



TRABAJO FIN DE GRADO

MEMORIA

ESTUDIO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA TRAVESÍA DE LA CARRETERA CV-35 EN EL MUNICIPIO DE CHELVA
(PROVINCIA DE VALENCIA)

GRADO EN INGENIERIA CIVIL

VALENCIA, MARZO 2016

Autor: CHEDDADI, MAMOUN

Tutor: CAMACHO TORREGROSA, FRANCISCO JAVIER



ÍNDICE DE LA MEMORIA

	Página
1. Antecedentes.....	3
2. Objeto del proyecto.....	3
3. Localización.....	3
4. Situación actual y problemática.....	5
5. Análisis de tráfico.....	5
5.1. IMD.....	8
5.1.1 Aforamiento.....	8
5.2. Tráfico de pesados.....	8
5.3. Determinación del tráfico futuro.....	9
5.4. Nivel de servicio.....	9
6. Reordenación de accesos y cambios de sentidos de circulación..	11
6.1. Solución propuesta para la reordenación de accesos y mejora de la seguridad de circulación.....	12
7. Análisis de la seguridad vial.....	13
7.1. Accidentalidad.....	13
7.2. Diagnóstico de seguridad vial.....	14
7.3. Actuaciones en materia de seguridad vial.....	14
7.3.1. Actuaciones sobre la planta.....	14
7.3.2. Actuaciones sobre el alzado.....	15
7.3.3. Actuaciones sobre el pavimento.....	15
7.3.4. Instalación de pasos de peatones.....	16
7.3.5. Bandas transversales de alerta.....	16
7.3.6. Amplitud de las actuales aceras.....	17
7.4. Efectividad de las medidas.....	17
7.5. Velocidad de operación.....	18
7.6. Distancia de parada.....	19
8. Estado del firme.....	19
9. Señalización.....	20



9.1. Defensas y balizamiento.....	21
10. Presupuesto orientativo.....	22
11. Conclusiones.....	23
12. Referencias.....	25

1. Antecedentes:

El presente trabajo surge ante la posibilidad de mejora de las condiciones de circulación de la travesía de Chelva mediante el acondicionamiento de este tramo.

El trabajo desarrollado en este TFG pretende aportar mejoras en su trazado a través del uso de herramientas en el campo de las carreteras, así como proveer el trazado de nuevos dispositivos instalados en la plataforma.

2. Objeto del proyecto:

El objetivo fundamental de este trabajo es de desarrollar un proyecto de mejora del trazado actual de la travesía de Chelva respondiendo a la necesidad de mejorar las actuales condiciones de funcionalidad, accesibilidad y seguridad y actuar frente a las causas de siniestralidad existentes en este tramo sin poder cambiar su trazado.

3. Localización:

Chelva es un municipio de la Comunidad Valenciana en España y está situado en el interior de la provincia de Valencia, en la comarca de Los Serranos, también conocida como "Alto Turia". Da su nombre a la Hoja 666 del Mapa Topográfico Nacional.

Distancia unos 68 km de Valencia por la CV-35 (Valencia-Ademuz).

El casco urbano de Chelva se encuentra a 450 m sobre el nivel del mar. El clima predominante es el clima mediterráneo de veranos cálidos e inviernos frescos, de carácter semiárido.

El término se encuentra surcado por el río de Chelva o Tuejar, que pasa al sur del casco urbano, y el Turia, situado más al sur.

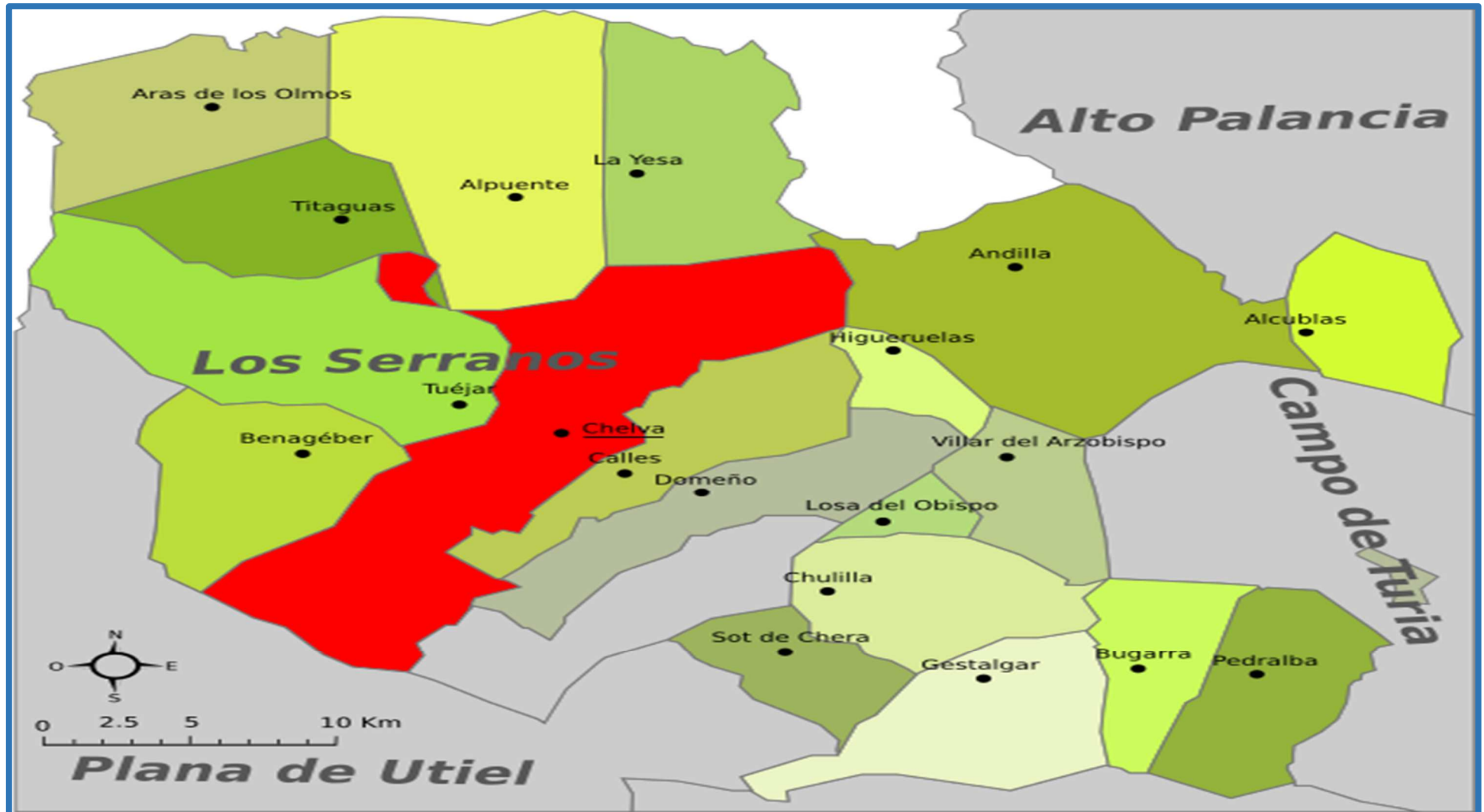
Posee una población de unos 2.100 habitantes, 2.000 localizados en el casco urbano de Chelva y el resto en pedanías y núcleos habitados.

La población indicada es muy estacional y las variaciones a lo largo del año son importantes, especialmente en la época de vacaciones. En invierno difícilmente pasa de 1200 habitantes, mientras que en verano, sobre todo en agosto, supera fácilmente los 5000.

El término municipal ocupa una superficie de unos 190 kilómetros cuadrados. Linda al norte con los términos de La Yesa, Andilla, Alpuente y Titaguas, al este con Calles, Domeño y Loriguilla, al sur con Loriguilla, Utiel y Requena, al oeste con Benagéber y Tuéjar, todas en la provincia de Valencia.

Es la agricultura, junto con el sector servicios, la fuente de actividad económica más destacables del pueblo.

En el **anexo 1 – Situación actual de la travesía** – Se detalla la localización de la travesía de Chelva mediante un reportaje fotográfico que aportará también una idea concreta sobre el estado de la carretera.



Mapa 1 – Localización geográfica del pueblo de Chelva

4. Situación actual y problemática:

Se trata de una travesía con:

- Presencia de muchos vehículos pesados
- Problemas de capacidad de tráfico
- Tramos de alta siniestralidad
- Sección transversal insuficiente e inadecuada al tráfico que soporta, lo que compromete la seguridad vial.
- Arcenes con ancho insuficiente/ ancho total de plataforma
- Pavimento en estado deficiente de conservación (proceso de deterioro sufrido)
- Ausencia de control de accesos a la vía. Algunos de estos accesos directos presentan problemas de visibilidad.
- Problemas de seguridad vial.
- Carencias drenaje longitudinal como en el transversal
- Deficiente funcionalidad, resultado de todo ello.

La travesía transcurre por un suelo urbano totalmente consolidado e encajado entre las edificaciones colindantes que, en algunos puntos, apenas dejan espacio para la calzada.

La calzada es de 6 m de anchura, sin arcenes, y con aceras de anchura variable del orden de 1,5 – 2 m.

5. Análisis del tráfico:

En el presente proyecto, se tiene que analizar con detalle el tráfico ya que parte de sus conclusiones serán importantes para la adopción de las soluciones adecuadas y se verán plasmadas en los planos de trazado y firmes.

Para conocer las características del tráfico, las administraciones titulares de carreteras necesitan desarrollar un plan de aforos ajustado a su red. El objeto principal de un Plan de Aforos es conocer las características del tráfico suministrando una serie de datos que se necesitan para gestionar correctamente la red de carreteras objeto de estudio y ayudar a la toma de decisiones.

Las principales variables caracterizadoras del tráfico son el volumen de vehículos, su composición y su distribución.

El volumen de tráfico es la suma de todos los vehículos que pasan por cada uno de los tramos de carretera en un determinado periodo.

La composición indica qué tipo de vehículos circulan por cada uno de los tramos.

En el caso de la travesía de Chelva, la CV-35 es una carretera de una red básica que une los principales centros de población y conecta con la Red de Carreteras del Estado. Se designa mediante las siglas CV acompañadas de un número de dos dígitos, y se rotula esta designación en color negro sobre fondo naranja.



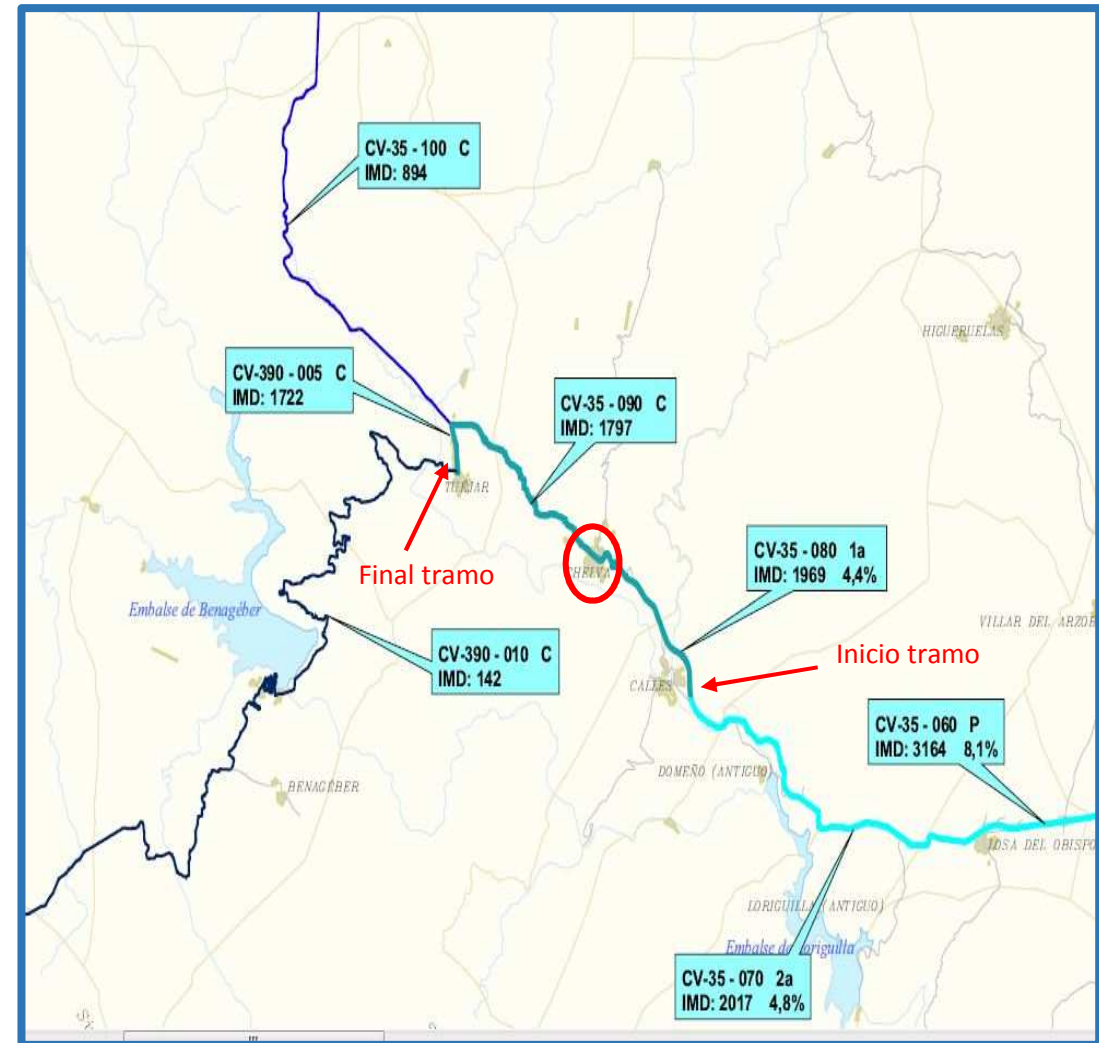
El tramo de estudio del tráfico se encuentra en la zona de Valencia interior correspondiente a la unidad territorial nº7.

Definición de la zona de Valencia interior.

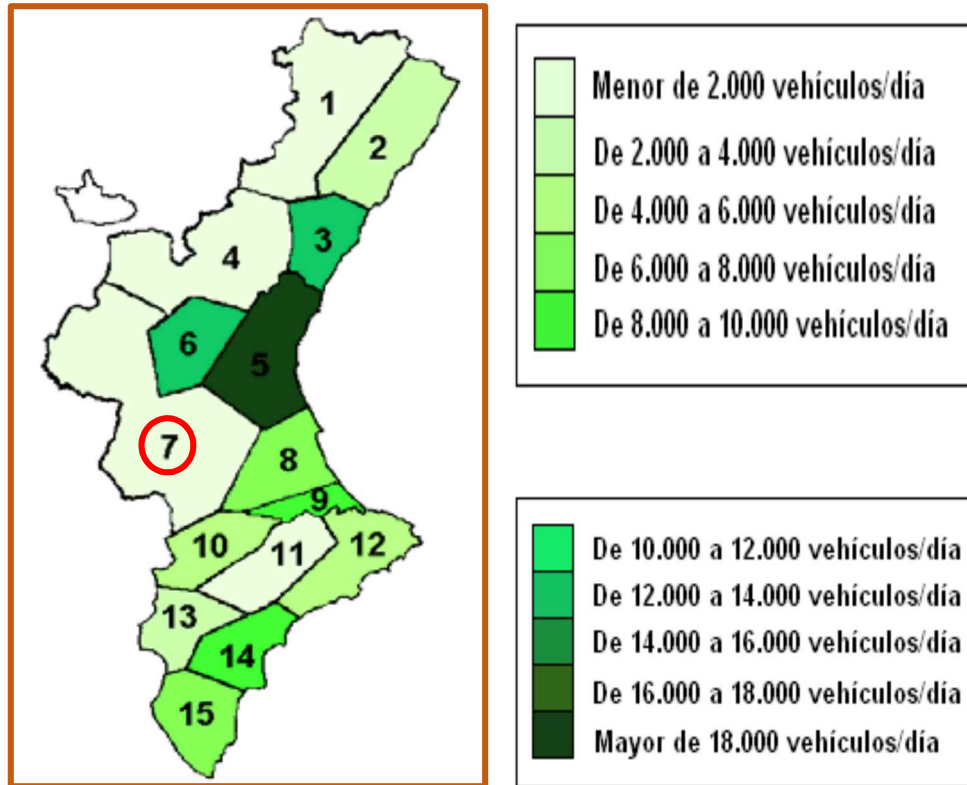
CV-355	CV-35 desde Casinos
CV-390	CV-590
CV-438	CV-439
CV-440	CV-445



Imagen 1 – Punto Kilométrico en la CV-35 a su paso por la travesía de Chelva



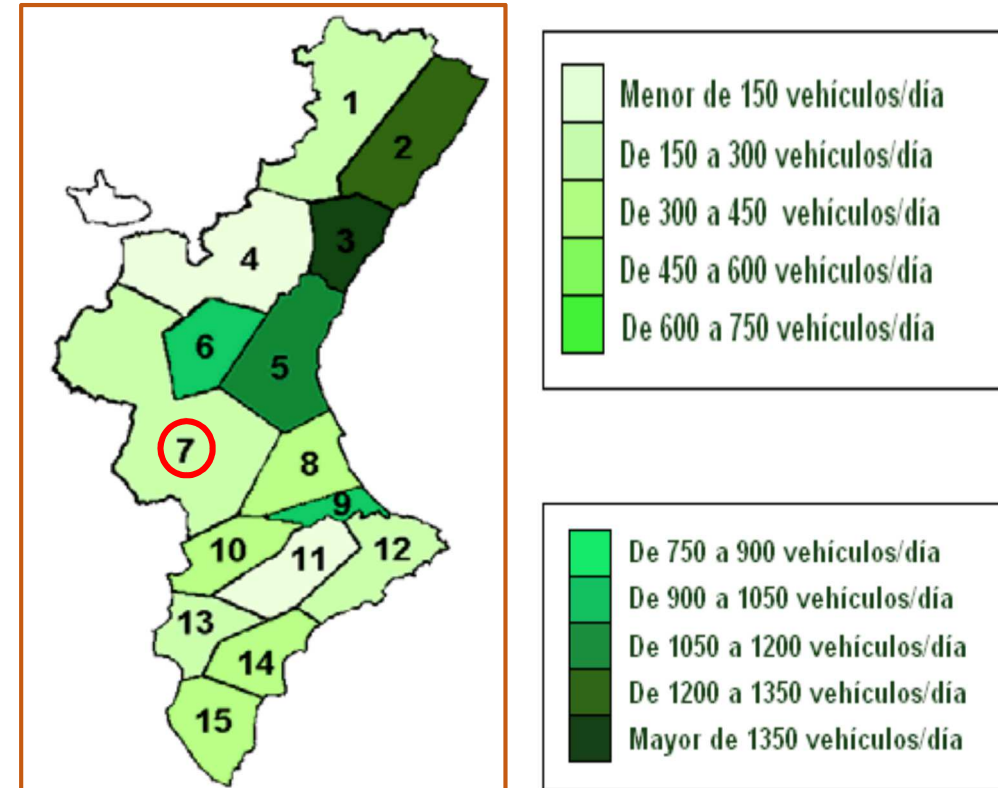
Mapa 2 – Tramo de estudio del tráfico



Mapa 3 - IMD en las diferentes unidades territoriales en 2014

Lo que demuestra que este tramo forma parte de un importante eje de comunicación de tráfico industrial y particular.

Es importante determinar las intensidades de tráfico y especialmente la velocidad de circulación en la CV-35 en su paso por la urbanización de “Chelva”.



Mapa 4 - Intensidad media de vehículos pesados en las

Además de la IMD, se determinará la composición atendiendo a la naturaleza de los vehículos, las velocidades características de cada tipología de vehículo definida, los niveles de servicio de cada tramo que actúan como indicadores de la fluidez de circulación y, las distribuciones temporales y por carriles de cada sección.

5.1. IMD:

La variable más importante a calcular es la Intensidad Media Diaria (IMD). Se obtiene como el volumen total dividido entre los 365 días del año, siendo el resultado, el tráfico correspondiente a un día que es la media de todos los del año.

Este dato nos permitirá analizar de manera eficiente el tráfico en esta travesía dando una idea sobre su capacidad y nivel de servicio, lo que nos ayudará a establecer las medidas necesarias para que la carretera no colapse.

5.1.1 Aforamiento:

Las intensidades Medias Diarias (IMD) del tramo estudiado, se obtienen determinando con anterioridad el sistema de afinidades, así como los coeficientes de afinidad.

La frecuencia de aforo que se asigne a cada tramo determina la tipología de la estación. Estas estaciones pueden ser:

- Permanente: se afora durante 365 días completos al año.
- Primaria: se realizan seis tomas anuales de una semana completa en meses alternos.
- Secundaria: se realizan seis tomas anuales de dos días laborables completos en meses alternos, extendiéndose una de ellas para incluir un fin de semana.
- Cobertura reforzada: se realizan dos tomas de datos a lo largo del año, de dos días laborables y un fin de semana completo.

-Cobertura: se realizan dos tomas de datos a lo largo del año, que serán de 24 h de un día laborable.

La nomenclatura de los coeficientes de afinidad es:

L_m = Coeficiente de expansión estacional de día laborable, correspondiente al mes m .

S_m = Coeficiente de expansión estacional de día sábado, correspondiente al mes m .

D_m = Coeficiente de expansión estacional de día domingo, correspondiente al mes m .

F = Coeficiente de festivos

Con todo, se podrá calcular la IMD, dependiendo del tipo de estación de que se trate, del siguiente modo:

Este proceso se detalla en el **anejo 2 – Análisis del tráfico** – donde se ha podido sacar los datos finales de tráfico mediante un aforo manual realizado en Octubre de 2015 en la travesía de Chelva y su posterior correlación de datos con la estación afín más próxima 035080 situada en el PK 64+600 de la CV-35.

5.2. Tráfico de pesados:

Otro dato relevante en el estudio de las carreteras es el índice de vehículos pesados que presenta en cada una de ellas. El tráfico de pesados influye en el dimensionamiento de los firmes y marca en mayor medida la vida útil del mismo, siendo determinante en los ciclos de las actividades de conservación.

En el caso de la CV-35/CV-50, la definición de vehículos pesados viene como aquellos mayores de 6 metros de longitud.

Finalmente, obtenemos los datos de tráfico siguientes:

Int. 6H	Int. pesados 6H	IMD (veh/día)	IMD pesados (veh. Pesados/día)
930	105	2515	282

Situación actual de tráfico en los puntos aforados

5.3. Determinación del tráfico futuro:

En este apartado se va a realizar el cálculo del volumen de vehículos pesados que van a circular por el tramo estudiado en el año de puesta en servicio en 2017

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
incremento anual acumulativo	1.12		1.44									
IMD(veh/día)	2515	2543	2580	2617	2655	2693	2732	2771	2811	2851	2892	
IMDp(veh pes/día)	279	282	286	290	295	299	303	308	312	316	321	
Año	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
incremento anual acumulativo	1.44											
IMD(veh/día)	2934	2976	3019	3062	3106	3151	3197	3243	3289	3337	3385	3433
IMDp(veh pes/día)	326	330	335	340	345	350	355	360	365	370	376	381

Tabla 1 – IMDs resultantes de la prognosis del tráfico (2014-2037)

Para la estimación de la IMD en el año de puesta en servicio de la carretera, es necesario conocer la tasa de crecimiento del tráfico y así poder obtener finalmente la prognosis del tráfico.

Los resultados obtenidos referentes al tráfico futuro en el **anexo 2 – Estudio del tráfico** – son los expuestos en la **tabla 1**.

5.4. Nivel de Servicio:

La determinación del Nivel de Servicio es de gran importancia de cara a identificar si se satisface la demanda de tráfico donde se establece el criterio de que la demanda de tráfico del año horizonte no sature la infraestructura durante más de un número de horas al año. Habitualmente 30 horas con dimensionamientos más exigentes, o 100 en otros casos.

El nivel de servicio que define el HCM-2010 se determina a partir de la intensidad horaria y la velocidad en flujo libre obteniendo una variable que de una ligera idea de cuál es el tráfico de cada tramo en las horas más cargadas.

Los niveles de servicio han sido calculados acordemente al HCM-2010 y a la simplificación utilizada del mismo, en el que se definen los siguientes 6 niveles de servicio:

- A - Flujo libre
- B - Flujo razonablemente libre
- C - Flujo con maniobras restringidas
- D - Flujo con maniobras limitadas y reducción de velocidad
- E - Flujo con maniobras impedidas. Se alcanza la capacidad
- F - Flujo inestable. Congestión

Para proceder al cálculo del nivel de servicio del tramo de la travesía, primero se detallarán los datos básicos de partida necesarios para evaluar la situación de la carretera.

DATOS	VALORES
CARRIL	3
ARCÉN	1,5 a 2
LONGITUD DEL TRAMO	864 m
IMD	2515
%PESADOS	11,1%
DISTRIBUCION POR SENTIDOS	50/50
ENTORNO	Urbano
TIPO DE TERRENO	Llano/ondulado

Tabla 2 - Datos básicos de partida para el cálculo de los niveles de servicio

Para el año de puesta en servicio, es decir 2017, los niveles de servicio obtenidos son:

Año		2015	2016	2017
IMD(veh/día)		2515	2543	2580
Determinación del Nivel de servicio				
Intensidad horaria punta(veh/h)	IHP	226	229	232
Intensidad horaria de proyecto en la máxima dirección(veh/h)	$I_{p,maxD}$	136	137	139
porcentaje de velocidad libre				
intensidad horaria equivalente				
Factor de corrección por efecto del trazado(inclinación)	Fi	1	1	1
factor de equivalencia para Vp	Ec	1.5	1.4	1.4
Factor de equivalencia para Vr	Er	1	1	1
Factor de equivalencia para vehículos pesados	Fvp	0.96	0.96	0.96
intensidad horaria equivalente(veh-lig/h)	IHE	259	262	266
Intensidad horaria equivalente por sentido(veh-lig/h)	IHEsentido	130	131	133
Velocidad libre				
Factor de corrección por sección transversal	Fst	3.9	3.9	3.9
factor de corrección por la densidad de accesos	Fda	10.6	10.6	10.6
Velocidad libre	VL	35.5	35.5	35.5
Velocidad media				
Factor de corrección por prohibición del adelantamiento	Fpa	6.1	6.1	6.1
Velocidad media	VM	26.2	26.1	26.1
Porcentaje de velocidad libre				
% Velocidad libre	%VL	73.7	73.6	73.5
NIVEL DE SERVICIO				
	NS	D	D	D

Tabla 3 – Niveles de servicio hasta el año 2017

6. Reordenación de accesos y cambios de sentidos de circulación:

La travesía objeto de estudio está atravesando la zona urbana del pueblo de Chelva. Se trata de una zona altamente edificada con gran cantidad de calles y accesos a las diferentes instalaciones situadas en las inmediaciones de la travesía.

Se evidencian problemas que llevan asociados la presencia de un alto número de accesos, particularmente los que aparecen en el tramo citado.

Se plantearán alternativas de reordenación de los accesos y cambios de sentido de circulación para tratar de mejorar la seguridad en la zona de estudio.



Mapa 5 – Representación de los accesos a lo largo de la travesía

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

- ✓ Gran cantidad de accesos directos y calles situados a ambos lados de la vía.
- ✓ Accesos situados en zonas peligrosas o con visibilidad reducida.
- ✓ Interacción entre el tráfico local y el tráfico de largo recorrido.

A modo de resumen, se detalla en la siguiente tabla las características de cada uno de estos accesos.

	situación peligrosa			Característica
acceso nº1	camino no apto para la correcta circulación de vehículos	Falta de visibilidad debido al arbolado	acceso en trazado curvilíneo	dobles sentido
acceso nº2	acceso en intersección no señalizada	ancho reducido		dobles sentido
acceso nº3	acceso en intersección no señalizada	ancho reducido		dobles sentido
acceso nº4	importante pendiente			sentido único
acceso nº5	acceso en intersección señalizada no semaforizada	muy transitada	aparcamiento molesto	dobles sentido
acceso nº6	acceso en intersección señalizada no semaforizada	muy transitada y paso de autobuses		dobles sentido
acceso nº7	ancho reducido	aparcamiento molesto		sentido único
acceso nº8	acceso en intersección señalizada no semaforizada			dobles sentido
acceso nº9	acceso en intersección señalizada no semaforizada			dobles sentido
acceso nº10	falta de visibilidad debido a la presencia de contenedores urbanos			dobles sentido
acceso nº11	falta de visibilidad debido a la mala orientación de la calle (ángulo agudo)			dobles sentido
acceso nº12	fuerte pendiente	no señalizada		dobles sentido

Tabla 4 – Características de los accesos de la travesía

6.1. Solución propuesta para la reordenación de accesos y mejora de la seguridad de circulación.

Esta solución está basada en:

- La creación de lo que se denomina como “puertas de entrada” que sirve para advertir al conductor de la entrada en una zona con características distintas a las de los trazados anteriores y por tanto, cambiar su modo de conducción, empezando por reducir su velocidad.
- Se colocará la señalización adecuada para este tipo de situación.
- Se dispondrá de un arbolado perimetral en las márgenes de la carretera para influir en la percepción del conductor del peligro que supone estar en una zona urbana. De una misma manera, esto permite reducir ligeramente la velocidad de recorrido debido al efecto visual producido y el estrechamiento inducido.
- La reordenación de caminos para mejorar la seguridad en aquellos accesos situados en zonas peligrosas o con visibilidad reducida como es el caso del acceso nº1 en la entrada de la travesía.
- Mejorar la señalización de las intersecciones.
- Cambiar los sentidos de circulación de algunas calles.
- Actuar y crear zonas de aparcamiento que permitan descongestionar el tráfico en las calles contiguas a la travesía.
- Mejorar el entorno de la travesía con el objetivo de mejorar la visión ambiental de la travesía de Chelva, se ha estimado conveniente realizar una eliminación de todas aquellas partes de la travesía, sean en desuso o que permitan tener un cierto espesor de tierra vegetal, con el fin de plantar vegetación

autóctona, de forma que se conseguirá una mejor visual del entorno de la ciudad.

En el **anexo 3 - Reordenación de accesos y cambios de sentidos de circulación** – se explica más en detalle el proceso de reordenación.



Figura 1 – Señalización instalada en la entrada de la travesía

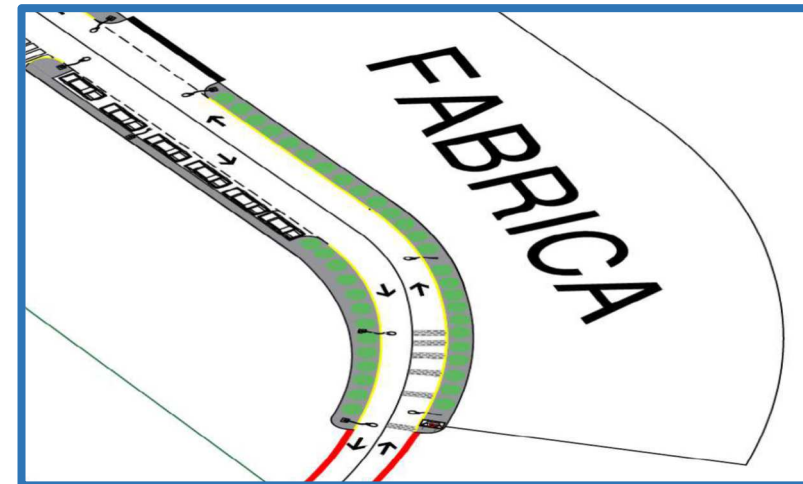


Figura 2 – Arbolado perimetral como puerta de entrada a la travesía

7. Análisis de seguridad vial

Los problemas ligados a la seguridad vial que afectan a la mayoría de las travesías son muchos y de distinta naturaleza:

- ✓ velocidades inadecuadas
- ✓ visibilidades reducidas
- ✓ aparcamiento mal regulado
- ✓ conflictos entre peatones y vehículos
- ✓ señalización horizontal y/o vertical insuficiente, etc.

Para conocer los problemas de seguridad vial existentes en la travesía de Chelva se llevó a cabo un completo trabajo de campo consistente en recorrer la travesía tanto a pie como en vehículo privado. Se rellenaron una serie de listas de chequeo y se tomaron las fotografías pertinentes para su posterior análisis.

Una vez identificados los problemas padecidos por la travesía, se procedió a la elección de las soluciones más oportunas, atendiendo a la tipología y características de la vía y su entorno.

7.1. Accidentalidad

La medición de la siniestralidad se ha realizado analizando las tasas de siniestralidad que establecen la relación entre el número de accidentes y la exposición al riesgo partiendo de los datos reflejados en la tabla 5.

AÑO	2014	2013	2012	2011	2010	2014-2010
IMD(veh/día)	1969	2083	1961	2350	2366	10729
ACV	4	3	2	3	4	16
M	1	1	0	1	1	4
H	3	2	2	2	3	12
Longitud	del pK 63+500 a pK 80+000					

Tabla 5 – Resumen datos de siniestralidad en la travesía

El análisis de las diferentes tasas de siniestralidad ha dado como resultados:

$$\rightarrow IP = 0,248 \cdot 10^{-6} \frac{acv}{veh-Km}$$

$$\rightarrow IM = 6,1 \frac{víct.mortales}{10^8 veh \cdot Km}$$

$$\rightarrow IG = 25 \frac{víct.mortales}{100 acc. con víctimas}$$

→ También se ha comprobado que el tramo de estudio no representa un TCA (Tramo de concentración de accidentes)

7.2. Diagnóstico de seguridad vial

El principal peligro existente reside en la velocidad de aproximación del vehículo entrante en la travesía elevada respecto a la limitación existente en la travesía.

Otro problema destacable es la interacción de estos vehículos de paso por la travesía con otros elementos viarios como son los peatones, autobuses o ciclistas.

Los conceptos relacionados con la seguridad vial que han de considerarse son:

- Bajar la velocidad media de recorrido mediante estrechamiento óptico estrechando los carriles y aumentando las aceras.
- Reubicar el mobiliario urbano y el servicio público.
- Rediseño del itinerario de peatones
- Reconfiguración de la ubicación de los aparcamientos
- Mejorar las intersecciones poniendo la señalización adecuada.
- Cambiar los sentidos de circulación.
- Instalación de los MDV – Moderadores de velocidad

7.3. Actuaciones en materia de seguridad vial

A continuación, se van a establecer una serie de medidas de corrección que traten de solventar los problemas que se han mencionado en los apartados anteriores. Se describirán cada uno de ellos, las funciones que realizan tras su implantación y sus dimensiones.

Las propuestas de actuación en materia de seguridad vial que se han proyectado para el tramo de estudio son las siguientes.

7.3.1. Actuaciones sobre la planta

Se usará la chicane como puerta de entrada a la travesía. Se trata de una rotura de alineaciones mediante alternancia de plazas de aparcamiento en el 1º tramo de la travesía.

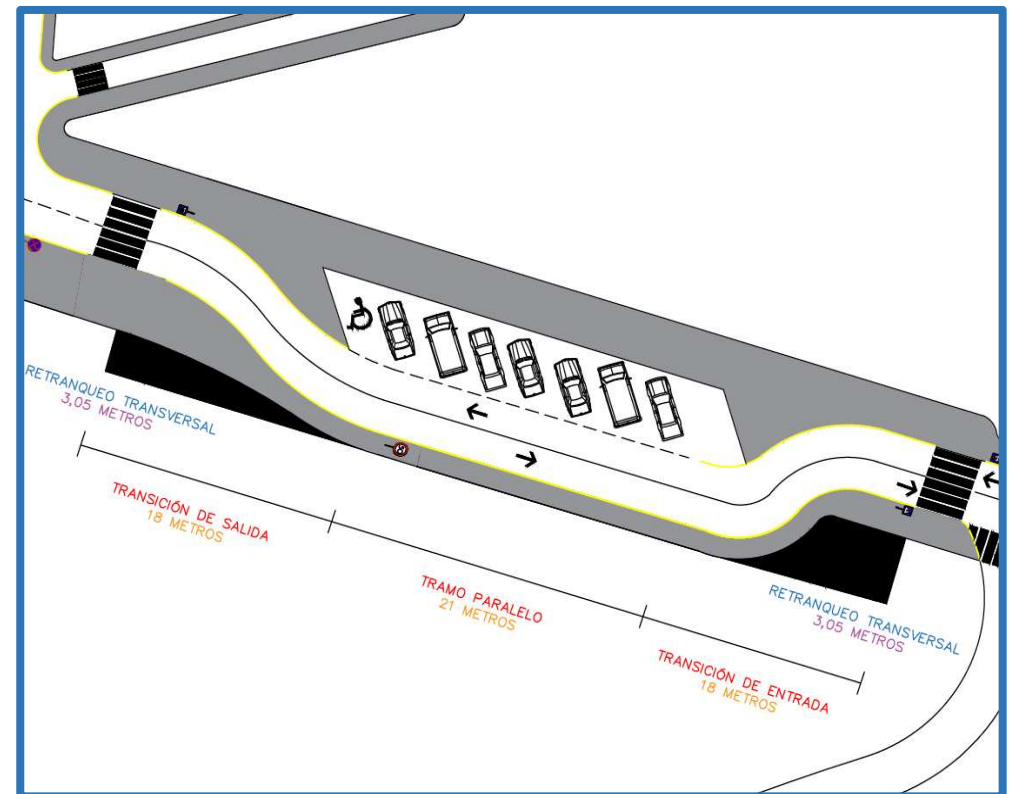


Figura 3 – Chicane en la entrada a la travesía

7.3.2. Actuaciones sobre el alzado

Se reemplazarán los pasos sobreelevados existentes desaconsejados en la travesía y se instalarán almohadas en su lugar. Se trata de módulos de goma con una elevación de 7,5 cm que obligan a los coches a disminuir la velocidad (traffic calming) pero como no ocupan todo el ancho de la calzada permiten a los vehículos de emergencia pasar sin tener que aminorar la marcha, hecho interesante en la travesía de Chelva por la presencia de un centro de salud.

Su implantación pretende limitar la velocidad a 30 km/h y fomentar el uso de la bicicleta.

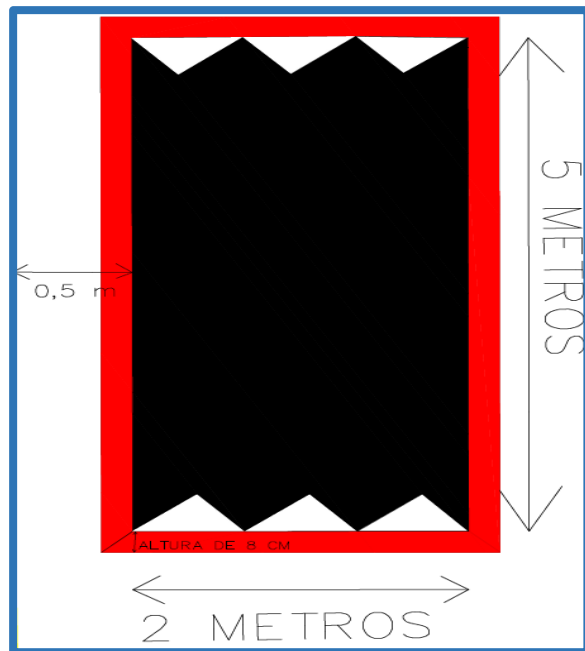


Figura 4 – Dimensiones de las almohadas instaladas

7.3.3. Actuaciones sobre el pavimento

Se procederá a la instalación de un pavimento de alta fricción en las almohadas implantadas que facilite el frenado y mejore la estabilidad vehicular.

Se prevé también la instalación de un buen pavimento de diferente color (marrón) en toda la superficie de la 2º intersección.

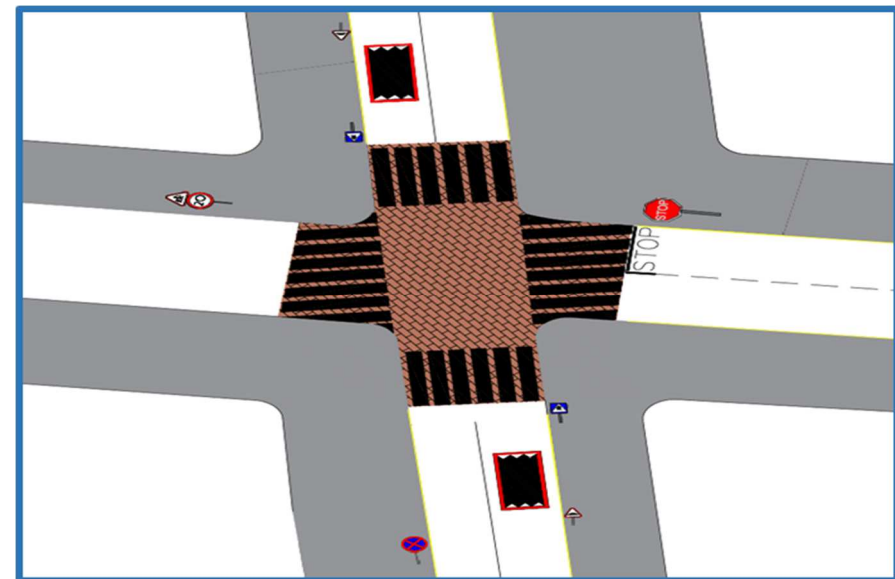


Figura 5 – Cambio de textura en la pavimentación de la 2º intersección

La aplicación de un pavimento diferente es una medida muy eficaz para conseguir la reducción de la velocidad, en especial el pavimento adoquinado que hace la conducción muy incómoda.

7.3.4. Instalación de pasos de peatones

Analizando el comportamiento de los peatones en la travesía, puede observarse que en el primer tramo, existen una serie de viviendas situadas en la margen derecha de la carretera en el sentido creciente de P.K.s, donde dichos habitantes requieran pasar de un lado a otro de la carretera. Por dicho motivo, se ha proyectado un paso de peatones en el principio del tramo.

Al mismo tiempo, analizando el resto de edificaciones de la zona y observando el flujo peatonal existente en la actualidad, se ha considerado que el entorno donde se sitúan aquellas zonas de interés, como el centro de salud o el bar, precisa de un paso de peatones.

También se han dispuesto pasos de peatones en todos los cruces del tramo urbano, de forma que aportan continuidad longitudinal a las aceras ya existentes.

Debido a la falta de espacio y la colmatación de accesos a las distintas viviendas de la zona, y sabiendo, a priori, que como máximo a los 20 metros va a existir una almohada que reduzca la velocidad de los vehículos, se ha considerado que la mejor solución sería instalarlos a nivel de calle.

De hecho, los pasos sobrelevados existentes se van a quitar y serán reemplazados por pasos de peatones a nivel de calle excepto el último de la travesía que se mantendrá por no perturbar el aparcamiento de coches.

7.3.5. Bandas transversales de alerta.

Las bandas transversales de alerta (BTA), llamadas también franjas transversales reductoras de velocidad, son unos elementos modificadores de la superficie de rodadura de la calzada, cuyo objetivo es transmitir al conductor la necesidad de extremar la atención en su aproximación a un tramo en el que existe un riesgo vial superior al percibido subjetivamente, empleando para ello bien la transmisión de vibraciones o ruidos derivados de su acción sobre el sistema de rodadura, suspensión y amortiguación del vehículo o bien sensación óptica de velocidad.

Por tanto, las funciones que realizan las BTA se pueden resumir en:

- indicar la aproximación de una travesía o el comienzo de una serie de medidas para moderar el tráfico
- actuar como señal de advertencia que alerte a los conductores de que puede ser necesario realizar alguna acción preventiva
- amortiguar la velocidad de los vehículos en vez de reducirla bruscamente.

Se ha considerado la necesidad de implantar este tipo de medidas en aquellas zonas donde se pretenda reducir su velocidad de operación porque se aproxima a un tramo en el que hay que extremar la precaución y circular a una velocidad moderada.

Este es el caso de la entrada de la travesía donde los conductores tienen que percibir el peligro del tramo de travesía que se les viene adelante y por lo que la instalación de las BTAs permitirá mejorar la

percepción de la información por parte del conductor y también reducir la velocidad en este tramo de entrada.

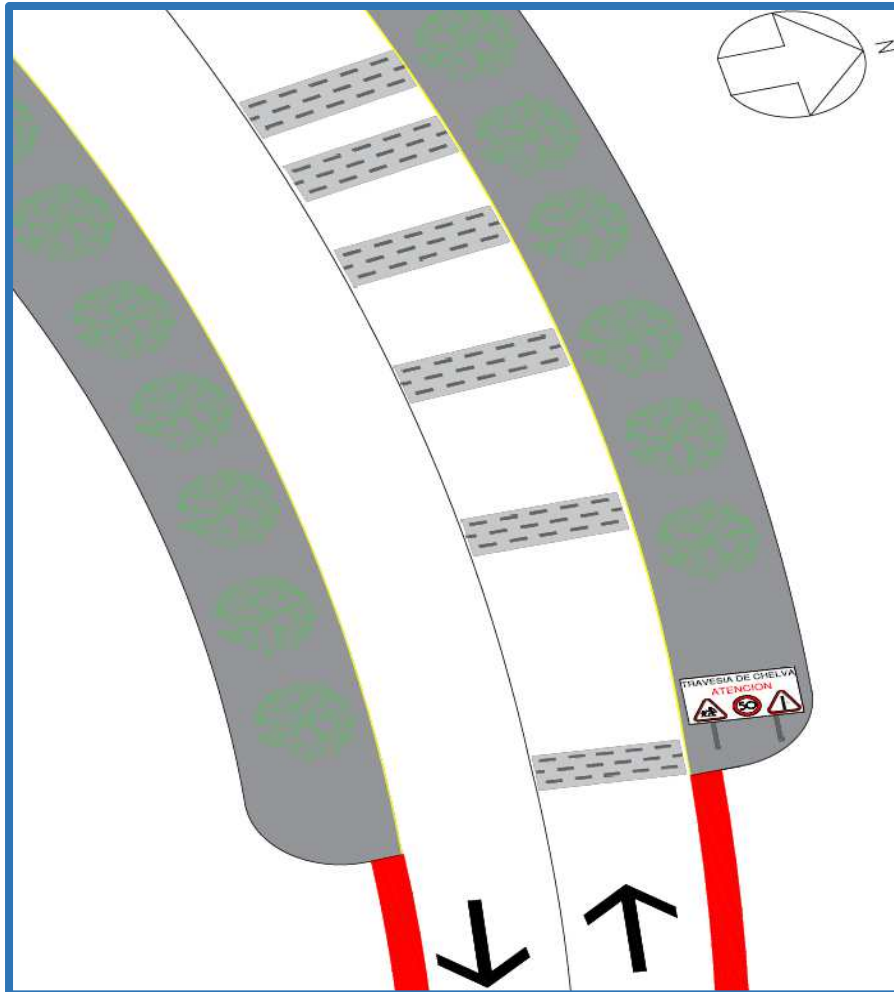


Figura 6 – BTAs en la entrada de la travesía

7.3.6. Amplitud de las actuales aceras

Se ha comprobado que la anchura de las aceras actuales son las adecuadas para el tránsito seguro de los peatones. Sin embargo, en la 1º curva de la travesía, se ha podido observar en el momento del estudio in situ, que se está realizando obras de rebaje de bordillos para facilitar el paso de camiones enfrentados.

Por lo que se ha optado por la eliminación de la acera en esta curva por su margen derecha, mediante:

- ➔ El rediseño del itinerario peatonal mediante la implantación de pasos de peatones
- ➔ permitiendo el ensanchamiento de la calzada en este punto
- ➔ facilitando el paso de camiones enfrentados.

Esta medida viene acompañada de la colocación de balizas cilíndricas que sirven para evitar el tránsito de peatones por zonas inhabilitadas para tal y producir el efecto visual deseado para los conductores.

7.4. Efectividad de las medidas.

Para analizar si las medidas aplicadas son efectivas en materia de seguridad vial, será necesario comprobar si después de haber aplicado dicha medidas, el número de accidentes aumenta o disminuye. Para ello, existe una forma sencilla de estimar los accidentes de tráfico que pueden producirse ante la implantación de una nueva medida de seguridad en la carretera.

Son los conocidos como accident modification factors (desde ahora AMF) llamados también CMF (crash modification factor). Son unos coeficientes que cuantifican los cambios en número de accidentes en un emplazamiento como resultado de implementar un tratamiento o una medida de seguridad vial específica. Se han obtenido gracias a numerosos investigadores que, mediante estudios antes/después, han conseguido analizar cómo puede variar el número de accidentes tras una modificación realizada sobre la carretera.

La forma de obtener el número de accidentes después de implantar la medida es la siguiente:

$$N_{despues} = AMF \cdot N_{antes}$$

Siendo:

Nantes \equiv n° de accidentes antes de implantar la medida.

AMF \equiv coeficiente modificador según la medida emprendida.

Ndespués \equiv n° de accidentes después de implantar la medida.

Los coeficientes AMF de cada una de las medidas están expuestas en el **anexo 4 – Estudio de seguridad vial**.

7.5. Velocidad de operación.

La velocidad de operación es la que adoptan realmente los conductores al circular por la vía. Es evidente que esta velocidad no se conoce a la hora de diseñar un tramo, aunque se han desarrollado diferentes modelos para tratar de estimarla en fase de diseño y así poder obtener diseños más consistentes.

Aunque esta herramienta se aplica sobre todo a tramos de carreteras interurbanas y a carreteras convencionales, la usaremos para tener una idea del comportamiento de los conductores en la travesía atendiendo solamente a las características geométricas del trazado.

Obteniendo así pues los perfiles de velocidad de operación siguientes.

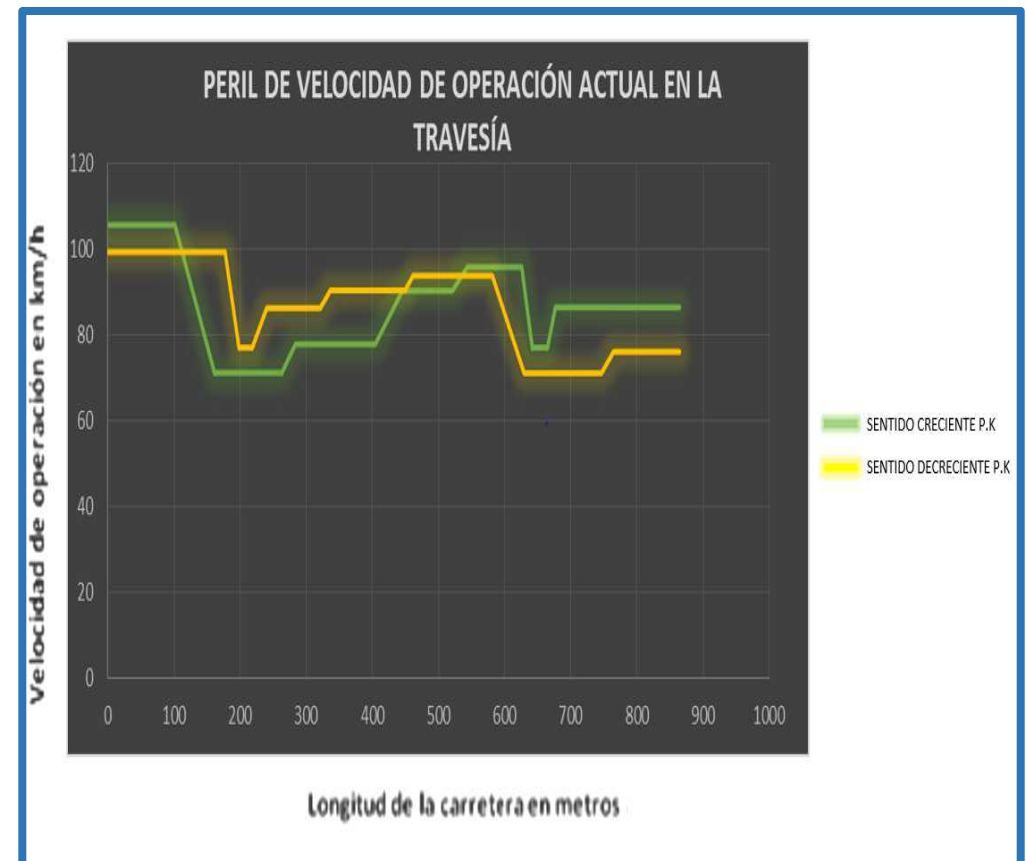


Gráfico 1 – Perfiles de velocidad de operación

7.6. Distancia de parada

Se 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.

En el anejo 4 – Estudio de seguridad vial – se ha procedido a su cálculo, cuyo resultado es el siguiente.

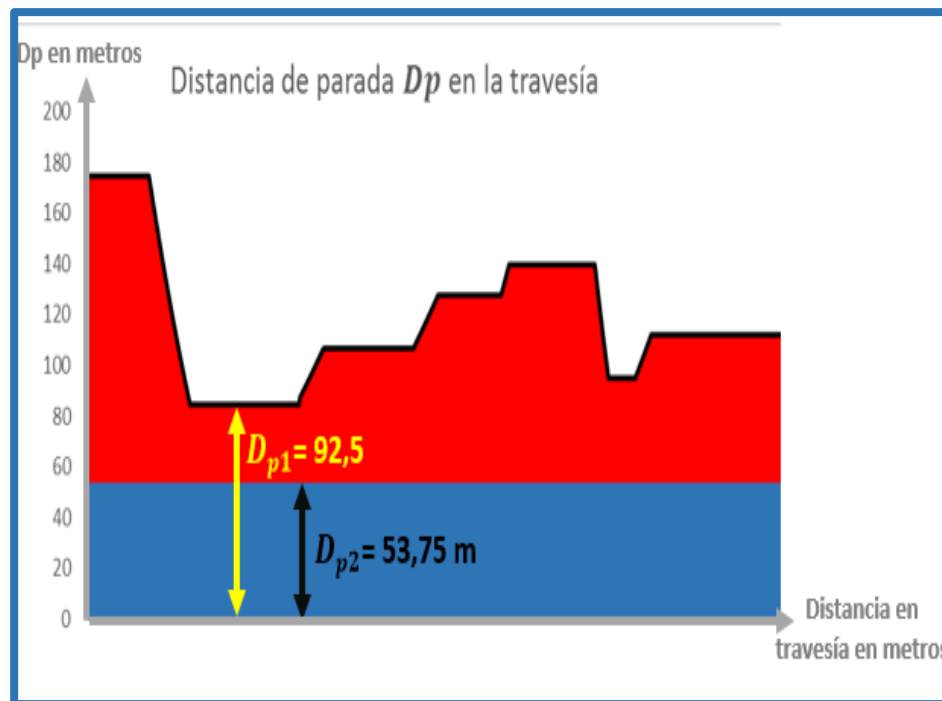


Gráfico 2 – Distancia de parada

8. Estado del firme.

Debido al elevado número de vehículos pesados que circulan por esta carretera, el firme se encuentra bastante deteriorado en el tramo de la travesía de Chelva, presentando deterioros superficiales, así como estructurales.

Para poder realizar un correcto análisis de toda la zona de estudio, se han identificado los defectos más característicos y su localización estableciendo tres tramos a lo largo de la travesía escogidos según la homogeneidad del estado actual de su firme.

- 1º tramo : del P.K 67+400 al P.K 67+660
- 2º tramo : del P.K 67+660 al P.K 67+941
- 3º tramo : del P.K 67+941 al P.K 68+200

Se ha podido comprobar a lo largo del 1º y 3º tramo de la travesía la existencia de fisuras longitudinales en el eje de la calzada que separa ambos carriles siendo el último tramo el más castigado por los numerosos deterioros detectados donde también habría que destacar que debido al paso de vehículos pesados, aparecen mayoritariamente grietas transversales. Posiblemente sea debido a que debajo del firme existan capas estabilizadas, ya sea suelo cemento, grava cemento, etc., sin prefisurar adecuadamente.

El Segundo tramo, por el contrario, tiene un firme en un buen estado, debido que ha sido renovado en 2012, hace 3 años.

Por lo que finalmente se ha considerado conveniente realizar una rehabilitación superficial en el 1º y 3º tramo con el fin de corregir los defectos que muestran las fotografías del **apéndice 1 del anejo 5**.



Imagen 2 – Ejemplo de deterioro en el firme de la travesía

En el último tramo, ante un aspecto superficial relativamente malo, y numerosos defectos de tipo estructural, deberá realizarse una rehabilitación superficial más pronunciada, refuerzos y correcciones localizadas en los deterioros estructurales observados.

Consiste en la retirada por medios mecánicos (fresado) de un espesor 3 cm en toda la superficie de la calzada, sin incluir los arcenes ya que presentan un estado en condiciones adecuadas. A continuación, se propone la reposición de esta capa de rodadura con mezclas bituminosas constituida por una mezcla discontinua de 3 cm tipo BBTM 11B (Antigua M-10).

Mediante esta solución se consigue una rodadura homogénea, en todo el tramo, con una adherencia neumático - pavimento adecuada.

9. Señalización

En travesías, la velocidad máxima genérica es de **50 km/h**, aunque justificadamente se podrán señalar limitaciones diferentes, en función de la configuración del poblado (figura 11).

Una travesía, a efectos de esta norma, para poder ser considerada como tal, debe tener conexión directa con las calles del municipio.

Este es el caso de la travesía de Chelva, cuya señalización queda insuficiente frente a los múltiples peligros y actores del tráfico presentes.

Por una parte, en la entrada a la travesía, se ubicará la señal de poblado S-500 (Entrada a poblado. Indica el lugar a partir del cual rigen las normas de comportamiento en la circulación relativas a poblado.), o en sus inmediaciones, los de dispositivos reductores de velocidad deben de ir precedidos de las señales siguientes:

- R-301 de limitación de velocidad
- P-15ª de advertencia de resalto
- P-20 de «peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones».

Por otra parte, se ha decidido implantar las señales oportunas para advertir de la presencia de niños en el segundo tramo de la travesía debido a la presencia de un colegio en sus calles adyacentes.

También adecuaremos la señalización vertical en aproximación a un reductor de velocidad aislado o a un grupo de reductores sucesivos estará compuesta en general por las señales:

- R-301 (velocidad máxima permitida)
- P-15a (resalto)
- P-20 (proximidad de lugar frecuentado por peatones), dispuestas en ese mismo orden según el sentido de marcha de los vehículos. Dicha señal será recomendable en el caso en que exista un paso de peatones situado a continuación de los reductores de velocidad así como en el caso de presencia significativa de peatones en las márgenes con riesgo de invasión de la calzada por parte de los mismos

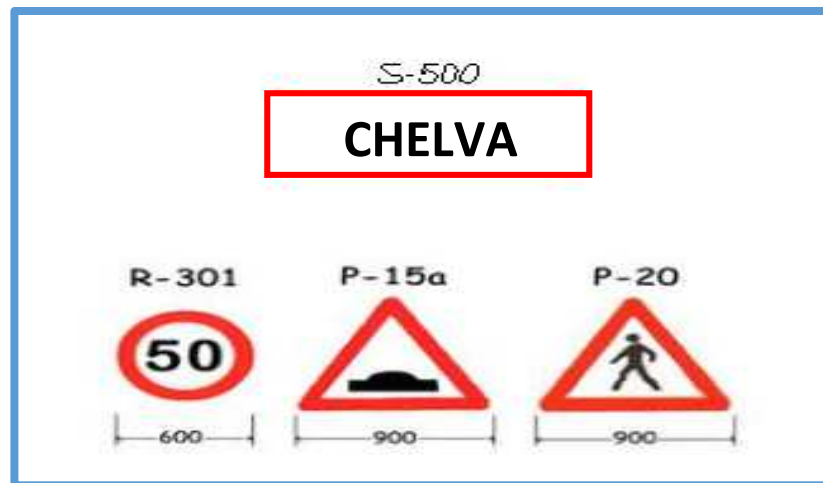


Figura 7 – Señalización en la travesía

9.1. Defensas y balizamiento

Se requiere el empleo de balizas cilíndricas en los laterales del tramo urbano donde se ha procedido al ensanchamiento de la calzada para facilitar el paso de los camiones en la 1º curva de la travesía.

El motivo de su incorporación es debido a que se necesita delimitar el ancho de la calzada para evitar que los vehículos puedan bordear la acera y que los peatones se adentran en un espacio no habilitado para su paso.

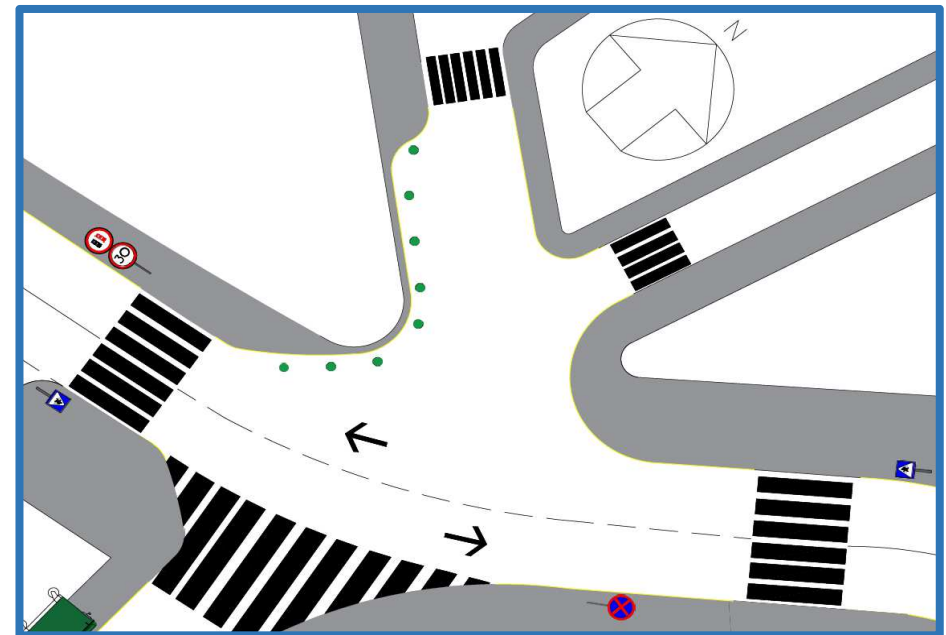


Figura 8 – Balizas cilíndricas en la 1º curva de la travesía

10. Presupuesto orientativo

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MANUAL			
ESTUDIO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA TRAVESÍA DE LA CARRETERA CV-35 EN EL MUNICIPIO DE CHELVA			
CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE	%
CAP 01	ACTUACIONES PREVIAS Y DEMOLICIONES	70826.95	21,90
CAP 02	EXPLANACIONES	2199.19	0,68
CAP 03	DRENAJE	92851.23	28,71
CAP 04	PAVIMENTACIÓN	94144.87	29,11
CAP 05	ALUMBRADO PÚBLICO	42884.27	13,26
CAP 06	SEÑALIZACIÓN	3492.84	1,08
CAP 07	JARDINERÍA	5045.21	1,56
CAP 08	MOBILIARIO URBANO	5497.98	1,70
CAP 09	GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	2134.51	0,66
CAP 10	SEGURIDAD Y SALUD	4333.70	1,33
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	323.410,75	
	15 % Gastos generales		48511.61
	6% Beneficio industrial		19404.65
	SUMA		67916.26
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	391.327,07	
	21 % IVA		82178.68
	PRESUPUESTO FINAL	473.505,75	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES MIL QUINIENTOS CINCO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Valencia, el 10 de Marzo de 2016

El autor del estudio

Fdo: CHEDDADI MAMOUN



11. Conclusiones

El objetivo de este trabajo a nivel de proyecto básico ha sido dar una solución para la problemática descrita con el fin de resolver las carencias en funcionalidad, accesibilidad y seguridad vial de la travesía de Chelva.

Se ha procedido a la mejora del trazado actual respondiendo a la necesidad de actuar frente a las causas de siniestralidad existentes en este tramo implantando una serie de medidas y actuaciones, donde las más relevantes son:

- ✓ La implantación de “una puerta de entrada” de la travesía colocando un arbolado perimetral en las 2 márgenes de la calzada. También se ha procedido a la colocación de BTAs para reducir la velocidad de circulación y de entrada a la travesía. Finalmente colocando la señalización adecuada y recordando los peligros que lleva asociada la travesía.
- ✓ Se ha reubicado el 1º acceso (camino rural) poniéndolo en una alineación recta después de la entrada a la travesía dejando así de ser un peligro en esta zona.
- ✓ En el 1º tramo de la travesía, se ha procedido a la instalación de una chicane mediante la alternancia de aparcamientos alcanzando así un cierto zigzag en la alineación y consiguiendo la bajada de velocidad deseada.
- ✓ Se ensanchó la calzada en la 1º curva de la travesía facilitando el paso de camiones enfrentados en este tramo. En esta actuación, se ha tenido que rediseñar el recorrido peatonal implantando nuevos pasos de peatones y rediseñando el itinerario peatonal.
- ✓ Se rediseño la 2º intersección de la travesía la más transitada de la travesía cambiando por una parte los sentidos de circulación de uno de los ramales y cambiando la textura del pavimento de la intersección.
- ✓ Se emplearon reductores de velocidad como son las almohadas instaladas antes de los pasos de peatones más transitados para conseguir una reducción de velocidad sin afectar al paso de vehículos de emergencias y alterando lo menos posible la estabilidad vehicular.
- ✓ Se instalaron pasos de peatones para asegurar la continuidad del recorrido peatonal a lo largo de la travesía.
- ✓ Se han habilitado nuevos espacios para el aparcamiento, en particular el 1º tramo y final de la travesía.
- ✓ Se ha puesto marcas horizontales en la calzada para prohibir el estacionamiento en ambas márgenes de la travesía en todo su recorrido.

- ✓ La señalización de la travesía ha sido mejorada y actualizada a las necesidades del trazado.
- ✓ Se ha rehabilitado el firme en la mayor parte de la travesía parte arreglar el estado deficiente del pavimento actual.
- ✓ Finalmente se han cambiado los sentidos de circulación de algunas calles adyacentes a la travesía para mejorar el tránsito vehicular.

Todas estas medidas responden a necesidades reales de la travesía que han sido desveladas por los estudios realizados tanto de tráfico, de seguridad vial o del estado de la plataforma.

12. Referencias.

- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. Highway Capacity Manual. HCM 2010. Washington, D.C. 2010. www.TRB.org. Volume 1, 2 y 3. ISBN 978-0-309-16078-79-80. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD.
- GARCIA, A. MORENO – Guía metodológica para la elaboración de planes urbanos de moderación de tráfico. CEDEX: servicio de publicaciones. Diciembre 2012. Ministerio de Fomento.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA Y ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS (2006). Recomendaciones sobre reductores de velocidad.
- MINISTERIO DE FOMENTO. Dirección General de Carreteras. Instrucción técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado. Orden de Fomento 3053/2008.
- MINISTERIO DE FOMENTO. Dirección General de Carreteras. Trazado. Instrucción de Carreteras. Norma 3.1. IC. B.O.E. 2 de febrero de 2000.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (1987). Norma 8.2. Instrucción de Carreteras: marcas viales. B.O.E. núm. 185.
- NCHRP REPORT 617. Accident Modification Factors for Traffic Engineering and ITS Improvements. Disponible en: www.TRB.org
- <http://www.cmfclearinghouse.org/>
- Guía mapfre
- GARCÍA, A., TORRES, A.J., ROMERO, M.A., y MORENO, A.T. “Evolución de las velocidades ante dispositivos moderadores del tráfico”. XVI Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte y Logística. 15 al 18 de julio de 2010. Lisboa, Portugal.
- www.securiteroutiere.org/infrastructure/chicanes.htm
- SPF (Safety performance function) para tramo homogéneo de carretera convencional CAMACHO TORREGROSA, F.J
- PEREZ, A.M., GARCIA, A., CAMACHO, F.J., y D’ATTOMA, P. “Use of GPS data to model operating speed and deceleration on two-lane rural roads”. 89th TRB Annual Meeting. Washington, D.C., Estados Unidos.

- MINISTERIO DE FOMENTO. Dirección General de Carreteras. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Orden de Fomento 891/04.
- MINISTERIO DE FOMENTO. Dirección General de Carreteras. Orden Circular 323/97 T. Recomendaciones para el proyecto de actuaciones de rehabilitación estructural de firmes con pavimento bituminoso. Madrid, 1997
- Guía VADEMECUM – CEPSA de productos asfálticos para carreteras.
- www.cepsa.com/cepsa/Que_ofrecemos/Asfaltos/Vademecum
- MINISTERIO DE FOMENTO (2007). Norma de servicio 2/2007, sobre los criterios de aplicación y mantenimiento de las características de la señalización horizontal.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1992). Catálogo y significado de las señales. Dirección General de Carreteras del Estado.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2014). Orden circular 35/2014 “Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos”.