+155.35	4+281.85	126.509	-230		35.0164 (gc)
Clotoide	4+281.85	4+334.46	52.609		110	7.2808 (gc)
Recta	4+334.46	4+381.06	46.600			
Clotoide	4+381.06	4+436.62	55.556		100	9.8244 (gc)
Círculo	4+436.62	4+512.99	76.372	180		27.0112 (gc)
Clotoide	4+512.99	4+568.55	55.556		100	9.8244 (gc)
Recta	4+568.55	4+640.86	72.318			
Clotoide	4+640.86	4+680.06	39.200		140	2.4955 (gc)
Círculo	4+680.06	4+700.66	20.595	-500		2.6223 (gc)
Clotoide	4+700.66	4+739.86	39.200		140	2.4955 (gc)
Recta	4+739.86	5+569.21	829.349			
Clotoide	5+569.21	5+638.74	69.531		156	6.3236 (gc)
Círculo	5+638.74	5+711.91	73.171	350		13.3092 (gc)
Clotoide	5+711.91	5+781.44	69.531		156	6.3236 (gc)
Recta	5+781.44	5+781.76	0.312			
Clotoide	5+781.76	5+851.29	69.531		156	6.3236 (gc)
Círculo	5+851.29	6+058.68	207.392	350		37.7228 (gc)
Clotoide	6+058.68	6+128.21	69.531		156	6.3236 (gc)
Recta	6+128.21	6+736.26	608.050			
Clotoide	6+736.26	6+809.40	73.143		160	6.6520 (gc)
Círculo	6+809.40	7+000.60	191.197	350		34.7771 (gc)
Clotoide	7+000.60	7+073.74	73.143		160	6.6520 (gc)
Recta	7+073.74	7+215.16	141.414			
Clotoide	7+215.16	7+253.73	38.571		90	5.8465 (gc)
Círculo	7+253.73	7+284.78	31.048	-210		9.4124 (gc)
Clotoide	7+284.78	7+323.35	38.571		90	5.8465 (gc)
Recta	7+323.35	7+713.50	390.152			
Clotoide	7+713.50	7+724.75	11.250		45	1.9894 (gc)
Círculo	7+724.75	7+749.33	24.576	180		8.6920 (gc)
Clotoide	7+749.33	7+760.58	11.250		45	1.9894 (gc)
Recta	7+760.58	8+151.00	390.421			
Clotoide	8+151.00	8+209.82	58.824		100	11.0142 (gc)
Círculo	8+209.82	8+294.77	84.954	170		31.8137 (gc)
Clotoide	8+294.77	8+353.60	58.824		100	11.0142 (gc)
Recta	8+353.60	8+442.97	89.367			
Clotoide	8+442.97	8+500.61	57.647		140	5.3969 (gc)
Círculo	8+500.61	8+532.22	31.612	340		5.9190 (gc)
Clotoide	8+532.22	8+589.87	57.647		140	5.3969 (gc)



Recta	8+589.87	9+684.14	1.094.272			
Clotoide	9+684.14	9+740.96	56.818		250	1.6442 (gc)
Círculo	9+740.96	9+760.59	19.632	1100		1.1362 (gc)
Clotoide	9+760.59	9+817.41	56.818		250	1.6442 (gc)
Recta	9+817.41	10+262.89	445.481			
Clotoide	10+262.89	10+335.14	72.250		170	5.7495 (gc)
Círculo	10+335.14	10+405.85	70.709	400		11.2537 (gc)
Clotoide	10+405.85	10+478.10	72.250		170	5.7495 (gc)
Recta	10+478.10	10+702.44	224.338			
Clotoide	10+702.44	10+760.24	57.800		170	3.6797 (gc)
Círculo	10+760.24	10+800.94	40.700	-500		5.1821 (gc)
Clotoide	10+800.94	10+858.74	57.800		170	3.6797 (gc)
Recta	10+858.74	11+038.81	180.067			
Clotoide	11+038.81	11+109.92	71.111		160	6.2876 (gc)
Círculo	11+109.92	11+358.28	248.358	360		43.9194 (gc)
Clotoide	11+358.28	11+429.39	71.111		160	6.2876 (gc)
Recta	11+429.39	11+451.45	22.067			

ESTADO DE RASANTES					
Tipo	P.K. inicial (m)	P.K. final (m)	Longitud (m)	Inclinación	Kv (m)
Rampa	0+000,00	0+018,96	18.960	0.29%	
Acuerdo Cóncavo	0+018,96	0+070,20	51.237		2.694,90
Rampa	0+070,20	0+179,15	108.949	2.19%	
Acuerdo Cóncavo	0+179,15	0+251,15	72.006		2.588,70
Rampa	0+251,15	0+907,34	656.187	4.97%	
Acuerdo Cóncavo	0+907,34	1+000,54	93.196		4.473,30
Rampa	1+000,54	1+037,80	37.268	7.05%	
Acuerdo Convexo	1+037,80	1+284,02	246.213		2.387,30
Pendiente	1+284,02	1+302,33	18.317	-3.26%	
Acuerdo Cóncavo	1+302,33	1+494,86	192.529		2.969,00
Rampa	1+494,86	1+495,69	0.830	3.22%	
Acuerdo Convexo	1+495,69	1+725,60	229.911		4.211,00
Pendiente	1+725,60	2+116,59	390.989	-2.24%	
Acuerdo Cóncavo	2+116,59	2+222,73	106.138		2.886,80
Rampa	2+222,73	2+295,28	72.549	1.44%	
Acuerdo Convexo	2+295,28	2+716,73	421.450		6.184,80
Pendiente	2+716,73	2+855,36	138.632	-5.37%	
Acuerdo Cóncavo	2+855,36	2+928,90	73.539		3.025,90
Pendiente	2+928,90	3+119,83	190.929	-2.94%	
Acuerdo Cóncavo	3+119,83	3+204,40	84.567		5.199,70
Pendiente	3+204,40	3+264,78	60.387	-1.32%	
Acuerdo Convexo	3+264,78	3+384,10	119.314		1.711,90
Pendiente	3+384,10	4+198,53	814.437	5.65%	
Acuerdo Cóncavo	4+198,53	4+295,29	96.754		1.097,10
Rampa	4+295,29	4+395,05	99.760	-3.17%	
Acuerdo Convexo	4+395,05	4+518,90	123.853		7.644,40
Pendiente	4+518,90	4+520,52	1.615	-4.79%	
Acuerdo Convexo	4+520,52	4+557,22	36.704		1.818,40
Pendiente	4+557,22	4+613,12	55.900	-2.77%	
Acuerdo Cóncavo	4+613,12	4+734,12	121.001		3.763,90
Pendiente	4+734,12	4+894,94	160.821	-5.98%	
Acuerdo Convexo	4+894,94	5+009,74	114.795		1.959,60
Pendiente	5+009,74	5+010,19	0.454	-0.13%	
Acuerdo Cóncavo	5+010,19	5+055,42	45.224		3.651,30
Pendiente	5+055,42	5+119,41	63.998	-1.36%	
Acuerdo Convexo	5+119,41	5+272,91	153.495		2.557,40
Pendiente	5+272,91	5+366,03	93.125	-7.37%	
Acuerdo Convexo	5+366,03	5+502,17	136.133		2.627,00
Pendiente	5+502,17	5+546,36	44.189	-2.18%	
Acuerdo Cóncavo	5+546,36	5+701,81	155.458		9.675,80
Pendiente	5+701,81	5+711,75	9.938	-3.79%	
Acuerdo Convexo	5+711,75	5+830,42	118.666		1.987,00
Pendiente	5+830,42	5+844,29	13.869	2.18%	
Acuerdo Cóncavo	5+844,29	5+989,14	144.858		2.098,40





Rampa	5+989,14	6+068,02	78.876	-4.72%	
Acuerdo Convexo	6+068,02	6+112,11	44.087		1.210,00
Pendiente	6+112,11	6+301,33	189.223	-1.08%	
Acuerdo Cóncavo	6+301,33	6+363,52	62.192		707,00
Pendiente	6+363,52	6+389,51	25.987	7.72%	
Acuerdo Cóncavo	6+389,51	6+509,24	119.733		1.392,00
Rampa	6+509,24	6+661,33	152.091	-0.88%	
Acuerdo Convexo	6+661,33	6+878,20	216.870		14.959,90
Pendiente	6+878,20	6+981,50	103.296	-2.33%	
Acuerdo convexo	6+981,50	7+048,50	67.004		1.093,00
Pendiente	7+048,50	7+123,76	75.252	3.80%	
Acuerdo Cóncavo	7+123,76	7+243,04	119.280		7.211,00
Pendiente	7+243,04	7+272,27	29.236	5.45%	
Acuerdo Convexo	7+272,27	7+439,84	167.568		1.182,40
Pendiente	7+439,84	7+556,80	116.959	-8.72%	
Acuerdo Cóncavo	7+556,80	7+597,58	40.784		524,90
Rampa	7+597,58	7+599,32	1.733	-0.95%	
Acuerdo Cóncavo	7+599,32	7+731,39	132.076		6.947,00
Rampa	7+731,39	7+792,02	60.626	-2.85%	
Acuerdo Convexo	7+792,02	7+936,03	144.013		1.968,80
Pendiente	7+936,03	8+206,50	270.465	4.46%	
Acuerdo Cóncavo	8+206,50	8+255,33	48.836		2.280,00
Pendiente	8+255,33	8+259,97	4.636	6.61%	
Acuerdo Convexo	8+259,97	8+312,31	52.338		2.918,60
Pendiente	8+312,31	8+317,01	4.702	4.81%	
Acuerdo Cóncavo	8+317,01	8+381,51	64.500		3.959,00
Rampa	8+381,51	8+392,48	10.976	6.44%	
Acuerdo Cóncavo	8+392,48	8+526,40	133.919		2.157,30
Rampa	8+526,40	8+585,47	59.069	0.23%	
Acuerdo Convexo	8+585,47	8+668,23	82.761		2.693,20
Rampa	8+668,23	8+734,51	66.278	3.31%	
Acuerdo Cóncavo	8+734,51	8+840,71	106.202		1.482,60
Rampa	8+840,71	8+840,79	0.075	-3.86%	
Acuerdo Convexo	8+840,79	9+195,84	355.053		22.752,40
Rampa	9+195,84	9+199,15	3.314	-2.30%	
Acuerdo Cóncavo	9+199,15	9+460,88	261.722		75.867,90
Rampa	9+460,88	9+503,88	43.002	-2.64%	
Acuerdo Convexo	9+503,88	9+567,18	63.303		1.217,10
Pendiente	9+567,18	9+627,72	60.536	2.56%	
Acuerdo Cóncavo	9+627,72	9+773,77	146.056		3.170,30
Pendiente	9+773,77	9+954,86	181.088	-2.05%	
Acuerdo Convexo	9+954,86	10+217,67	262.812		3.908,00
Pendiente	10+217,67	10+400,94	183.264	4.68%	
Acuerdo Cóncavo	10+400,94	10+687,73	286.789		12.243,80
Rampa	10+687,73	10+927,78	240.052	2.34%	
Acuerdo Convexo	10+927,78	10+999,79	72.015		3.291,40



Pendiente	10+999,79	11+001,06	1.267	4.52%	
Acuerdo Cóncavo	11+001,06	11+281,12	280.059		2.799,60
Rampa	11+281,12	11+451,45	170.333	-5.48%	



Anejo IV. Cálculo de la consistencia local del trazado  
mejorado mediante el criterio II de Lamm



Elemento	Inicio (m)	Fin (m)	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	Recorrido IDA (Sentido creciente P.K's)				Recorrido VUELTA (Sentido decreciente P.K's)			
						$\lambda$	V85 (km/h)	$\Delta$ V85	Consist.	$\lambda$	V85 (km/h)	$\Delta$ V85	Consist.
Recta	0	307,427	307,427			0,00306653	102,40			0,004853125	105,93		
Clotoide	307,427	344,927	37,5		150			-10,49	Aceptable			14,02	
Círculo	344,927	374,05	29,123	-600			91,91				91,91		
Clotoide	374,05	411,55	37,5		150			12,08				-9,90	Buena
Recta	411,55	638,397	226,847			0,00485313	103,98			0,003451875	101,81		
Clotoide	638,397	710,647	72,25		170			-11,91	Aceptable			9,73	
Círculo	710,647	825,635	114,988	400			92,07				92,07		
Clotoide	825,635	897,885	72,25		170			6,44				-1,55	Buena
Recta	897,885	1026,792	128,907			0,00345188	98,51			0,002541063	93,62		
Clotoide	1026,792	1099,385	72,593		140			-11,24	Aceptable			6,35	
Círculo	1099,385	1168,649	69,264	-270			87,27				87,27		
Clotoide	1168,649	1241,242	72,593		140			4,55				0,57	
Recta	1241,242	1329,226	87,984			0,00254106	91,82			0,002050625	86,70		
Clotoide	1329,226	1384,351	55,125		105			-9,73	Buena			4,61	
Círculo	1384,351	1434,145	49,794	200			82,10				82,10		
Clotoide	1434,145	1489,27	55,125		105			16,13				-13,42	Aceptable
Recta	1489,27	1910,079	420,809			0,00205063	98,23			0,001840438	95,52		
Clotoide	1910,079	1927,873	17,794		55			-19,65	Aceptable			16,94	
Círculo	1927,873	1946,709	18,836	170			78,58				78,58		
Clotoide	1946,709	1964,503	17,794		55			3,17				12,84	
Recta	1964,503	2022,216	57,713			0,00184044	81,74			0,00135	65,73		



<b>Clotoide</b>	2022,216	2058,216	36		60			-19,60	<b>Aceptable</b>			3,59	
<b>Círculo</b>	2058,216	2118,069	59,853	100			62,15				62,15		
<b>Clotoide</b>	2118,069	2154,069	36		60			6,28				-2,10	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	2154,069	2258,289	104,22			0,00135	68,43			0,001279938	64,24		
<b>Clotoide</b>	2258,289	2298,289	40		60			-10,71	<b>Aceptable</b>			6,53	
<b>Círculo</b>	2298,289	2330,265	31,976	90			57,71				57,71		
<b>Clotoide</b>	2330,265	2370,265	40		60			16,72				-16,72	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	2370,265	2671,268	301,003			0,00127994	74,43			0,001279938	74,43		
<b>Clotoide</b>	2671,268	2711,268	40		60			-16,72	<b>Aceptable</b>			16,72	
<b>Círculo</b>	2711,268	2722,838	11,57	90			57,71				57,71		
<b>Clotoide</b>	2722,838	2762,838	40		60			12,13				-19,28	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	2762,838	2968,969	206,131			0,00127994	69,84			0,001420063	77,00		
<b>Clotoide</b>	2968,969	3020,105	51,136		75			-4,06	<b>Buena</b>			11,22	
<b>Círculo</b>	3020,105	3050,151	30,046	110			65,77				65,77		
<b>Clotoide</b>	3050,151	3101,287	51,136		75			3,36				-19,33	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	3101,287	3156,953	55,666			0,00142006	69,13			0,002050625	85,11		
<b>Clotoide</b>	3156,953	3212,078	55,125		105			12,96				3,01	
<b>Círculo</b>	3212,078	3350,863	138,785	200			82,10				82,10		
<b>Clotoide</b>	3350,863	3405,988	55,125		105			0,88				-13,80	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	3405,988	3421,556	15,568			0,00205063	82,97			0,007655625	95,90		
<b>Clotoide</b>	3421,556	3511,556	90		300			11,14				1,78	
<b>Círculo</b>	3511,556	3565,752	54,196	1000			94,11				94,11		
<b>Clotoide</b>	3565,752	3655,752	90		300			11,90				-3,36	<b>Buena</b>



Recta	3655,752	3924,938	269,186			0,00765563	106,01			0,002400938	97,47		
Clotoide	3924,938	3982,538	57,6		120			-19,92	Aceptable			11,38	
Círculo	3982,538	4007,383	24,845	250			86,09				86,09		
Clotoide	4007,383	4064,983	57,6		120			2,07				-0,68	Buena
Recta	4064,983	4102,773	37,79			0,00240094	88,16			0,002260813	86,77		
Clotoide	4102,773	4155,382	52,609		110			-3,46	Buena			2,07	
Círculo	4155,382	4281,891	126,509	-230			84,70				84,70		
Clotoide	4281,891	4334,5	52,609		110			2,53				2,25	
Recta	4334,5	4381,1	46,6			0,00226081	87,23			0,0019105	82,45		
Clotoide	4381,1	4436,656	55,556		100			-7,35	Buena			2,57	
Círculo	4436,656	4513,028	76,372	180			79,88				79,88		
Clotoide	4513,028	4568,584	55,556		100			3,89				-15,90	Aceptable
Recta	4568,584	4640,902	72,318			0,0019105	83,77			0,0041525	95,78		
Clotoide	4640,902	4680,102	39,2		140			7,04				4,98	
Círculo	4680,102	4700,697	20,595	-500			90,80				90,80		
Clotoide	4700,697	4739,897	39,2		140			18,58				-17,72	Buena
Recta	4739,897	5569,246	829,349			0,0041525	109,39			0,003101563	108,52		
Clotoide	5569,246	5638,777	69,531		156			-18,74	Aceptable			17,87	
Círculo	5638,777	5711,948	73,171	350			90,65				90,65		
Clotoide	5711,948	5781,479	69,531		156			0,02				-0,02	
Recta	5781,479	5781,791	0,312			0,00310156	90,67			0,003101563	90,67		
Clotoide	5781,791	5851,322	69,531		156			-0,02	Buena			0,02	
Círculo	5851,322	6058,714	207,392	350			90,65				90,65		



<b>Clotoide</b>	6058,714	6128,245	69,531		156			16,42				-16,42	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	6128,245	6736,295	608,05			0,00310156	107,06			0,003101563	107,06		
<b>Clotoide</b>	6736,295	6809,438	73,143		160			-16,42	<b>Aceptable</b>			16,42	
<b>Círculo</b>	6809,438	7000,635	191,197	350			90,65				90,65		
<b>Clotoide</b>	7000,635	7073,778	73,143		160			6,87				0,62	
<b>Recta</b>	7073,778	7215,192	141,414			0,00310156	97,52			0,002120688	90,03		
<b>Clotoide</b>	7215,192	7253,763	38,571		90			-14,47				6,98	
<b>Círculo</b>	7253,763	7284,811	31,048	-210			83,05				83,05		
<b>Clotoide</b>	7284,811	7323,382	38,571		90			15,17				-12,66	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	7323,382	7713,534	390,152			0,00212069	98,22			0,0019105	95,71		
<b>Clotoide</b>	7713,534	7724,784	11,25		45			-18,34	<b>Aceptable</b>			15,83	
<b>Círculo</b>	7724,784	7749,36	24,576	180			79,88				79,88		
<b>Clotoide</b>	7749,36	7760,61	11,25		45			15,83				-14,80	
<b>Recta</b>	7760,61	8151,031	390,421			0,0019105	95,71			0,001840438	94,68		
<b>Clotoide</b>	8151,031	8209,855	58,824		100			-17,14	<b>Aceptable</b>			16,11	
<b>Círculo</b>	8209,855	8294,809	84,954	170			78,58				78,58		
<b>Clotoide</b>	8294,809	8353,633	58,824		100			4,77				-16,41	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	8353,633	8443	89,367			0,00184044	83,34			0,0030315	94,98		
<b>Clotoide</b>	8443	8500,647	57,647		140			6,97				4,67	
<b>Círculo</b>	8500,647	8532,259	31,612	340			90,31				90,31		
<b>Clotoide</b>	8532,259	8589,906	57,647		140			18,97				-19,69	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	8589,906	9684,178	1094,272			0,0030315	109,29			0,00835625	110,00		
<b>Clotoide</b>	9684,178	9740,996	56,818		250			-14,87	<b>Aceptable</b>			15,58	



<b>Círculo</b>	9740,996	9760,628	19,632	1100			94,42				94,42		
<b>Clotoide</b>	9760,628	9817,446	56,818		250			15,21				-11,73	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	9817,446	10262,927	445,481			0,00835625	109,62			0,003451875	106,15		
<b>Clotoide</b>	10262,927	10335,177	72,25		170			-17,55	<b>Aceptable</b>			14,08	
<b>Círculo</b>	10335,177	10405,886	70,709	400			92,07				92,07		
<b>Clotoide</b>	10405,886	10478,136	72,25		170			9,66				-10,37	<b>Aceptable</b>
<b>Recta</b>	10478,136	10702,474	224,338			0,00345188	101,74			0,0041525	102,44		
<b>Clotoide</b>	10702,474	10760,274	57,8		170			-10,93	<b>Aceptable</b>			11,63	
<b>Círculo</b>	10760,274	10800,974	40,7	-500			90,80				90,80		
<b>Clotoide</b>	10800,974	10858,774	57,8		170			10,11				-8,44	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	10858,774	11038,841	180,067			0,0041525	100,91			0,003171625	99,25		
<b>Clotoide</b>	11038,841	11109,952	71,111		160			-9,95	<b>Buena</b>			8,28	
<b>Círculo</b>	11109,952	11358,31	248,358	360			90,96				90,96		
<b>Clotoide</b>	11358,31	11429,421	71,111		160			1,29				-2,94	<b>Buena</b>
<b>Recta</b>	11429,421	11451,488	22,067			0,00317163	92,25			0,004958219	93,90		





Anejo V. Tablas para el cálculo del nivel de servicio  
(Highway Capacity Manual 2000)



EXHIBIT 20-2. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

LOS	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35–50	> 80–90
C	> 50–65	> 70–80
D	> 65–80	> 60–70
E	> 80	≤ 60

Note:  
LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment capacity.

EXHIBIT 20-5. ADJUSTMENT ( $f_{LS}$ ) FOR LANE WIDTH AND SHOULDER WIDTH

Lane Width (m)	Reduction in FFS (km/h)			
	Shoulder Width (m)			
	≥ 0.0 < 0.6	≥ 0.6 < 1.2	≥ 1.2 < 1.8	≥ 1.8
2.7 < 3.0	10.3	7.7	5.6	3.5
≥ 3.0 < 3.3	8.5	5.9	3.8	1.7
≥ 3.3 < 3.6	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

EXHIBIT 20-3. LOS CRITERIA (GRAPHICAL) FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

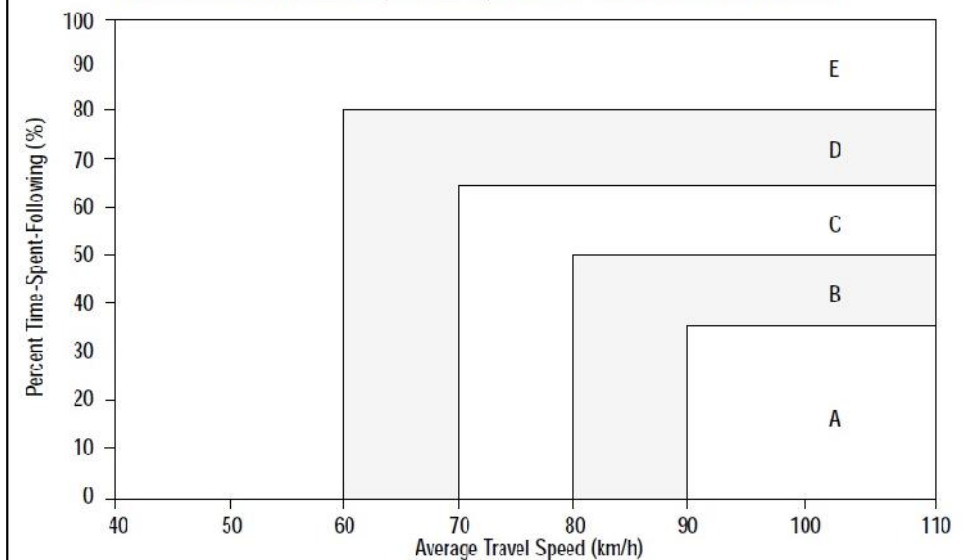


EXHIBIT 20-6. ADJUSTMENT ( $f_A$ ) FOR ACCESS-POINT DENSITY

Access Points per km	Reduction in FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

EXHIBIT 20-7. GRADE ADJUSTMENT FACTOR ( $f_G$ ) TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0–600	0–300	1.00	0.71
> 600–1200	> 300–600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99



**EXHIBIT 20-8. GRADE ADJUSTMENT FACTOR ( $f_G$ ) TO DETERMINE PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS**

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0-600	0-300	1.00	0.77
> 600-1200	> 300-600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

**EXHIBIT 20-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVs TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS**

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
			Level	Rolling
Trucks, $E_T$	0-600	0-300	1.7	2.5
	> 600-1,200	> 300-600	1.2	1.9
	> 1,200	> 600	1.1	1.5
RVs, $E_R$	0-600	0-300	1.0	1.1
	> 600-1,200	> 300-600	1.0	1.1
	> 1,200	> 600	1.0	1.1

**EXHIBIT 20-10. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVs TO DETERMINE PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS**

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
			Level	Rolling
Trucks, $E_T$	0-600	0-300	1.1	1.8
	> 600-1,200	> 300-600	1.1	1.5
	> 1,200	> 600	1.0	1.0
RVs, $E_R$	0-600	0-300	1.0	1.0
	> 600-1,200	> 300-600	1.0	1.0
	> 1,200	> 600	1.0	1.0

**EXHIBIT 20-11. ADJUSTMENT ( $f_{np}$ ) FOR EFFECT OF NO-PASSING ZONES ON AVERAGE TRAVEL SPEED ON TWO-WAY SEGMENTS**

Two-Way Demand Flow Rate, $v_p$ (pc/h)	Reduction in Average Travel Speed (km/h)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1



**EXHIBIT 20-12. ADJUSTMENT ( $f_{dnp}$ ) FOR COMBINED EFFECT OF DIRECTIONAL DISTRIBUTION OF TRAFFIC AND PERCENTAGE OF NO-PASSING ZONES ON PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY SEGMENTS**

Two-Way Flow Rate, $v_p$ (pc/h)	Increase in Percent Time-Spent-Following (%)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
<b>Directional Split = 50/50</b>						
≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0.0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
<b>Directional Split = 60/40</b>						
≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23.7
400	0.5	11.7	16.2	20.7	21.5	22.2
600	0.0	11.5	15.2	18.9	19.8	20.7
800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.6	8.1
2000	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
<b>Directional Split = 70/30</b>						
≤ 200	2.8	13.4	19.1	24.8	25.2	25.5
400	1.1	12.5	17.3	22.0	22.6	23.2
600	0.0	11.6	15.4	19.1	20.0	20.9
800	0.0	7.7	10.5	13.3	14.0	14.6
1400	0.0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
<b>Directional Split = 80/20</b>						
≤ 200	5.1	17.5	24.3	31.0	31.3	31.6
400	2.5	15.8	21.5	27.1	27.6	28.0
600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
≥ 2000	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9
<b>Directional Split = 90/10</b>						
≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	37.4	37.6
400	2.4	19.0	25.6	32.2	32.5	32.8
600	0.0	16.3	21.8	27.2	27.6	28.0
800	0.0	10.9	14.8	18.6	19.0	19.4
≥ 1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

