

ANEJO Nº 8.
SEGURIDAD VIAL Y ACCIDENTALIDAD.

INDICE

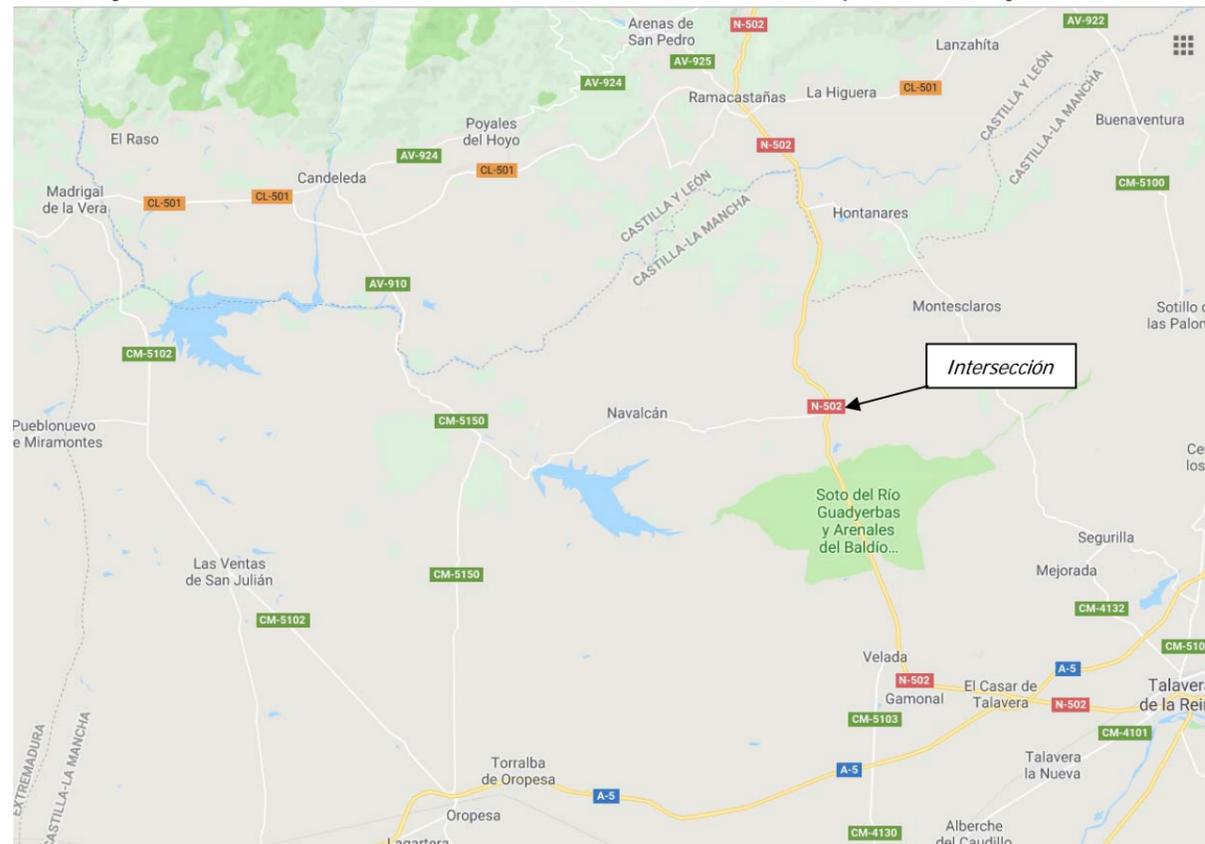
	Página
1 INTRODUCCIÓN.....	3
2 DELIMITACIÓN DEL ÁMBITO DE LA EVALUACIÓN.....	3
3 ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD	3
3.1 ACCIDENTALIDAD.....	4
3.2 EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO	6
3.3 ESTIMACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL CASO DE INACCIÓN.....	6
4 ESTABLECIMIENTO DE ESPECTATIVAS DE REDUCCIÓN DE ACCIDENTES Y VÍCTIMAS EN EL TRAMO...6	
5 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DEL TRAMO.....7	
5.1 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS EN LA SEGURIDAD VIAL DE LAS VÍAS EXISTENTES.....7	
5.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LOS USUARIOS DE LA CARRETERA.....7	
5.2.1 Calidad de trazado	7
5.2.2 Obstáculos laterales	9
5.2.3 Distancia entre intersecciones	10
6 CONCLUSIONES	10

1 INTRODUCCIÓN

La presente evaluación del impacto de la obra proyectada en la seguridad vial se desarrollará según las directrices establecidas en la Orden Circular 30/2012 de la Dirección General de Carreteras "Directrices del procedimiento para la realización de evaluaciones de impacto de las infraestructuras viarias en la seguridad en la Red de Carreteras del Estado", dando así cumplimiento a lo prescrito en el Artículo 14.1 de la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.

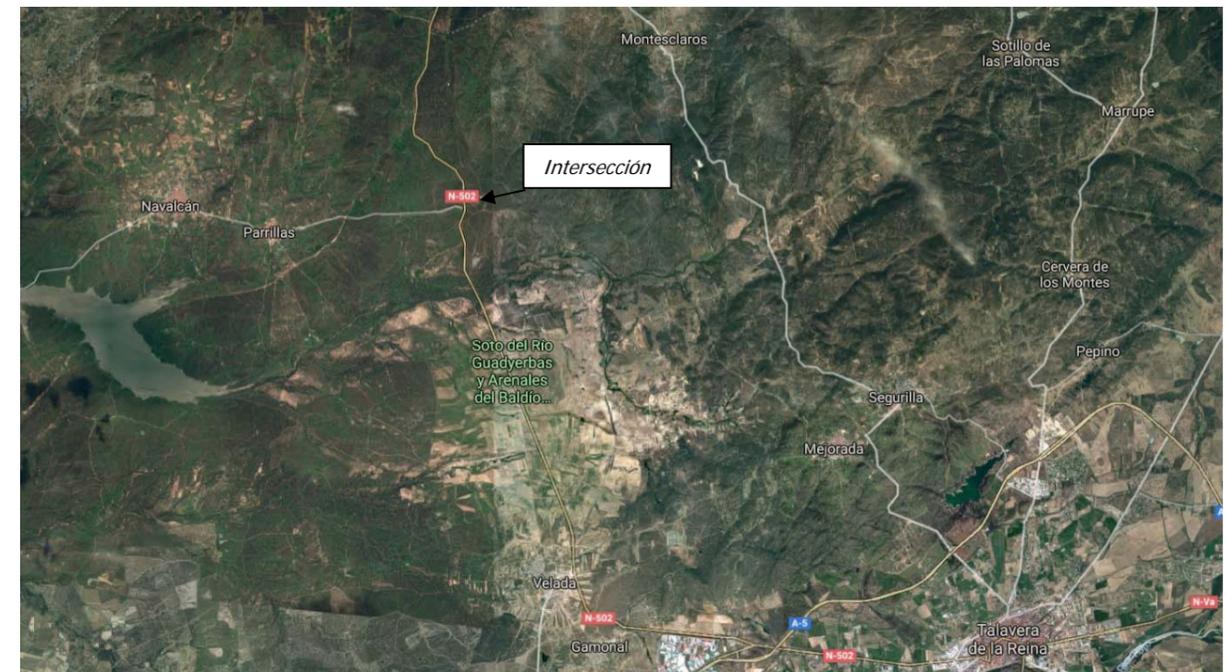
2 DELIMITACIÓN DEL ÁMBITO DE LA EVALUACIÓN

La obra objeto de proyecto se encuentra situada en el término municipal de Velada provincia de Toledo, y más concretamente en el P.K. 92,7 de la carretera N-502 que une Ávila y Córdoba.



Las principales carreteras próximas a este tramo de la N-502 son las siguientes:

- TO-1291 a Parrillas y Navalcán.
- Autovía de Extremadura A-5 de Madrid a Portugal por Badajoz.
- CM-5103 y CM-4130 de Velada a Calera y Chozas
- CM-4101 Talavera de la Reina a Puente del Arzobispo



La obra objeto de proyecto mejorará el actual trazado de la carretera N-502 en el entorno de la intersección con la carretera TO-1291 y acondicionará la intersección con carriles centrales de espera para los giros a la izquierda y carriles de cambio de velocidad para los movimientos directos a la derecha. Es una actuación local, que mejorará sensiblemente las condiciones de seguridad vial de ese tramo de la N-502, pero que no se espera tenga efectos en el resto de la red de carreteras.

3 ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD

La puesta en servicio de la obra, mejorará de forma significativa la seguridad vial del tramo objeto de proyecto, lo que debe reflejarse a corto plazo en una disminución de la accidentalidad del mismo.

3.1 ACCIDENTALIDAD

Los datos de accidentes registrados en la estación de aforo TO-58-3 situada en el P.K. 94,85 de la carretera N-502 correspondientes al tramo comprendido entre el P.K. 92,72 y 103,27, según el Mapa de Tráfico de 2016 son los siguientes:

PROV	CARRE	PK	ACV16	M16	H16	ACV15	M15	H15	ACV14	M14	H14	ACV13	M13	H13	ACV12	M12	H12	ACV12-16	M12-16	H12-16
TO	N-502	92,8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0
TO	N-502	93,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0,2	0,2	0,6
TO	N-502	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	94,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	7	0,4	0	1,4
TO	N-502	94,5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1	0,6	0	1
TO	N-502	94,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	94,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	96,4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2
TO	N-502	96,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	96,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	96,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0,2	0	0,4
TO	N-502	97	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2
TO	N-502	98,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	98,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0,2	0	0,2
TO	N-502	98,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0,2	0	0,4
TO	N-502	99,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	99,5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2
TO	N-502	10...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,2	0,2	0,2
TO	N-502	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	N-502	10...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,2	0	0,2

Coeficientes del tramo	
IP 2016 Tramo	23,83
IM 2016 Tramo	15,61

Media de valores de accidentalidad por kilómetro						
	2016	2015	2014	2013	2012	Media 2012-2016
ACV / km	0,29	0,10	0,10	0,48	0,48	0,29
M / km	0,19	0,00	0,00	0,10	0,10	0,08
H / km	0,19	0,10	0,10	1,05	0,95	0,48

Siendo:

- ACC: Accidentes.
- ACV: Accidentes con víctimas.
- M: Muertos.
- H: Heridos
- IP: Índice de peligrosidad.

IM: Índice de mortalidad.

Los índices de peligrosidad se obtienen mediante la fórmula:

$$IP = (N^{\circ} \text{ de accidentes con víctimas} \times 10^8) / \text{IMD} \times 365 \times L$$

Siendo:

L: Longitud del tramo de estudio en kilómetros

IMD: IMD de cada año

La IMD del tramo en 2016 ha sido de 3.530 Veh/día.

A partir de estos datos se ha obtenido la evolución de los accidentes en los últimos 5 años:

ACCIDENTES CON VÍCTIMAS TRAMO 92,73 A 103,27	
2012	5
2013	5
2014	1
2015	1
2016	2



MUERTOS TRAMO 92,73 A 103,27	
2012	1
2013	1
2014	0
2015	0
2016	1



HERIDOS TRAMO 92,73 A 103,27	
2012	10
2013	11
2014	1
2015	1
2016	2



Se comprueba que el tramo presenta accidentes todos los años, que si bien han descendido desde 2012 y 2013, han seguido registrándose en los años siguientes.

Centrándonos en el tramo de influencia de la intersección con la carretera TO-1291, que podría considerarse entre el P.K. 92 y 93, y utilizando los datos facilitados por la Dirección General de Tráfico, se puede concretar las circunstancias y el tipo de accidente.

Los datos de la Dirección General de Tráfico en el tramo de los kilómetros 92 y 93 son los siguientes:

Fecha	Hora	Km	Estado Calzada	Climatología	Tipo de accidente	Muertos		Heridos	
						G	L	G	L
28/02/2013	22:15	93	D Mojada	Buen tiempo	Salida de la vía por la Derecha Con vuelco	0	0	0	0
13/05/2013	0:15	93	D Seca y limpia	Buen tiempo	Atropello: Animales sueltos	0	0	0	0
24/08/2013	10:30	92	D Seca y limpia	Buen tiempo	Colision de vehiculos en marcha: Frontolateral	0	0	0	1
24/01/2014	10:45	92	D Seca y limpia	Buen tiempo	Colision de vehiculos en marcha: Lateral	0	0	5	0
14/11/2014	10:35	93	A Mojada	Lloviznando	Salida de la vía por la Derecha Con vuelco	0	0	0	0
01/01/2016	12:30	93	A Mojada	Lloviznando	Salida de la vía por la Izquierda Otra	0	0	0	0
28/07/2016	14:15	92	D Seca y limpia	Buen tiempo	Colision de vehiculos en marcha: Frontal	1	0	0	0
04/12/2016	15:25	93	D Mojada	Otro	Salida de la vía por la Derecha Otra	0	0	0	0
09/03/2018	11:40	93	A Mojada	Lloviznando	Salida de la vía por la Izquierda Con vuelco	0	0	0	0

Como se puede comprobar esta información difiere de la registrada en la estación de aforo TO-58-3, pues en 2014 se produjeron 2 accidentes mientras en la estación solo aparece 1 y en 2016 se produjeron 3 cuando en la estación solo hay registrados 2, siendo el tramo de ésta mayor que el considerado para los datos de la Dirección General de Tráfico.

Tomando como más fiables, por el grado de definición de los registros, los de la Dirección General de Tráfico, tendremos la siguiente evolución:

ACCIDENTES CON VÍCTIMAS TRAMO km 92 y 93	
2013	3
2014	2
2015	0
2016	3



MUERTOS TRAMO km 92 y 93	
2013	0
2014	0
2015	0
2016	1



HERIDOS TRAMO km 92 y 93	
2013	1
2014	5
2015	0
2016	0



Según estos datos el tramo objeto de proyecto, en el periodo de los últimos 4 años, se han producido 8 accidentes con víctimas con el resultado de 1 muerto y 6 heridos.

Su índice de peligrosidad considerando estos últimos 4 años sería:

Accidentes con víctimas (media de los 5 años) = $8/4 = 2,00$

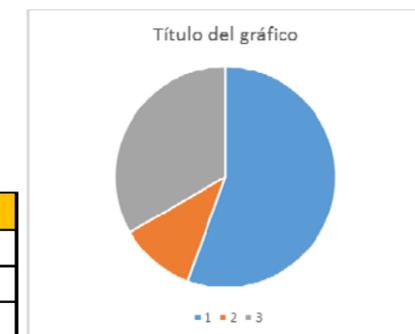
$IP = (N^{\circ} \text{ de accidentes con víctimas} \times 10^8) / (IMD \times 365 \times L) = 2,00 \times 10^8 / (5.334 \times 365 \times 0,20) = 513,63$

De lo que se deduce que el tramo objeto de proyecto es donde se concentran más los accidentes dentro del correspondiente a la estación de aforo.

En cuanto a la tipología de los accidentes, analizando los accidentes que aparecen en los datos de la Dirección General de Tráfico tendremos:

De los 9 accidentes registrados

Tipología del accidente	Número	%
Salida de la vía	5	55,56
Colisión con vehículo en marcha	3	11,11
Atropello de animales sueltos	1	33,33



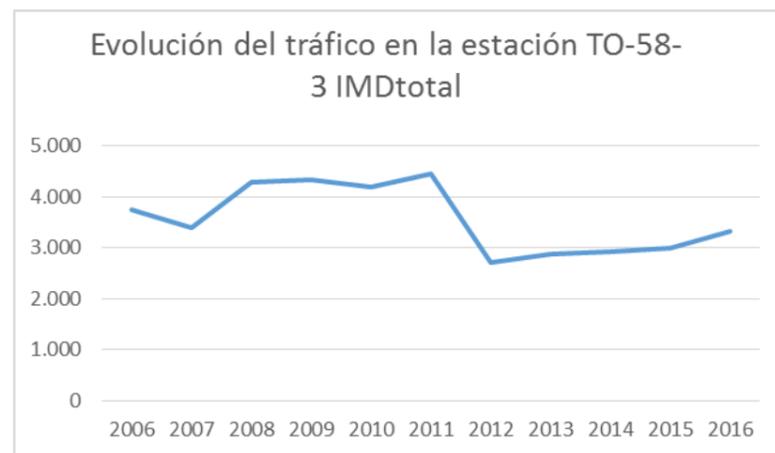
En cuanto a las causas, por la información registrada solo se puede sustraer que el 22,22% se han producido de noche y el 77,78% de día, lo que se puede explicar por la diferencia de intensidad de tráfico en estos periodos del día, y que el 55,56% se han producido con la calzada seca y el

44,45% con la calzada mojada. Con lo que se puede concluir que ni la hora del día, ni los condicionantes atmosféricos son la causa de los accidentes, por lo que parece más lógico atribuirlo al trazado y estado de la carretera existente.

3.2 EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO

Comparando los datos de tráfico aforados en la estación TO-58-3 tendremos la siguiente evolución de la IMD en el periodo 2006-2016:

Evolución del tráfico en la estación TO-58-3	
Año	IMDtotal
2006	3.761
2007	3.398
2008	4.300
2009	4.336
2010	4.204
2011	4.447
2012	2.704
2013	2.875
2014	2.920
2015	2.999
2016	3.334



Como se comprueba el moderado crecimiento observado hasta 2011, decae fuertemente en el 2012 debido a la crisis económica, mínimo a partir del cual ha tenido un pequeño y uniforme crecimiento hasta 2016.

Si consideramos que a partir de 2016 el tráfico evolucionará según lo previsto en la "Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento", entre 2016 y el año horizonte 2040 se aplicará una tasa de crecimiento del 1,44 %, por tanto en el año horizonte la IMD del tramo será:

$$IMD_{2040} = IMD_{2016} \times 1,0144^{24} = 4.699 \text{ veh/día}$$

3.3 ESTIMACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL CASO DE INACCIÓN

La evolución de la seguridad vial en la hipótesis de inacción se puede estimar a partir de los análisis de accidentalidad y del tráfico en el ámbito de estudio. Se tomará para ello los datos del índice de peligrosidad en la estación de aforo TO-58-3 para el tramo comprendido entre el P.K. 92,72 y 103,27:

$$IP_{2013-2016} = 513,63$$

Dado que el índice de peligrosidad depende directamente de la IMD y de los accidentes, se ha aplicado la misma tasa de crecimiento para obtener el correspondiente el año horizonte, el 2040.

2017 en adelante..... 1,44%

Según esto, el índice de peligrosidad en 2040 será:

$$IP_{2040} = IP_{\text{medio } 2013-2016} \times 1,0144^{24} = 513,63 \times 1,0144^{24} = 723,89$$

El número total de accidentes en ese año 2040 será:

$$N^{\circ} \text{ ACC}_{cv2040} = IP_{2040} \times IMD_{2040} \times 10^{-8} \times L \times 365 = 723,89 \times 4.699 \times 10^{-8} \times 0,20 \times 365 = 2,48$$

Siendo:

L= Longitud del tramo en estudio en kilómetros

Luego subirá de 2,00 en el año 2016 a 2,48 en el 2040.

4 ESTABLECIMIENTO DE ESPECTATIVAS DE REDUCCIÓN DE ACCIDENTES Y VÍCTIMAS EN EL TRAMO.

La mejora de trazado planteado, tanto en planta, como en alzado y en sección transversal, la incorporación de carriles centrales para giros a la izquierda y de carriles de cambio de velocidad para giros a la derecha, así como la ordenación de accesos, mejorará considerablemente la seguridad vial del tramo, por lo que se espera que con la entrada en servicio de la obra que se proyecta disminuyan los accidentes y las víctimas en el tramo.

5 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DEL TRAMO.

A continuación se realiza un análisis de los diversos aspectos que pueden influir en la seguridad vial de una carretera, comparando entre sí la situación actual y futura de la carretera.

5.1 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS EN LA SEGURIDAD VIAL DE LAS VÍAS EXISTENTES

Las vías que directamente se ven afectadas en la seguridad vial son la N-502, la carretera TO-1291 a Parrillas y Navalcán.

Sobre la N-502 las modificaciones del trazado de la vía, con la mejora de curva que se proyecta, la modificación del alzado para conseguir una distancia de visibilidad suficiente para una velocidad de 100 km/h, la supresión de giros a la izquierda en el tramo, la salida y entrada de vehículos de forma segura a través de los carriles de cambio de velocidad y la reordenación de accesos, supondrá una importante mejora en la seguridad vial de esta vía.

Como consecuencia de ello se mejorará también la seguridad vial tanto en la TO-1291 de acceso a Parrillas y Navalcán pues la mayor facilidad en los movimientos de entrada a la N-502 disminuirá el tiempo de retención de los vehículos de la carretera secundaria, además de disminuir el riesgo de accidentes de los vehículos que cruzan la carretera N-502 para acceder o salir de ésta.

5.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LOS USUARIOS DE LA CARRETERA

Las condiciones de seguridad para los usuarios de la carretera la estudiaremos desde tres aspectos:

- Calidad de trazado
- Obstáculos laterales
- Distancia entre intersecciones

Desde cada uno de ellos analizaremos la situación actual y futura del tramo.

5.2.1 Calidad de trazado

En este apartado se hace un estudio de la calidad de los trazados de la carretera actual y futura, considerando aquellos aspectos que pueden tener una importancia en la seguridad vial. Los estudios realizados se centran en los siguientes indicadores:

- Radio medio
- Homogeneidad de radios
- Visibilidad
- Pendiente longitudinal

A continuación, se pasa a describirlos en detalle:

- RADIO MEDIO

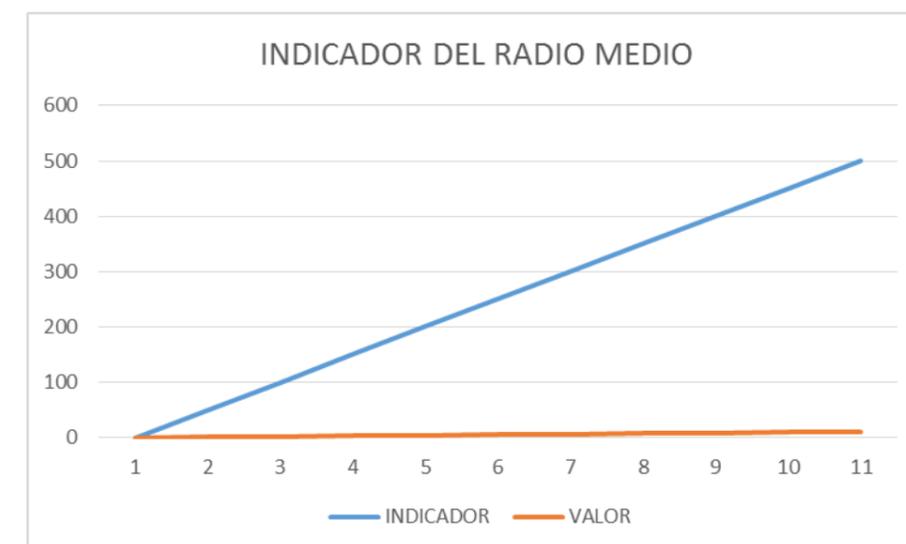
Para incluir este aspecto dentro del criterio general de Calidad de trazado, se calcula el Radio medio ponderándolo por longitud.

En nuestro caso:

Carretera actual: 185,27 m

Carretera de nuevo trazado: 450,00 m

El valor de este criterio se obtiene mediante un escalado que presenta la siguiente forma:



Por tanto, los valores escalados serán:

Carretera actual: 4,06

Carretera de nuevo trazado: 8,80

- VISIBILIDAD

En este caso se realiza únicamente el estudio de visibilidad de parada.

La visibilidad de parada se define en la Instrucción de Trazado como 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 considera que el obstáculo tiene una altura de 20 cm sobre la calzada y que el punto de vista del conductor se sitúa a 1,10 m por encima de la calzada.

La distancia del punto de vista al obstáculo se medirá a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a 1,50 m, del borde derecho del carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

Por otro lado la distancia de parada D_p es 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.

Esta distancia de parada se calcula mediante la expresión:

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

en la que:

D_p = distancia de parada, en m.

V = velocidad en km/h.

f_l = coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento (Tabla 3.1 de la Instrucción).

i = inclinación de la rasante, en tanto por uno.

t_p = tiempo de percepción y reacción, en segundos. (Se toma $t = 2$ s).

Para cada trazado, en función de una velocidad fija, el programa de trazado ISTRAM genera un listado que muestra en cada punto la visibilidad disponible y comprueba que ésta sea mayor que la visibilidad de parada.

Con objeto de utilizar estos listados para conocer la visibilidad disponible a lo largo de los trazados se introduce un valor de velocidad de recorrido suficientemente alta para que la visibilidad de parada no limite la disponible.

En el Anejo nº 7 "Tráfico" se adjuntan dichos listados.

El valor de la visibilidad disponible media se calcula a partir de los listados, para a continuación obtener el valor de este criterio mediante el siguiente escalado:



En nuestro caso:

Carretera actual: $D = 142,327$ M

Carretera de nuevo trazado: $D = 155,806$ m

Por tanto, los valores escalados serán:

Carretera actual: 4,74

Carretera de nuevo trazado: 5,19

- PENDIENTE LONGITUDINAL

La inclinación de la rasante tiene una implicación directa en la seguridad vial.

- En rampa, por la disminución de la velocidad de algunos vehículos, especialmente de vehículos pesados.
- En pendiente, por el posible fallo o sobrecalentamiento de frenos.
- Pendientes muy por debajo de 0,50% acarrear problemas de drenaje superficial

En particular, es importante resaltar el peligro de alcances que ocasiona las diferencias de velocidades de recorrido debidas a la existencia de rampas prolongadas.

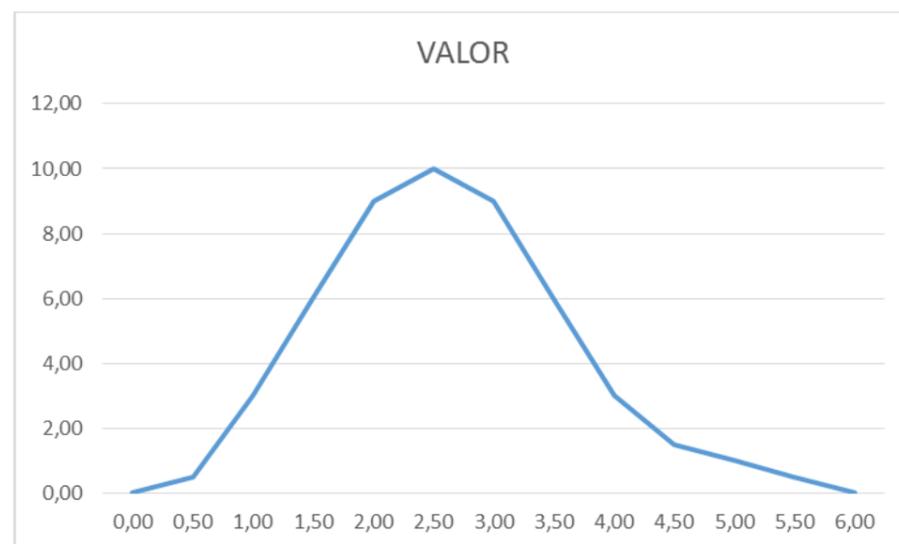
Como indicador de este apartado se puede tomar la pendiente longitudinal media ponderada. Se define como la sumatoria de las pendientes y rampas absolutas por su longitud, dividido por la longitud total del trazado.

En nuestro caso:

Carretera actual: P = 3,40 %

Carretera de nuevo trazado: P = 1,88%

A partir de este indicador se obtiene el valor de este criterio mediante un escalado que presenta la siguiente forma:



Por tanto, los valores escalados serán:

Carretera actual: 6,60

Carretera de nuevo trazado: 8,32

La Calidad del trazado se va a definir mediante una combinación de los criterios explicados anteriormente, estando ponderado cada uno de ellos de la siguiente forma:

Indicador	Ponderación
Radio medio	0.33
Visibilidad	0.34
Pendiente longitudinal	0.33

Luego tendremos el siguiente resultado:

$$\text{Carretera actual} = 4,06 \times 0,33 + 4,74 \times 0,34 + 6,60 \times 0,33 = 5,13$$

$$\text{Carretera de nuevo trazado} = 8,80 \times 0,33 + 5,19 \times 0,34 + 8,32 \times 0,33 = 7,15$$

5.2.2 Obstáculos laterales

La actual carretera tiene una sección con una escasa berma de aproximadamente 0,50 m en la que se ancla la barrera metálica.



P.K. 92+400 sentido Talavera de la Reina. Berma de terraplén inexistentes.



P.K. 104+900 sentido Ávila. Cuneta triangular de pendiente 2/1 y 1/1.

En la zonas de desmonte, la berma prácticamente no existe y la cuneta, de tipo triangular, tiene un primer tramo con pendiente 2H/1V y un segundo tramo con pendiente 1H/1V.

Por otra parte, la sección tipo que se proyecta para el nuevo trazado de la N-502 así como todos los viales que forman parte del enlace, tendrán bermas de terraplén y de desmonte de 1,25 m de ancho, y las cunetas serán de triangulares partiendo del borde del arcén, con pendientes 2H/1V.

En relación con la seguridad vial la nueva sección tipo mejorará notablemente respecto a situación actual, pues la mayor dimensión de las bermas permitirá un mejor funcionamiento de los sistemas de protección de vehículos.

5.2.3 Distancia entre intersecciones

La carretera actual presenta las siguientes intersecciones con carreteras:

P.K.	Distancia a la anterior
83,20 con la TO-1280 a Hontanares y Arenas de San Pedro	
92,70 con la TO-1291 a Parrillas y Gamonal.....	9.500 m
103,30 con carretera CM-5103 de acceso a Velada.....	10.600 m
104,75 con carretera TO-1288 de acceso a Velada.....	1.450 m
105,50 con carretera de acceso a Gamonal.....	750 m

6 CONCLUSIONES

Una vez analizados los diversos aspectos que pueden influir en la seguridad vial de la carretera, comparando para cada uno de ellos la situación actual y futura de la carretera, se puede concluir que las actuaciones que se proyectan mejorarán sensiblemente la situación actual, por tener un mejor trazado, ofrecer una mayor protección frente a los obstáculos laterales y modificar la tipología de la intersección.