



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



ANEJO Nº1:

ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

AUTOR: Francisco Fornes Leal

TUTOR: Evaristo Manuel López Porta



Contenido

1. INTRODUCCIÓN..... 4

2. ANTECEDENTES 4

3. LOCALIZACIÓN..... 4

4. SITUACIÓN ACTUAL..... 5

 a. Estructura del municipio 5

 b. Estructura viaria 6

 i. Red viaria interurbana 6

 ii. Red viaria urbana 6

 c. Jerarquía viaria..... 7

**ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.**

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este primer anejo, denominado “antecedentes y situación actual”, es la de explicar cómo se estructura la red viaria del municipio y cuál es su jerarquía.

Para ello es necesario, en primer lugar, localizar el municipio en el ámbito, nacional, autonómico y comarcal. En segundo lugar, se enumeran todas las vías que comunican Denia con las localidades próximas a ella y como está conectada a las carreteras de mayor importancia dentro de la comunidad valenciana. Por último, se explica cómo es la red urbana del municipio, realizando al final del anejo una jerarquización viaria según la función e importancia de las vías que conforman el casco urbano.

De esta manera se pretende justificar porque es necesario crear una variante en el municipio.

2. ANTECEDENTES

El objeto del presente Trabajo de Fin de Grado va a consistir en definir las características generales para la construcción de la nueva variante por carretera de la ciudad de Denia, que se realizará mediante una conexión entre la Avenida de Joan Fuster, la carretera CV-725, y la carretera CV-7301.

La idea surge debido a la inexistencia de una conexión directa con las dos vías que funcionan en la actualidad como rondas urbanas, que son la carretera CV-7301 al norte, y la Avda. Joan Fuster al sur, lo que provoca una escasa utilización de estas dos vías, diseñadas para soportar grandes demandas de tráfico.

Lo que se busca con la nueva variante es distribuir los tráficós tanto de entrada como de salida de una manera mas eficiente, evitando que gran parte de los vehículos tengan que transcurrir por calles que no están preparadas para soportar grandes cargas de tráfico, disminuyendo así el caos circulatorio que se produce en algunos puntos del municipio en horas punta.

3. LOCALIZACIÓN

Denia es un municipio perteneciente a la provincia de Alicante, en la Comunidad Valenciana. Concretamente se sitúa al norte de la provincia, en el límite con la provincia de Valencia. Se encuentra a 105 km de la ciudad de Valencia y a 92 km de la de Alicante.



Figura 1. Localización de Denia dentro de España. FUENTE: GOOGLE

Forma parte de la comarca de la Marina Alta, siendo además la capital y el municipio con más población, con 41.733 habitantes, según datos del padrón municipal de 2018, y una extensión de 66.18 km². Es colindante con los municipios de Jávea al sur, Ondara al oeste, y Oliva al norte.

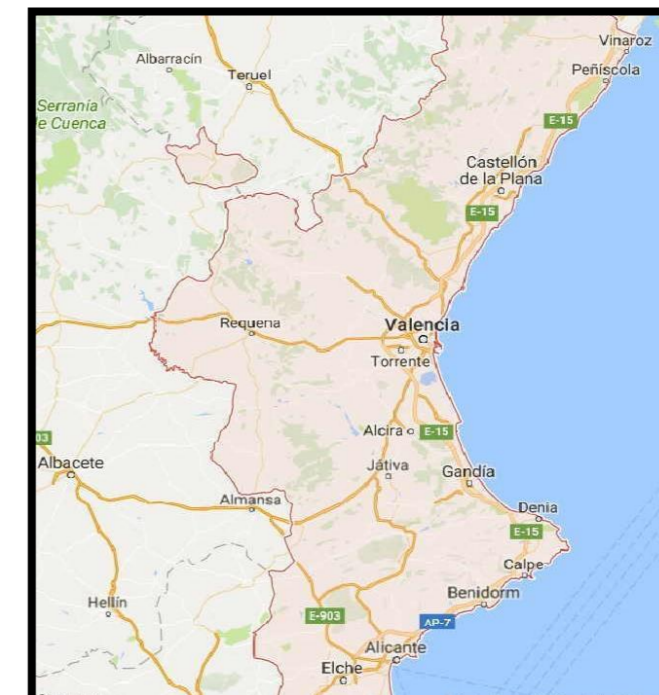


Figura 2. Situación respecto de la Comunidad Valenciana. FUENTE: Google maps

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

En cuanto a las infraestructuras de comunicación, Denia es una ciudad bien comunicada por carretera, aunque no tan bien por ferrocarril. La ciudad está conectada a través de la CV-725 a dos vías de gran importancia del territorio nacional, como son la autopista AP-7 y la nacional N-332, situadas ambas a unos 7 km de distancia. También transcurre la CV-7301, coloquialmente denominada Carretera de les Marines, que une Denia con municipios como El Vergel o Oliva. Por último, está conectada con Jávea a través de la CV-736, que transcurre a través del Parque Natural del Montgó. En cuanto a conexiones por ferrocarril, transcurre por la ciudad la línea 9 del TRAM Metropolitano de Alicante, que une Benidorm con Denia, si bien es verdad que desde julio de 2016 el servicio está interrumpido debido a obras de mejora y modernización de la infraestructura. Por último, la ciudad está conectada por mar con Formentera, Ibiza y Mallorca.

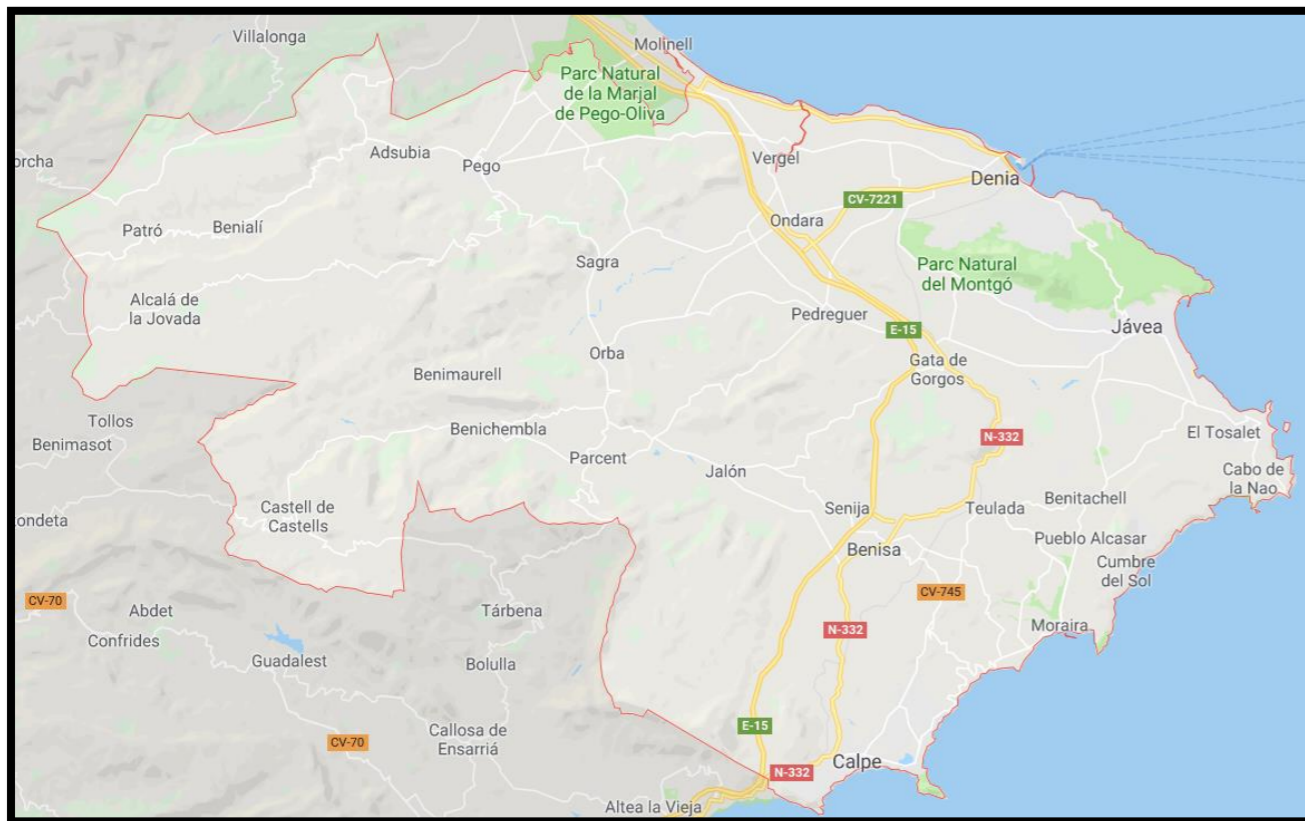


Figura 3. Imagen aérea de la Marina Alta. FUENTE: Google maps

4. SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se detalla como se estructura el municipio en la actualidad, y cual es la jerarquía viaria y los flujos de tráfico más importantes.

a. Estructura del municipio

Nos encontramos ante un municipio con una estructura formada por diferentes núcleos de población claramente diferenciados, tal y como se refleja en el siguiente mapa:

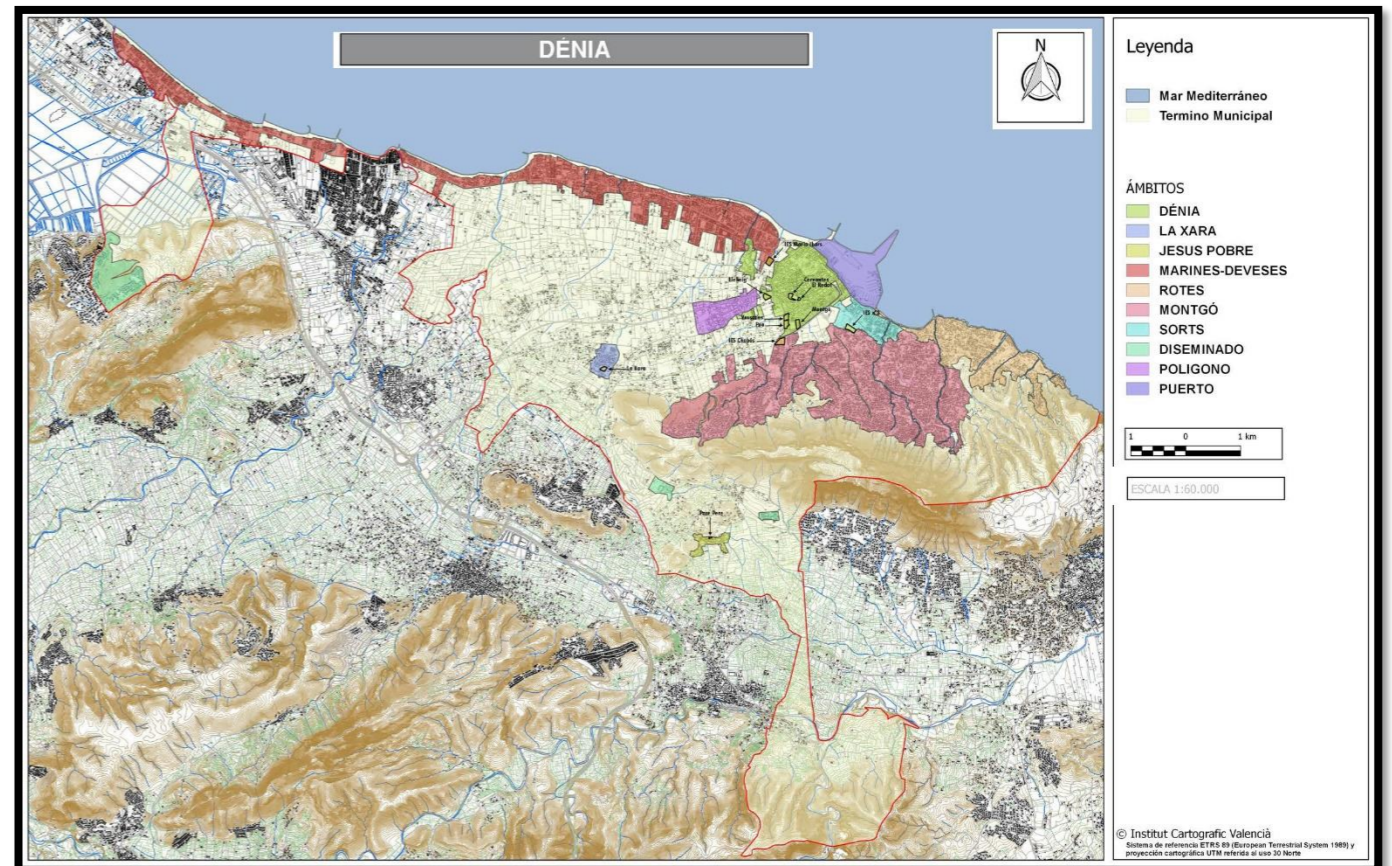


Figura 4. Piezas urbanas. FUENTE: PGOU Denia

Como se puede apreciar, el término municipal está formado por 10 piezas urbanas, localizadas principalmente al noreste. El núcleo de mayor importancia es el del casco urbano, donde se localiza la mayor parte de la población (aproximadamente 23 600 habitantes en 159 ha, lo que supone el 56% de la población, con una densidad de 148 habitantes por ha). El resto de las piezas son de mayor extensión, pero de menor número de población, formando un tejido urbano discontinuo. Hay que destacar las poblaciones de La Xara y Jesús Pobre, constituidas administrativamente como entidades locales menores de Denia. Cuentan con una población aproximada de 1 600 y 800 habitantes respectivamente.

Como se ha comentado anteriormente, los núcleos de población se sitúan al este de las dos vías principales de comunicación por carretera que alimentan al municipio, la AP-7 y la N-332, que están conectadas directamente al casco urbano a través de la CV-725. Esto provoca que gran parte del tráfico que tienen como destino piezas como Montgó, Rotes, Puerto o parte de Marines-Deveses, deban atravesar el casco urbano, convirtiendo algunas calles en travesías con gran intensidad de vehículos,

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

causando grandes molestias a la población.

Debido a esta configuración, y pensando en la ciudad actual y su posible desarrollo futuro, se hace necesario desarrollar una variante, de modo que exista una diferenciación de tráfico según su destino.

b. Estructura viaria

La red viaria del municipio la podemos clasificar en dos tipos: una red interurbana, que se encarga de conectar Denia con otros municipios, y una red urbana, que soporta los flujos internos de la ciudad.

- i. Red viaria interurbana

Como se ha comentado ya, los principales viarios de gran capacidad que encontramos en el entorno del municipio, y principales vías de acceso, son la AP-7 (autopista del Mediterráneo) y la carretera nacional N-332, con una IMD de 16 710 vh/día y 17 290 vh/día respectivamente, según datos obtenidos por el Ministerio de Fomento en 2017 en las estaciones de aforo de ambas carreteras más próximas al municipio.

La AP-7 sirve de conexión entre los principales núcleos urbanos de la Comunidad Valenciana, como son Valencia y Alicante, siendo el enlace de entrada y salida más cercano a Denia el de Ondara (salida 62), situado a unos 7 km de Denia.

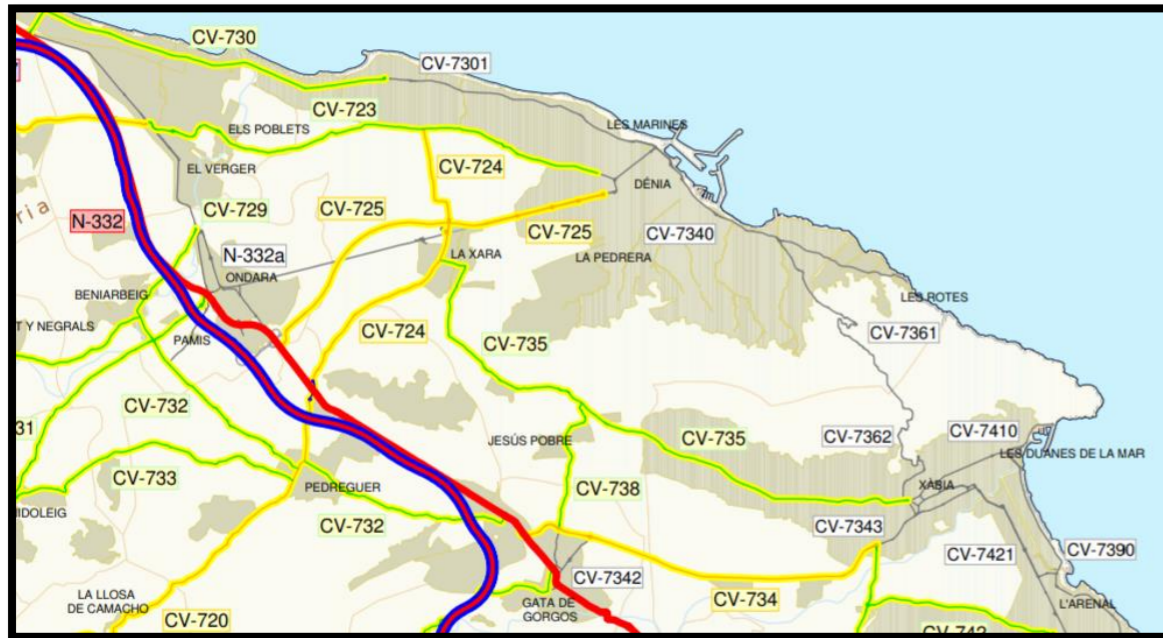


Figura 5. Red viaria interurbana. FUENTE: Mapa de carreteras de la zona sur de la Comunidad Valenciana

La carretera N-332 es la encargada de conectar la mayoría de los núcleos de población costeros. Es una carretera de dos carriles (uno por sentido) en gran parte de su recorrido, con un trazado que suele

atravesar los núcleos urbanos por los que transcurre, a excepción de algunos casos como el de Denia, siendo utilizada como vía conectora.

En cuanto a las conexiones con los municipios colindantes, la conexión con Ondara se realiza a través de la CV-725 y la CV-7221; con Gata de Gorgos a través de la CV-735 y la CV-738, y con Jávea a través de la CV-736 y CV-735.

- ii. Red viaria urbana

Existen una serie de vías que conectan el casco urbano con las diferentes zonas del municipio. La conexión con Las Marinas (donde se concentran la mayor parte de las playas del municipio) se realiza a través de la CV-7301 (carretera de Las Marinas). A través de la CV-736 se conecta el casco con Las Rotas. El acceso a las urbanizaciones situadas en el Montgó se realiza a través del Camino de Sant Joan o del camino Metge Manuel Vallalta. La Xara y Jesús Pobre se conectan a través de la CV-725, a la cual se accede mediante la CV-724 y la CV-735. También se deben destacar la CV-723 (Camí de Gandía), carretera paralela a la CV-7301 y la CV-725, utilizada para los desplazamientos entre las distintas zonas del municipio, y la CV-724, encargada de unir la CV-725 y la CV-735 con la carretera de Las Marinas.

Dentro del propio casco urbano del municipio, encontramos una serie de calles encargadas de soportar la mayor parte de flujos de tráfico, que son las encargadas a su vez de distribuirlo. Empezando por el oeste, principal entrada de vehículos, la CV-725 se desdobra en dos vías: la Avenida de Alicante y la calle Abu Zeyan-Avenida de Miguel Hernández, y en el noreste, enfrente de la fachada marítima, se encuentra la CV-7301.

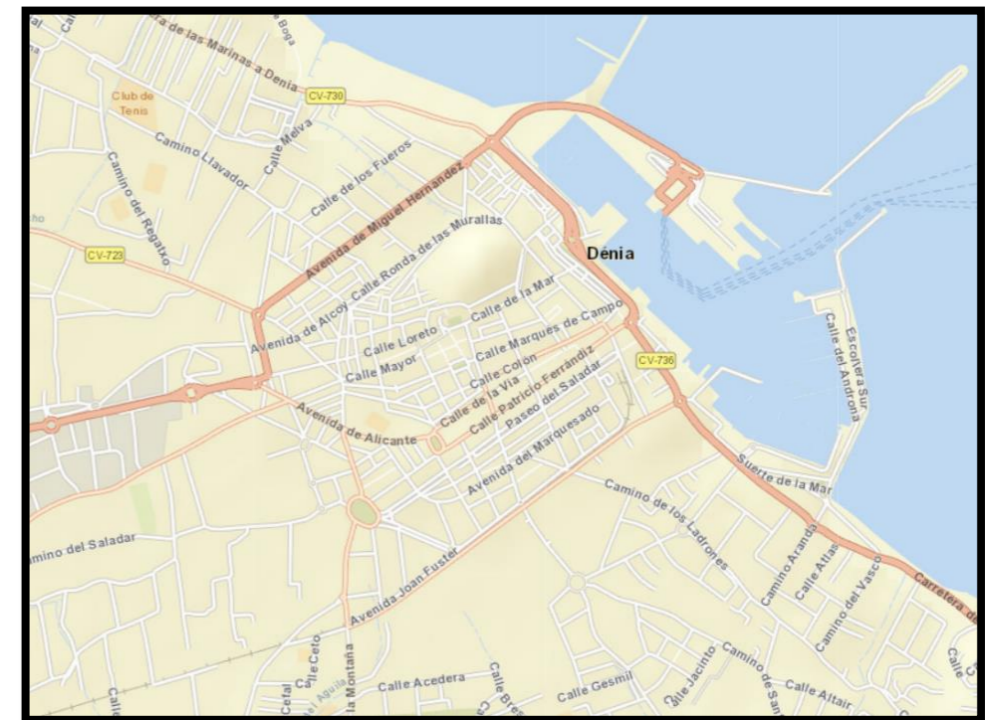


Figura 6. Red viaria urbana. FUENTE: visor ICV

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

La avenida de Alicante y su posterior prolongación en la calle de Patricio Ferrándiz se encargan de distribuir el tráfico en el sur del municipio. Si bien la avenida cuenta con cuatro carriles, dos por sentido, la calle Patricio Ferrándiz cuenta en la mayor parte de su tramo con tan solo un carril, sentido puerto, soportando gran parte del tráfico con destino el puerto.

En cuanto a la avenida de Miguel Hernández, viario más importante del norte del casco urbano y principal vía de acceso a la fachada marítima, está conectado con la CV-725 a través de la calle Abu Zeyan, ambas de un carril por sentido. Es una conexión complicada, en primer lugar, por el poco espacio que tienen los vehículos en el giro a izquierdas que deben realizar cuando salen de la última glorieta de la CV-725, dificultando así el paso de vehículos pesados con destino el puerto. En segundo lugar, la intersección de la calle Abu Zeyan con la avenida Miguel Hernández es una glorieta de cinco patas, de las cuales una da acceso al polideportivo municipal, y otra a un instituto de educación secundaria, lo que provoca una gran carga de tráfico en las horas punta.



Figura 7. Conexión CV-725 con la calle Abu Zeyan. FUENTE: Google maps



Figura 8: Intersección tipo glorieta entre Abu Zeyan y Miguel Hernández. FUENTE: Google maps

Por último, destaca la CV-7301 situada en el frente marítimo, atravesando de este a oeste el casco urbano de forma paralela al puerto. Su función principal es la de recoger el tráfico de las vías perpendiculares a ella, como la avenida Miguel Hernández, la calle Patricio Ferrándiz o la calle Marqués de Campo. También se encarga de unir el casco urbano con Las Marinas y Las Rotas.

c. Jerarquía viaria

Con lo expuesto anteriormente, podemos jerarquizar la red viaria del municipio en tres grupos:

- Vías arteriales: aquellas que conforman la red principal de la ciudad. Su objetivo es conectar las distintas partes de la ciudad ofreciendo una circulación continua y fluida.
- Vías colectoras distribuidoras: se encargan distribuir el tráfico urbano e interurbano hacia la red local.
- Vías locales: la función principal de estas vías es la de dar acceso a los usos ubicados en sus márgenes.

La jerarquía viaria del municipio queda de la siguiente manera:

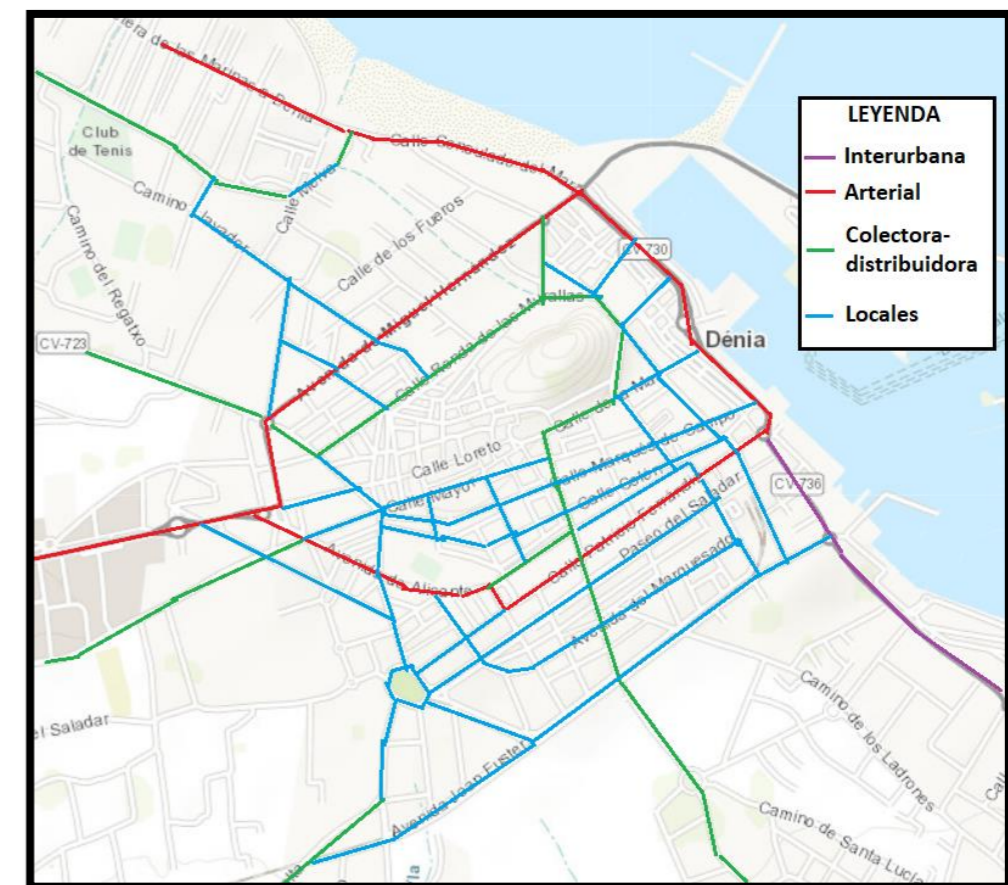


Figura 9. Jerarquía viaria urbana. FUENTE: elaboración propia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



ANEJO Nº2:
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

AUTOR: Francisco Fornes Leal
TUTOR: Evaristo Manuel López Porta



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.





Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	4
3. ANÁLISIS MULTICRITERIO	6
a. Criterios.....	6
b. Evaluación de criterios	6
c. Comparación de resultados	10
4. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	10

**ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.**

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo del Trabajo de Fin de Grado “Anteproyecto de la nueva variante de circunvalación por carretera de la ciudad de Denia (Alicante), mediante conexión entre la Avda. Joan Fuster, la carretera CV-725 y la carretera CV-7301”, se va a realizar un análisis entre tres alternativas propuestas y en base a una serie de criterios.

El objetivo de la actuación, como ya se comentó en el anejo “Antecedentes y situación actual” es crear una vía de circulación que conecte la carretera de entrada y salida de Denia, la CV-725, con la carretera CV-7301 al norte del municipio, y la Avenida de Joan Fuster al sur, creando así una ronda que circunvale el municipio que distribuya con mayor eficacia el tráfico de vehículos. La alternativa elegida será aquella que satisfaga dicho objetivo de la manera más eficiente.

2. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

A continuación, se describen las tres posibles alternativas:

- ALTERNATIVA 1

Parte desde la segunda glorieta de la CV-725 en sentido oeste. Hacia el norte debe atravesar campos cubiertos de hierbajos y de matorros, debiendo cruzar el camí de Gandía (CV-723) y el camí del Llavador, hasta conectar con la carretera CV-7301. Hacia el sur se debe atravesar el mismo tipo de campos, cruzando la Avenida Campo Torres, y la calle Germans Maristes, hasta alcanzar la Avenida Joan Fuster. Aproximadamente son dos kilómetros de nueva construcción, con dos carriles por sentido, siendo necesario intersecciones tipo glorieta en todos los cruces.



Figura 1. Alternativa 1. FUENTE: elaboración propia

- ALTERNATIVA 2: variación norte

La segunda alternativa presenta una variación respecto a la alternativa 1 en el tramo norte, siendo el sur idéntico el tramo sur. Partiendo desde la segunda glorieta de la CV-725, se debe conectar con la CV-723 mediante una glorieta. Allí, en vez de seguir hacia el norte, sigue por la CV-723 hacia el este, hasta la glorieta de la Plaça de Cholet, tomando posteriormente la Avenida Miguel Hernández hasta alcanzar la CV-7301.

En este caso, hasta la CV-723 (aproximadamente 1.3 km) sería una vía de nueva construcción de dos carriles por sentido. El resto, (1.15 km) transcurriría por el viario existente, siendo este de un carril por sentido.

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

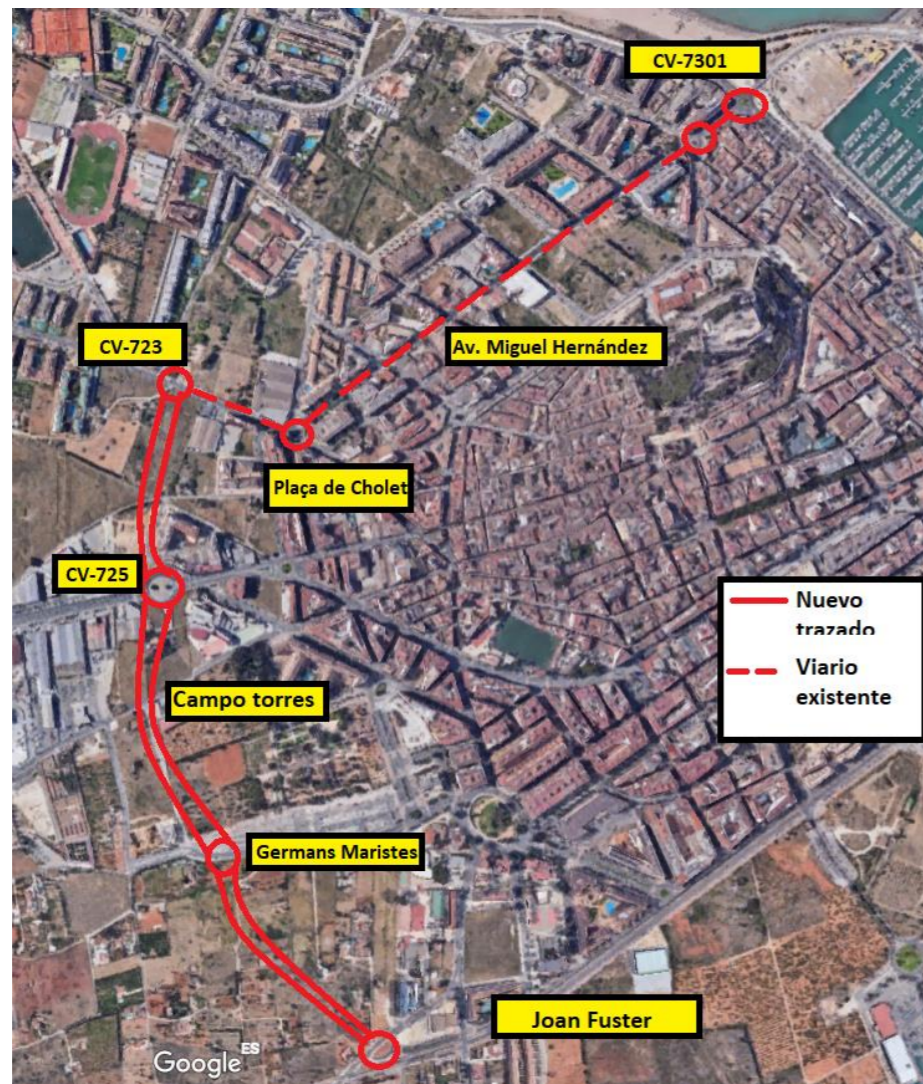


Figura 2. Alternativa 2. FUENTE: elaboración propia

- ALTERNATIVA 3: variación sur

En esta alternativa, la variación respecto a la alternativa 1 se produce en el tramo sur. Al llegar a la glorieta de la calle Germans Maristes, en vez seguir su trazado por el sur, lo hace hacia el este aprovechando dicha calle, hasta alcanzar la Plaça Jaume I. El enlace con la Avenida Joan Fuster se realiza a través de la Avenida Juan Chabás.

El trazado de nueva construcción en esta alternativa sería de 1.6 km (desde la CV-7301 hasta la calle Germans Maristes), mientras que el resto del trazado, de 900 m en total, se realizaría por el viario existente, siendo el primer tramo (Germans Maristes-Plaça Jaume I) de 1 carril por sentido, y el resto (Plaça Jaume I-Av. Joan Fuster) de dos carriles por sentido.



Figura 3. alternativa 3. FUENTE: elaboración propia

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

3. ANÁLISIS MULTICRITERIO

Para la realización del análisis se han definido cuatro criterios para poder evaluar cada alternativa. A cada criterio se le asigna un peso relativo, en función de su importancia. Cada criterio se evaluará en función de una serie de aspectos medibles para facilitar la valoración de las alternativas. En función de dicha valoración, se asigna una puntuación de 0 a 10 a cada alternativa (0 para la peor valorada y 10 para la mejor, entendiendo como mejor a la que produzca menos efectos negativos o la más beneficiosa). Una vez evaluados cada criterio, los valores se ajustarán a una escala común para poder ser comparados entre sí. Finalmente, se escogerá la alternativa que obtenga una mayor puntuación.

a. Criterios

Los criterios a emplear en el análisis multicriterio son los siguientes:

- **Económico:** se buscará aquella alternativa que minimice el impacto económico de ejecución de la obra.
- **Ambiental:** se valorará positivamente aquella alternativa que produzca un menor impacto en el medio.
- **Territorial:** se valorará la reducción de los tiempos de recorrido de cada alternativa positivamente.
- **Funcional:** se valorará aspectos como la calidad del trazado, velocidad o el número de glorietas.

b. Evaluación de criterios

Los pesos asignados a cada criterio son los siguientes:

CRITERIO	PESO (%)
Económico	35
Ambiental	10
Territorial	25
Funcional	30

Se evalúan a continuación los cuatro criterios empleados:

• Criterio ambiental

Es un criterio de difícil medición, ya que sería necesario la redacción de un Estudio de Impacto Ambiental. Acudiendo al visor cartográfico de la Comunitat Valenciana, se puede comprobar que las afecciones al medio serían escasas, ya que no existen zonas de especial relevancia. Es por este motivo que se ha asignado un peso tan bajo a este criterio, además de que gran parte del nuevo suelo que se va a ocupar son pequeñas parcelas cubiertas de vegetación de escaso valor.

Por tanto, para evaluar este criterio se tendrá en cuenta la ocupación de la vía, en aquellos tramos de nueva construcción.

ALTERNATIVA	OCUPACIÓN (m)
1	2000
2	1300
3	1600

La alternativa 2 es la que presenta una menor ocupación de suelo sin edificar, por lo que obtiene la mayor puntuación:

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
IMPACTO AMBIENTAL	5	10	8

• Criterio territorial

En este criterio se valorará la reducción en los tiempos de viajes, ya que es un indicador que nos permitirá valorar la conectividad entre distintas zonas. Para la medición se tendrán en cuenta una serie de hipótesis, a fin de obtener los resultados de manera sencilla.

- Inexistencia de intersecciones
- Velocidad en vías de dos carriles por sentido: 50 km/h
- Velocidad en vías de un carril por sentido: 30 km/h
- Nula influencia resto de vehículos y peatones

Así, los resultados obtenidos son:

TRAMO	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 3		
	Velocidad (km/h)	Distancia (km)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Distancia (km)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Distancia (km)	Tiempo (s)
Norte	50	1	72	30	1,3	138	50	1,6	115
Sur	50	1	72	50	1,15	93	30	0,85	102
	TOTAL		144	TOTAL		231	TOTAL		217

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Estos tiempos serían los esperados para recorrer la ronda, partiendo de su enlace con la Avenida Joan Fuster hasta el enlace con la CV-7301, y viceversa. Con la alternativa 1 se tardaría 2 minutos 24 segundos, con la alternativa 2, 3 minutos 51 segundos, y con la alternativa 3, 3 minutos 37 segundos.

La valoración para cada alternativa es la siguiente:

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
TERRITORIAL	10	5	6

- Criterio funcional

Para valorar el criterio funcional, tendremos en cuenta diferentes subcriterios, con los siguientes pesos:

SUBCRITERIOS	PESOS
Nº de glorietas	30%
Velocidad de proyecto	20%
Nº de intersecciones (sin glorieta)	35%
Sección transversal	15%

- Nº de glorietas: se valorará con una mejor puntuación aquella alternativa que presente un menor número de ellas. Aunque si es cierto que pueden ayudar a mejorar la fluidez del tráfico, tendremos en cuenta las discontinuidades que producen y, que en ocasiones producen problemas a los conductores.

SUBCRITERIO 1		
ALTERNATIVAS	GLORIETAS	VALORACIÓN
ALTERNATIVA 1	6	10
ALTERNATIVA 2	7	8
ALTERNATIVA 3	8	6

- Velocidad de proyecto: una velocidad de proyecto elevada es sinónimo de mejores condiciones de la vía, por lo que tendrá mayor valoración la alternativa que posea una mayor Vp. Como la alternativa 2 y 3 tienen dos velocidades, la comparación se realizará a partir del porcentaje de trazado que se puede realizar a 50 km/h.

SUBCRITERIO 2		
ALTERNATIVAS	% A 50 KM/H	VALORACIÓN
ALTERNATIVA 1	100	10
ALTERNATIVA 2	45	5
ALTERNATIVA 3	65	7

- Nº de intersecciones sin glorieta: las intersecciones que no están reguladas por glorietas van a provocar que se produzcan colas, en especial en las vías secundarias, además de que aumenta el riesgo de accidente. Por ello, a mayor número de cruces, peor valoración.

SUBCRITERIO 3		
ALTERNATIVAS	INTERSECCIONES	VALORACIÓN
ALTERNATIVA 1	1	10
ALTERNATIVA 2	8	2
ALTERNATIVA 3	5	5

- Sección transversal: un mayor número de carriles por sentido, así como un ancho mayor, aumenta la capacidad de nuestra vía, y permite una circulación más cómoda y segura. La alternativa 1 es la única que tiene 2 carriles por sentido y ancho de carril de 3.5 m en toda su longitud. Las otras dos alternativas tienen tramos de un único carril por sentido y ancho de 3.25m. Para valorarlo, se ha seguido el mismo criterio que en el subcriterio 2.

SUBCRITERIO 4	
ALTERNATIVAS	VALORACIÓN
ALTERNATIVA 1	10
ALTERNATIVA 2	5
ALTERNATIVA 3	7



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Aplicando los pesos asignados, obtenemos la valoración de cada alternativa para el criterio funcional:

SUBCRITERIOS	PESOS	VALORACIÓN			VALORACIÓN PONDERADA		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Nº de glorietas	30%	10	8	6	3	2,4	1,8
Velocidad de proyecto	20%	10	5	7	2	1	1,4
Nº de intersecciones (sin glorieta)	35%	10	2	5	3,5	0,7	1,75
Sección transversal	15%	10	5	7	1,5	0,75	1,05
		SUMA			10	4,85	6

• Criterio económico

Para valorar el criterio económico, se va a realizar un presupuesto inicial estimativo de cada alternativa, teniendo en cuenta aquellas unidades de obra que poseen un mayor coste en obras de carreteras, como son los movimientos de tierras y los firmes y pavimentos.

El coste estimativo de ejecución de cada alternativa es el siguiente:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
PEM (€)	1 785 299.68	1 202 774.99	1 461 379.27
GASTOS GENERALES (13%PEM)	232 088.95	156 360.74	189 979.30
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%PEM)	107 117.98	72 166.49	87 682.75
TOTAL	2 124 506.62	1 431 302.24	1 739 041.33
I.V.A (21%)	446 146.39	300 573.47	365 198.67
PEC (€)	2 570 653.02	1 731 875.71	2 104 240.01

Como se puede apreciar, la alternativa 2 es la más económica, por lo que obtendrá la máxima valoración. La alternativa 1 es la peor valorada.

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
ECONÓMICO	5	10	8



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

CUADRO DE PRECIOS				MEDICIÓN			IMPORTE		
Grupo	Descripción	Unidad	Precio (€)	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
TRABAJO PREVIOS	Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor i/ demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación, desescombro, carga y transporte.	m2	3.85	19394.26	12606.1	15515.4	74667.9	48533.6	59734.3
	Fresado de pavimento bituminoso i/ carga, barrido, retirada y transporte.	m2	2.55	0	7475	5850	0	19061.3	14917.5
MOVIMIENTO DE TIERRAS	Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.	m3	1.95	55007.71	35755	44006.2	107265	69722.3	85812
	Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y en fondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie de la coronación y refinado de la superficie.	m3	6.67	14269.22	9274	11415.4	95175.7	61857.6	76140.5
	Suelo estabilizado "in situ" con cemento, tipo S-EST3, con tierras de préstamo, extendido y compactado i/ canon de préstamo, carga y transporte hasta una distancia de 10 km, preparación de la mezcla, humectación o secado y preparación de la superficie totalmente terminado, sin incluir cemento.	m3	8.26	14269.22	9274	11415.4	117864	76603.2	94291
FIRMES Y PAVIMENTOS	Suelo-cemento fabricado en central i/ transporte, extendido, compactación, prefisuración y preparación de la superficie de asiento, sin incluir cemento.	m3	21.81	8357.41	5432.32	6685.93	182275	118479	145820
	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 BASE G, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	t	26.47	10510.06	6831.54	8408.05	278201	180831	222561
	Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 SURF D, extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	t	26.51	5369.75	4368.65	4983.17	142352	115813	132104
	Bordillo recto de hormigón prefabricado monocapa, con sección normalizada C4 (28x15) cm de 50 cm de longitud.	m	21.34	9647.28	6270.73	7717.82	205873	133817	164698
	Solado de losetas de hormigón para uso exterior, de 4 pastillas, 20x20x3 cm, gris, para uso público en exteriores en zona de aceras y paseos, colocadas al tendido sobre capa de arena-cemento; todo ello realizado sobre solera de hormigón no estructural, de 30 cm de espesor i/ vertido desde camión con extendido y vibrado manual.	m2	45.86	12682.64	8243.72	10146.1	581626	378057	465301
TOTAL PEM (€)							1785300	1202775	1461379



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

c. Comparación de resultados

Mediante la siguiente tabla se compara los valores obtenidos por cada alternativa, a fin de comprobar cuál de las tres alternativas es la óptima.

CRITERIOS	PESOS PONDERADOS	VALORACIÓN PONDERADA			VALORACIÓN PONDERADA		
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Económico	35%	5	10	8	1.75	3.5	2.8
Ambiental	10%	5	10	8	0.5	1	0.8
Territorial	25%	10	5	6	2.5	1.25	1.5
Funcional	30%	10	4.85	6	3	1.455	1.8
		TOTAL			7.75	7.205	6.9

4. SOLUCIÓN ADOPTADA

Tras realizar el análisis comparativo, la alternativa 1 resulta la que ha obtenido una mayor puntuación. En segundo lugar, se encuentra la alternativa 2, y en tercero, la alternativa 3.

Por tanto, la conexión de la carretera CV-725 con la Avda. Joan Fuster y la carretera CV-7301 se realizará con una vía de nueva ejecución de dos carriles de circulación por sentido e intersecciones tipo glorieta en todos sus cruces.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



ANEJO Nº3:
ESTUDIO DE TRÁFICO

AUTOR: Francisco Fornes Leal
TUTOR: Evaristo Manuel López Porta



Contenido

1. INTRODUCCIÓN..... 4

2. DATOS DEL TRÁFICO 4

3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO 5

4. ESTIMACIÓN DE LA IMD EN EL AÑO HORIZONTE 6

 a. Año de puesta en servicio..... 6

 b. Capacidad y nivel de servicio 7

 c. Intensidad de demanda I_D 7

 d. Intensidad real I 8

 e. Estimación de la IMD 9

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

1. INTRODUCCIÓN

En el anejo número 3 del Trabajo de Fin de Grado ``Anteproyecto de la nueva variante de circunvalación por carretera de la ciudad de Denia (Alicante), mediante conexión entre la Avda. Joan Fuster, la carretera CV-725 y la carretera CV-7301'', se pretende estimar la intensidad media diaria que circulará por dicha carretera en el año horizonte.

Para ello, se presentarán en primer lugar una serie de datos extraídos de fuentes oficiales que nos permitan conocer las intensidades en los últimos años de las carreteras interurbanas y urbanas más importantes del municipio.

Seguidamente, se caracterizará gráficas el tráfico de la CV-725, ya que la nueva carretera estará conectada a ella y el comportamiento del tráfico en ambas será similar.

Por último, se realizará una estimación de la Intensidad Media Diaria siguiendo el capítulo 14 del Manual de Capacidad de Carreteras de 2010.

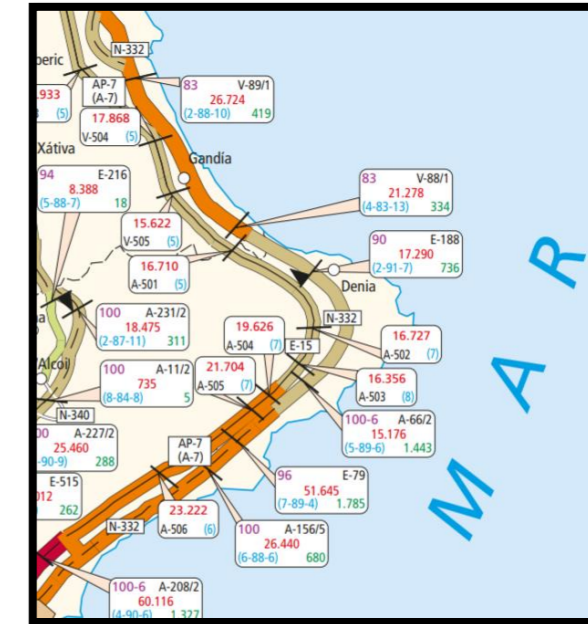


Figura 1. Localización aforos AP-7 y N-332. FUENTE: Mapa de tráfico del Ministerio de Fomento

2. DATOS DEL TRÁFICO

Tal y como se comentó en el anejo número 1 ``Antecedentes y situación actual'', existen vías de comunicación que conectan Denia con el resto de los municipios, y vías que conectan el casco urbano con los distintos núcleos de población del municipio. Los datos referidos a la IMD de cada carretera se han obtenido de las siguientes fuentes:

- Mapas de tráfico del Ministerio de Fomento.
- Aforos de la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas, y Vertebración del Territorio de la Comunidad Valenciana.

En primer lugar, encontramos dos carreteras que son competencia del Ministerio de Fomento: la AP-7 y la N-332. Además, son las carreteras más alejadas del municipio, pero de las más importantes, ya que sirven de conexión con el resto de los principales núcleos urbanos de la Comunidad Valenciana. El aforo de la N-332 se realiza mediante una estación permanente (E-188), mientras que en la AP-7 se realiza mediante estación virtual de peaje (A-502). La posición de las dos estaciones se indica en la siguiente imagen:

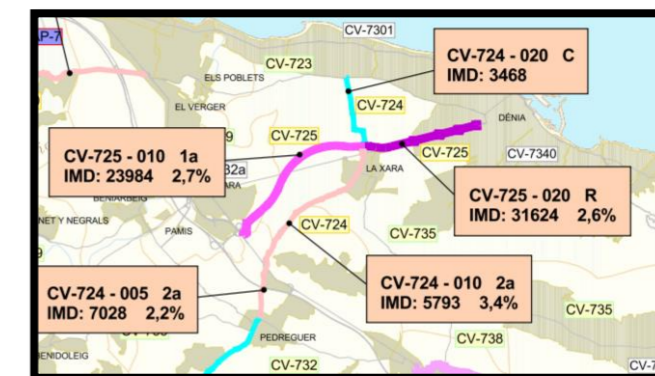
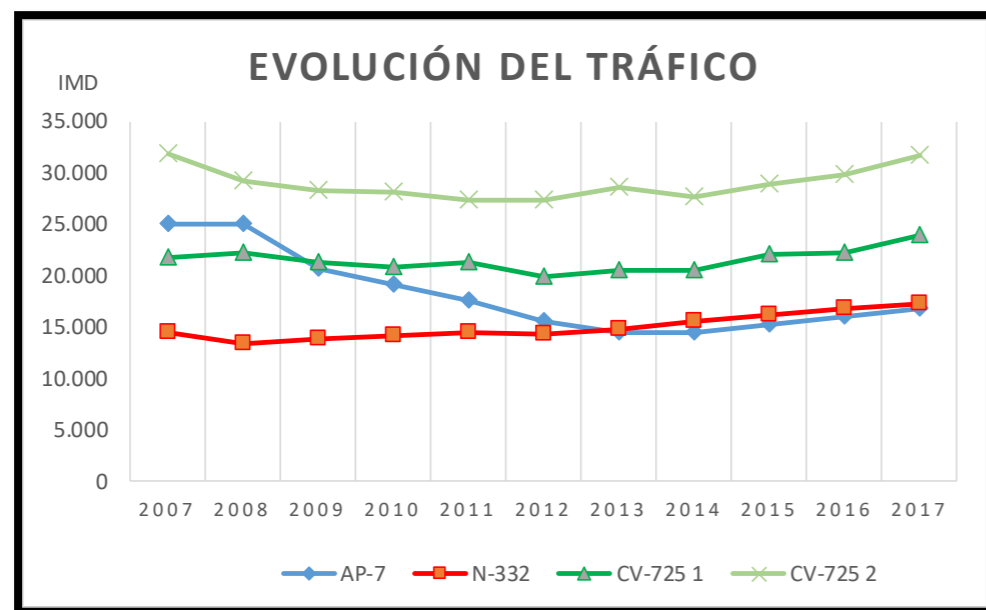


Figura 2. Localización aforos CV-725. FUENTE: Mapa de tráfico de la zona sur de las carreteras de la Generalitat Valenciana

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

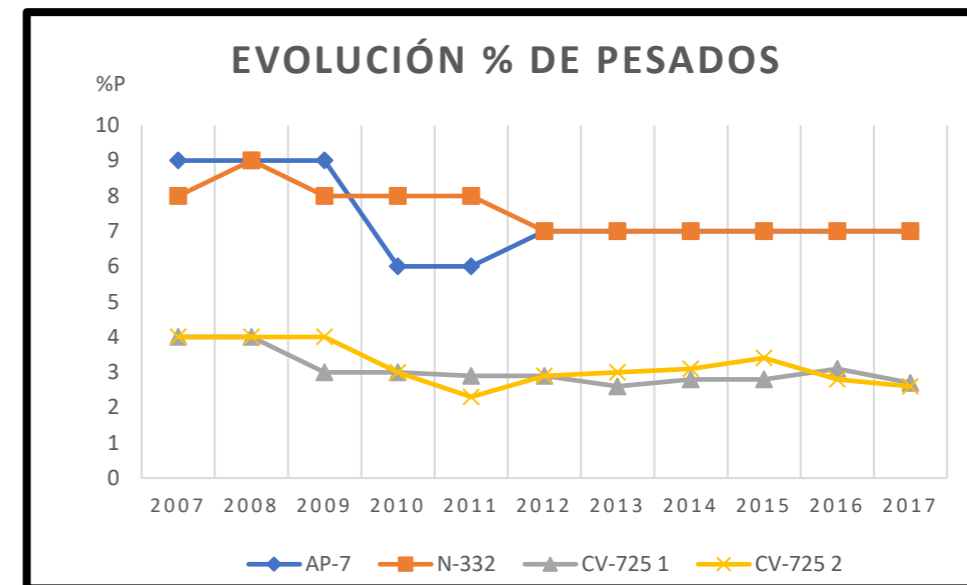
Así pues, las IMD de las tres carreteras comentadas en los últimos diez años se presentan en la siguiente tabla:



Gráfica 1. Evolución interanual del tráfico. FUENTE: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el gráfico, la CV-725 es la vía que soporta mayor intensidad de tráfico, en especial el segundo tramo, debido a que conecta las distintas carreteras con el casco urbano. También se observa un descenso en la intensidad en la AP-7 durante los años que tuvo lugar la crisis económica, ya que es la única vía de pago. El resto de las carreteras se mantienen a lo largo de los años, con una tendencia claramente creciente en todas ellas.

En cuanto a vehículos pesados, no son vías por las que transcurran un gran número de este tipo de vehículos. La CV-725, principal entrada de pesados al municipio tiene un porcentaje de pesados en el último año de alrededor 2.6%. En la siguiente gráfica se puede ver que la evolución en los últimos años es a la baja, con una bajada del porcentaje en época de crisis y una leve subida posterior.



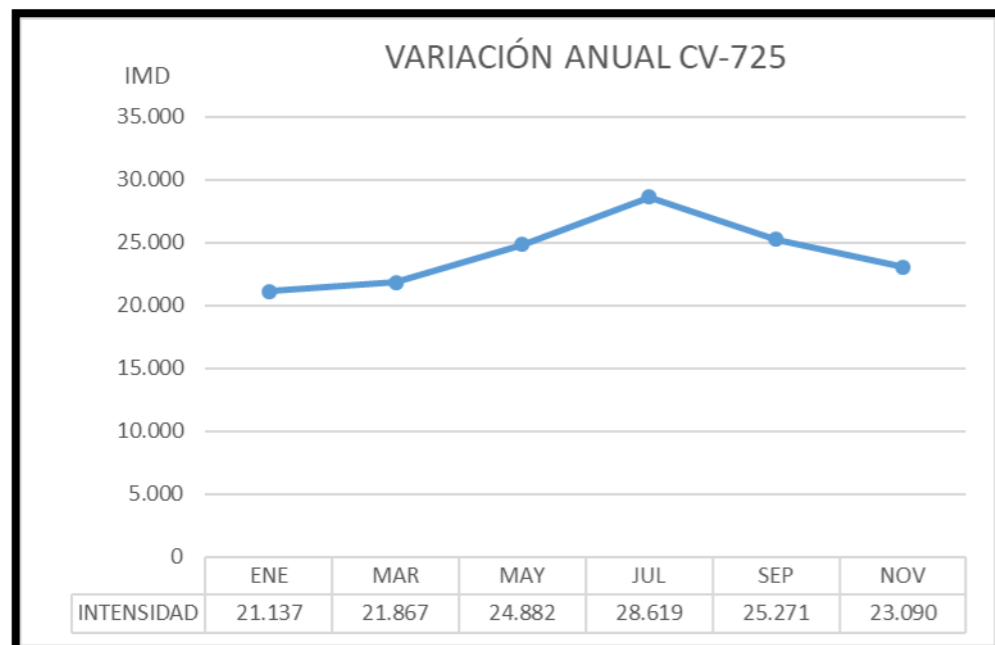
Gráfica 2. Evolución interanual del tráfico pesado. FUENTE: Elaboración propia

3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO

A continuación, se van a introducir una serie de gráficas para caracterizar el tráfico de la nueva variante. Al ser una carretera de nueva construcción, los datos serán de la CV-725, ya que debido a que estarán conectadas, se pueden considerar afines. La información se ha obtenido del Plan de aforamientos de la Comunidad Valenciana y de las memorias anuales, ambas llevadas a cabo por el CEGESEV (Centro de Gestión y Seguridad Viaria de la Comunidad Valenciana).

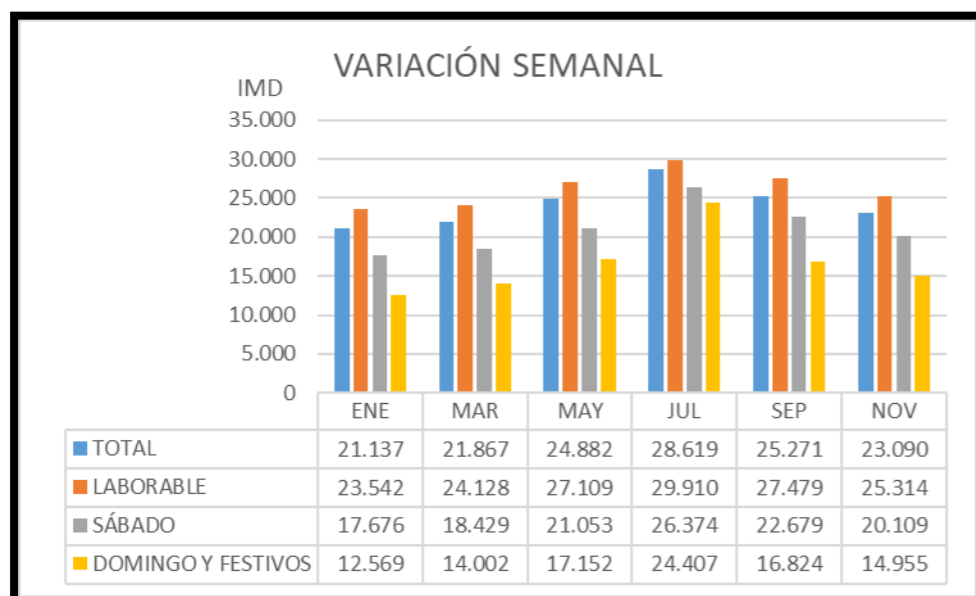
En primer lugar, nos encontramos ante una carretera cuya intensidad se mantiene estable en los meses de invierno, pero sufre una subida en los meses de verano y también en las vacaciones de Pascua, debido a la importancia que tiene el turismo de sol y playa en el municipio. Como el CEGESEV no afora todos los meses del año, en el año 2018 se tienen datos solo de los meses de enero, marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre del primer tramo de la CV-725. La gráfica queda de la siguiente manera:

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



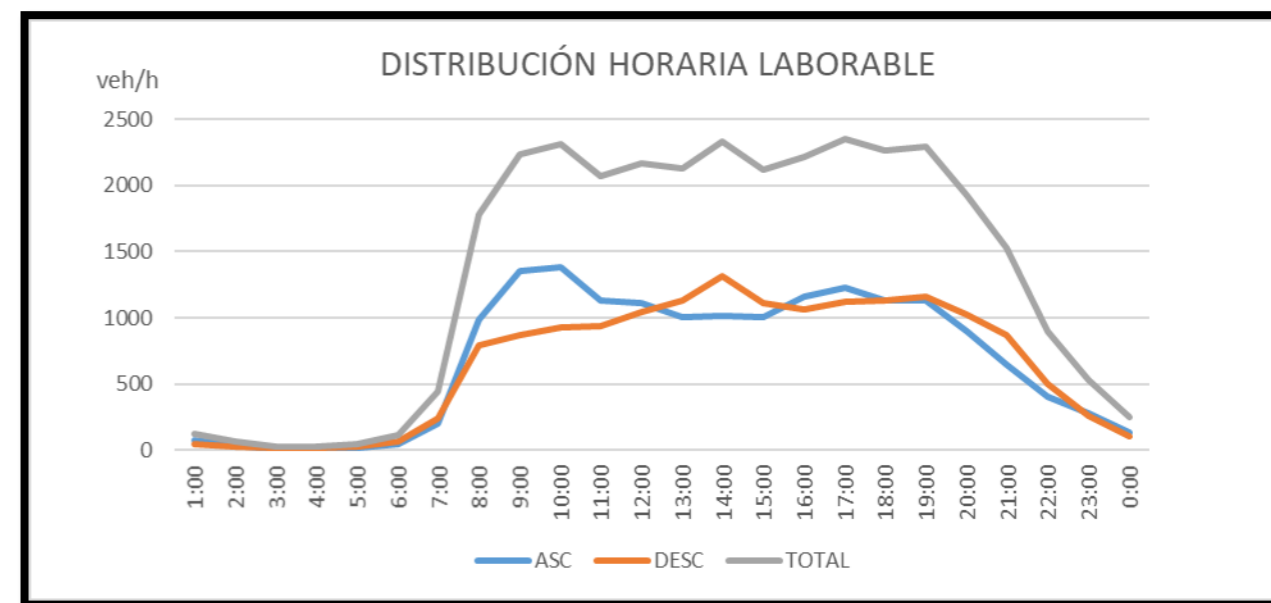
Gráfica 3. Variación anual CV-725. FUENTE: Elaboración propia

En la siguiente gráfica se muestran las intensidades en función del tipo de día: laborables, sábados, y domingos y festivos. Con el fin de ver la evolución de cada tipo de día a lo largo del año, se muestran las intensidades de diferentes meses. Como se puede apreciar, la mayor carga de tráfico se presenta en los días laborables, debido al gran número de vehículos que entran o salen del municipio para acudir a trabajar o estudiar.



Gráfica 4. Variación semanal CV-725. FUENTE: Elaboración propia

Por último, en cuanto a la distribución horaria del tráfico en un día laborable, la gráfica presenta tres picos de intensidad: a primera hora de la mañana, a mediodía y a mitad de la tarde. Como se puede apreciar, la primera punta se produce debido principalmente al tráfico de entrada a la ciudad, mientras que el segundo pico se invierte el sentido, son más los vehículos que la abandonan. En este caso, los datos se corresponden al segundo tramo de la CV-725.



Gráfica 5. Distribución horaria laborable CV-725. FUENTE: Elaboración propia

4. ESTIMACIÓN DE LA IMD EN EL AÑO HORIZONTE

A continuación, se va a estimar cual va a ser la intensidad media diaria de la nueva variante en el año horizonte. Al ser una carretera de nueva construcción, no es posible saber con exactitud la cantidad de vehículos que la usarán al día, por lo que se realizará lo siguiente.

a. Año de puesta en servicio

El primer paso para estimar la IMD va a ser suponer el año de puesta en servicio. Como el año de la redacción del anteproyecto es el 2019, supondremos que se tardarán cuatro años en terminar las obras (redacción proyecto, obtención de licencias, obras, etc).

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

b. Capacidad y nivel de servicio

La norma 3.1-IC de trazado de carreteras, en su capítulo 7, “Sección transversal”, establece para cada tipo de vía, y según cuales sean las dimensiones de su sección transversal, el nivel de servicio mínimo en la hora de proyecto del año horizonte (20 años a partir de la puesta en servicio), tal y como muestra en la tabla.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
	Vía de servicio de doble sentido	90 y 80	3,50	1,50		1,00
70 y 60		3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
50 y 40		3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Figura 3. Sección transversal. FUENTE: norma 3.1-IC

En nuestro caso, al tratarse de una carretera multicarril con una velocidad de proyecto de 50 km/h, el nivel de servicio mínimo en la hora de proyecto del año horizonte es un nivel de servicio D.

En indicador del nivel de servicio en carreteras multicarril es la densidad, medida en turismos/milla/carril. Para un nivel de servicio E, la densidad máxima admisible será de 45 turismos/milla/carril, tal y como se indica en la tabla 4.

LOS	Density (pc/mi/ln)
A	≤11
B	>11-18
C	>18-26
D	>26-35
E	>35-45
F	Demand exceeds capacity >45

Figura 4. Densidad según LOS. FUENTE: Manual de capacidad

c. Intensidad de demanda I_D

El siguiente paso será calcular la intensidad de demanda I_D. Esta intensidad no es real, ya que es la que tendría lugar bajo una serie de condiciones base o ideales, como que solo circulen turismos, que todos los conductores sean habituales, o que siempre haya buenas condiciones atmosféricas. Para calcularla, partimos de la siguiente expresión:

$$D = \frac{I_D}{v_{L0}}$$

Donde:

- D es la densidad en turismos/milla/carril.
- I_D es la intensidad de demanda en turismos/hora/carril.
- V_{L0} es la velocidad libre de operación bajo las condiciones de tráfico establecidas en mi/h.

Conocida la densidad, buscamos calcular la intensidad de demanda. Para ello debemos calcular previamente la velocidad libre de operación, a partir de la siguiente fórmula:

$$V_{L0} = V_p - f_a - f_0 - 3,22 * TRD^{0.84}$$

Donde:

- V_p es la velocidad de proyecto en mi/h.
- f_a es el ancho de carril en pies.
- f₀ es el ancho del arcén derecho en pies.
- TRD es el número de accesos por milla.

En nuestro caso, la velocidad de proyecto es de 50 km/h, el equivalente a 31.07 mi/h. El ancho de carril y el ancho de arcén son los establecidos para una multicarril de 50 km/h, 3.5 m y 2.5 m respectivamente, el equivalente a 11.48 pies y 6.56 pies. Por último, se han previsto siete accesos en los dos kilómetros que tiene la nueva carretera, lo que supone 5.6 accesos/mi.

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Antes de calcular la V_{LO} se deben ajustar tanto el ancho de carril como el ancho de arcén, tal y como se indica en las siguientes tablas extraídas del Manual de Capacidad:

Ancho carril en ft (1 ft = 0,3048 m)	f_a en mi/h (1 mi = 1,609 km)
12	0,0
11	1,9
10	6,6

Obstáculo lateral en ft (1 ft = 0,3048 m)	Reducción de la V_{LO} , f_o en mi/h Carriles en la misma dirección			
	2	3	4	5
>6	0	0	0	0
5	0,6	0,4	0,2	0,1
4	1,2	0,8	0,4	0,2
3	1,8	1,2	0,6	0,3
2	2,4	1,6	0,8	0,4
1	3,0	2,0	1,0	0,5
0	3,6	2,4	1,2	0,8

Figura 5. Ajuste por ancho de carril y de arcén. FUENTE: Manual de capacidad

Interpolando, resulta que el ajuste para el ancho de carril es de 0,988, mientras que no es necesario realizar el ajuste para el arcén, ya que, al ser mayor de seis pies, se encuentra en condiciones ideales, por lo que la velocidad libre de operación no se ve reducida.

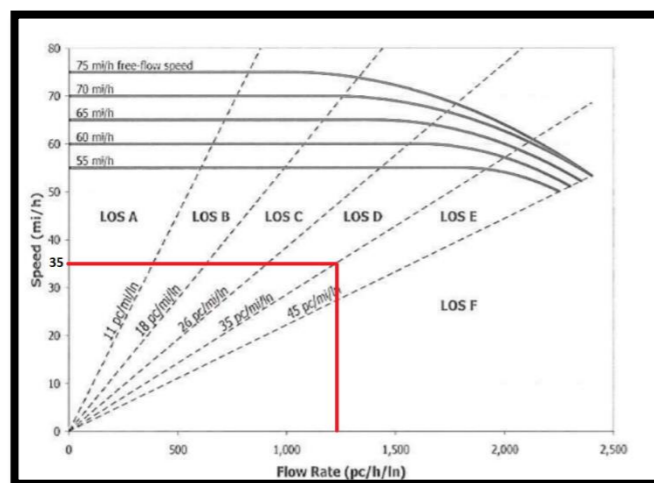
Por lo tanto, la V_{LO} resulta:

$$v_{LO} = 31.07 - 0.988 - 3.22 \cdot 5.63^{0.84} = 16.33 \text{ mi/h} = 26.28 \text{ km/h}$$

La intensidad de demanda será:

$$I_D = 45 \cdot 16.33 = 735 \text{ turistas/hora/carril}$$

También se podría haber realizado la estimación de la intensidad de demanda a partir de la gráfica 6 del capítulo 14 del Manual de Capacidad, que relaciona la intensidad, la velocidad libre de operación y el nivel de servicio:



Gráfica 6. Relación intensidad, velocidad libre de operación y LOS.
FUENTE: manual de capacidad

d. Intensidad real I

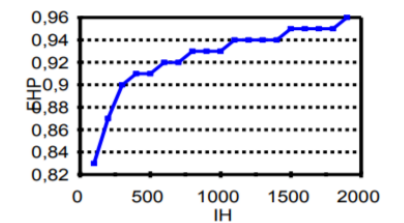
El siguiente paso es convertir la intensidad de demanda I_D a intensidad real I. Esta intensidad será la que circule en condiciones reales, por lo que habrá que tener en cuenta el tipo de terreno, el porcentaje de pesados y recreativos, y el número de conductores habituales. Para ello, emplearemos la siguiente fórmula del Manual de Capacidad:

$$I_D = \frac{I}{FHP \cdot N \cdot f_p \cdot f_H}$$

Donde:

- I_D es la intensidad de demanda en turistas/hora/carril.
- I es la intensidad real en vehículos/hora.
- FHP es el factor de hora punta. Al ser una vía urbana tomaremos 0.98.
- N es el número de carriles en el mismo sentido, 2 en nuestro caso.
- f_p es el factor de pesados
- f_H es el factor de conductores habituales, que puede variar entre 0.85 y 1. En nuestro caso tomaremos el valor de 0.96.

INTENSIDAD-FHP



Tan solo nos falta calcular el porcentaje de pesados, que podemos calcular de a partir de la expresión:

$$f_p = \frac{100}{100 + P_c \cdot (E_c - 1)}$$

Donde:

- P_c es el porcentaje de vehículos pesados. Teniendo en cuenta el % actual de las carreteras adyacentes, y su posible evolución, suponemos un 3% de pesados.
- E_c es el factor de turistas equivalentes de pesados, que se obtiene de la figura 6:

vehículo	llano	Ondulado	Montañoso
E_C	1.5	2.5	4.5

Figura 6. Factor de turistas. FUENTE: manual de capacidad

Como el terreno es llano, E_c será 1,5.

Así pues, el factor de pesados resulta ser:

$$f_p = \frac{100}{100 + 3 \cdot (1.5 - 1)} = 0.985$$

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Despejando la intensidad real de la expresión 14.3, se obtiene el siguiente resultado:

$$I = I_D * FHP * N * f_p * f_H = 735 * 0.98 * 2 * 0.985 * 0.96 = 1\,363 \text{ vehículos/hora}$$

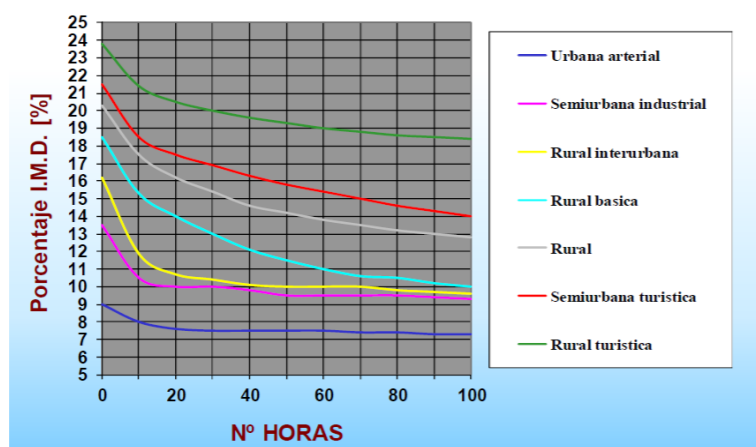
Teniendo en cuenta los dos sentidos:

$$I = 1\,363 * 2 = 2\,726 \text{ vehículos/hora}$$

Cabe resaltar que la intensidad que acabamos de calcular es la intensidad horaria de proyecto en el año horizonte (IHP), entendida como aquella intensidad horaria únicamente superada durante 30 horas al año.

e. Estimación de la IMD

Conocida la intensidad horaria de proyecto, ya nos encontramos en condiciones de calcular la IMD en el año horizonte. Estimamos que la IHP es el 7.5% de la IMD, al tratarse de una urbana arterial:



$$IHP \text{ año horizonte} = IMD \text{ año horizonte} * 0.075$$

$$IMD \text{ año horizonte} = 2726 / 0.075 = 36\,347 \text{ vehículos días}$$

Como mencionamos anteriormente, el año de puesta en servicio serían cuatro años a contar desde la redacción del presente anteproyecto, por lo que la carretera debería estar en funcionamiento en 2023. El año horizonte sería pues 2043, veinte años más tarde. Para calcular la IMD en el año de puesta en servicio, usaremos la siguiente fórmula:

$$IMD \text{ año puesta en servicio} = IMD \text{ año horizonte} / (1 + \text{tasa crecimiento})^{n^{\circ} \text{ de años}}$$

La tasa de crecimiento será la que nos indica el Ministerio de Fomento en la orden FOM/3317/2010:

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios	
Periodo	Incremento anual acumulativo
2013-2016	1,08%
2017 en adelante	1,44%

$$IMD \text{ año puesta en servicio} = (36\,347) / (1 + 0.0144)^{20} = 27\,308 \text{ vehículos días}$$

Para verificar que la IMD calculada es coherente, debemos compararla con las intensidades de las carreteras estudiadas, en el año de puesta en servicio, por lo que debemos usar nuevamente la fórmula empleada anteriormente, pero de forma inversa:

$$IMD \text{ año puesta en servicio} = IMD \text{ actual} * (1 + \text{tasa crecimiento})^{n^{\circ} \text{ de años}}$$

Los resultados obtenidos son los siguientes:

VÍA	IMD actual (2017)	IMD año puesta en servicio (2023)
AP-7	16.727	18.225
N-332	17.290	18.839
CV-725 1	23.984	26.123
CV-725 2	31.624	34.456

Figura 7. IMD año puesta en servicio. FUENTE: elaboración propia

Como se puede apreciar con los resultados obtenidos, la IMD en el año de puesta en servicio de la nueva carretera varía muy poco de la IMD del segundo tramo de la CV-725, que es la vía a la cual estará conectada, y, por tanto, la vía con un mayor parecido en cuanto al comportamiento del tráfico, por lo que el resultado es aceptable.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



ANEJO Nº4:
CÁLCULO DE FIRMES

AUTOR: Francisco Fornes Leal
TUTOR: Evaristo Manuel López Porta



Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO.....	4
3. EXPLANADA	4
a. Dimensionamiento de la explanada	5
4. FIRME.....	6
a. Materiales a emplear	6
b. Riegos auxiliares.....	8
5. ARCENES	8
APÉNDICE 1: SOLUCIÓN PROPUESTA	9

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo del Trabajo de Fin de Grado “Anteproyecto de la nueva variante de circunvalación por carretera de la ciudad de Denia (Alicante), mediante conexión entre la Avda. Joan Fuster, la carretera CV-725 y la carretera CV-7301”, se va a proceder al dimensionamiento de la explanada y del firme para la alternativa seleccionada.

2. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

Según la norma 6.1 IC “Secciones de firme”, uno de los factores que determinan la estructura del firme es la acción prevista del tráfico, especialmente del pesado, durante la vida útil de la infraestructura. Es por ello por lo que la norma define una serie de categorías de tráfico pesado, que dependerán de la intensidad media diaria de dicho tráfico para el año de puesta en servicio.

Tal y como se concluyó en el anejo “Estudio de Tráfico”, la IMD de la nueva vía en el año de puesta en servicio es de 27.308 vehículos/día, de los cuales el 3% son pesados, resultando que circularán por dicha carretera 820 vehículos pesados al día. Al tratarse de una carretera con dos carriles por sentido, se considera que todos los vehículos pesados circularán por el carril exterior en cada sentido, y, al haber flujo compensado, por cada sentido circularán 410 vehículos pesados/día.

Acudiendo al apartado 4 de la norma 6.1 IC, se definen las ocho categorías de tráfico disponibles, tal y como se indica en la tabla 1:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

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

Tabla 1. Categorías de tráfico. FUENTE: norma 6.1 IC

Por tanto, la categoría de tráfico que se debe adoptar es la T2.

3. EXPLANADA

La norma 6.1 IC define tres categorías de explanada, E1, E2, y E3, determinadas según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2), obtenidos de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa”. Los valores de cada categoría son los siguientes:

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
Ev2 (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Tabla 2. Categoría de explanada. FUENTE: norma 6.1 IC

La formación de la explanada para las distintas categorías, recogidas en la figura 1, dependerá del tipo de suelo de la explanación (inadecuados o marginales, tolerables, adecuados, seleccionados o roca) y de las características de los materiales disponibles, recogidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3). Las posibles explanadas son:

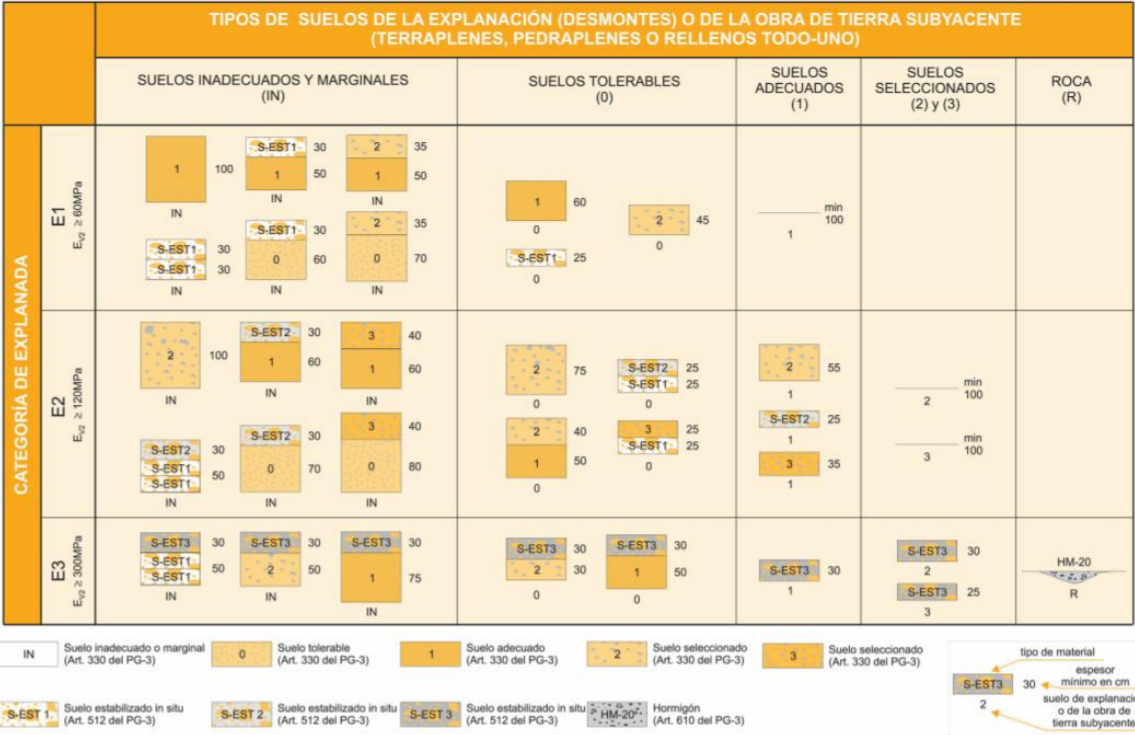


Figura 1. Formación de la explanada. FUENTE: norma 6.1 IC

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

La elección de la categoría de explanada viene condicionada por la categoría de tráfico pesado. La figura 2 determina para cada categoría de tráfico pesado su posible categoría de explanada. Como se puede comprobar, para una categoría T2, podemos disponer de las tres posibles explanadas.

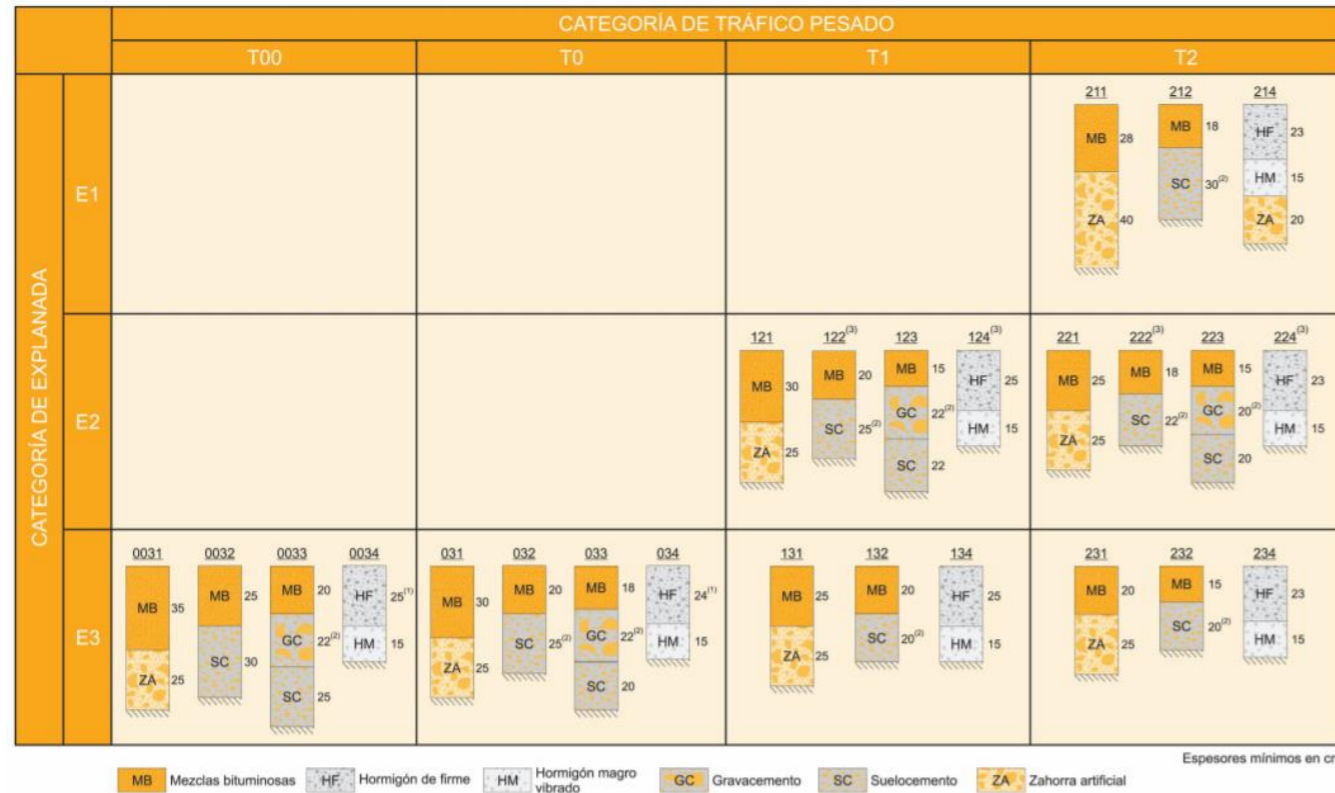


Figura 2. Secciones de firme. FUENTE: norma 6.1 IC

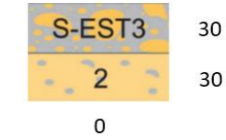
Con el fin de disponer de una explanada resistente y duradera, se escoge la explanada E3, por ser la más exigente y en la que es necesario disponer de materiales de mayor calidad.

a. Dimensionamiento de la explanada

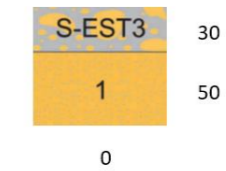
Al no disponer de datos sobre el suelo por el que transcurrirá la carretera, no lo podemos clasificar de acuerdo con el PG-3 en sus artículos 330 y 512, por lo que se va a suponer que nos encontramos ante un suelo tolerable.

Para la formación de una explanada E3 sobre un suelo tolerable, disponemos de dos opciones:

- Opción 1: disponer de 30 cm de espesor de suelo estabilizado in situ (S-EST3) sobre 30 cm de suelo seleccionado.



- Opción 2: disponer de 30 cm de suelo estabilizado in situ sobre 50 cm de suelo adecuado.



Se asume que tanto el suelo seleccionado como el adecuado provienen de préstamo, así que para elegir una opción u otra escogeremos la más económica.

Acudiendo a la Base de precios de referencia de la dirección general de carreteras, se tiene que:

TIPO DE SUELO	PRECIO(€/m ³)
SUELO SELECCIONADO	6,67
SUELO ADECUADO	5,87
S-EST3	8,26

Tabla 3. Precios unitarios tipo de suelo.

FUENTE: base de precios de la dirección general de carreteras

Aplicando el precio proporcionado, se tiene que:

UNIDAD	PRECIO	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
		ESPESOR	MEDICIÓN	COSTE	ESPESOR	MEDICIÓN	COSTE
S-EST3	8,26	30 cm	0,30	2,48	30 cm	0,30	2,48
SELECCIONADO (2)	6,67	30 cm	0,30	2			
ADECUADO (1)	5,87				50 cm	0,5	2,94
TOTAL				4,48			5,42

Tabla 4. Comparación económica formación de la explanada. FUENTE: elaboración propia

Por tanto, la solución más económica es la opción 1.

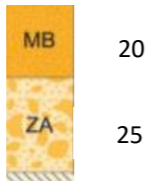
ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

4. FIRME

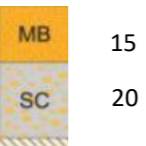
En función de la categoría de tráfico y de la categoría de explanada, la norma 6.1 IC propone unas de secciones de firme, tal y como se recoge en la figura 2, de entre las cuales deberemos elegir la más adecuada técnica y económicamente.

Para una categoría de tráfico T2, y una explanada E3, la norma nos proporciona tres posibles soluciones:

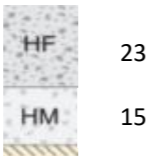
- Opción 1 (231): 20 cm de mezcla bituminosa sobre 25 cm de zahorra artificial.



- Opción 2 (232): 15 cm de mezcla bituminosa sobre 20 cm de suelocemento.



- Opción 3 (234): 23 cm de hormigón de firme sobre 15 cm de hormigón magro vibrado.



Se descarta la sección 234 debido a las dificultades que presenta la colocación y mantenimiento de pavimentos con hormigón, además de que supone un encarecimiento del firme.

Debido a que con una sección 232 reducimos los espesores, en particular de la mezcla bituminosa, conseguimos un firme más económico, además de que supone una mejora estructural. Es por ello por lo que elegimos la opción 2.

a. Materiales a emplear

Los materiales que conformarán la mezcla bituminosa vendrán determinados por los valores determinados en la tabla 5, así como los espesores mínimos a emplear.

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

Tabla 5. Espesor de capas de mezcla bituminosa. FUENTE: norma 6.1 IC

Además, se debe tener en cuenta la zona térmica en la que nos encontramos, así como el volumen de precipitaciones

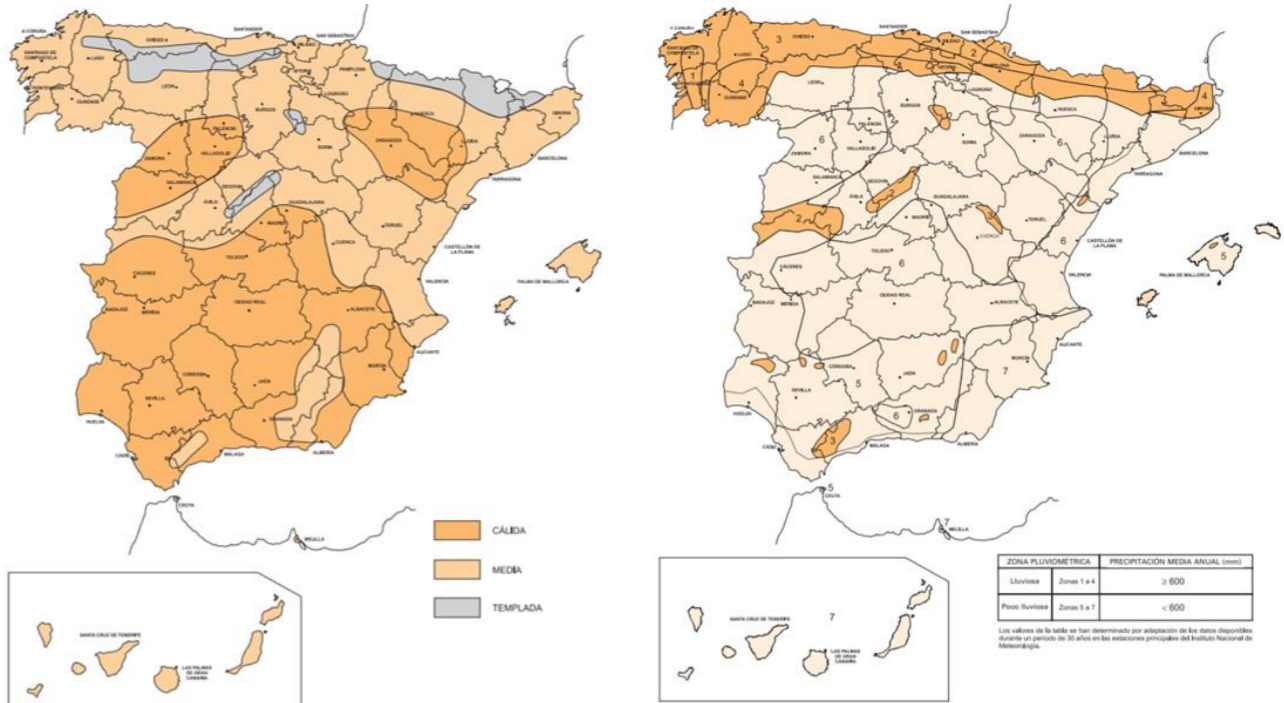


Figura 3. Zonas térmicas estivales y zonas pluviométricas. FUENTE: norma 6.1 IC



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Se establecen tres capas: rodadura, intermedia y base. Al disponer de 15 cm para conformar la mezcla bituminosa, y siguiendo la recomendación de la norma de proyectar con el mínimo número de capas a fin proporcionar una mayor continuidad estructural, se colocará solo la capa base y la de rodadura.

Para la capa de rodadura podremos disponer de una mezcla bituminosa drenante (PA), una mezcla discontinua en caliente (M o F) o una mezcla bituminosa en caliente de tipo densa o semidensa (D o S). Por otro lado, para la capa base podremos disponer una mezcla bituminosa en caliente de tipo semidensa o gruesa (S o G) o una de alto módulo (MAM). Debido a que Denia está localizada en una zona con un clima medio, y un volumen de precipitaciones inferior a 600mm anuales, la norma recomienda evitar el empleo de mezclas drenantes. Entre una discontinua o una continua, elegimos la continua, debido por una parte a que suelen ser las más usuales, y, por otra parte, las discontinuas, aunque son de gran calidad e impermeables, tienen un precio elevado y son susceptibles a sufrir deformaciones plásticas.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN NORMA UNE-EN 13108-1 (*)	
Rodadura	AC16 surf D AC16 surf S	4 - 5
	AC22 surf D AC22 surf S	>5
Intermedia	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC22 bin S MAM (**)	5 - 10
Base	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC22 base S MAM (***)	7 - 15
Arcenes (****)	AC16 surf D	4 - 6

Tabla 6. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. FUENTE: art. 542 PG3

Por tanto, y según establecido en la tabla 5 de la norma 6.1 IC y la tabla 6 del art.542 del PG3, la mezcla bituminosa a colocar será:

- RODADURA: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf D.
- BASE: 10 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base G

El tipo de ligante a emplear dependerá de la zona térmica y de la categoría de tráfico pesado, tal y como se desprende de las siguientes tablas:

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

Tabla 7. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente. FUENTE: art. 542 PG3

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
Cálida			35/50 50/70 BC35/50 PMB 25/55-65	50/70 BC50/70
Media			50/70 BC35/50 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
Templada		50/70 70/100 BC50/70		70/100

Tabla 8. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de base, bajo otras dos. FUENTE: art. 542 PG3

Por tanto, para una zona térmica estival de tipo media, y para una categoría de tráfico pesado T2, tendremos:

- RODADURA: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf 50/70 D.
- BASE: 10 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC32 base 50/70 G



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

b. Riegos auxiliares

A fin de garantizar la correcta adherencia entre capas y el correcto curado de capas tratadas con cemento, se emplearán riegos auxiliares, definidos como emulsiones bituminosas compuestas por un ligante hidrocarbonado y eventualmente un polímero, en una solución de agua y un agente emulsionante. En el PG-3 se establecen tres tipos de riegos:

- RIEGOS DE IMPRIMACIÓN (art.530): se define como riego de imprimación la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada sobre una capa granular, previa a la colocación sobre esta de una capa bituminosa.
- RIEGOS DE ADHERENCIA (art.531): Se define como riego de adherencia la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.
- RIEGOS DE CURADO (art.532): Se define como riego de curado la aplicación de una película continua y uniforme de emulsión bituminosa sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, al objeto de impermeabilizar toda la superficie y evitar la evaporación del agua necesaria para el correcto fraguado.

En nuestro caso, solo habrá que disponer de riegos de adherencia y de curado. El artículo 214 del PG-3 establece el tipo de emulsión a utilizar según el tipo de aplicación, así como su denominación acorde a lo establecido en la norma UNE-EN 13808.

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808	APLICACIÓN
C60B3 ADH C60B2 ADH	Riegos de adherencia
C60B3 TER C60B2 TER	Riegos de adherencia (termoadherente)
C60BF4 IMP C50BF4 IMP	Riegos de imprimación
C60B3 CUR C60B2 CUR	Riegos de curado
C60B4 MIC C60B5 MIC	Microaglomerados en frío
C60B5 REC	Reciclados en frío

Tabla 9. Emulsiones catiónicas. FUENTE: art. 214 PG3

Entre la capa de rodadura y la capa base dispondremos de un riego de adherencia tipo C60B3 ADH, y entre la capa base y la capa sub-base (suelocemento) un riego de curado C60B3 CUR y un riego de adherencia C60B3 ADH.

5. ARCENES

La norma 6.1 IC establece que, para arcenes de anchura superior a 1.25 m, su firme dependerá de la categoría de tráfico prevista para la calzada y de la sección adoptada en esta, evitando así la aparición de nuevas unidades de obra.

Para una categoría de tráfico T2 de calzadas con pavimento de mezcla bituminosa en caliente, el pavimento del arcén debe ser prolongación de la capa de rodadura del firme de la calzada. Debajo de esta capa, la norma nos da dos opciones: o bien rellenar con zahorra artificial hasta llegar a la explanada, o bien disponer bajo el pavimento de una capa de vuelocemento prefisurado, con un espesor dentro de los límites establecidos y rellenando con zahorra artificial hasta alcanzar la explanada. Con el fin de abaratar costes, se elegirá la primera opción.

Se dispondrá de un riego de adherencia tipo C60B3 ADH y un riego de imprimación C60BF4 IMP.



APÉNDICE 1: SOLUCIÓN PROPUESTA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



SECCIÓN 232					
CALZADA			ARCÉN		
CAPA	ESPESOR	UNIDAD	CAPA	ESPESOR	UNIDAD
Rodadura	5 cm	M.B.C AC16 surf 50/70 D	Rodadura	5 cm	M.B.C AC16 surf 50/70 D
Riego	-	Riego de adherencia C60B3 ADH	Riego	-	Riego de adherencia C60B3 ADH
Base	10 cm	M.B.C AC32 base 50/70 G	Riego	-	Riego de imprimación C60BF4 IMP
Riego	-	Riego de adherencia C60B3 ADH	Subbase	30 cm	Zahorra artificial
Riego	-	Riego de curado C60B3 CUR			
Subbase	20 cm	Suelocemento			
EXPLANADA E3					
Explanada	30 cm	Suelo estabilizado S-EST3			
Explanada	30 cm	Suelo seleccionado			
Suelo tolerable					

Tabla 10. Sección propuesta explanada y firme. FUENTE: elaboración propia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



ANEJO Nº5:
TRAZADO GEOMÉTRICO

AUTOR: Francisco Fornes Leal
TUTOR: Evaristo Manuel López Porta



Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	4
a.	Velocidad de proyecto	4
b.	Trazado en planta	4
c.	Trazado en alzado	4
3.	TRAZADO EN PLANTA	4
4.	TRAZADO EN ALZADO	7
5.	SECCIÓN TRANSVERSAL	8
6.	GLORIETAS	9



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

1. INTRODUCCIÓN

En el anejo número 5 del Trabajo de Fin de Grado ``Anteproyecto de la nueva variante de circunvalación por carretera de la ciudad de Denia (Alicante), mediante conexión entre la Avda. Joan Fuster, la carretera CV-725 y la carretera CV-7301'', se va a realizar el análisis geométrico del trazado en planta y en alzado de la alternativa que obtuvo la valoración más alta en el anejo ``Estudio de alternativas''.

Además, se comprobará que los valores obtenidos cumplen con las recomendaciones de la instrucción de trazado 3.1 IC.

2. CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño de toda la carretera se ha realizado con el programa informático Autodesk Civil 3D. Los criterios para dicho diseño han sido los siguientes:

a. Velocidad de proyecto

La velocidad de proyecto elegida para esta vía es de 50 km/h. La elección de dicha velocidad viene motivada por los siguientes motivos:

- Al ubicarse en suelo urbano, se debe prestar atención a la presencia de peatones, por lo que una velocidad elevada aumenta el riesgo de accidentes con peatones involucrados, especialmente por la reducción de visibilidad.
- Se debe respetar en la medida de lo posible los elementos y las edificaciones existentes, por lo que hacer encajar la carretera resulta complicado. Por ello, los radios de las curvas deben ser lo más bajos posibles.
- Por último, las vías a las que se conecta dicha carretera son también de 50 km/h, por lo que conseguimos así un trazado conjunto de mayor consistencia y comodidad para el conductor.

b. Trazado en planta

Como se ha comentado en anteriores ocasiones, el objetivo de la nueva vía es enlazar la carretera CV-725 con la CV-7301 al norte, y la Avenida Joan Fuster al sur. Las intersecciones con dichas carreteras y con el resto de las carreteras o calles que la atraviesen, se realizarán mediante glorietas. La elección de este tipo de intersección viene dada principalmente por dos motivos:

- El primero, por las ventajas que proporcionan las glorietas, como la autorregulación del tráfico, la moderación de la velocidad, y la reducción de la gravedad de los accidentes. Si bien es cierto que mediante glorietas no es posible dar prioridad a las vías de mayor intensidad, la circulación por las secundarias es mínima, por lo que no se producirán excesivas demoras en la vía principal.
- La otra alternativa sería semaforizar las intersecciones. Se rechaza esta propuesta, por una parte, por la proximidad entre intersecciones, lo que provocaría problemas de congestión en la vía principal, que se deberían resolver con tiempos de fase muy elevados para esta vía, y muy reducidos para las secundarias en cada ciclo. Por otra parte, al no haber estudiado semaforización durante el grado, no se poseen los conocimientos para llevarlo a la práctica.

La única intersección en la que no se construirá una glorieta, será en el cruce con la calle Campo torres, debido a su proximidad con la glorieta de la CV-725. Para solventar este problema, sólo se permitirá el giro a derechas.

Para la edición de la planta, se ha dividido el tramo en diferentes ejes, facilitando así el cumplimiento de la normativa. Cada eje empieza y acaba en una glorieta, por lo que tendremos un total de cinco ejes.

c. Trazado en alzado

Para la edición del alzado, se ha seguido el mismo método que con la planta, dividiendo la vía en cinco ejes. Al no haber una orografía muy pronunciada, sino más bien al encontrarnos con un terreno prácticamente llano, no ha habido problemas en cumplir con la norma 3.1 IC.

3. TRAZADO EN PLANTA

Como se ha comentado anteriormente, se ha seguido la instrucción de trazado 3.1 IC para el diseño del trazado.

• RECTAS

Para las rectas, la norma establece un máximo, para evitar una conducción monótona o alcanzar velocidades elevadas, y un mínimo para conseguir una acomodación y adaptación del conductor:

$$L_{max} = 16.7 * V_p$$

$$L_{min,s} = 1.39 * V_p$$

$$L_{min,o} = 2.78 * V_p$$



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Para una velocidad de proyecto de 50 km/h, tenemos como longitud máxima:

$$L_{max} = 16.7 * 50 = 835m$$

Si disponemos de una recta entre dos curvas con radio de curvatura distinta, la longitud mínima será:

$$L_{min,s} = 1.39 * 50 = 69.5m$$

Para el resto de las rectas que dispongamos entre dos curvas con radios de curvatura en el mismo sentido:

$$L_{min,o} = 2.78 * 50 = 139m$$

La única limitación que afectará a nuestros ejes es el de longitud máxima, ya que no disponemos de rectas entre dos curvas.

- CURVAS CIRCULARES

La norma establece el radio mínimo en función de la velocidad de proyecto. Como se puede comprobar en la siguiente tabla, para una carretera cuya velocidad de proyecto sea 50 km/h, el radio mínimo será de 85 m.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

Figura 1. Radios mínimos. FUENTE: norma 3.1-IC

Los radios de dicha tabla se deducen de la siguiente expresión, que relaciona la velocidad de la curva circular, con el radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal:

$$V^2 = 127 * R * (ft + \frac{P}{100})$$

Para toda la curva circular con el máximo peralte correspondiente se cumplirá que, recorrida la curva circular a la velocidad específica (Ve), no se sobrepasarán los valores del coeficiente transversal máximo movilizado (ft_{MAX}) de la siguiente tabla:

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

Figura 2. Coeficiente transversal máximo movilizado. FUENTE: norma 3.1-IC

- CURVAS DE ACUERDOS

También denominadas curvas de transición, tienen por objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazado, consiguiendo así proporcionar comodidad y seguridad en las curvas.

Para calcular los parámetros, se adoptará como forma de la curva de acuerdo una clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R * L = A^2$$

Donde:

R= radio de curvatura en un punto cualquiera.

L= longitud de la curva entre su punto de inflexión y el punto de radio R.

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

La norma establece unos parámetros y longitudes mínimos, según una serie de limitaciones. Para una C-50, la limitación mas restrictiva viene dada por el criterio I, en el que se limita la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal. El parámetro A se calcula con la siguiente expresión:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{Ro * Ve}{46.656 * J} * \left[\frac{Ve^2}{Ro} - 1.27 * p \right]}$$

Donde:

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Ro= radio de la curva circular asociada

Ve= velocidad específica de la curva circular asociada

J= variación de la aceleración centrífuga (0.5 para Vp=50 km/h)

P= peralte de la curva circular asociada.

La longitud máxima de la clotoide será 1.5 veces la longitud mínima.

Por tanto, los parámetros de las clotoides de nuestra carretera serán:

	A mín (m)	A max (m)	L mín (m)	L max (m)
R=85	62	75	45	67.5
R=130	80	97	49	73.5

Figura 3. Parámetros mínimos necesarios. FUENTE: elaboración propia

Los estados de alineaciones en planta obtenidos en el diseño realizado son los siguientes:

EJE1							
Nº de elemento	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	P.K. acumulado	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)
1	Recta	0+000.00	0+292.14	0+292.14	292.14		
2	Clotoide	0+292.14	0+337.36	0+337.36	45.22		62
3	Curva circular	0+337.36	0+342.04	0+342.04	4.68	85	
4	Clotoide	0+342.04	0+387.26	0+387.26	45.22		62
5	Recta	0+387.26	0+425.53	0+425.53	38.27		

EJE 2							
Nº de elemento	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	P.K. acumulado	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)
1	Recta	0+000.00	0+211.41	0+636.94	211.41		
2	Clotoide	0+211.41	0+256.63	0+682.16	45.22		62
3	Curva circular	0+256.63	0+266.04	0+691.57	9.41	85	
4	Clotoide	0+266.05	0+311.26	0+736.79	45.22		62
5	Recta	0+311.27	0+481.48	0+907.01	170.22		

EJE 3							
Nº de elemento	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	P.K. acumulado	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)
1	Recta	0+000.00	0+036.61	0+943.62	36.61		
2	Clotoide	0+036.61	0+081.83	0+988.84	45.22		62
3	Curva circular	0+081.84	0+121.84	1+028.85	40.01	85	
4	Clotoide	0+121.84	0+167.06	1+074.07	45.22		62
5	Recta	0+167.07	0+362.55	1+269.56	195.49		

EJE 4							
Nº de elemento	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	P.K. acumulado	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)
1	Recta	0+000.00	0+345.68	1+615.24	345.68		

EJE 5							
Nº de elemento	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	P.K. acumulado	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)
1	Recta	0+000.00	0+248.83	1+864.07	248.83		
2	Clotoide	0+248.83	0+298.06	1+913.3	49.23		80
3	Curva circular	0+298.06	0+305.33	1+920.57	7.27	130	
4	Clotoide	0+305.33	0+354.56	1+969.8	49.23		80
5	Recta	0+354.56	0+444.39	2+059.64	89.83		

Comprobamos en las siguientes tablas si los elementos cumplen con la norma. Al no disponer de rectas entre curvas no es necesario comprobar sus longitudes mínimas. De igual modo, no es necesario estudiar la coordinación entre curvas circulares, al disponer de glorietas intermedias entre ellas.

RECTAS			
Nº de elemento	Longitud (m)	L max (m)	Cumple
1.1	292.14	835	Si
1.5	38.27	835	Si
2.1	211.41	835	Si
2.5	170.22	835	Si
3.1	36.61	835	Si
3.5	195.49	835	Si
4.1	345.68	835	Si
5.1	248.83	835	Si
5.5	89.83	835	Si

CLOTOIDES							
Nº de elemento	Longitud (m)	A (m)	L mín	L max	A mín	A max	Cumple
1.2	45.22	62	45	75	62	75	Si
1.4	45.22	62	45	75	62	75	Si
2.2	45.22	62	45	75	62	75	Si
2.4	45.22	62	45	75	62	75	Si
3.2	45.22	62	45	75	62	75	Si
3.4	45.22	62	45	75	62	75	Si
5.2	49.23	80	49	97	80	97	Si
5.4	49.23	80	49	97	80	97	Si



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

CURVA CIRCULAR			
Nº de elemento	Radio (m)	Radio min (m)	Cumple
1.3	85	85	Si
2.3	85	85	Si
3.3	85	85	Si
5.3	130	85	Si

$$y = \frac{x^2}{2 * Kv}$$

Siendo Kv el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente “parámetro de la parábola”.

Se establece un Kv mínimo para garantizar la visibilidad de parada y de adelantamiento. Además, la longitud de la curva de acuerdo deberá ser como mínimo la velocidad de proyecto.

4. TRAZADO EN ALZADO

En el trazado en alzado de una carretera se deben estudiar dos elementos: rasantes con inclinación uniforme o rectas, y curvas de acuerdo vertical o parábolas.

- RECTAS

La instrucción 3.1 IC establece un máximo de inclinación de rasantes para no penalizar en exceso la funcionalidad de la carretera, y un mínimo para garantizar el correcto drenaje.

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

Figura 4. Rasantes máximas. FUENTE: norma 3.1-IC

Para una carretera multicarril con una velocidad de proyecto de 50 km/h, la norma establece como inclinación máxima un 7%, y como excepcional 10%. La inclinación mínima será del 0.5%, pudiendo ser excepcionalmente del 0.2%. La longitud máxima con la inclinación máxima será de 3000 m.

- ACUERDOS

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una parábola simétrica de ecuación:

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

Figura 5. Parámetros mínimos acuerdo. FUENTE: norma 3.1-IC

Para una velocidad de proyecto de 50 km/h, habrá que disponer como mínimo parámetros de 450 m en acuerdos convexos, y de 1160 m en acuerdos cóncavos, para garantizar una correcta visibilidad de parada. Al disponer de dos carriles por sentido, no es necesario cumplir con el Kv mínimo para la visibilidad de adelantamiento. La longitud mínima del acuerdo será de 50 m.

Los estados de alineaciones en alzado obtenidos en el diseño realizado con el programa Civil 3D son los siguientes:

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

EJE 1									
Nº de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Inclinación (%)	Kv (m)	Z inicial (m)	Z final (m)	Z pto alto/bajo (m)
1	Recta	0+0.00	0+185.8	185.787	-1.65		6.53	3.47	
2	Parábola	0+185.8	0+235.90	50.12		2680.10	3.47	3.11	3.06
3	Recta	0+235.90	0+425.53	187.218	0.22		3.11	3.54	

EJE 2									
Nº de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Inclinación (%)	Kv (m)	Z inicial (m)	Z final (m)	Z pto alto/bajo (m)
1	Recta	0+000.00	0+022.82	22.822	2.83		3.54	4.19	
2	Parábola	0+022.82	0+081.88	59.058		4112.61	4.19	6.28	5.02
3	Recta	0+081.88	0+124.36	42.475	4.27		6.28	8.09	
4	Parábola	0+124.36	0+174.36	50		1065.27	8.09	9.05	9.16
5	Recta	0+174.36	0+481.49	307.139	-0.43		9.05	7.75	

EJE 3									
Nº de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Inclinación (%)	Kv (m)	Z inicial (m)	Z final (m)	Z pto alto/bajo (m)
1	Recta	0+000.00	0+362.56	362.56	-1.26		7.75	3.19	

EJE 4									
Nº de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Inclinación (%)	Kv (m)	Z inicial (m)	Z final (m)	Z pto alto/bajo (m)
1	Recta	0+000.00	0+345.682	345.682	-0.595		3.19	1.13	

EJE 5									
Nº de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	Inclinación (%)	Kv (m)	Z inicial (m)	Z final (m)	Z pto alto/bajo (m)
1	Recta	0+000.00	0+444.39	444.39	0.17		1.13	1.88	

Como se puede comprobar en la siguiente tabla, todos los elementos cumplen con los criterios establecidos, a excepción de la rasante del eje 5, que no cumple con la inclinación excepcional.

RECTAS				
Nº de elemento	Inclinación (%)	Inclinación max (%)	Inclinación min (%)	Cumple
1.1	-1.65	7/10	0.5/0.2	Si
1.3	0.22	7/10	0.5/0.2	Si
2.1	2.83	7/10	0.5/0.2	Si
2.3	4.27	7/10	0.5/0.2	Si
2.5	-0.43	7/10	0.5/0.2	Si
3.1	-1.26	7/10	0.5/0.2	Si
4.1	-0.595	7/10	0.5/0.2	Si
5.1	0.17	7/10	0.5/0.2	No

PARÁBOLA						
Nº de elemento	TIPO	Kv (m)	Kv min	Longitud (m)	Longitud min	Cumple
1.2	Cóncavo	2680.10	1160	50.12	50	Si
2.2	Cóncavo	4112.61	1160	59.058	50	Si
2.4	Convexo	1065.27	450	50	50	Si

5. SECCIÓN TRANSVERSAL

Las dimensiones de los elementos que forman la plataforma son los indicados en la norma 3.1 IC.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Figura 6. Sección transversal. FUENTE: norma 3.1-IC

Para una multicarril de $V_p = 50 \text{ km/h}$, habrá que disponer de:

- Carriles: 3.5 m
- Arcén interior: 0.5 m

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

- Arcén exterior: 1.5 m

Además, se dispondrá de una mediana de 1 m que permita la separación de los dos sentidos de circulación, y aceras de 1 m a ambos lados, que permita el tránsito de peatones. Aunque sería recomendable disponer de una mayor anchura en estos elementos, no es posible debido a que afectaría a las edificaciones preexistentes. Por este motivo, y al tratarse de un entorno urbano, no se dispondrá de bermas. La señalización necesaria se instalará sobre la acera.

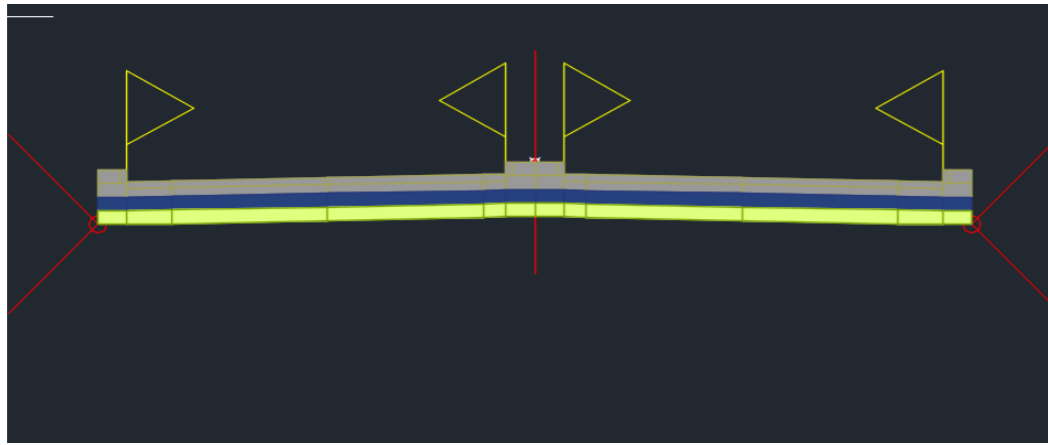


Figura 7. Sección transversal en Civil 3D. FUENTE: elaboración propia

Se dispondrá de un bombeo en recta del 2% a partir del eje de la calzada hacia cada lado para garantizar el correcto drenaje. Además, se dispondrá de un colector debajo de la mediana que recoja las aguas provenientes del drenaje transversal.

El peralte máximo a disponer, tal y como indica la figura 1 será del 7%.

6. GLORIETAS

Para el diseño de las glorietas se ha seguido empleando el programa Civil 3D, y la instrucción 3.1-IC. Los criterios que se han seguido para el diseño son los siguientes:

- PLANTA
 - La separación entre dos accesos consecutivos medida sobre el borde exterior de la calzada anular entre puntas de isletas será mayor o igual a veinte metros. Si bien se cumple de manera generalizada, los brazos 1 y 2 de la primera glorieta no lo cumple, debido a la falta de espacio al estar comprendidos entre la vía del TRAM y las

edificaciones existentes.

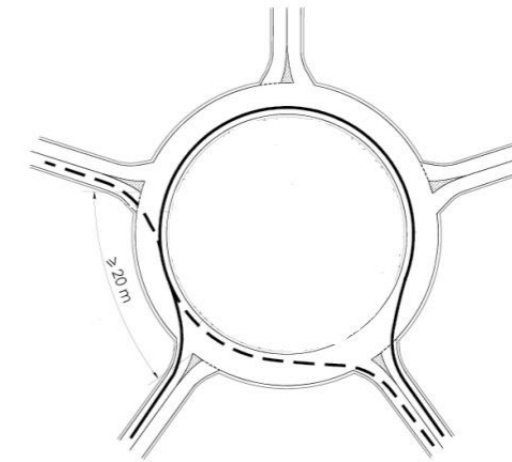


Figura 8. Separación entre isletas. FUENTE: norma 3.1-IC

- El ángulo medido entre la trayectoria de acceso y la trayectoria a la que se incorpora estará comprendido entre 20 y 60 gonios, ya que ángulos demasiado grandes dificultan la inserción de vehículos a la calzada anular, y ángulos demasiado pequeños favorecen la inserción a una alta velocidad.

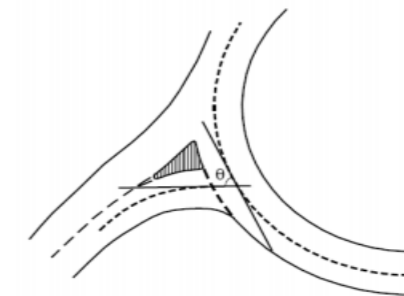


Figura 9. Deflexión patas. FUENTE: norma 3.1-IC

- Se dispondrá de isletas divisorias en todos los brazos, a fin de encauzar el tráfico.
- La calzada contará con una inclinación del 2% hacia su borde exterior, a fin de asegurar el correcto drenaje de la glorieta.
- SECCIÓN TRANSVERSAL
 - El diámetro exterior de una calzada anular no será inferior a los treinta y cinco metros, procurando que esté comprendido entre cuarenta y cinco y cincuenta y cinco metros.
 - La calzada anular será de ocho metros (dos carriles de cuatro metros).



ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

Los principales parámetros de cada glorieta se adjuntan a continuación:

- Datos del anillo de cada glorieta

Nº GLORIETA	DIÁMETRO ISLETA CENTRAL (m)	Nº DE CARRILES	ANCHO CALZADA ANULAR (m)	DIÁMETRO CIRCUNFERENCIA INSCRITA (m)
1	26	2	8	42
2	26	2	8	42
3	38	2	8	54
4	34	2	8	50
5	26	2	8	42
6	26	2	8	42

- Ángulo de deflexión de entrada y carriles de entrada y salida

GLORIETA 1	ALINEACIÓN	DEFLEXIÓN (gon)	CARRILES ENTRADA/SALIDA
BRAZO 1	Av. Joan Fuster	51	1
BRAZO 2	C/ Manuel Vallalta (este)	54	1
BRAZO 3	Eje 1	50	2
BRAZO 4	C/ Manuel Vallalta (oeste)	50	1

GLORIETA 2	ALINEACIÓN	DEFLEXIÓN (gon)	CARRILES ENTRADA/SALIDA
BRAZO 1	Eje 1	42	2
BRAZO 2	Torrecremada (este)	36	1
BRAZO 3	Eje 2	46	2
BRAZO 4	Torrecremada (oeste)	54	1

GLORIETA 3	ALINEACIÓN	DEFLEXIÓN (gon)	CARRILES ENTRADA/SALIDA
BRAZO 1	Eje 2	46	2
BRAZO 2	CV-725 (este)	46	2
BRAZO 3	Eje 3	36	2
BRAZO 4	CV-725 (oeste)	42	2

GLORIETA 4	ALINEACIÓN	DEFLEXIÓN (gon)	CARRILES ENTRADA/SALIDA
BRAZO 1	Eje 3	49	2
BRAZO 2	CV-723 (este)	55	1
BRAZO 3	Eje 4	43	2
BRAZO 4	CV-723 (oeste)	53	1

GLORIETA 5	ALINEACIÓN	DEFLEXIÓN (gon)	CARRILES ENTRADA/SALIDA
BRAZO 1	Eje 4	46	2
BRAZO 2	C/del Llavador (este)	41	1
BRAZO 3	Eje 5	50	2
BRAZO 4	C/del Llavador (oeste)	52	1

GLORIETA 6	ALINEACIÓN	DEFLEXIÓN (gon)	CARRILES ENTRADA/SALIDA
BRAZO 1	Eje 5	48	2
BRAZO 2	CV-7301 (este)	41	1
BRAZO 3	CV-7301 (oeste)	47	1

- Distancia entre ramales

SEPARACIÓN ENTRE RAMALES G1(m)	
BRAZO 1-BRAZO 2	16
BRAZO 2-BRAZO 3	31
BRAZO 3-BRAZO 4	28
BRAZO 4-BRAZO 1	27

SEPARACIÓN ENTRE RAMALES G2(m)	
BRAZO 1-BRAZO 2	20
BRAZO 2-BRAZO 3	36
BRAZO 3-BRAZO 4	20
BRAZO 4-BRAZO 1	33

SEPARACIÓN ENTRE RAMALES G3(m)	
BRAZO 1-BRAZO 2	36
BRAZO 2-BRAZO 3	35
BRAZO 3-BRAZO 4	34
BRAZO 4-BRAZO 1	31

SEPARACIÓN ENTRE RAMALES G4(m)	
BRAZO 1-BRAZO 2	31
BRAZO 2-BRAZO 3	21
BRAZO 3-BRAZO 4	35
BRAZO 4-BRAZO 1	23

SEPARACIÓN ENTRE RAMALES G5(m)	
BRAZO 1-BRAZO 2	25
BRAZO 2-BRAZO 3	31
BRAZO 3-BRAZO 4	20
BRAZO 4-BRAZO 1	22

SEPARACIÓN ENTRE RAMALES G6(m)	
BRAZO 1-BRAZO 2	40
BRAZO 2-BRAZO 3	39
BRAZO 3-BRAZO 1	28



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.



ANEJO Nº6: SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

AUTOR: Francisco Fornes Leal

TUTOR: Evaristo Manuel López Porta



Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	4
a.	Marcas longitudinales discontinuas.....	4
b.	Marcas longitudinales continuas	4
c.	Marcas transversales	5
d.	Inscripciones	5
e.	Otras marcas	6
3.	SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	6
a.	Señales de contenido fijo.....	6
b.	Características de los elementos	7
4.	BALIZAMIENTO Y DEFENSA.....	7

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

1. INTRODUCCIÓN

En el anejo número 6 del Trabajo de Fin de Grado "Anteproyecto de la nueva variante de circunvalación por carretera de la ciudad de Denia (Alicante), mediante conexión entre la Avda. Joan Fuster, la carretera CV-725 y la carretera CV-7301", se van a establecer los criterios adoptados a la hora de implantar la señalización horizontal y vertical, así como las dimensiones que deberán tener cada elemento, para dotar a la carretera de una mayor seguridad y comodidad, con el fin de reducir en la medida de lo posible los posibles accidentes que se puedan producir, ya sean entre los propios vehículos, o con peatones implicados.

Dos aspectos que caracterizan esta nueva vía son la existencia de diversas glorietas, y su paso por un entorno urbano, por lo que habrá que poner especial énfasis en señalizar correctamente las glorietas, así como los diferentes pasos para peatones de los que dispongamos.

2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

La normativa de referencia sobre la señalización horizontal es la norma 8.2-IC. Las funciones de las marcas viales son, entre otras:

- Delimitar carriles de circulación
- Indicar el borde de la calzada
- Reglamentar la circulación
- Repetir o recordar una señal vertical
- Anunciar, guiar y orientar a los usuarios.

Todo ello con el fin de aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación.

La norma organiza las marcas en diferentes grupos, de los cuales para nuestra carretera tendremos en cuenta los siguientes: marcas longitudinales discontinuas, marcas longitudinales continuas, marcas transversales, inscripciones y otras marcas.

a. Marcas longitudinales discontinuas

Se emplearán para separar los carriles del mismo sentido de circulación. Para una carretera de velocidad de proyecto 50 km/h, se deberá disponer de la marca M-1.3, con cuya longitud es de 2.5 m y ancho de 10 cm, con una separación de 5 m entre cada una.

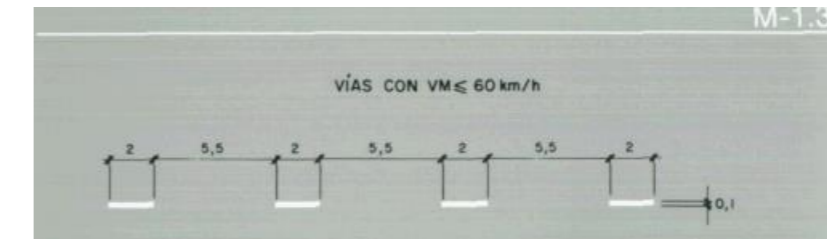


Figura 1. Marca tipo M-1.3 FUENTE: norma 8.2-IC

b. Marcas longitudinales continuas

Las emplearemos en los siguientes casos:

- Separación de carriles en el mismo sentido: siguiendo la recomendación sobre el dimensionamiento, señalización y balizamiento de glorietas de la Comunitat Valenciana, se deberá prohibir el adelantamiento en carriles del mismo sentido 50 m antes de un paso de peatones situado en una glorieta, así como el tramo posterior hasta la línea de ceda el paso de dicha glorieta. De igual manera, en el ramal de salida de la glorieta se dispondrá de marca continua de 20 m antes del paso de cebra.

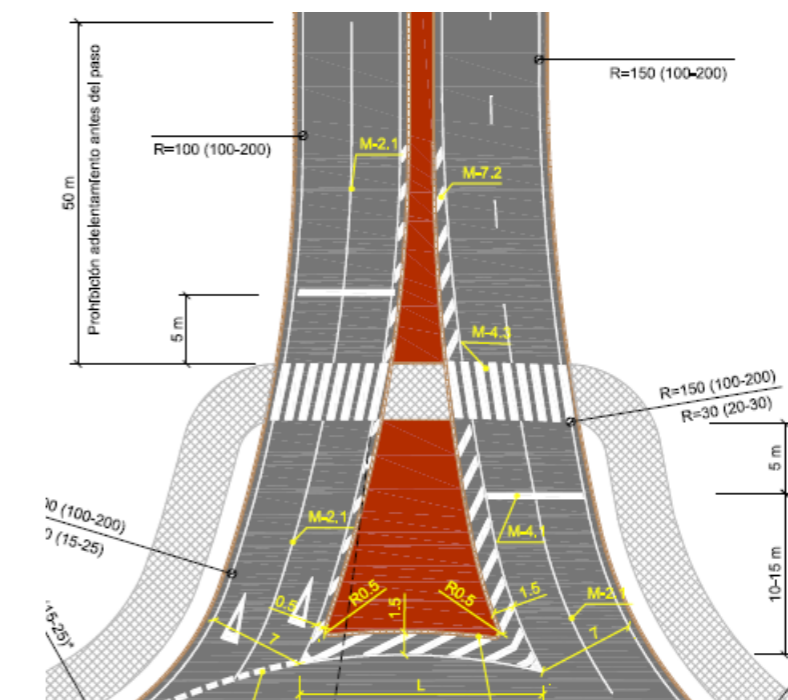


Figura 2. Detalle señalización horizontal en glorietas. FUENTE: CITMA

Habrà que disponer la marca tipo M-2.1, de anchura 10 cm.

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

- Para borde de calzada: su función será delimitar la calzada. Para vías de velocidad de proyecto inferiores a 100 km/h, se puede disponer de marca longitudinal continua de 15 cm de ancho, cuando el arcén sea igual o mayor a 1,5 m, y de 10 cm de ancho cuando el arcén sea menor a 1,5 m. Como el arcén interior es de 0,5 m, se dispondrá de una marca tipo M-2.6 de 10 cm de ancho, y para el arcén exterior, de 1,5 m, de marca tipo M-2.6 de 15 cm de ancho.

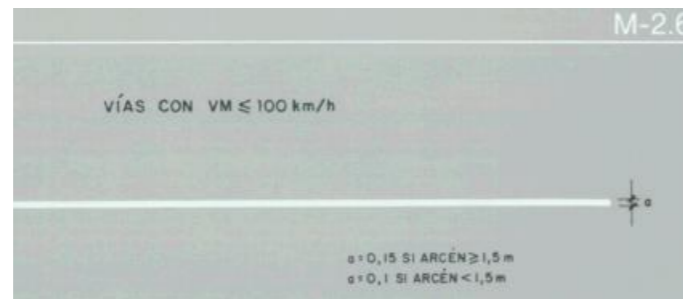


Figura 3. Marca tipo M-2.6. FUENTE: norma 8.2-IC

- Para contorno de isleta franqueable: la emplearemos para proporcionar una transición suave al bordear la isleta, consiguiendo así una circulación más cómoda. El ancho será el correspondiente a la marca para borde de calzada sobre el que esté situado (10 cm en este caso).

c. Marcas transversales

Se dispondrán los siguientes tipos de marcas transversales:

- Línea de detención: es una marca transversal continua, cuya función es que el vehículo se detenga ante ella en cumplimiento de la obligación impuesta. Para esta vía, se dispondrán antes de un paso de peatones marcas de tipo M-4.1, de anchura 40 cm.

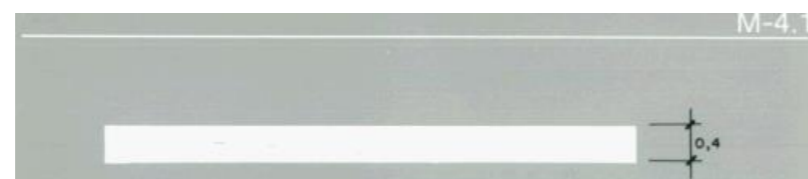


Figura 4. Marca tipo M-4.1. FUENTE: norma 8.2-IC

En glorietas, se deberá colocar la línea de detención 5 m antes del paso de peatones, siguiendo la recomendación sobre el dimensionamiento, señalización y balizamiento de glorietas de la Comunitat Valenciana.

- Línea de ceda el paso: se dispondrán en las intersecciones de los ramales de entrada con la calzada anular de las glorietas, obligando al conductor a detenerse en el caso de que deba ceder el paso al vehículo que circule dentro de la glorieta. La denominación de la marca es M-4.2, cuya

anchura será de 40 cm, y el largo de cada marca de 80 cm, con una separación entre marcas de 40 cm. Deben ocupar todo el ancho de carril.

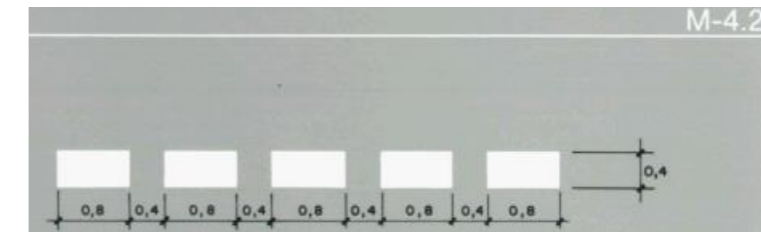


Figura 5. Marca tipo M-4.2. FUENTE: norma 8.2-IC

- Paso de peatones: es una serie de líneas de gran anchura, dispuestas en bandas paralelas al eje de la calzada, indicando un paso de peatones. Se dispondrán marcas de tipo M-4.3, con una anchura de 4 m, con una altura de 50 cm y separación entre marcas de 50 cm.

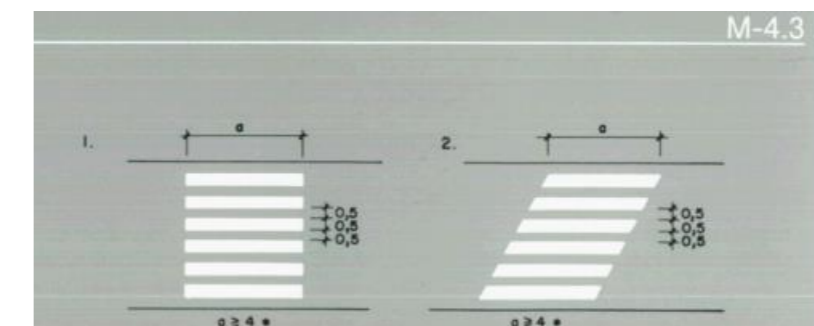


Figura 6. Marca tipo M-4.3. FUENTE: norma 8.2-IC

d. Inscripciones

Las inscripciones en el pavimento tienen por objeto proporcionar al conductor una información complementaria, recordándole la obligación de lo ordenado por una señal vertical. Solo será necesario incorporar señales horizontales de ceda el paso en los ramales de entrada a una glorieta, con el fin de indicar al conductor que tiene la obligación de detenerse ante la línea de ceda el paso en el caso de que tenga que ceder el paso a un vehículo que circule por la glorieta. La denominación de la marca es M-6.5, cuyas dimensiones son las siguientes:

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

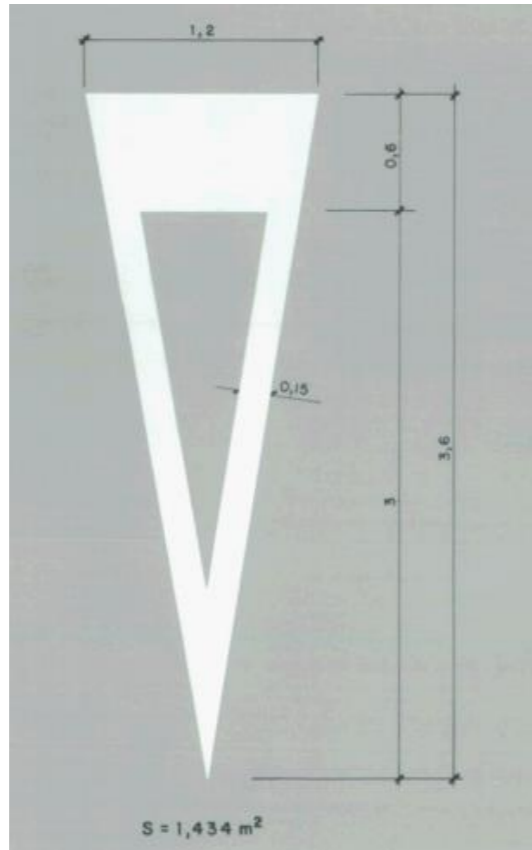


Figura 7. Marca tipo M-6.5. FUENTE: norma 8.2-IC

e. Otras marcas

Por último, habrá que disponer de cebreados alrededor de las isletas de las glorietas, con el fin de incrementar la visibilidad de aquellas zonas excluidas a la circulación de vehículos. Para velocidades inferiores a 60 km/h y circulación en doble sentido, se dispondrán marcas de tipo M-7.2, con las dimensiones siguientes:

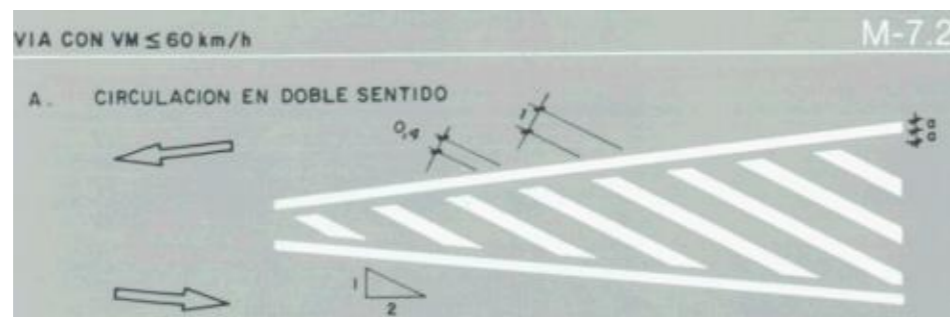


Figura 8. Marca tipo M-7.2. FUENTE: norma 8.2-IC

3. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

A la hora de disponer la señalización se deben seguir cuatro principios básicos de disposición:

- Claridad: intentar transmitir mensajes de forma comprensible para el usuario, e imponer las menores restricciones posibles a la circulación.
- Sencillez: empleando el menor número de elementos-
- Uniformidad: los elementos que se utilicen, así como su implantación y criterios de aplicación deben ser exclusivamente los descritos en la norma.
- Continuidad: que exista una coherencia con el tipo de señales a utilizar o criterios empleados a lo largo del trazado.

La norma a la cual se acude para el diseño implantación de la señalización vertical será la norma 8.1-IC, de Señalización vertical. Las señales previstas a incorporar serán las denominadas señales de contenido fijo, que son las que tienen un contenido preestablecido por el Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras. Pueden ser:

- Señales de advertencia de peligro
- Señales de reglamentación
- Señales de indicación

a. Señales de contenido fijo

A continuación, se indican que señales serán necesarias disponer.

SEÑALES ADVERTENCIA DE PELIGRO			
TIPO	SIGNIFICADO	IMAGEN	COLOCACIÓN
P-4	Intersección con circulación giratoria		Se dispondrán en los ramales de entrada de las glorietas, en la vía principal
P-20	Paso para peatones		Se dispondrán en los ramales de entrada de las glorietas, en la vía principal
P-21	Niños		Se dispondrán en lugares próximos a centros educativos

Figura 9. Señales de advertencia necesarias. FUENTE: elaboración propia

ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.

SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN			
TIPO	SIGNIFICADO	IMAGEN	COLOCACIÓN
R-1	Ceda el paso		Se dispondrán en los ramales de entrada de las glorietas, a ambos lados de la calzada
R-301	Velocidad máxima		Antes de los ramales de entrada y después de los ramales de salida
R-401.a	Paso obligatorio		En ramales de salida sobre la isleta
R-402	Intersección de sentido giratorio obligatorio		En la isleta central, enfrente de cada entrada

Figura 10. Señales de reglamentación necesarias. FUENTE: elaboración propia

SEÑALES DE INDICACIÓN			
TIPO	SIGNIFICADO	IMAGEN	COLOCACIÓN
S-13	Situación de un paso para peatones		Colocación a ambos lados de un paso de peatones

Figura 11. Señales de indicación necesarias. FUENTE: elaboración propia

b. Características de los elementos

Se debe de tener en cuenta una serie de características a la hora de dimensionar e implantar una señal vertical:

- **Dimensiones:** aunque la norma no establece las dimensiones mínimas para una carretera multicarril urbana, se tomarán las dimensiones que establece para una convencional con arcén, por su similitud en cuanto características de circulación y velocidad. El tamaño se establece según la figura 12, siendo el Catálogo de señales de circulación de la Dirección General de Carreteras el que concrete las dimensiones para cada tipo de señal.

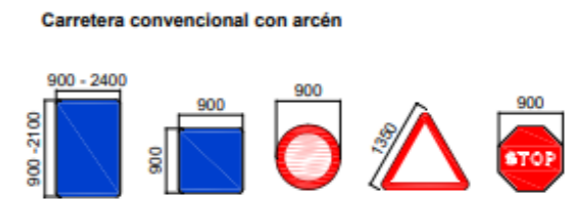


Figura 12. Medidas mínimas en carretera convencional con arcén. FUENTE: 8.1-IC

- **Posición longitudinal:** las señales de advertencia de peligro se colocarán entre 150 y 250 m antes de la sección donde se pueda encontrar el peligro que anuncien. Las de reglamentación se situarán en la sección donde empiece su aplicación. Como mínimo habrá una distancia entre señales de 50 m, para dar tiempo al conductor a percibir las, analizarlas, decidir y actuar.
- **Posición transversal:** se situarán en la acera las que se coloquen en el margen derecho, y sobre la mediana o las isletas las dispuestas en el margen izquierdo.
- **Altura:** al tratarse de zona urbana, la norma establece que, si se colocan sobre aceras o zonas destinadas al paso de peatones, habrá que dejar 2.2 m entre el borde inferior de la señal y dicha acera. Si se sitúan sobre la mediana o sobre las isletas, se pueden colocar a 1.8 m.
- **Retroreflectancia:** a fin de conseguir una visibilidad permanente de todos los elementos que componen la señal, la norma establece una clase mínima de retroreflectancia RA2 para señales de contenido fijo.

4. BALIZAMIENTO Y DEFENSA

No se va a hacer uso de elementos de defensa, ya que no se considera necesario, por los siguientes motivos:

- Se trata de una vía urbana de velocidad máxima permitida 50 km/h.
- No se dispone de obstáculos a proteger, como pórticos o banderolas.
- Inexistencia de riesgo de caída a distinto nivel.
- Existencia de una mediana elevada que separa los dos sentidos de circulación.

En cuanto al balizamiento, tan solo se empleará el uso de bordillos pintados en blanco y negro, con el fin de mejorar su visibilidad y potenciar su función balizadora. Se dispondrá de ellos para separar los arcenes de las aceras y medianas, así como en las isletas centrales de las glorietas.

Con el fin de reforzar la percepción visual del trazado, se dispondrá de fuentes de luz tipo LED, dispuestas sobre un báculo troncocónico de 12 m de altura, situados sobre la mediana. Sobre cada



**ANTEPROYECTO DE LA NUEVA VARIANTE DE CIRCUNVALACIÓN POR CARRETERA DE LA CIUDAD DE DENIA (ALICANTE),
MEDIANTE CONEXIÓN ENTRE LA AVDA. JOAN FUSTER, LA CARRETERA CV-725 Y LA CARRETERA CV-7301.**

báculo se colocarán dos luminarias, de forma que se consiga alumbrar ambos sentidos de circulación.
También se colocarán sobre las isletas de los ramales para iluminar la glorieta.