



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

# Estudio de alternativas de la CV-580 a su paso por el municipio de Navarrés en la provincia de Valencia

*Presentado por*

*Jiménez Rollón, Ángela*

*Grado en Ingeniería Civil*

Curso: 2019/2020

Fecha: junio de 2020

Tutor: Ana María Pérez Zuriaga





## Índice

1.	Introducción .....	1	5.9.	Restricciones medio ambientales .....	17
2.	Localización .....	1	5.10.	Planeamiento urbanístico .....	18
3.	Antecedentes .....	2	5.11.	Usos del suelo.....	19
4.	Objetivo .....	2	6.	Situación actual .....	20
5.	Estudios previos.....	2	6.1.	Estado de la travesía .....	20
5.1.	Cartografía.....	3	6.2.	Estudio tráfico .....	21
5.2.	Geomorfología.....	3	6.2.1.	Evolución del tráfico.....	21
5.3.	Geología.....	5	6.2.2.	Aforo manual.....	23
5.4.	Geotecnia .....	7	6.2.2.1.	Estaciones afines .....	25
5.4.1.	Caracterización geomecánica del terreno.....	7	6.2.3.	Estimación de la Intensidad Media Diaria .....	26
5.4.2.	Clasificación de suelos.....	8	6.2.3.1.	Estimación de la IMD en el año de puesta en servicio y año horizonte .....	27
5.4.3.	Análisis de desmonte.....	9	7.	Definición de alternativas .....	29
5.5.	Riesgos naturales.....	12	7.1.	Limitaciones establecidas.....	29
5.6.	Climatología.....	13	7.1.1.	Limitaciones establecidas por la <i>Instrucción de Trazado 3.1. I.C.</i> .....	30
5.7.	Inundabilidad.....	15	7.1.2.	Criterios empleados para el análisis de la consistencia .....	33
5.8.	Hidrogeología .....	16			

---

7.2. Alternativa 0. Acondicionamiento travesía, sin variante .....	35	7.4.5. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras.....	72
7.2.1. Estudio de tráfico .....	35	7.4.6. Valoración económica .....	72
7.2.2. Propuestas de mejora .....	37	7.5. Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el Noreste hasta la CV-560 .....	74
7.2.3. Valoración económica .....	40	7.5.1. Estudio de tráfico .....	74
7.3. Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560 .....	41	7.5.2. Estudio del trazado.....	76
7.3.1. Estudio de tráfico .....	41	7.5.3. Seguridad vial .....	79
7.3.2. Estudio del trazado.....	43	7.5.4. Dimensionamiento del firme.....	81
7.3.3. Seguridad vial .....	45	7.5.5. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras.....	83
7.3.4. Dimensionamiento del firme.....	48	7.5.6. Valoración económica .....	84
7.3.4. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras.....	54	7.6. Alternativa 4. Prolongación de la alternativa 1 por el sureste hasta la CV-560 .....	85
7.3.5. Valoración económica .....	55	7.6.1. Estudio de tráfico .....	85
7.4. Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560.....	57	7.6.2. Estudio del trazado.....	87
7.4.1. Estudio de tráfico .....	58	7.6.3. Seguridad vial .....	90
7.4.2. Estudio del trazado.....	60	7.6.4. Dimensionamiento del firme.....	92
7.4.3. Seguridad vial .....	62		
7.4.4. Dimensionamiento del firme.....	66		

---



7.6.4.	Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras.....	94
7.6.5.	Valoración económica.....	95
8.	Análisis multicriterio.....	97
8.1.	Criterios evaluados.....	97
8.2.	Metodología de trabajo.....	98
8.3.	Comparación de los criterios.....	99
8.3.1.	Funcionalidad.....	99
8.3.2.	Seguridad Vial.....	101
8.3.3.	Impacto socioeconómico.....	103
8.3.4.	Impacto medioambiental.....	104
8.3.5.	Valoración económica.....	105
8.4.	Matriz comparativa.....	106
9.	Conclusión.....	107

---



## 1. Introducción

El presente trabajo, con título “Estudio de alternativas de la CV-580 a su paso por el municipio de Navarrés en la provincia de Valencia” se redacta en calidad de Trabajo de Fin de Grado (TFG) por la alumna Ángela Jiménez Rollón, miembro de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de la Universitat Politècnica de València, con la finalidad de la obtención del título de Grado en Ingeniería Civil.

Este trabajo se basa en un estudio de alternativas de la CV-580 a su paso por el municipio de Navarrés, con el fin de disminuir la circulación por la actual travesía que atraviesa el municipio.

Para este estudio será necesario realizar un análisis de tráfico, basado en un aforo manual realizado en la travesía, con el fin de obtener la intensidad media diaria y nivel de servicio de la futura carretera respecto a la actual, así como conocer el porcentaje de tráfico que puede considerarse de paso y que, por tanto, puede considerarse como el tráfico que utilizará la posible variante.

Asimismo, se llevará a cabo un análisis de los diferentes condicionantes que deban tenerse en cuenta a la hora de proponer las posibles alternativas a la situación actual como la seguridad vial, el impacto ambiental focalizado en el movimiento de tierras y el coste económico.

Por último, se llevará a cabo un análisis multicriterio con el fin de obtener la solución más adecuada a llevar a cabo, incluyendo la valoración económica de cada una de las alternativas propuestas.

## 2. Localización

El presente estudio de alternativas de la CV-580 a su paso por el municipio de Navarrés se sitúa en la Canal de Navarrés, al cual da nombre, siendo una comarca de la Comunidad Valenciana perteneciente a la provincia de Valencia. Limita por el norte con la Hoya de Buñol, al noreste con la Ribera Alta, al sur con La Costera y al oeste con Castilla – La Mancha; siendo su superficie de 709 kilómetros cuadrados repartidos en ocho municipios.

Los ocho municipios por los que está compuesta la Canal de Navarrés son Enguera, Anna, Chella, Bolbaite, Navarrés, Quesa, Bicorp y Millares.

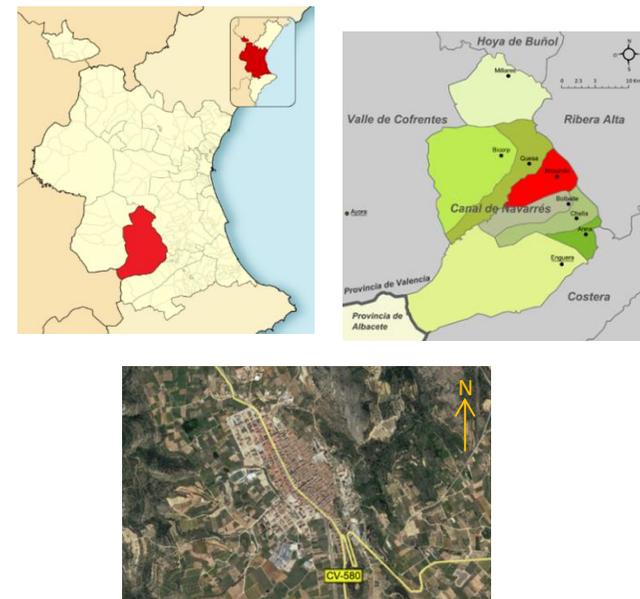


Figura 1. Localización de la zona del estudio.

Centrándonos en el municipio de Navarrés, éste ocupa una extensión de 47,4 kilómetros cuadrados y se caracteriza por marcar la zona de entrada montañosa del interior de la provincia de Valencia. Limita con los municipios de Quesa por el noroeste, Tous por el noreste, Sumacàrcer por el este y con Chella y Bolbaite por el sur.

La economía se distribuye actualmente entre la agricultura y la ganadería; aunque pueden encontrarse un gran número de invernaderos dedicados a la floricultura, varias industrias dedicadas al almacenamiento de ajos y una fábrica de vidrio. Asimismo, cabe destacar el asentamiento de una empresa de dulces, siendo uno de los principales motores económicos de la localidad lo que justifica la mejora de la comunicación y transporte por carretera.

### 3. Antecedentes

La carretera del estudio pertenece a la red de carreteras de la Comunidad Valenciana gestionada por la *Diputació de Valencia* la cual tiene su inicio en la intersección con de la CV-585 exactamente en el P.K. 15+570 y finaliza a la llegada del municipio de Dos Aguas.

En la actualidad, solamente se ha ejecutado la variante en los tres municipios previos a Navarrés, por lo tanto, dicha carretera atraviesa los cuatro municipios restantes de la Canal de Navarrés.

Cabe remarcar que, tres de los municipios donde no se ha ejecutado dicha variante se caracterizan por presentar un bajo nivel de tráfico y sin la presencia de industria que implique la circulación de vehículos pesados por ella. Por lo tanto, al no presentar dificultades durante la travesía de estos no queda justificada la necesidad de la ejecución de la variante por dichos municipios.

En cambio, a diferencia de estos tres municipios, Navarrés presenta una mayor intensidad de tráfico y sin diferencias notables con los municipios donde si ha sido

ejecutada dicha circunvalación. Por lo tanto, al discurrir por el municipio todo el volumen de tráfico que transcurre por este tramo de la carretera esto supone dificultades de accesibilidad, la disminución de la seguridad vial por el casco urbano, la elevación de la contaminación acústica y mayor contaminación atmosférica.

Debido a lo anteriormente expuesto, queda justificada la necesidad del estudio de la ejecución de la variante por el municipio de Navarrés.

### 4. Objetivo

La ejecución de la carretera del estudio en las inmediaciones del municipio implicaría la disminución del tráfico por el mismo y una mayor accesibilidad entre los municipios colindantes. Asimismo, esta ejecución supondría el aumento de la seguridad vial por el casco urbano junto con la reducción considerable de la contaminación acústica y atmosférica. Reduciéndose así todos los factores que justifican dicha necesidad de ejecución.

### 5. Estudios previos

Para el correcto diseño de la variante de la carretera será fundamental tener en cuenta una serie de condicionantes, los cuales se encuentran indicados y desarrollados a continuación.

Estos influirán notablemente en el diseño geométrico de cada una de las alternativas propuestas, además de ser algunos de ellos de gran importancia para el análisis multicriterio con el fin de obtener la solución más adecuada a llevar a cabo.

## 5.1. Cartografía

La cartografía del municipio de Navarrés ha sido obtenida mediante el sistema LIDAR proporcionada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) compuesta por puntos topográficos, obtenidos de un levantamiento de campo o de un vuelo LIDAR. Ésta será de gran utilidad para el correcto diseño de las diferentes alternativas, además de permitir una mayor precisión del volumen de movimientos de tierras que se puedan producir.

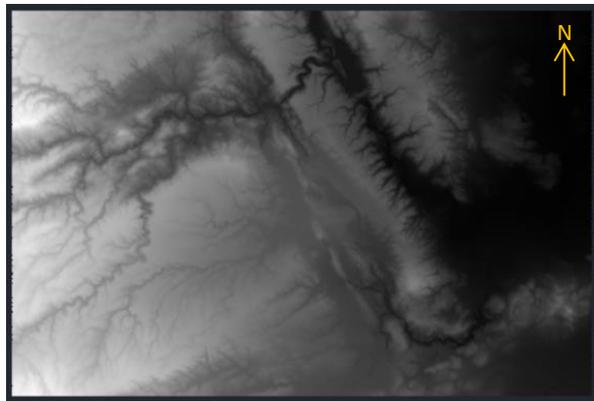


Figura 2. Nube de puntos de la cartografía de la zona del estudio.  
(Fuente: PNOA)

Asimismo, haciendo referencia a las curvas de nivel proporcionadas por el Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana puede observarse que el municipio de Navarrés se encuentra a una cota 280 metros, siendo la máxima 480 metros encontrada al Oeste del municipio.

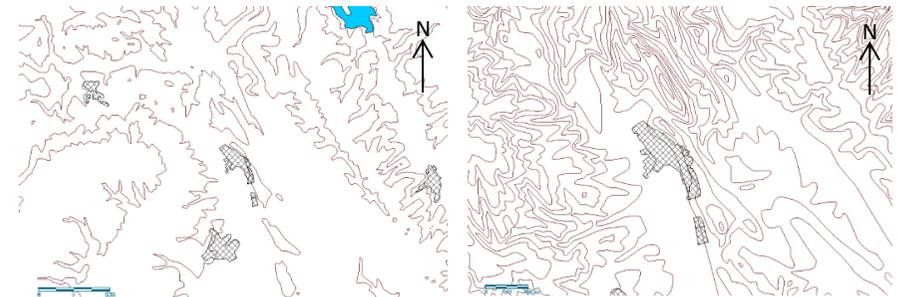


Figura 3. Nube de puntos cada 100 metros.  
(Fuente: Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana)

Figura 4. Nube de puntos cada 20 metros.  
(Fuente: Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana)

## 5.2. Geomorfología

La geomorfología del municipio de Navarrés puede observarse en la hoja 63 (7-8) denominada Onteniente a escala 1:200.000 proporcionada por el Instituto Geológico y Minero de España. En ella pueden identificarse diferentes regiones atendiendo al relieve, siendo la zona de estudio de fuerte pendiente (II).

Asimismo, atendiendo a estos criterios de división se caracteriza por estar rodeado de formas de relieve llano (II1), formas de relieve absoluto (II2) y formas de relieve en pendiente (II4).

En primer lugar, las formas de relieve llano (II1) se caracterizan por una morfología plana en general con pequeños relieves. Los materiales terciarios y de relleno son predominantes destacando por su permeabilidad diversa, un drenaje deficiente, capacidad de carga de media a baja y la existencia de asientos importantes.

Las formas de relieve absoluto (II2) se caracterizan por ser rocas calizas sanas, con algunas intercalaciones de margas y areniscas, aunque al tratarse de morfología

montañosa pueden aparecer pendientes mayores del quince por ciento. Asimismo, cabe destacar su alta permeabilidad, su adecuado drenaje, alta capacidad de carga y estabilidad.

En cambio, las formas de relieve en pendiente (II4) son materiales sueltos de arenas y arcillas sobre margas medianamente compactas. Se caracterizan por su permeabilidad de media a baja, un drenaje superficial favorable, media capacidad de carga y sin la existencia de asientos en zonas abarrancadas, aunque pueden existir algunos puntos inestables.

Atendiendo a los criterios de clasificación, pueden identificarse cuatro zonas en función de las condiciones constructivas y problemas existentes en esa zona, siendo:

- Condiciones constructivas aceptables con problemas de tipo litológicos y geotécnicos.
- Condiciones constructivas desfavorables con problemas de tipo geomorfológico.
- Condiciones constructivas desfavorables con problemas de tipo hidrológico.
- Condiciones constructivas muy desfavorables con problemas de tipo litológicos, geomorfológicos y geotécnicos.

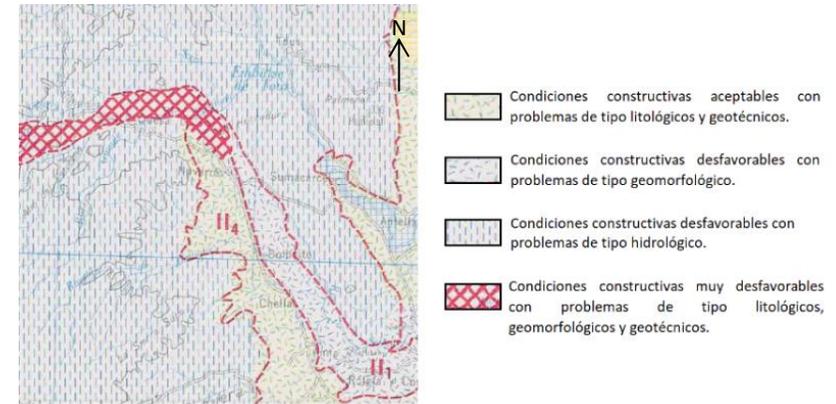


Figura 5. Geomorfología de la zona del estudio. (Fuente: IGME)

Para una mejor definición e interpretación de esta, se dispone a la realización de un recorrido por cada una de ellas e incluso del detalle de posibles patologías que pudieran existir en los diferentes taludes existentes en el actual trazado de la carretera.

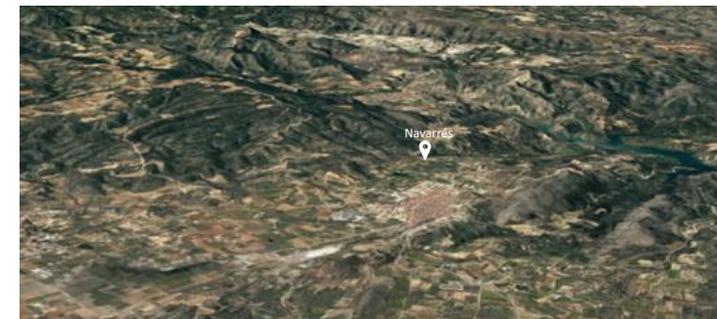


Ilustración 1. Vista aérea en relieve de la zona del estudio. (Fuente: Google Earth)

En primer lugar, puede observarse con gran facilidad mediante el visor en relieve que proporciona Google Earth, las tres formas de relieve que tienen lugar en la zona del estudio. Asimismo, para la comprobación de las características de los desniveles de cada uno de ellas se emplea la herramienta de medición del programa, para lo que es necesario la creación de tres rutas siendo cada una de ellas correspondientes a una zona de relieve distinta.



Ilustración 2. Rutas ejecutadas para la comprobación de desniveles.  
(Fuente: propia)

La primera ruta en color azul se ha realizado paralela al trazado de la carretera por la zona este, uniendo los municipios de Anna y Navarrés, siendo esta zona de forma de relieve llano (II1). Comprobándose mediante el perfil de elevación su morfología por ser más bien plana con pequeños relieves.

Asimismo, para la comprobación de la zona de forma de relieve absoluto (II2) se ha empleado una sección alejada del municipio de Navarrés por el oeste en color rojo, destacando este perfil de elevación por su morfología montañosa y por sus altas pendientes, siendo la media de pendientes en este caso del 17,2 por ciento.

Por último, se ha llevado a cabo una sección en color verde entre los municipios de Anna y Bolbaite con el fin de obtener el desnivel perteneciente a la forma de relieve

en pendiente (II4), observándose que el perfil de elevación de esta ruta se caracteriza por una pendiente leve, como bien su nombre indica.

Atendiendo que la zona donde pueden ser estudiadas las diversas alternativas de la variante queda limitada a zonas de forma de relieve llano (II1) y de relieve en pendiente (II4), se deberá tener en cuenta la ejecución de diferentes tipos de adecuación del terreno atendiendo a cada uno de ellos. En caso de que se ejecute en zonas de forma en relieve llano existirán compensaciones de movimientos de tierras, ya que podrán ejecutarse tanto desmontes como terraplenes de pequeños volúmenes; aunque en zonas de relieve en pendiente esta compensación de movimientos de tierras será más significativa.

Asimismo, pueden encontrarse en el *Apéndice 1. Condicionantes* junto con el mapa geotécnico de la zona, las rutas ejecutadas para la obtención de los desniveles de las diferentes zonas según la forma del relieve.

### 5.3. Geología

La geología del municipio de Navarrés queda recogida en la hoja 769 (20-30) denominada Navarrés, proporcionada por el Instituto Geológico y Minero de España a escala 1:50.000 identificando cinco grupos de materiales en el perfil estratigráfico de la misma. Los cuales pertenecen al Cuaternario, Terciario, Cretácico, Jurásico y Triásico.

En la zona más próxima al municipio, incluso por donde se localiza el trazado de la actual y de la futura carretera, los materiales corresponden a los grupos del Cuaternario, Terciario, Cretácico y Triásico; los cuales se han indicado en el perfil estratigráfico mediante diferentes colores, verde, azul, rojo y naranja respectivamente.

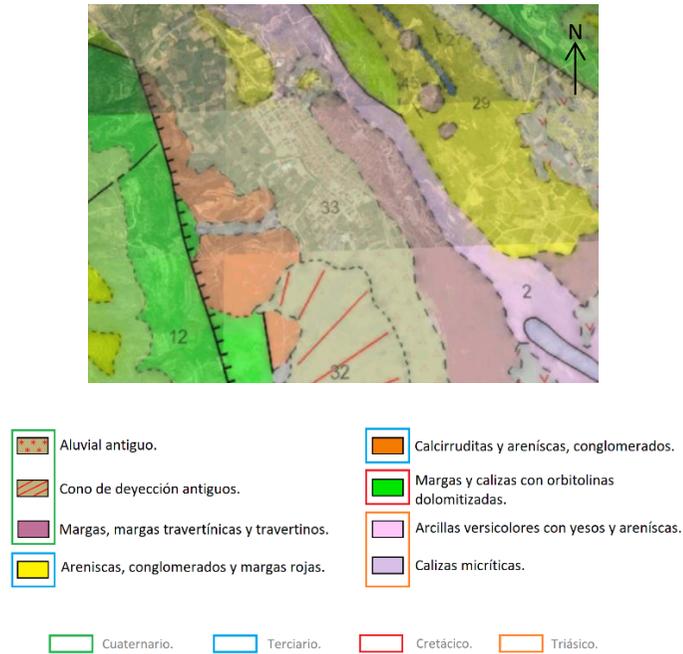


Figura 6. Geología de la zona del estudio.  
(Fuente: IGME)

El Triásico se caracteriza por constituir los materiales más antiguos que afloran en esta hoja, que aparecen inyectados en bandas falladas y deprimidas de la cobertura jurásica-cretácea. En nuestro caso, destacan materiales plásticos constituidos en su mayor parte por arcillas y margas versicolores con abundantes yesos pertenecientes al Triásico Superior. Éstos intercalados en las margas pueden identificarse como areniscas poco consistentes de cemento calcáreo y limonítico, frecuentemente con estratificaciones cruzadas y slumping.

De igual modo, en el Triásico plástico pueden identificarse pequeñas zonas de calizas micríticas algo arcillosas y calizas dolomíticas, donde abundan las huellas de reptación.

Cabe destacar la existencia de margas y calizas con orbitolinas dolomitizadas hacia el techo pertenecientes al Cretácico inferior, las cuales se sitúan afloradas a partir del borde de la depresión de Navarrés.

Asimismo, el terreno Terciario identificado en la zona puede dividirse en superior e inferior. El primero de ellos se caracteriza por areniscas, conglomerados y margas rojas; situadas al este del municipio. En cambio, el Terciario inferior se caracteriza por calcirruditas y areniscas afloradas en el borde oeste de la depresión de Navarrés

Por último, los depósitos Cuaternarios se extienden por los márgenes de los cauces Sellent y Jurásico que atraviesan esta hoja, siendo en la zona del estudio correspondientes al Plesitoceno Superior. Se caracterizan por conos de deyección antiguos y aluviales antiguos, estando el primero de ellos formado por arcillas rojas con cantos de caliza.

En cambio, los aluviales antiguos pueden identificarse entre el municipio de Navarrés y Bolbaite. Los cuales representan el cauce antiguo de un río en cuyo fondo se han depositado materiales aluviales, canto y arenas algo cementadas.

Cabe destacar que, en parte del centro de la hoja, coincidente con la zona del estudio, aparecen niveles de calizas travertínicas con numerosas huellas vegetales que alternan y pasan lateralmente a niveles de margas.

Exceptuando la parte nordeste de la hoja, puede identificarse que la cobertera está subhorizontal y presenta grandes fracturas según dos direcciones netas ortogonales entre sí (N60E y N150E), las cuales delimitan bloques desplazados verticalmente unos con relación a otros y soportados por el Triásico plástico.

En el apéndice correspondiente a los condicionantes que influirán en el diseño geométrico (*Apéndice 1. Condicionantes*), puede encontrarse el mapa geológico de la zona junto con un reportaje fotográfico de los diferentes materiales comentados anteriormente.

#### 5.4. Geotecnia

En los siguientes apartados se definirán las características geomecánicas de los diferentes terrenos identificados en la zona del estudio, la clasificación de los suelos y un análisis de los desmontes con el fin de obtener la máxima información sobre el terreno donde se vayan a valorar las diferentes alternativas para este estudio.

##### 5.4.1. Caracterización geomecánica del terreno

El estudio de las condiciones geológicas y geotécnicas de los terrenos influyentes en este estudio permitirá la caracterización geomecánica del subsuelo mediante diferentes sondeos y ensayos en cada caso. Esta caracterización destaca de gran importancia para la clasificación del suelo y la elección de la futura explanada basándose en el PG-3 para las distintas alternativas.

Cabe destacar que, todos los datos empleados a continuación han sido proporcionados por el *Departamento de la Ingeniería del Terreno* de la *Universitat Politècnica de València* los cuales pertenecen a los mismos terrenos identificados en la zona. La necesidad de recurrir a esta entidad se debe a la compleja obtención de información de campañas de reconocimiento ejecutadas en la zona.

En primer lugar, el material aluvial antiguo perteneciente al Cuaternario formado por cantos y arenas algo cementadas puede identificarse por todo el Oeste del municipio, siendo de gran importancia su caracterización geomecánica a la posibilidad de ejecutar una alternativa por esta zona.

En este caso, será idóneo realizar sondeos con la ventaja de obtener muestras inalteradas y realizar ensayos de penetración estándar, con el fin de ejecutar ensayos de laboratorio sobre muestras representativas del terreno siendo necesario la realización de los siguientes:

- Ensayo granulométrico por tamizado.
- Límites de Atterberg.
- Ensayo Proctor modificado:
  - Porcentaje de humedad óptima.
  - Densidad máxima.
- Ensayo CBR.
- Ensayo de expansión.
- Ensayos químicos:
  - Contenido en materia orgánica.
  - Contenido en sales solubles.

Estos ensayos ejecutados sobre materiales de las mismas características y diferentes localizaciones se corresponden con los resultados indicados a continuación, los cuales serán empleados para este estudio.

Tamaño máximo (mm)	Pasa por 5 mm (%)	Pasa por 0.080 mm (%)	Límite Líquido [LL]	Índice de Plasticidad [IP]	Humedad Óptima (%)
25	74	16	26	4	6.3

Densidad máxima (kN/cm <sup>3</sup> )	Índice CBR	Hinchamiento Libre (%)	Materia Orgánica [MO]	Sales Solubles [SS]
20.4	36	0.03	0.5	-

En caso de ejecutarse la nueva infraestructura viaria por el Este del municipio, pueden identificarse materiales pertenecientes al Triásico y al Cuaternario por

donde puede discurrir su trazado, por ello se realizarán diferentes ensayos para cada caso.

El terreno perteneciente al Triásico está formado por arcillas versicolores con yesos y arcillas. Realizando los mismos ensayos desarrollados previamente para el material aluvial antiguo para su caracterización geomecánica, siendo los resultados obtenidos en este caso los indicados a continuación.

Tamaño máximo (mm)	Pasa por 5 mm (%)	Pasa por 0.080 mm (%)	Límite Líquido [LL]	Índice de Plasticidad [IP]	Humedad Óptima (%)
4	100	92	38	23	3.5

Densidad máxima (kN/cm <sup>3</sup> )	Índice CBR	Hinchamiento Libre (%)	Materia Orgánica [MO]	Sales Solubles [SS]
19.6	12	2.3	0.03	0.06

Asimismo, para el terreno Cuaternario formado por margas, margas traverníticas y travertinos deberán realizarse de misma manera sondeos para disponer de muestras inalteradas del mismo, aunque en este caso se realizará el ensayo a resistencia compresión simple y obteniendo asimismo su densidad, caracterizándose por ser rocas blandas.

Resistencia a compresión simple	640	kPa
Densidad	21,2	kN/m <sup>3</sup>

Por último, en el Norte del municipio pueden identificarse areniscas, conglomerados y margas rojas pertenecientes al Terciario sobre el que pueden discurrir los últimos puntos kilométricos del trazado de las diferentes alternativas, obteniéndose así la resistencia a compresión simple y densidad del mismo de estas rocas.

Resistencia a compresión simple	1360	kPa
Densidad	20.6	kN/m <sup>3</sup>

#### 5.4.2. Clasificación de suelos

El suelo por donde discurra la infraestructura viaria se corresponderá con su soporte último, por ese motivo deberá ser clasificado con el objetivo de evaluar de manera aproximada, rápida y económica las propiedades y características de los suelos que puedan estar afectados.

La clasificación española regida por el “Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes (Art. 330 PG-3)” aprobado por el Ministerio de Fomento clasifica los suelos atendiendo a sus propiedades para ser empleados como material de relleno. Por este motivo, se han obtenido las características geomecánicas de cada uno de ellos previamente en el apartado anterior (5.4.1. Caracterización geomecánica del terreno) para estimar esta clasificación de manera sencilla y rápida.

El artículo mencionado establece que los rellenos tipo terraplén deben estar constituidos por materiales que cumplan alguna de las dos condiciones granulométricas siguientes:

- El material que pasa por el tamiz 20 UNE debe ser mayor al setenta por ciento (#20 > 70%).
- El material que pasa por el tamiz 0.008 UNE debe ser mayor o igual del treinta y cinco por ciento (#0.080 ≥ 35%).

En el caso de los aluviales antiguos pertenecientes al Cuaternario puede observarse que el material que pasa por el tamiz 0.080 UNE es menor a lo indicado siendo un dieciséis por ciento, no cumpliéndose la segunda condición. Aunque, puede comprobarse que un setenta y cuatro por ciento del material pasa por el tamiz 5 UNE motivo por el cual más del setenta por ciento pasa por el tamiz 20 UNE,

cumpliendo la primera condición granulométrica estipulada por la norma y con ello siendo posible emplear y clasificar este material para rellenos tipo terraplén.

Atendiendo a las características de este material puede clasificarse como suelo adecuado, siendo descartado como suelo seleccionado al superar el porcentaje de materia orgánica. Es por ello por lo que se cumplen las siguientes condiciones y con ello se justifica la clasificación como suelo adecuado:

- Contenido en materia orgánica menor a uno por ciento [MO = 0.5%]
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros [ $D_{max} = 25mm$ ]
- Contenido que pasa por el tamiz 0.080 UNE inferior a treinta y cinco por ciento [#0.080 = 16%]
- Límite líquido inferior a cuarenta [LL = 26]

Por lo tanto, este material puede emplearse tanto en la coronación, cimientado y núcleo del relleno tipo terraplén por su clasificación, tras haberse comprobado que el índice CBR es superior a cinco para la coronación y superior a 3 para el cimientado y el núcleo, teniendo un valor de 36.

Del mismo modo, en el caso de las arcillas versicolores con yesos y arcillas pertenecientes al Triásico también podrán ser empleadas y clasificadas para rellenos tipo terraplén, ya que más del treinta y cinco por ciento del material pasa por el tamiz 0.08 UNE, siendo exactamente el noventa y dos por ciento, cumpliendo así la primera condición.

En este caso, el suelo es clasificado como tolerable ya que las condiciones impuestas para ser clasificados como seleccionado y adecuado no eran cumplidas por la cantidad de material que debe pasar por los diferentes tamices. Aunque, es clasificado como suelo tolerable al cumplir las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento [MO = 0.03%]
- Contenido en sales solubles inferior al uno por ciento [SS = 0.06]
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco [LL = 38]

- Hinchamiento libre inferior al tres por ciento [Hinchamiento = 2.3%]

Tras esta clasificación y como indica la norma, este material podrá ser empleado para el cimientado y núcleo del relleno tipo terraplén tras obtener un índice CBR mayor o igual a 3, siendo exactamente un 12 de valor del índice CBR.

#### 5.4.3. Análisis de desmonte

Para identificar las características de los taludes existentes, así como su estabilidad y posibles patologías que puedan presentar, se ha realizado un estudio de los mismos con el fin de caracterizarlos y evitarlos en el trazado de la nueva carretera.

En el tramo comprendido entre Bolbaite y Navarrés puede observarse la existencia de dos pequeños taludes en todo su recorrido, los cuales presentan buena estabilidad y ninguna patología al no ser de grandes dimensiones y caracterizarse por ser ejecutados sobre margas o cantos y arenas algo cementadas, aunque podrían producirse pequeños desprendimientos.



Ilustración 3. Talud situado en el margen derecho de la CV-580 en el P.K. 10+000.  
(Fuente: Google)



Ilustración 4. Talud situado en el margen derecho de la CV-580 en el P.K. 10+120.  
(Fuente: Google)

En cambio, a la salida del municipio de Navarrés puede observarse la existencia de desmontes ejecutados sobre calizas arcillosas y margas gris claro o sobre calizas y dolomías, encontrándose ambos casos casi dentro de la calzada de la carretera lo que puede suponer falta de confianza y seguridad al conductor.

El primero de ellos, ejecutado sobre calizas arcillosas y margas gris claro se caracteriza por taludes verticales o subverticales. Mostrando buena estabilidad, con roturas parciales poco importantes y sin presentar patologías de deslizamientos globales.

El talud izquierdo se diferencia del opuesto por presentar huellas de excavación mediante riper, lo que permite el entendimiento de tratarse de rocas blandas en cualquier caso. Asimismo, la diferencia entre ambos taludes permite la comprensión de la heterogeneidad que suelen presentar estos materiales transversalmente, existiendo zonas con mayor presencia de margas. Esta diferencia puede producir a largo plazo inestabilidades de tipo erosión diferencial, cuyas zonas más margosas se meteorizarán más rápido que las calcáreas.



Ilustración 5. Taludes situados en el P.K. 14+050 de la CV.580.  
(Fuente: Google)

Por otro lado, el talud situado en puntos kilométricos más adelante se diferencia del anterior por sus pequeñas dimensiones, además de estar ejecutado sobre otro tipo de materiales, calizas y dolomías.



Ilustración 6. Talud situado en el margen derecho de la CV-560 en el P.K. 14+300.  
(Fuente: Google)

Como puede observarse en las secciones adjuntas anteriormente, el desmonte realizado muestra buena estabilidad, aunque cabe la posibilidad de desprendimientos que interferirían y dificultarían la circulación.

La caracterización de los posibles taludes a ejecutar deberá realizarse mediante un recorrido por las distintas zonas por las que puedan ser diseñadas las diferentes alternativas, prestando gran atención al tipo de material que se encuentre en ellas.

En caso de ejecutar la alternativa por el Oeste del municipio, el trazado discurrirá en gran parte por terreno Cuaternario formado por materiales aluviales, canto y arenas algo cementadas, los cuales pueden identificarse con gran facilidad en los taludes que se han identificado.



Ilustración 7. Talud situado en los caminos del Oeste del Municipio.  
(Fuente: Google)

Los taludes no presentan grandes dimensiones, caracterizándose por ser verticales o semiverticales y presentando pequeños desprendimientos. Por lo tanto, para la alternativa que se ejecute por esta zona se dispondrán taludes de terraplén y desmonte con la misma inclinación, aunque las dimensiones de la cuneta deberán garantizar la recogida de pequeños desprendimientos que puedan producirse, para evitar la ocupación de la calzada.

En cambio, en caso de ejecutar la alternativa por el Este del municipio puede identificarse que el trazado discurrirá por terreno Cuaternario y Triásico, los cuales son estudiados a continuación.

El terreno Cuaternario está formado por margas, margas traverníticas y traverníticos. Tras el recorrido realizado por esta zona puede identificarse que los taludes identificados se caracterizan por presentar pequeños desprendimientos y una inclinación vertical o semivertical. Por ello, los taludes que se ejecuten por estos tramos presentarán la misma inclinación con la exigencia de un ancho mínimo a un metro de la cuneta, para garantizar la recogida de los desprendimientos evitando así que caigan a la calzada.



Ilustración 8. Taludes situados en el margen izquierdo del camino en el Este de Navarrés accediendo desde la Calle Cuevas desde la Ermita. (Fuente: Google)

En cambio, el terreno Triásico está formado por arcillas versicolores con yesos y arcillas presentando inclinaciones casi verticales identificadas tras el recorrido. En los tramos del trazado de carretera que discurran por estos materiales se recomiendan taludes 1H:2V e incluso como se ha observado durante el recorrido se ejecutarán gaviones para evitar que el agua de lluvia por escorrentía provoque el acarcavamiento del terreno y su erosión diferencial, por lo que será necesario un ancho mínimo de un metro de la cuneta para su colocación.



Ilustración 9. Taludes situados en el margen izquierdo de la Calle Cuevas desde la Ermita. (Fuente: Google)

En la zona Norte del municipio pueden identificarse materiales del Terciario correspondiéndose con areniscas, conglomerados y margas rojas. Los taludes identificados muestran una inclinación 1:1, además de pequeños desprendimientos en aquellos cuya proporción de areniscas y conglomerados sea mayor. Por ello, en aquellos puntos kilométricos de las alternativas propuestas donde se identifiquen estos materiales se dispondrán taludes de desmonte 1:1. Asimismo, se ejecutarán cunetas de suficiente ancho para abarcar los pequeños desprendimientos en zonas de areniscas y conglomerados, además de cunetas en coronación en las zonas con mayor proporción de margas rojas para evitar el acarreamiento del terreno y su erosión diferencial.



Ilustración 10. Talud situado en el margen derecho de uno de los caminos situado al Este de Navarrés accediendo desde la Calle Eras del Alto. (Fuente: Google)



Ilustración 11. Talud situado en el margen izquierdo de uno de los caminos situado al Este de Navarrés accediendo desde la Calle Eras del Alto. (Fuente: Google)

Asimismo, en el apartado A.5. *Documentación gráfica del Apéndice 1. Condicionantes*, puede visualizarse con mayor detalle los taludes existentes en la carretera del estudio y aquellos observados donde puedan ejecutarse las diferentes alternativas.

### 5.5. Riesgos naturales

En este apartado se analizan los diferentes riesgos naturales que pueden producirse en la zona de estudio empleándose la cartografía temática proporcionada por la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte distinguiéndose tres riesgos. Dos de ellos son desarrollados a continuación a diferencia del riesgo por inundación que se desarrolla en el apartado 5.7. *Inundabilidad*.

El primero de ellos se caracteriza por ser riesgo de deslizamiento, diferenciándose en gran parte del municipio tres niveles de menor a mayor riesgo. Cabe destacar que para que se produzca inestabilidad y puesta en movimiento de una masa de terreno han de intervenir de forma conjunta varios factores. Algunos de ellos como la naturaleza de los materiales, la pendiente topográfica o la presencia de vegetación son factores constantes, a diferencia de la climatología, el agua o la erosión afluente que son considerados variables.

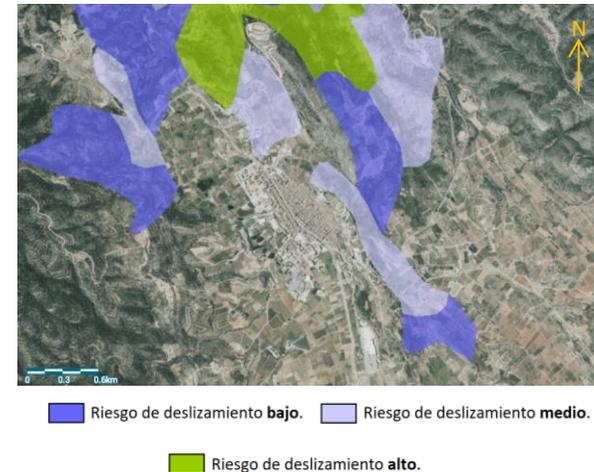


Figura 7. Niveles de riesgo a deslizamiento en la zona del estudio. (Fuente: Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte)

La naturaleza de los materiales presentes en la zona del estudio o la elevada pendiente en diferentes zonas son factores que pueden favorecer a la inestabilidad del terreno. Teniéndose en cuenta en algunos puntos la acción del agua, ya que pueden generarse procesos erosivos y con ello cambios en el lecho y en la morfología de las laderas aumentando su verticalidad. Cabe decir que la cantidad de vegetación en estas zonas tiene un efecto positivo frente al riesgo de deslizamiento, ya que permite estabilizar la superficie del terreno y evitar su degradación.

El segundo riesgo natural identificado está relacionado con la intensidad de los procesos erosivos que pueden producirse, los cuales estarán influenciados por los mismos factores naturales en caso de producirse deslizamientos.

En aquellas zonas caracterizadas por elevadas pendientes, en épocas de lluvias torrenciales el arrastre por el agua será el factor más significativo debido al aumento de energía y con ello el poder erosivo que ejerce.

En este caso, atendiendo a la cartografía obtenida a este riesgo pueden identificarse cuatro niveles en función de la erosión actual, estando catalogados como “Muy bajo”, “Bajo” y “Alto” los más influyentes para el estudio.

Asimismo, cada uno de estos riesgos aumentarían en un nivel en caso de considerarse este riesgo como potencial, catalogándose como máximo un nivel de riesgo “Muy Alto” lo que supondrán pérdidas de suelo superiores a 100 Tm/ha/año

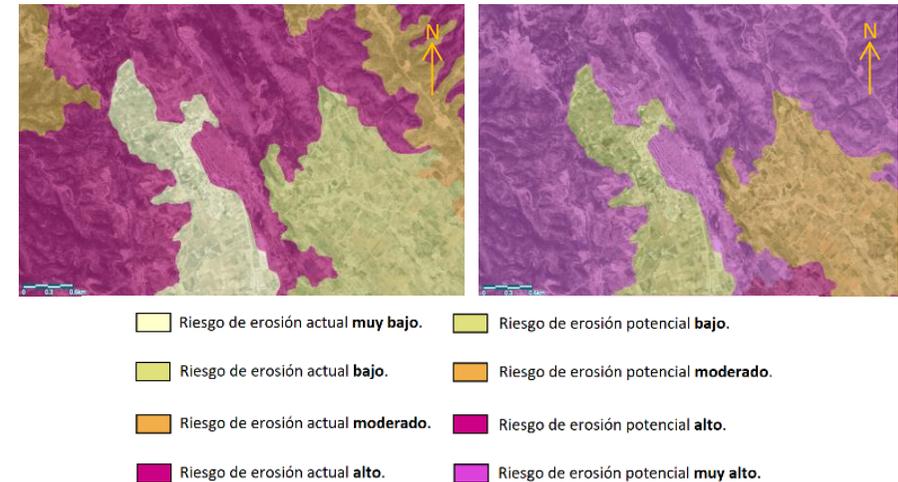
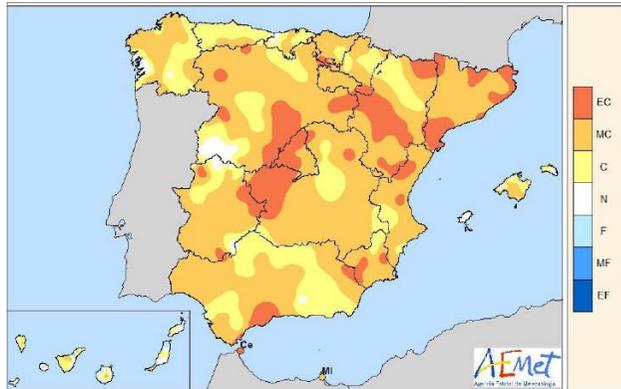


Figura 8. Niveles de riesgo a erosión actual y potencial.  
(Fuente: Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte)

## 5.6. Climatología

Para una interpretación de la climatología de la zona de estudio se ha consultado el *Resumen Anual Climatológico de 2019* proporcionado por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet). Del mismo modo, se ha interpretado los datos de la estación meteorológica más cercana a Navarrés situada en el municipio colindante de Sumacàrcer, situada las coordenadas 30°05'43"N 0°37'44"W a una cota 70 metros.

El resumen anual climatológico permite identificar un clima tipo mediterráneo en el área de estudio, pero en transición hacia el continental. Por ello atendiendo a la *Figura 9. Carácter de la temperatura*. (Fuente: AEMET) puede observarse como esta zona se identifica con el color amarillo representando un clima cálido.

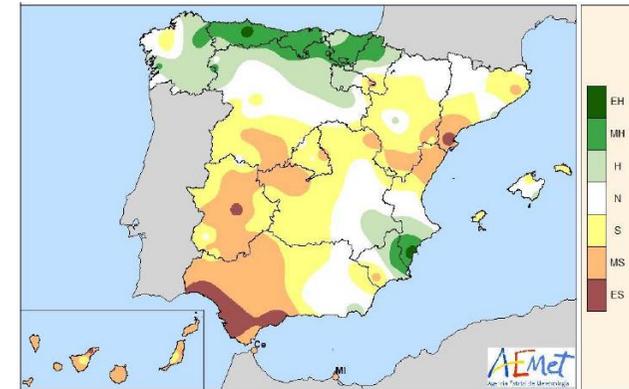


Siendo

EC: extremadamente cálido  
MC: muy cálido.  
C: cálido.  
N: normal.

F: frío.  
MF: muy frío.  
EF: extremadamente frío.

Figura 9. Carácter de la temperatura. (Fuente: AEMET)



Siendo

EH: extremadamente húmedo  
MH: muy húmedo.  
H: húmedo.  
N: normal.

S: seco.  
MS: muy seco.  
ES: extremadamente seco.

Figura 10. Carácter de la precipitación. (Fuente: AEMET)

Este clima cálido se caracteriza por presentar veranos litorales, estrictamente mediterráneos, pero sin llegar a la dureza de los inviernos continentales. Asimismo, pueden producirse heladas ocasionales de noviembre a abril, con un máximo de precipitaciones en el otoño y primavera que oscila entre 400 y 600 milímetros anuales.

Atendiendo de nuevo al resumen anual climatológico puede observarse que el municipio de Navarrés se caracteriza por presentar un carácter de precipitación normal, situándose las precipitaciones registradas dentro de la media. (Figura 10. Carácter de la precipitación. (Fuente: AEMET)).

Durante el verano puede producirse escasez de lluvias, ya que en esta época del año las altas presiones invaden las áreas mediterráneas y como consecuencia los vientos atlánticos del Sudeste que traen la lluvia pasan hacia el Norte de la Comunidad Valenciana.

La máxima pluviosidad se registra en el otoño, especialmente el mes de octubre, existiendo también un máximo secundario en la primavera. Muchas de las ocasiones se tratan de lluvias torrenciales que llegan a los 100 milímetros o más en un período de veinticuatro horas, provocando fuertes riadas e inundaciones siendo en los últimos diez años bastante frecuentes. Cabe destacar la más catastrófica en la zona durante el mes de octubre de 1982 la cual destruyó la presa de Tous, recogándose 400 milímetros en tan solo veinticuatro horas.

Los vientos producidos en el municipio de Navarrés se caracterizan por ser provenientes del Este, siendo normalmente portadores de las lluvias. Aunque, durante el verano puede presentarse viento del Oeste el cual se calienta en las mesetas de castilla y desciende al litoral, produciendo un viento bastante seco y abrasador pudiendo aumentar bastante la temperatura y descender de la humedad en el aire.

### 5.7. Inundabilidad

Según el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA) parte del municipio de Navarrés se encuentra en la envolvente de peligrosidad por inundación, como puede verse a continuación.

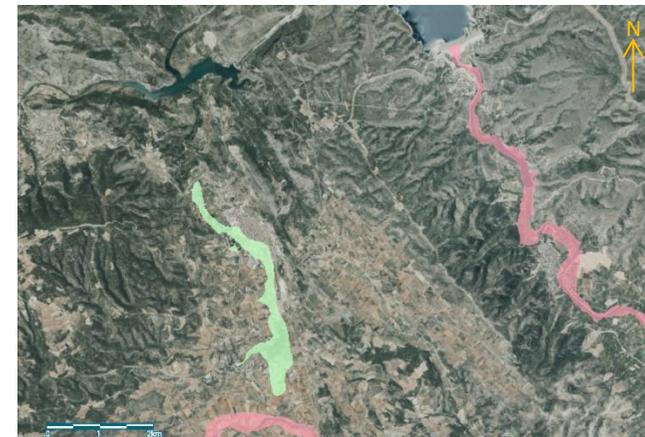


Figura 11. Envolvente de peligrosidad por inundación.  
(Fuente: PATRICOVA)

Por ello atendiendo los diferentes niveles de peligrosidad por inundación que existen, pueden identificarse dos de ellos dentro del municipio.

El primero de ellos corresponde al de mayor peligro, distinguiéndose con el color rojo. Se caracteriza por su alta frecuencia y alto calado, coincidiendo con la cuenca del río Sellent y aguas abajo de la presa de Tous.

En cambio, en la mayor parte del municipio de Navarrés puede identificarse el siguiente nivel de peligrosidad por inundación, siendo de menor peligro que el anterior debido a su media frecuencia y bajo calado, distinguiéndose con el color verde.



■ Nivel de Peligrosidad 1    ■ Nivel de Peligrosidad 4

Figura 12. Niveles de peligrosidad por inundación.  
(Fuente: PATRICOVA)

Asimismo, atendiendo a los diferentes niveles de riesgo por inundación, puede observarse que en la mayor parte del municipio de Navarrés existen tres niveles diferenciados, coincidiendo con la zona delimitada por el segundo nivel de peligrosidad por inundación. Estos tres niveles identificados se corresponden a riesgos de inundación muy bajos, bajos o medios.



■ Riesgo de inundación **muy bajo**.    ■ Riesgo de inundación **bajo**.  
■ Riesgo de inundación **medio**.

Figura 13. Niveles de riesgo por inundación.  
(Fuente: PATRICOVA)

### 5.8. Hidrogeología

Consultando el mapa hidrogeológico de España a escala 1/1.000.000 proporcionado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) puede identificarse la unidad hidrogeológica del Caroig Sur con el código 08.28, constituido por calizas, dolomías y calcarenitas fundamentalmente del Jurásico Cretácico y presenta una transmisividad entre 6000 y 8000 metros cuadrados al día. Sin embargo, pueden identificarse cinco formaciones diferentes en toda esta unidad hidrogeológica.



  1      2      3      4      5

Figura 14. Unidad hidrogeológica del Caroig Sur.  
(Fuente: IGME)

La primera de ellas indicada con el número uno y representada con un color grisáceo, ocupa la mayoría de la superficie de esta unidad hidrogeológica y está formada por margocalizas, calizas, margas, arenas y arcillas del Cretácico. Estas formaciones se caracterizan por ser generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad.

Asimismo, la segunda formación mayoritaria en esta unidad está constituida por calizas y dolomías del Cretácico, identificadas con el número dos y representadas con el color verde. Estos materiales carbonatados son los de mayor interés acuífero, presentando una alta permeabilidad siendo generalmente extensos y productivos.

Las otras tres formaciones hidrogeológicas se identifican en las limitaciones de la unidad hidrogeológica, estando dos de ellas al oeste de la misma y alejadas de la zona del estudio.

Una de ellas está constituida por margas y arcillas con alternancia de yesos y conglomerados o calizas y yesos del Oligoceno – Mioceno, representada con el color más claro e identificada con el número tres. Estas formaciones presentan generalmente baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad acuíferos de mayor permeabilidad y productividad, incluso de interés regional.

En cambio, la formación más alejada de todas, situada en el oeste y sureste, ha sido identificada con el número cuatro y se caracteriza por estar formada por arcillas y margas con yesos del Triásico. Estas formaciones se comportan del mismo modo a las formadas por margocalizas, calizas, margas, arenas y arcillas del Cretácico las cuales han sido detalladas anteriormente, siendo representadas en la figura por el color grisáceo e identificadas con el número uno.

Para finalizar, la última formación identificada se localiza en la zona del estudio constituida por margas y arcillas con alternancia de yesos y conglomerados o calizas y yesos del Paleoceno, Oligoceno y Mioceno caracterizándose de misma manera a las indicadas anteriormente.

Por lo tanto, consultando de manera simultánea el mapa de permeabilidades de España a escala 1/200.000 la zona del estudio se caracteriza por poseer zonas de muy baja, media y alta permeabilidad.

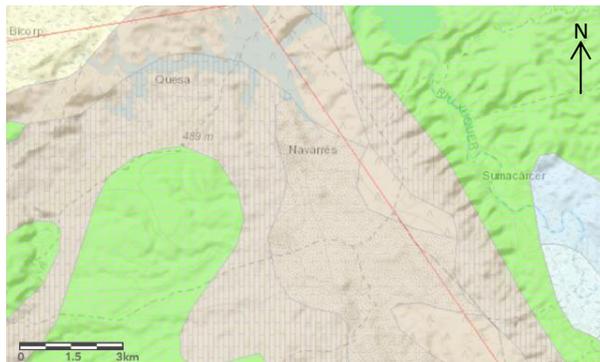


Figura 15. Hidrología de la zona del estudio.  
(Fuente: IGME)

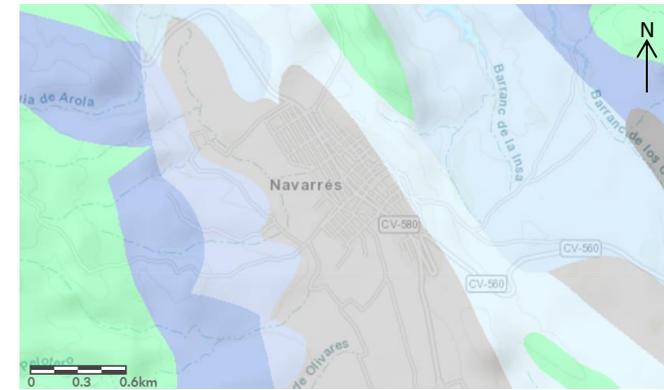


Figura 16. Permeabilidad de la zona del estudio.  
(Fuente: IGME)

### 5.9. Restricciones medio ambientales

El municipio de Navarrés se sitúa entre la sierra de Martés y la muela de Cortes y El Caroché, donde las delimitaciones de estas zonas se deberán tener en mayor consideración debido a la existencia de espacios protegidos, ya que podrán ser de gran restricción para todo el desarrollo de las diferentes alternativas.



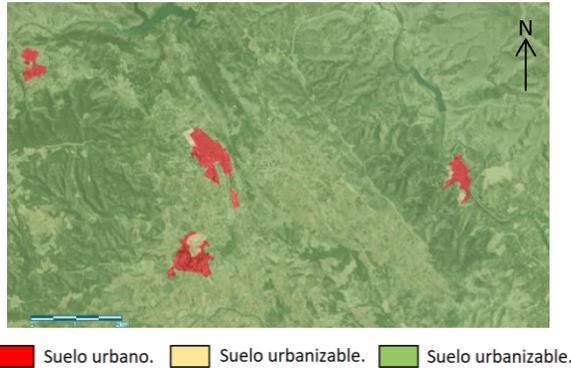


Figura 19. Planeamiento urbanístico zona del estudio.  
(Fuente: Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana)

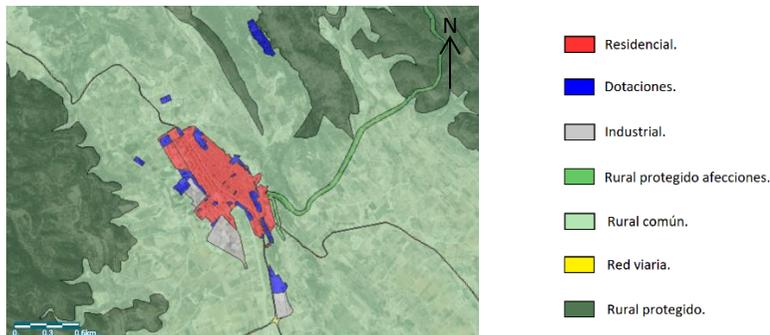


Figura 20. Zonificación de la zona del estudio.  
(Fuente: Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana)

Por otro lado, considerando la división del área geográfica del municipio, proporcionada por la cobertura de zonificación, se diferencian siete demarcaciones. Resalta la delimitación de las zonas rurales protegidas, las cuales serán de

considerable importancia para el desarrollo de las diferentes alternativas. Estas han sido valoradas y estudiadas igualmente en el apartado anterior de restricciones medio ambientales.

### 5.11. Usos del suelo

Los diferentes usos del suelo que se llevan a cabo en el municipio de Navarrés han sido obtenidos mediante la base de datos proporcionada por el Corine Land Cover 2018.

Esta ha permitido la identificación de los diversos empleos en toda la superficie que rodea el municipio, donde en la mayoría de ellos predominan diferentes tipos de vegetación, como puede verse la siguiente figura.

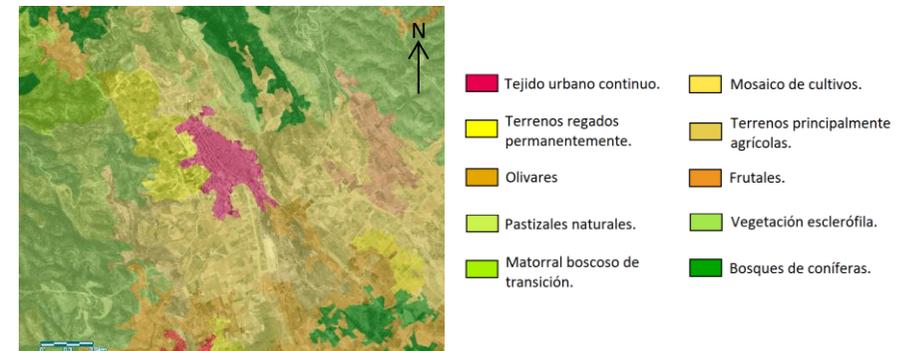


Figura 21. Usos del suelo de la zona del estudio.  
(Fuente: Corine Land Cover 2018)

## 6. Situación actual

Las características de la travesía junto con el estudio de tráfico de la situación actual son desarrollados a continuación. Esto permitirá, atendiendo al estudio de tráfico, servir como punto de partida para el análisis del mismo de las diferentes propuestas de este estudio. Asimismo, atendiendo el análisis de la situación actual de la travesía este permitirá identificar las posibles propuestas de mejora a ejecutar.

### 6.1. Estado de la travesía

La travesía que discurre por el municipio de Navarrés posee una longitud 1,807 kilómetros, comprendidos entre los puntos kilómetros 12+043 y 13+850 de la carretera del estudio.

El trazado de esta se caracteriza por dos alineaciones rectas enlazadas entre sí mediante una curva a derechas no muy pronunciada y de pequeña longitud. Asimismo, la entrada al municipio se realiza mediante un giro izquierdas, a diferencia de la salida que se realiza mediante un giro a derechas.

Cabe destacar que la sección transversal de la vía se compone por dos carriles uno por cada sentido de circulación. Asimismo, las aceras se caracterizan por poseer un ancho suficiente por el que discurrir por ellas sin ningún problema, las cuales fueron adecuadas durante el año 2009 tras la aprobación del proyecto solicitado al Plan de Estímulo de la Economía y el Empleo (PlanE).

A lo largo de la travesía puede identificarse tanto señalización horizontal como vertical empleadas para aumentar la seguridad, eficacia y comodidad durante la circulación.

La señalización horizontal identificada puede diferenciarse asimismo en longitudinales continuas y transversales continuas. La primera de ellas se encuentra en toda la longitud de la travesía exceptuando aquellos puntos donde se

encuentren intersecciones, las cuales se caracterizarán por ser discontinuas. Asimismo, a lo largo de la travesía pueden encontrarse marcas transversales continuas, diecisiete exactamente, caracterizándose siete de ellas por ser pasos peatonales elevados.

De misma manera, la señalización vertical se caracteriza por la indicación de la entrada y salida del municipio, advertencia de pasos elevados y máxima velocidad a lo largo de toda la travesía a la entrada del municipio, la indicación de pasos para peatones, la advertencia de la existencia de pasos de peatones y la prohibición de circular a velocidad superior a la indicada. Asimismo, se encuentran seis reguladores de tráfico a lo largo de la travesía, identificados como circulares para vehículos con dos focos amarillos alternativamente intermitentes los cuales obligan a los conductores a extremar la precaución y, en su caso, ceder el paso.

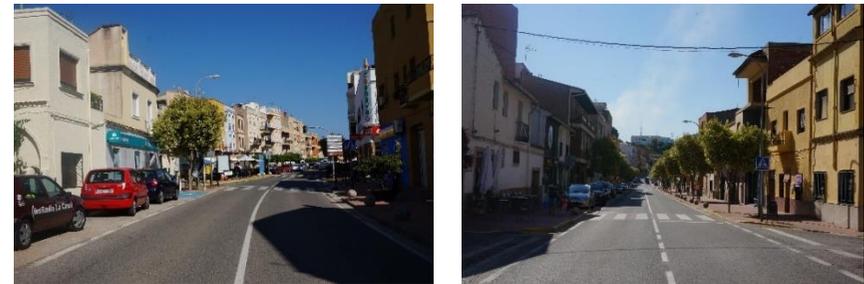


Figura 22. Travesía en la actualidad. (Fuente: propia)

En el *Apéndice 2. Documentación gráfica situación actual* pueden encontrarse múltiples fotografías de la situación actual de la travesía del municipio. Asimismo, en el apartado *7.2.2 Propuestas de mejora* pueden encontrarse las múltiples actuaciones a ejecutar con el fin de mejorar la misma.

## 6.2. Estudio tráfico

El estudio de tráfico constituye el mecanismo elemental para interpretar el comportamiento del mismo, mediante el conocimiento del modo de funcionamiento del tráfico rodado sobre las infraestructuras viarias. Asimismo, es la base para el planeamiento, mejora, dimensionamiento y definición geométrica de las mismas.

Entre las múltiples variables para la caracterización del tráfico, la intensidad de éste permite una mayor interpretación y precisión del volumen en circulación, empleando diferentes medios según la tipología de aforo.

Por ello en el caso de nuestro estudio será necesario la caracterización de los vehículos que circulan por la CV-580 a la llegada del municipio de Navarrés y las diferentes operaciones que realizan. La intensidad de la travesía o la utilización del acceso de la bifurcación hacia el municipio de Sumacàrcer por la CV-560, la cual finaliza en el propio casco urbano de Navarrés, son datos a tener en cuenta para valorar y obtener la afección que supondría la realización de una variante de la actual infraestructura viaria, sin que la población del municipio se viera afectada e incluso mejorando la comunicación entre los municipios colindantes.

A lo largo de los siguientes apartados, podrá observarse con mayor detalle los diferentes métodos que se han llevado a cabo para la caracterización de la misma.

### 6.2.1. Evolución del tráfico

Como se ha comentado anteriormente, la caracterización del tráfico de la carretera se realizará mediante la obtención de la Intensidad Media Diaria que discurre por cada una de las carreteras que se ven afectadas por este estudio. Para ello se recurre al *Libro de Aforos de 2018* proporcionado por la *Diputació de València* con el fin de recopilar la información necesaria y representativa en cada una de ellas.

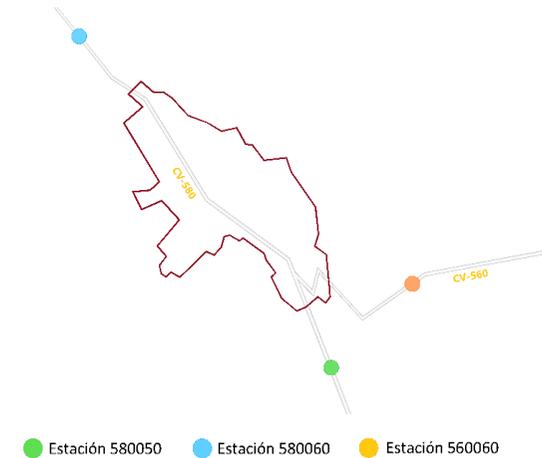


Figura 23. Estaciones de aforo próximas al municipio de Navarrés. (Fuente: propia)

Como puede observarse en la figura anterior (*Figura 23. Estaciones de aforo próximas al municipio de Navarrés. (Fuente: propia)*) se dispone de tres estaciones de aforo diferentes. Dos de ellas situadas en distintos puntos kilométricos de la carretera de estudio y una de ellas en la CV-560, siendo ésta última también de gran consideración para la caracterización del tráfico, ya que podrá permitir la realización de diferentes soluciones según el volumen de tráfico que circule por ella y haga uso de la CV-580. Ésta última se corresponde a un tipo de estación de aforo primario siendo aceptable su estimación de la Intensidad Media Diaria.

Las dos estaciones de aforo situadas en la carretera del estudio se caracterizan por ser estaciones de cobertura, las cuales no tienen gran consideración de la variabilidad estacional en fin de semana. Por ello es necesario utilizar una estación aún cuyas mediciones de tráfico mantengan el mismo carácter, la cual puede encontrarse en el P.K. 4+700 de la misma carretera entre los municipios de Anna y Chella identificada por el *Libro de Aforos* con el número 580030. En el apartado 3.

*Fichas estaciones de aforo del Apéndice 3. Estudio de tráfico* puede encontrarse su ficha correspondiente.

Esta estación permanente de aforo proporciona una serie de datos los cuales se corresponden con el mismo comportamiento del tramo a estudiar, presentando fluctuaciones de datos similares con las dos estaciones de cobertura, siendo afín a ellas ya que el tráfico registrado se comporta de manera similar. En el apartado 6. *Procedimiento llevado a cabo del Apéndice 3. Estudio de tráfico* se detalla con mayor precisión esta similitud.

La información proporcionada por el *Libro de Aforos* permite diferenciar dos tramos de la carretera. El primero comprendido entre el municipio de Bolbaite y Navarrés y el sucesivo entre Navarrés y Quesa, permitiendo una mayor interpretación del uso de la carretera en cada tramo. Asimismo, se dispone de la información entre el municipio de Sumacàrcer y Navarrés, siendo de ayuda para la interpretación del tráfico en esta carretera y la influencia que pueda tener en la del estudio.

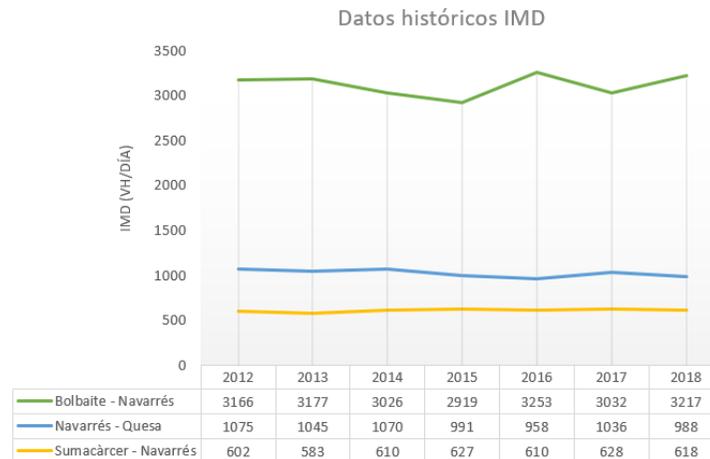


Gráfico 1. Datos históricos Intensidades Medias Diarias (Fuente: propia)

En el gráfico anterior (Gráfico 1. Datos históricos Intensidades Medias Diarias) puede observarse las diferentes Intensidades Medias Diarias correspondientes a cada tramo durante los años comprendidos entre 2012 y 2018, ambos inclusive. Puede identificarse una gran diferencia en el tráfico existente en los diferentes tramos (Bolbaite – Navarrés y Navarrés – Quesa) presentando estos diferentes comportamientos, donde el aumento de la intensidad en un tramo se corresponde con la disminución en el siguiente o viceversa. Esto permite un entendimiento hacia la posibilidad del estacionamiento de la mayoría de los vehículos dentro del municipio o el uso de la travesía del mismo.

Asimismo, la distribución obtenida de la CV-560 se asemeja, en la mayoría de los años, a la correspondiente del tramo Navarrés – Quesa producido por un mayor o menor uso de las mismas. Se observa con mayor facilidad en el próximo gráfico (Gráfico 2. Datos históricos Intensidad Media Diaria de Quesa y Sumacàrcer).

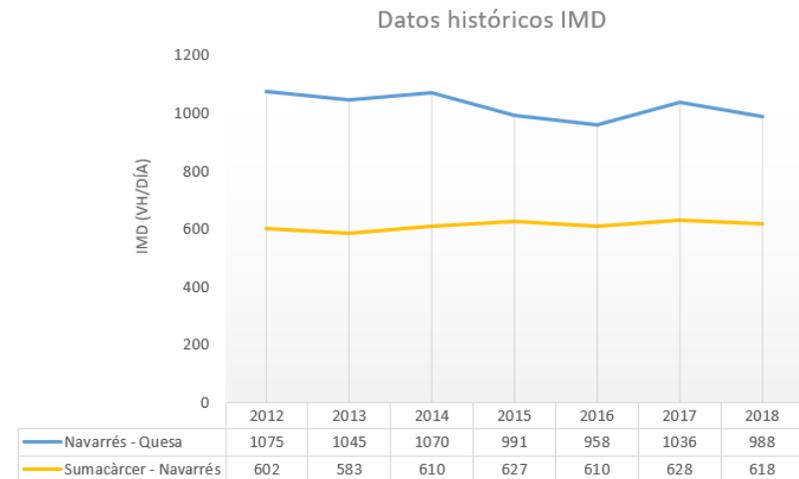


Gráfico 2. Datos históricos Intensidad Media Diaria de Quesa y Sumacàrcer (Fuente: propia)

Por último, enlazando los dos tramos de la carretera CV-580 y el tramo procedente de la CV-560, pueden determinarse dos comportamientos distintos.

El primero de ellos corresponde a un incremento del uso del primer tramo de la carretera del estudio y un descenso en el siguiente; lo cual puede ser debido al estacionamiento de vehículos en el municipio de Navarrés, a una menor utilización de los mismos o al incremento de trayectos al municipio de Bolbaite, por un posible aumento de las diferentes actividades que se puedan producir en ese municipio, como culturales, agrícolas o lúdicas entre otras.

En cambio, puede observarse el comportamiento contrario en varios años, donde se produce una disminución del primer tramo de la carretera del estudio y un aumento de las colindantes. Lo cual significaría la utilización de la travesía del municipio para la conexión de los municipios de Quesa y Sumacàrcer, ya que no existe otro modo de enlace entre ellos. Aunque también puede ser debido a un aumento de las actividades citadas anteriormente.

Atendiendo a la intensidad de vehículos pesados, proporcionado igualmente por el *Libro de Aforos*, puede identificarse un comportamiento similar en los tres tramos relacionados en el estudio, ya que no existen otros medios para acceder a estos municipios y proporcionar elementos de primera necesidad a la población.

Como puede observarse en el gráfico

*Gráfico 3. Datos históricos Intensidades Medias Diarias tráfico pesado*, la intensidad de vehículos pesados no es muy elevado, pero existe una notable diferencia entre el que discurre por la carretera del estudio y el tramo procedente de la CV-560. En este último los vehículos pesados emplean la CV-555 para acceder al municipio de Sumacàrcer, debido a su fácil acceso, lo cual genera que la intensidad de pesados sea mucho más significativa.

Datos históricos IMD pesados

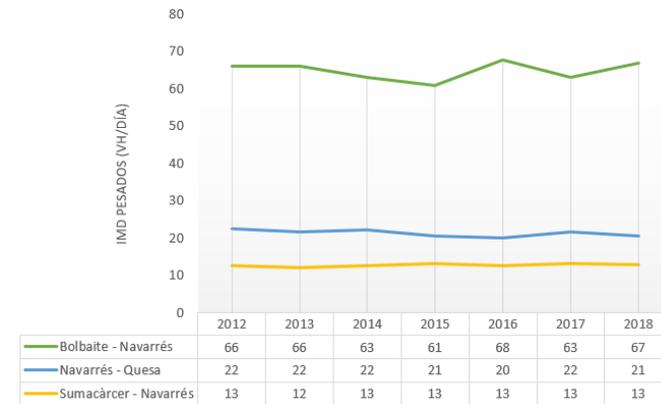


Gráfico 3. Datos históricos Intensidades Medias Diarias tráfico pesado  
(Fuente: propia)

### 6.2.2. Aforo manual

Para la caracterización de los vehículos que discurren por la carretera, la determinación de las diferentes operaciones que realizan y una mayor comprensión del tráfico que pueda abarcar la nueva variante, se ha realizado un aforo manual con registro de matrículas en la entrada y salida de la localidad en ambos sentidos de la circulación, con el fin de obtener el porcentaje de vehículos que harían uso de la nueva variante y detectar aquellos que permaneciesen en la localidad o empleasen otros caminos dentro de ella.

Asimismo, se deberá tener en cuenta, como se había comentado anteriormente, que en la entrada del municipio se encuentra la bifurcación hacia la localidad de Sumacàrcer lo cual podrá influir en el estudio del tráfico, atendiendo al número de vehículos que hacen uso de ésta y las operaciones que realizan.

El aforo se llevó a cabo el día laboral 27 de febrero durante desde las 8:00 hasta las 12:00. Un aforo se realizó en el P.K. 12+630 junto con la intersección de la CV-560 y el siguiente se situó en el P.K. 13+830, ambos realizados de manera simultánea.

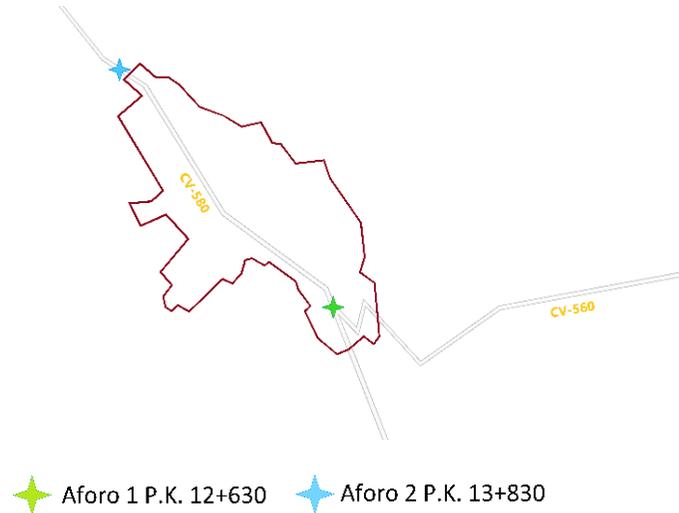


Figura 24. Estaciones del aforo manual con registro de matrículas. (Fuente: propia)

En ambos puntos de la toma de datos se realizó un aforo con registro de matrículas de ambas direcciones y sentidos obteniendo así las intensidades en sentido creciente y decreciente, además de la distinción entre vehículos pesados y ligeros. Cabe decir que este aforo aporta datos imprescindibles, y junto con las relaciones realizadas con las estaciones afines podrá estimarse la Intensidad Media Diaria de la futura variante como se ha citado anteriormente, siendo los siguientes datos los obtenidos en la medición.

AFORO 1 - P.K. 12+630

			Total	Ligeros	Pesados	%P
CV - 580	Ascendente	Bolbaite - Navarrés	212	204	8	3.77
	Descendente	Navarrés - Bolbaite	225	218	7	3.11

CV - 560	Ascendente	Sumacàrcer - Navarrés	49	48	1	2.04
		Sumacàrcer - Bolbaite	21	20	1	4.76
		Total	70	68	2	2.86
	Descendente	Navarrés - Sumacàrcer	54	54	0	0.00
		Bolbaite - Sumacàrcer	13	12	1	7.69
Total		67	66	1	1.49	

AFORO 2 - P.K. 13+830

			Total	Ligeros	Pesados	%P
CV - 580	Ascendente	Navarrés - Quesa	138	133	5	3.62
	Descendente	Quesa - Navarrés	99	96	3	3.03

En el apartado 1. *Aforo manual* del Apéndice 3. *Estudio de tráfico*, se presentan los diferentes datos recopilados de cada aforo manual con el registro de matrículas para una mayor comprensión de las mediciones, además de la indicación de los vehículos que coinciden en ambos aforos con un intervalo de quince minutos en el apartado 2. *Coincidencias* del mismo apéndice, los cuales permiten la obtención del número de vehículos que podrán hacer uso de la futura variante. Para un mayor entendimiento se adjunta en la siguiente figura (Figura 25. *Datos obtenidos tras el aforo manual con registro de matrículas*. (Fuente: propia)) los datos obtenidos en el día de aforo, atendiendo el sentido de circulación y la procedencia de los vehículos, así como el número de vehículos de paso dependiendo de su recorrido.

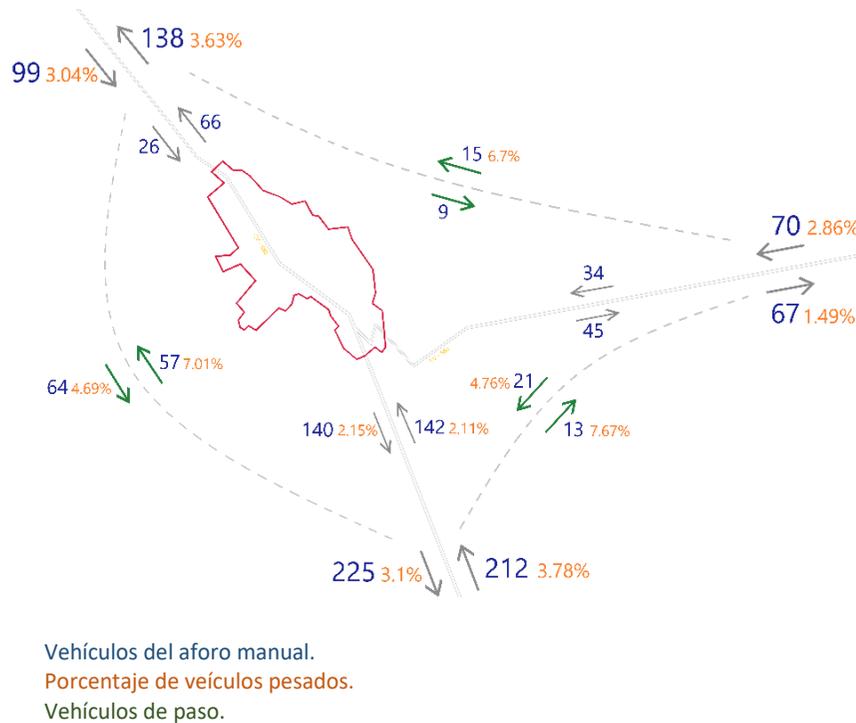


Figura 25. Datos obtenidos tras el aforo manual con registro de matrículas. (Fuente: propia)

### 6.2.2.1. Estaciones afines

La estación de aforo permanente situada en el P.K. 4+700 de la carretera del estudio (580030) se caracteriza por ser afín a las dos estaciones de cobertura representativas para el estudio. Asimismo, la estación situada en la carretera cuyo origen proviene del municipio de Sumacàrcer (560060) se caracteriza por realizar una estimación aceptable de la Intensidad Media Diaria por lo que no será necesario

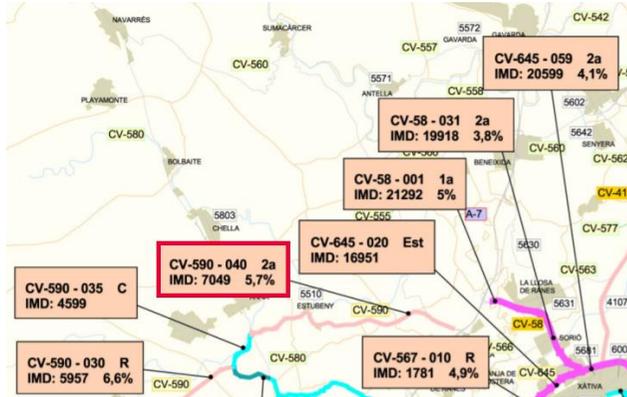
la adecuación de una estación afín, como se ha justificado en el apartado 6.2.1. *Evolución del tráfico.*

La información proporcionada por estas dos estaciones de aforo permitirá la estimación de la Intensidad Media Diaria tanto de la situación actual como de las diferentes alternativas a estudiar, encontrándose en el apartado 6.2.3. *Estimación de la Intensidad Media Diaria* el desarrollo empleado para esta estimación.

Cabe destacar que la información facilitada por el *Libro de Aforos 2018* corresponde a la Intensidad Media Diaria de los seis años anteriores, la intensidad de vehículos al día tanto ligeros como pesados de cinco meses del año 2018, el factor de estacionalidad para cada mes y el factor de festivos, siendo estos dos últimos empleados para esta estimación y sin la disposición de la variación de la intensidad diaria.

La variación de la intensidad diaria, tanto de la carretera del estudio como de la procedente de Sumacàrcer, es de gran importancia debido a la necesidad de extender los datos del aforo manual de cuatro horas de un día laboral a veinticuatro horas. Por este motivo, se ha empleado la *Memoria Anual d'Aforaments proporcionada por la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad de la Comunidad Valenciana* con el objetivo de determinar una estación que cumpla las mismas condiciones de tráfico que la estación afín de cada carretera y con ello obtener la variación de intensidad horaria coincidentes con las horas del aforo manual.

En las proximidades del tramo de la carretera a estudiar puede encontrarse la estación CV-590-040 caracterizándose por ser una estación de aforo secundaria. Esta estación presenta unos datos que se corresponden con el mismo comportamiento de la estación afín situada en la carretera del estudio, por lo que se hará uso de la misma y con ello se dispondrá de la intensidad de la franja horaria necesaria para poder proceder a la obtención de la Intensidad Media Diaria.



En el caso de la estación situada en la carretera CV-560 ha sido necesario alejarse de la zona del estudio para la adecuación de una estación afín, presentando finalmente la estación CV-35-055 el mismo comportamiento del tráfico. Ésta se sitúa próxima al municipio de Casinos en el noroeste de la provincia de Valencia.

Las operaciones realizadas para la justificación de este razonamiento pueden consultarse en apartado 6. *Procedimiento llevado a cabo del Apéndice 3. Estudio de tráfico.*

### 6.2.3. Estimación de la Intensidad Media Diaria

Como se ha justificado anteriormente, la intensidad de la franja horaria del aforo manual de las estaciones de la *Conselleria* (CV-590-040 y CV-35-055) junto con los datos proporcionados por el *Libro de Aforos 2018* de las estaciones afines serán empleados para la estimación de la Intensidad Media Diaria tanto para la situación actual como para la posible variante, realizándose en ambos casos para el año actual y el año en puesta en servicio. Por lo tanto, partiendo de los datos del aforo manual la estimación se llevará a cabo mediante las siguientes relaciones.

En primer lugar, es necesario disponer la intensidad de un día laborable del mes del aforo manual. Para ello, es necesario relacionarla con la intensidad de la franja horaria coincidente con las horas del aforo manual y las de un día laborable de la estación de la *Conselleria*.

$$\frac{I_{L,4hrs,2,B}}{I_{L,4hrs,2,A}} \cdots \frac{I_{L,24hrs,2,B}}{I_{L,24hrs,2,A}} \quad I_{L,24hrs,2,B} = \frac{I_{L,4hrs,2,B} \cdot I_{L,24hrs,2,A}}{I_{L,4hrs,2,A}}$$

Siendo:

A: estación afín CV-590-040 para la carretera del estudio y CV-35-055 para la proveniente de Sumacàrcer.

B: estación del aforo manual.

$I_{L,4hrs,2}$ : intensidad laboral de 4 horas en el mes de Febrero.

$I_{L,24hrs,2}$ : intensidad laboral de 24 horas en el mes de Febrero.

Una vez obtenida la intensidad de vehículos en un día laborable de febrero, mes cuando se realizó el aforo manual, será necesario disponer la intensidad de vehículos de un día laborable de esa estación. Por lo que, se relacionará con las intensidades de la estación afín.

$$\frac{I_{L,B}}{I_{L,C}} \cdots \frac{I_{L,2,B}}{I_{L,2,C}} \quad I_{L,B} = \frac{I_{L,2,B} \cdot I_{L,C}}{I_{L,2,C}}$$

Siendo:

B: estación del aforo manual.

C: estación afín 580030 para la carretera del estudio y 560060 para la proveniente de Sumacàrcer.

$I_{L,2}$ : intensidad laboral en el mes de febrero.

$I_L$ : intensidad laboral.

La relación entre la intensidad laboral y la intensidad laboral en el mes de febrero de la estación afín ( $I_{L,C}/I_{L,2,C}$ ) coincide con el factor estacional del mes de febrero. Por lo que, para una mayor precisión en la estimación de la intensidad se empleará el proporcionado por el *Libro de Aforos*.

Por último, una vez obtenida la intensidad de vehículos de un día laboral podrá emplearse el factor de festivos proporcionado de misma manera por el *Libro de Aforos*, obteniéndose este factor mediante la relación entre la Intensidad Media Diaria y la intensidad de laborales.

Por lo tanto, una vez aplicadas todas estas relaciones la Intensidad Media Diaria será obtenida para cada caso mediante la siguiente expresión simplificada.

$$IMD = I_{L,4hrs,2,B} \cdot D \cdot L \cdot S$$

Donde:

IMD: Intensidad Media Diaria.

$I_{L,4hrs,2,B}$ : Intensidad laboral de 4 horas en el mes de Febrero de la estación del aforo manual.

$$D = I_{L,24hrs,2,A} / I_{L,4hrs,2,A}$$

$I_{L,4hrs,2,A}$ : intensidad laboral de 4 horas en el mes de Febrero de la estación afín CV-590-040 para la carretera del estudio y CV-35-055 para la proveniente de Sumacàrcer.

$I_{L,24hrs,2,A}$ : intensidad laboral de 24 horas en el mes de Febrero de la estación afín CV-590-040 para la carretera del estudio y CV-35-055 para la proveniente de Sumacàrcer.

$$L \text{ (factor de estacionalidad)} = I_{L,A} / I_{L,2,A}$$

$I_{L,2}$ : intensidad laboral en el mes de febrero de la estación 580030 para la carretera del estudio y 560060 para la proveniente de Sumacàrcer.

$I_L$ : intensidad laboral de la estación afín 580030 para la carretera del estudio y 560060 para la proveniente de Sumacàrcer.

S: coeficiente de festivos. Obtenido a partir de la estación afín 580030 para la carretera del estudio y 560060 para la proveniente de Sumacàrcer.

En el 6. *Procedimiento llevado a cabo del Apéndice 3. Estudio de tráfico*, puede encontrarse desarrollado en mayor precisión el procedimiento llevado a cabo para la estimación de la Intensidad Media Diaria en caso de ser necesario.

Finalmente, los datos estimados de la Intensidad Media Diaria de la situación actual de las carreteras influyentes corresponden a los indicados en la siguiente tabla, diferenciando asimismo el porcentaje de vehículos pesados que hace uso de la misma junto con el porcentaje de tráfico de paso obtenido tras el aforo manual.

			2020		
			Actualidad		
			IMD	IMDp	%P
CV-580	Bolbaita	Navarrés	1591	55	3.43
	Navarrés	Quesa	863	29	3.38
CV-560	Sumacàrcer	Navarrés	515	11	2.19

### 6.2.3.1. Estimación de la IMD en el año de puesta en servicio y año horizonte

Una vez analizado el estado del tráfico actual, puede procederse a la estimación del crecimiento del tráfico y con ello la obtención de la Intensidad Media Diaria tanto de la carretera del estudio como de la CV-560.

Para la estimación del crecimiento del tráfico será necesario la aplicación de un incremento anual acumulativo a la Intensidad Media Diaria actual, el cual fue aprobado en la Orden FOM/3317/2010 publicado por el Boletín Oficial del Estado el 23 de diciembre de 2010, siendo estos incrementos de tráfico necesarios a aplicar en este estudio:

Período	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %



Aplicando lo expuesto anteriormente puede obtenerse para cada tramo la Intensidad Media Diaria correspondientes para el año puesta en servicio y año horizonte, obteniéndose los valores indicados en la tabla, encontrándose en el 7. *Situación actual* del *Apéndice 3. Estudio de tráfico* el procedimiento para la obtención de dichos valores.

			2020			2023			2043		
			Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
			IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
CV-580	Bolbaite	Navarrés	1591	55	3,43	1661	57	3,43	2210	76	3,43
	Navarrés	Quesa	863	29	3,38	901	30	3,38	1199	40	3,38
CV-560	Sumacàrcer	Navarrés	515	11	2,19	537	12	2,19	715	16	2,19

## 7. Definición de alternativas

En este trabajo se desarrollan cinco alternativas. La primera de ellas, identificándose como alternativa 0, supondría el acondicionamiento de la travesía actual sin producirse la disminución de tráfico por el municipio y, por lo tanto, no sería solventado el objetivo de este estudio. En cambio, las cuatro restantes supondrían la ejecución de la carretera del estudio por las inmediaciones del municipio, provocando una disminución del tráfico por la travesía. Siendo las alternativas estudiadas las siguientes:

- Alternativa 1. Variante ejecutada por el Oeste del municipio sin la afección de la CV-560.
- Alternativa 2. Variante ejecutada por el Este del municipio, lo que supone la afección con la CV-560.
- Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el Noreste hasta la intersección con la CV-560.
- Alternativa 4. Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la intersección con la CV-560.

### 7.1. Limitaciones establecidas

Cada alternativa propuesta deberá garantizar el cumplimiento de los principales objetivos de cualquier carretera los cuales están marcados por los criterios de seguridad, funcionalidad, integración ambiental, comodidad, economía, armonía y elasticidad. Estos serán desarrollados en los apartados de estudio de tráfico, seguridad vial, impacto ambiental focalizado en el movimiento de tierras y valoración económica de manera independiente para cada alternativa con el fin de cumplir cada objetivo.

Asimismo, estos objetivos estarán influenciados por una serie de factores que restringirán su cumplimiento, diferenciados en dos tipos. Los primeros de ellos se caracterizan por aquellos propios de la zona de paso denominados externos, los

cuales han sido desarrollados detalladamente en el apartado 5. *Estudios previos*. En cambio, los segundos se caracterizan por ser propios del diseño geométrico de cada infraestructura viaria caracterizados por ser internos. Por ello, deberán atenderse una serie de datos básicos para el estudio del trazado, entre los que se encuentran la velocidad y visibilidad.

El trazado de la carretera deberá permitir circular a una velocidad razonable atendiendo a los factores externos, además de poseer en cualquier punto de la carretera visibilidad suficiente para conducir y realizar maniobras en condiciones de seguridad en caso de ser necesario. Por ello, estos dos datos básicos influenciarán notablemente en el correcto diseño geométrico de cada la vía de forma que los conductores la perciban adecuadamente, por ello deberá ser necesario el cumplimiento de la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* para un correcto diseño. Por ello, en el apartado 7.1.1 *Limitaciones establecidas por la Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* se desarrollan los aspectos más importantes que debe cumplir cada una de las alternativas propuestas.

Del mismo modo, el trazado en planta de cada alternativa deberá ofrecer una lectura e interpretación sencilla a los conductores intentando garantizar la máxima seguridad vial durante su recorrido. Por este motivo, se analizará la consistencia de cada una de ellas entendiéndose como la adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento que permite la vía, permitiendo carreteras más orientadas a los usuarios.

El análisis se llevará a cabo mediante los *Criterios I y II de Lamm* y el *Modelo global de Camacho -Torregrosa et al.* obteniendo el rango de consistencias y el índice de consistencia simultáneamente, identificando en ambos casos el grado de seguridad vial que pueda alcanzarse e identificarse zonas conflictivas. Asimismo, el segundo modelo mencionado permitirá estimar el número de accidentes que podrán producirse en cada una de las alternativas en diez años. En el apartado 7.1.2 *Criterios empleados para el análisis de la consistencia* puede encontrarse detallado el procedimiento que se va a llevar a cabo en cada caso.

### 7.1.1. Limitaciones establecidas por la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.*

#### 7.1.1.1. Velocidad

El trazado será definido en relación con la velocidad a la que se estima que circulen los vehículos en condiciones de seguridad y comodidad. Por lo tanto, se considera para un correcto diseño la velocidad específica de una curva circular y la velocidad de proyecto.

La primera de ellas es definida como la velocidad que puede mantener un vehículo a lo largo de una curva circular considerada aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no impone limitación a la velocidad. Su obtención se llevará a cabo mediante lo indicado en el apartado 1. *Velocidad del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC.* como indica la *Instrucción de Trazado 3.1. IC.* para cada curva circular.

En cambio, la velocidad de proyecto es adoptada por el diseñador del trazado geométrico atendiendo una serie de factores, los cuales se indican en el apartado 1. *Velocidad del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC.* En este caso, con el fin de proporcionar continuidad a la carretera existente se establece una velocidad de proyecto de 60 kilómetros por hora, correspondiente a una carretera C-60 perteneciente al Grupo 3 según la clasificación de la citada normativa. Asimismo, esta velocidad supondrá el condicionamiento de los radios mínimos necesarios a disponer en el trazado.

#### 7.1.1.2. Visibilidad

En cualquier punto de la carretera el conductor deberá tener una visibilidad en función de la forma, disposición y dimensiones de los elementos del trazado. Asimismo, será necesario una visibilidad mínima para efectuar distintas maniobras en condiciones de comodidad y seguridad como se ha indicado anteriormente.

Esta Instrucción considera cuatro tipos de visibilidad diferentes: visibilidad de parada, visibilidad de adelantamiento, visibilidad de decisión y visibilidad de cruce. Todas ellas deberán ser superiores a su respectiva distancia para un diseño correcto, encontrándose en el apartado 2. *Visibilidad del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC.* la definición de cada una de ellas.

#### 7.1.1.3. Especificaciones elementos básicos para la definición del trazado

A lo largo de los siguientes apartados se desarrollan las condiciones relativas a la planta, alzado y sección transversal, así como los criterios generales para obtener una adecuada coordinación entre ellos. Todos ellos atendiendo a la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* previamente citada y aplicable para cada alternativa.

##### 7.1.1.3.1. Trazado en planta

El trazado en planta de una carretera estará formado por una adecuada combinación de alineaciones rectas, alineaciones circulares y curvas de acuerdo. Este se definirá respecto a un eje, situado en nuestro caso en el centro de la calzada al tratarse de una carretera de calzada única y de doble sentido de circulación.

Las alineaciones rectas estarán limitadas a unas longitudes máximas para evitar la adaptación y acomodación en la conducción e incluso a unas longitudes mínimas para prevenir problemas relacionados con el cansancio, los deslumbramientos y los excesos de velocidad entre otros.

En nuestro caso, cada alternativa deberá cumplir las restricciones de longitud al disponer una velocidad de proyecto de 60 kilómetros por hora. Por ello, se dispondrá en cualquiera de ellas una longitud máxima de 1002 metros, una longitud mínima para trazados en "S" de 83 metros y 167 metros para el resto de los casos. Encontrándose con mayor detalle en el apartado 3.1.1 *Alineaciones rectas del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC.* las tablas de la instrucción empleadas para dicha determinación.

Una vez establecida la velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se adoptará en función de:

- El peralte máximo y el rozamiento transversal máximo movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado para evitar pérdidas de trazado, dinámica y orientación.

En nuestro caso, tras la aplicación de la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* como se indica detalladamente en el apartado *3.1.2 Alineaciones circulares* del *Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. I.C.*, se dispondrá un radio mínimo de 130 metros y un peralte del 7%, teniendo en cuenta que en todas las curvas circulares se dispone de una velocidad de proyecto de 60 kilómetros por hora. Asimismo, el valor en tanto por ciento de peralte, en caso de emplear radios superiores al mínimo, se establecerá de acuerdo con lo en el mismo apartado indicado anteriormente.

Por último, las curvas de acuerdo tienen como objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazado, por lo que deberán proporcionar las mismas condiciones de seguridad y comodidad que el resto de los elementos del trazado. Todas ellas deberán cumplir una serie de limitaciones, las cuales han sido desarrolladas en el apartado *3.1.3 Curvas de acuerdo* del *Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. I.C.*.

Para la coordinación entre alineaciones curvas consecutivas se deberá tener en cuenta la longitud de la recta intermedia existente entre ellas, encontrándose en el apartado *3.1.4 Coordinación de alineaciones consecutivas* del *Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. I.C.* el procedimiento a llevar a cabo en caso de disponer una recta intermedia longitud de longitud mayor o menor igual a 400 metros.

#### 7.1.1.3.2. Trazado en alzado

El trazado en alzado estará regido por una serie condicionantes prioritarios que permitirán alcanzar en gran parte los objetivos que debe garantizar cualquier carretera, por ello deberán asegurar:

- Seguridad y comodidad a lo largo de todo su recorrido atendiendo a la visibilidad disponible, las posibles ausencias de pérdidas de trazado y la evacuación rápida de aguas, valores mínimos de pendientes y rampas.
- Una reducción del coste de movimientos de tierras y estructuras.
- La reducción de emisiones de los vehículos.
- Una correcta percepción y armonía del conductor mientras hace uso de la vía.

Asimismo, estará compuesto por una adecuada combinación entre rasantes con inclinación uniforme y curvas de acuerdo vertical, definido asimismo respecto a un eje coincidente con el del trazado en planta.

La inclinación de las rasantes atendiendo a la tipología de nuestra carretera y la velocidad de proyecto se caracteriza por alcanzar un valor máximo del 6%, aunque podría alcanzarse el 8% en inclinaciones excepcionales. Cabe destacar que el valor mínimo de la inclinación estipulado por la norma no deberá ser menor al 0,5%, aunque podría alcanzarse un 0,2% en casos excepcionales. Encontrándose en el apartado *3.2.1 Inclinación de las rasantes* del *Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. I.C.* las tablas empleadas para dicha determinación.

Atendiendo a los acuerdos verticales, estos se caracterizan por adoptar la forma de una parábola simétrica de eje vertical donde su longitud y parámetro estarán definidos con el objetivo de cumplir las consideraciones de visibilidad y de percepción visual.

En nuestro caso, para cumplir las consideraciones de visibilidad y atendiendo a la velocidad de proyecto, puede observarse que los valores de los parámetros mínimos para acuerdos convexos coinciden con 800 metros y 1200 metros,

atendiendo a la visibilidad de parada y adelantamiento respectivamente. En cambio, en acuerdos cóncavos los valores de los parámetros mínimos aumentan considerablemente siendo de 1650 metros atendiendo a la visibilidad de parada y 3600 metros a la visibilidad de adelantamiento.

Para la justificación de dichos valores, en el apartado *3.2.2 Acuerdos verticales del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC* puede encontrarse con mayor detalle dicha determinación.

Cabe destacar que la única consideración por percepción visual a cumplir por los acuerdos verticales deberá cumplir que la longitud de la curva del acuerdo sea superior a la velocidad de proyecto. Encontrándose en el apartado *3.2.2 Acuerdos verticales del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC* la condición en caso de no cumplirse este precepto.

#### 7.1.1.3.3. Coordinación del trazado en plana y alzado

El trazado de una carretera en planta y en alzado deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella en condiciones de comodidad y seguridad evitando pérdidas de trazado.

Por lo tanto, para conseguir una adecuada coordinación se deberán tener en cuenta las condiciones específicas desarrolladas en el apartado *3.3 Coordinación del trazado en planta y alzado del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC*.

Aplicando todas las condiciones desarrolladas podrán evitarse las principales situaciones que pueden afectar significativamente a la percepción del conductor, como la pérdida de trazado, orientación y dinámica.

#### 7.1.1.3.4. Sección transversal

La sección transversal de cada alternativa se establecerá en función de la intensidad, de la composición del tráfico previsible en el año horizonte y del nivel de servicio deseado de las infraestructuras, estos valores han sido obtenidos del apartado *Estudio de Tráfico* de cada una de ellas.

Finalmente, atendiendo a lo indicado en el apartado *3.4 Sección transversal del Apéndice 4. Limitaciones según la instrucción de Trazado 3.1. IC* y que las alternativas a ejecutar se califican de convencionales y están diseñadas con una velocidad de proyecto de 60 kilómetros por hora, la sección transversal a disponer en cada una de ellas presentará las siguientes dimensiones y nivel de servicio mínimo:

- Ancho carriles → 3,5 metros.
- Ancho arcenes → 1,25 metros.
- Ancho bermas → 0,75 metros
- Nivel de servicio mínimo en la hora de proyecto del año horizonte → E.

Asimismo, en el mismo apartado del apéndice indicado anteriormente se detalla las características del bombeo de la plataforma a ejecutar junto con las pendientes que se adoptará en cada caso. Del mismo modo, se detalla el procedimiento a llevar a cabo en caso de ser necesario el incremento del ancho de los carriles.

### 7.1.2. Criterios empleados para el análisis de la consistencia

La aplicación de estos criterios implica la estimación de la velocidad de operación por ello ha sido necesario el empleo de cuatro nuevos modelos. Estos permiten dicha estimación en función de si la velocidad es estimada en una alineación recta o curva y si se producen aceleraciones o deceleraciones. Por lo tanto, los cuatro modelos a emplear son los expresados a continuación, pudiendo encontrarse en el apartado del apéndice el desarrollo llevado a cabo en cada caso.

- Modelo de estimación de velocidad de curvas (García Jiménez, 2017).

$$v_{85} = 152,676 - \frac{384,896}{\ln(R + 7,739)}$$

Siendo

R: radio de la curva en planta, en metros.

- Modelo de estimación de velocidad de rectas (Pérez Zuriaga, 2012). En función de la longitud de la recta se empleará una ecuación u otra.

- Longitud de la recta mayor o igual a 700 metros.

$$v_{85} = \sqrt{-1464,74 + 351,288 \cdot \sqrt{L}}$$

Siendo

L: longitud de la recta, en metros.

- Longitud de la recta menor a 700 metros y el radio de la curva anterior sea menor o igual a 600 metros.

$$v_{85} = 0,362739 \cdot v_{85C} + \frac{59,6982}{e^{-0,0000472302 \cdot GM}}$$

Siendo

$v_{85C}$ : velocidad de la curva anterior en el sentido de circulación, calculada según la expresión, en kilómetros por hora.

GM: se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$GM = \frac{L \cdot \sqrt{R_1 \cdot R_2}}{100}$$

Donde:

L: longitud de la recta, en metros.

R1 y R2: radios de las curvas anterior y siguiente respectivamente, en metros.

- Longitud de la recta menor a 700 metros y el radio de la curva anterior sea menor o igual a 600 metros.

$$v_{85} = \sqrt{7399,27 + 3,03956 \cdot L}$$

Siendo

L: longitud de la recta, en metros.

- Modelo de aceleraciones (Camacho-Torregrosa et al., 2013).

$$d_{85} = 0,313 + \frac{114,436}{R}; R^2 = 0,56$$

Siendo

$d_{85}$ : tasa de deceleración, en metros por segundos al cuadrado.

R: radio del control geométrico, en metros.

- Modelo de deceleraciones (Camacho-Torregrosa et al., 2013).

$$a_{85} = 0,41706 + \frac{65,93588}{R}; R^2 = 0,62$$

Siendo

$a_{85}$ : tasa de aceleración, en metros por segundos al cuadrado.

R: radio del control geométrico, en metros.

#### 7.1.1.1. Criterios I y II de Lamm

Estos dos criterios establecen métodos relacionados con la velocidad de operación ( $V_{85}$ ), que incluye la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento geométrico ( $V_{85i}$ ) junto con la velocidad de diseño ( $V_d$ ) en caso de aplicar el Criterio

I y la diferencia de velocidad de operación entre elementos geométricos consecutivos ( $V_{85+i}$ ) para el Criterio II.

Ambos criterios permiten obtener un rango de la consistencia teniendo en cuenta las relaciones nombradas anteriormente, por lo que a continuación se indican los diferentes umbrales para esta caracterización diferenciando cada criterio.

Rango de consistencia	Criterio I (km/h)	Criterio II (km/h)
Buena	$ V_{85 i} - V_d  \leq 10$	$ V_{85 i} - V_{85+i}  \leq 10$
Aceptable	$10 <  V_{85 i} - V_d  \leq 20$	$10 <  V_{85 i} - V_{85+i}  \leq 20$
Pobre	$ V_{85 i} - V_d  > 20$	$ V_{85 i} - V_{85+i}  > 20$

En caso de obtener el peor rango de consistencia en zonas del trazado en los diferentes trazados de las alternativas, deberá modificarse el mismo para poder garantizar la máxima seguridad vial posible.

#### 7.1.1.2. Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.

Este modelo se basa en múltiples parámetros operacionales prestando gran atención a las condiciones de contorno de los tramos homogéneos y a los perfiles de velocidad de operación. Asimismo, las secciones de las alternativas deberán ser divididas en tramos homogéneos considerando variaciones en la geometría, de tráfico y operacionales.

Los tramos finales pueden clasificarse en dos grupos. El primero de ellos, debe estar en contacto al menos uno de los extremos con una población, una intersección o un elemento que permita al conductor darse cuenta de que está cambiando el tramo, denominándose condicionados. En cambio, el segundo grupo denominado como libres no están en contacto con los elementos anteriores, por lo que son tramos separados por características geométricas u operacionales.

Por lo tanto, este modelo de consistencia considera los promedios tanto de velocidad de operación como la tasa de deceleración obteniéndose la relación con la siniestralidad directamente mediante la siguiente expresión, considerando asimismo la exposición al riesgo.

$$C = \sqrt[3]{\frac{\bar{v}_{85}}{\bar{d}_{85}}}$$

Siendo

C: índice de consistencia.

$\bar{v}_{85}$ : promedio de la velocidad de operación, en m/s.

$\bar{d}_{85}$ : promedio de la tasa de deceleración, en  $m/s^2$ .

Atendiendo al valor del índice de consistencia puede establecerse diferentes umbrales para esta caracterización siendo los siguientes:

Buena	$C > 3,25$
Aceptable	$2,55 < C \leq 3,25$
Mala	$C \leq 2,55$

La estimación del número de accidentes con víctimas en diez años, desarrollado por este modelo, se lleva a cabo mediante la siguiente ecuación siendo necesario la estimación del índice de consistencia previamente. Asimismo, fue calibrado para tramos homogéneos libres y condicionados.

$$Y_{i,10} = e^{\beta_0} \cdot IMD^{\beta_1} \cdot L^{\beta_2} \cdot e^{\beta_3 \cdot C}$$

Siendo

$Y_{i,10}$ : número de accidentes con víctimas en 10 años.

IMD: Intensidad Media Diaria de tráfico, en vehículos día.

L: longitud del tramo homogéneo.

C: índice de consistencia global de Camacho-Torregrosa et al.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ : coeficientes de ajuste para el modelo global de Camacho-Torregrosa.

## 7.2. Alternativa 0. Acondicionamiento travesía, sin variante

La ejecución de esta alternativa tiene como objetivo el acondicionamiento de la actual CV -580 a su paso por Navarrés, por lo que, no se produciría una mejora de la comunicación entre municipios colindantes y tampoco se ejecutaría obra nueva en ningún momento, solamente el acondicionamiento de la misma.

### 7.2.1. Estudio de tráfico

#### 7.2.1.1. Estimación Intensidad Media Diaria

Las Intensidades Medias Diarias de las diferentes carreteras influyentes en el municipio han sido estimadas previamente para la actualidad, año de puesta en servicio y año horizonte en el apartado **6.2.3 Estimación de la Intensidad Media Diaria**.

Para obtener un valor exacto de la intensidad de vehículos que hacen uso de este tramo de la carretera a su paso por el municipio de Navarrés, se ha considerado la suma de todos los vehículos del aforo manual que hagan uso de ella. Por ello, del primer aforo se han tenido en cuenta todos exceptuando los que se dirigían directamente al municipio de Bolbaite, ya que no harían uso de la misma. En cambio, del segundo aforo se han considerado todos los vehículos obtenidos del aforo manual.

Es por ello que, empleando las relaciones mencionadas en el apartado citado previamente donde se detalla el método de obtención de la Intensidad Media Diaria, en la actualidad 2841 vehículos al día emplean la travesía del municipio, aumentando a 2965 vehículos al día en el año de puesta en servicio y 3947 vehículos al día en el año horizonte.

2020			2023			2043		
Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
2841	91	3,2	2965	95	3,2	3947	127	3,2

#### 7.2.1.2. Intensidad Hora Punta

La Intensidad en Hora Punta se corresponde al número de vehículos por hora que deben poder utilizar la carretera que se proyecta en el año horizonte, con el nivel de servicio establecido y para la hora que se establezca.

Se caracteriza por ser un parámetro básico de diseño, empleado para la ordenación de la circulación, la regulación semafórica, la determinación del nivel de servicio y la comprobación del agotamiento de la capacidad de la vía, siendo estos dos últimos más significativos para la carretera del estudio.

Por definición la Intensidad en Hora Punta es aquella superada en un número determinado de horas al año, las cuales se encuentran entre 30 y 100 horas, por ello será necesario obtener ese valor excedido atendiendo a los valores comprendidos entre esas horas. Atendiendo al tipo de la carretera del estudio siendo rural interurbana puede obtenerse un valor excedido a la Intensidad Media Diaria del 10%.

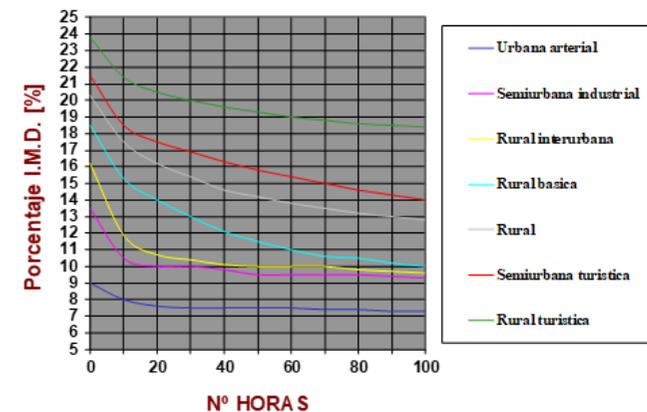


Figura 26. Intensidad en Hora Punta.

(Fuente: Grupo de investigación en ingeniería de carreteras UPV)

Aplicando lo expuesto anteriormente puede aplicarse la siguiente ecuación para obtener así la Intensidad de Hora Punta para cada situación del estudio:

$$IHP = IMD \cdot 0,1$$

Donde:

IHP: Intensidad en Hora Punta

IMD: Intensidad Media Diaria.

Atendiendo a lo expresado, puede obtenerse para las carreteras influyentes en el estudio y el tramo correspondiente a la travesía los valores indicados en la siguiente tabla.

			2020	2023	2043
			Libro de Aforos	Actualidad	Año de servicio
			IHP		
CV-580	Bolbaite	Navarrés	159	166	221
	Navarrés	Quesa	86	90	120
CV-560	Sumacàrcer	Navarrés	51	54	72
Travesía			284	297	395

### 7.2.1.3. Estimación del nivel de servicio

A lo largo de este apartado se procede a la justificación de la funcionalidad de la actual carretera, además de obtener la verificación de la necesidad de ejecución de la posible variante.

Para llevar a cabo estas justificaciones es necesario realizar una estimación del nivel de servicio en cada uno de los casos, por lo que se hará uso de las pautas reflejadas en el *Highway Capacity Manual. Sixth Edition (HCM6)*.

El manual citado permite la medición de la funcionalidad de una carretera, como se ha comentado anteriormente, teniendo en cuenta cada sentido de circulación, aunque en el cálculo influye la circulación del sentido opuesto. Asimismo, para hacer uso de este manual es necesario la clasificación de las carreteras a estudiar, siendo en nuestro caso Clase II aquellas que no atraviesan el municipio, debido a que los conductores no esperan viajar necesariamente a velocidades elevadas y son utilizadas mayoritariamente para viajes cortos o inicio/final de viajes largos. En cambio, el tramo que discurre por el interior del municipio se clasifica como carretera de Clase III, ya que atraviesa zonas relativamente desarrolladas con muchos accesos a propiedades.

En este caso, existen dos clasificaciones de la carretera por ello para la estimación del nivel de servicio se deberá tener en cuenta unos parámetros en cada caso.

En el tramo de carretera identificado como Clase II, la velocidad no es el factor más importante, pero sí el tiempo de cola y por ello será necesario obtener el parámetro de porcentaje de tiempo en cola, Percent Time Speed Following (PTSF).

En cambio, en el tramo de carretera identificado como Clase III, coincidiendo con la travesía del municipio, no se esperan altas velocidades por lo que se puede circular en cola, pero por poco tiempo. Es por ello por lo que el único parámetro a tener en cuenta para la estimación del nivel de servicio es el porcentaje de velocidad libre, Percent Free Flow Speed (PFFS).

Para ambas clasificaciones se deberá obtener el Nivel de Servicio en la actualidad y para el año en puesta en servicio atendiendo a cada sentido de circulación, siendo en cada caso los reflejados en la siguiente tabla (*Tabla 2. Niveles de servicio estimados para la alternativa 1. (Fuente: propia)*). Asimismo, en el apartado 10. *Estimación Nivel de Servicio del Apéndice 3. Estudio de tráfico* puede observarse el procedimiento llevado a cabo para cada caso.

	En la actualidad 2020		Año horizonte 2043	
	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
Bolbaite - Navarrés	A	A	B	C
Navarrés - Quesa	A	A	A	A
Sumacàrcer - Navarrés	A	A	A	A

Travesía Navarrés	C	C
-------------------	---	---

Tabla 1. Niveles de Servicio estimados de la situación actual. (Fuente: propia)

El tramo comprendido entre Bolbaite y Navarrés de la carretera del estudio se caracteriza en la actualidad por el máximo nivel de servicio, correspondiente con la letra A. Atendiendo a este nivel de servicio y la clase de esta carretera, los vehículos circulan a la máxima velocidad según la geometría de la vía atendiendo a pocos pelotones.

En el año horizonte pueden observarse diferentes niveles de servicio atendiendo al sentido de circulación. En sentido ascendente se corresponde con un nivel de servicio B donde el tráfico se caracteriza por un equilibrio entre la demanda y posibilidades de adelantamiento, pudiendo producirse un aumento de pelotones. En cambio, el nivel de servicio obtenido en sentido descendente, correspondiente con la letra C, se caracteriza por la circulación de la mayoría de los vehículos de manera congestionada.

El tramo de carretera que conecta los municipios de Navarrés y Quesa junto con el tramo correspondiente a la CV-560 proveniente de Sumacàrcer ambos sentidos de circulación presentan el mismo nivel de servicio tanto para el año actual como para el año horizonte, siendo este nivel el representado con la letra A. Los vehículos circulan a la máxima velocidad según la geometría de la vía, aunque pueden producirse congestiones.

Por último, el tramo estudiado que atraviesa el municipio de Navarrés se caracteriza por un nivel de servicio C tanto para la actualidad como para el año horizonte. Atendiendo a la clase de este tramo de carretera este nivel de servicio se caracteriza por una reducción significativa de la velocidad de los vehículos que circulan por ella.

### 7.2.2. Propuestas de mejora

En este apartado se proponen las múltiples mejoras posibles a ejecutar atendiendo al estado del pavimento, de las aceras, de la señalización horizontal y vertical identificada en la travesía que discurre por Navarrés.

En primer lugar, atendiendo a lo observado durante la visita de campo la capa de rodadura presenta unas condiciones adecuadas para discurrir por ella tras no presentar ningún tipo de deterioro, por lo tanto, no será necesario una adecuación de esta. Aunque, en caso de verificar dicho cumplimiento podrá obtenerse las deflexiones de toda la travesía y comprobar el cumplimiento de la *Instrucción de trazado 3.1. I.C.*

Asimismo, las aceras situadas a lo largo de toda la travesía presentan unas condiciones muy favorables al haber sido remodeladas en el año 2009, por lo que no será necesario su mejora.



Figura 27. Situación actual de las aceras del municipio de Navarrés. (Fuente: propia)

En cambio, atendiendo a la señalización horizontal longitudinal puede observarse que en algunos tramos no se aprecia correctamente, por ello sería conveniente adecuarla con el fin de ser percibidas correctamente por todos los usuarios.



Figura 28. Situación actual de la señalización horizontal del municipio. (Fuente: propia)

Del mismo modo, haciendo referencia a las marcas viales transversales puede observarse que la mayoría de ellas no son percibidas correctamente por los usuarios, ya que el paso continuo de vehículos por ellas produce su desgaste y por ello es imprescindible su adecuación.



Figura 29. Situación actual de las marcas viales transversales. (Fuente: propia)

Asimismo, en aquellos pasos peatonales que se encuentran elevados puede observarse el desgaste en la entrada de ellos por el roce de los vehículos e incluso

marcas producidas por el frenado de algunos vehículos, por lo tanto, para poder garantizar la función que desempeñan será necesaria su adecuación. En este caso, podrán realizarse las mejoras oportunas en los pasos elevados ya existentes o podrá valorarse la ejecución de otro tipo de marcas viales transversales con el fin de reducir la velocidad de los vehículos y garantizar la comodidad dentro de ellos, como la colocación de cojines berlineses o TQ pasos de peatones 3D.



Figura 30. Situación actual pasos de peatones elevados. (Fuente: propia)

Los cojines berlineses se caracterizan por disuadir la velocidad únicamente de los turismos, ya que constituyen un obstáculo en función de la distancia de las ruedas del eje del vehículo. Por lo tanto, aquellos vehículos cuya distancia entre ruedas del mismo eje supera los 160 centímetros pueden circular sin sufrir el efecto de elevación.



Figura 31. Cojín berlinés. (Fuente: Google)

En cambio, atendiendo a los TQ pasos de peatones 3D no sería necesario disponer de elementos que elevaran los mismos. Estos se caracterizan por ser ejecutados con pintura termofusible los cuales son más duraderos, menos invasivos y económicos que la pintura convencional. Asimismo, tienen propiedades antideslizantes, reflectantes y son impermeables al gasoil y aceite.



Figura 32. TQ pasos de peatones 3D. (Fuente: Google)

Su ejecución tridimensional hace que los conductores tengan la sensación de ver entre tres y cinco bloques, en función del ancho de la vía, como si de un paso elevado se tratara. Lo que produce una reducción de la velocidad y asegura la comodidad dentro del vehículo al no estar elevado en la calzada. Cabe destacar que, a diferencia de otros tipos de reductores de velocidad, estos no suponen un freno para los vehículos de emergencia como ambulancias, bomberos, policía.

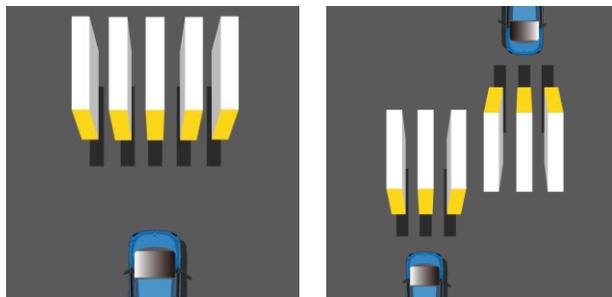


Figura 33. Disposición de los TQ pasos de peatones 3D para vías de sentido único y doble sentido.

Por lo tanto, la ejecución de cualquiera de estas dos variables de marcas longitudinales transversales proporciona la reducción de la velocidad de los vehículos y con ello aumenta la seguridad vial de la travesía. Por este motivo, aquellas marcas viales transversales que se encuentren elevadas serán niveladas al mismo nivel que la travesía disponiendo cojines berlineses previamente a ellas.

Asimismo, todos los pasos de peatones serán configurados con pintura reflectante. Exceptuando tres de ellos sobre los que se dispondrán los TQ pasos de peatones 3D garantizando mayor seguridad vial en esos puntos de la travesía los cuales se ejecutarán en las dos entradas existentes al municipio y en la intersección con la Calle de la Iglesia donde existe mayor afluencia de tráfico.

Por último, atendiendo a la señalización vertical situada a lo largo de la travesía puede observarse que la mayoría cumple con los requisitos de visibilidad siendo innecesario y dispensable su sustitución para la percepción de posibles peligros e indicación de la vía.

En cambio, atendiendo a los múltiples reguladores de tráfico existentes a lo largo de la travesía estos no desempeñan la función para la que fueron colocados y presentan grandes deterioros. Por lo tanto, para la mejora de la travesía se considera la sustitución de aquellos que se encuentran en la entrada y salida del municipio, además de la retirada de aquellos que se encuentran a lo largo de la travesía.

Por lo tanto, atendiendo a lo expuesto anteriormente será necesario adecuar las marcas viales tanto longitudinales como transversales que se encuentran a lo largo de toda la travesía y se retirarán los reguladores de tráfico, todo ello para proporcionar la máxima seguridad a lo largo de toda la travesía que discurre por el municipio.

### 7.2.3. Valoración económica

Atendiendo las propuestas de mejora para el acondicionamiento de la CV-580 a su paso por el municipio de Navarrés, se ha llevado a cabo la valoración económica de esta alternativa. Para ello se ha empleado las unidades de obra necesarias junto con las diversas unidades de medición y precio unitario de cada una, estimando así el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) tras la suma de todas ellas. Seguidamente, se han añadido los porcentajes correspondientes a gastos generales, beneficio industrial e Impuesto de Valor Añadido (IVA) para estimar finalmente el Presupuesto Base de Licitación (PBL) aproximado de esta alternativa.

Cabe mencionar que, para el desarrollo de esta estimación se ha empleado la información facilitada por la base de Precios de Edificación y Obra Civil en España (PREOC) para la determinación del precio unitario de cada unidad de obra.

Capítulo	Precio total (€)
1. Señalización horizontal.	24.790,16
2. Reguladores de tráfico.	851,80
Presupuesto Ejecución Material	25.641,96

Presupuesto Ejecución Material (PEM)		25.641,96 €
13,00% Gastos Generales (GG)	3.333,46 €	
6,00% Beneficio Industrial (BI)	1.538,52 €	
Suma de GG y BI		4.871,98 €
Total presupuesto sin IVA		30.513,94 €
21,00% IVA		6.407,93 €
Presupuesto Base de Licitación (PBL)		<b>32.049,89 €</b>

Finalmente, la estimación de la valoración económica de esta alternativa asciende a 32.049,89 euros. Encontrándose en el apartado **1. Alternativa 0. Acondicionamiento travesía, sin variante** del **Apéndice 11. Valoración económica** la justificación del valor aproximado para cada unidad de obra y los porcentajes aplicados para dicha estimación.

### 7.3. Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560

La ejecución de esta alternativa supondría la circunvalación de la CV-580 por el Oeste del municipio de Navarrés sin tener la afección de la CV-560, como se indica en el propio título del apartado, produciéndose una menor intensidad de tráfico por la travesía que transcurre por Navarrés.



Figura 34. Croquis de la solución propuesta de la alternativa 1.  
(Fuente: propia)

En este caso, para el estudio de los vehículos que harían uso tanto de la variante, se ha atendido únicamente a los datos obtenidos del aforo manual con registro de matrículas que corresponden con aquellos que provienen de Bolbaite y Quesa sin atender aquellos que emplean la CV-560.

Considerando el número de vehículos de paso, puede estimarse aquellos vehículos que podrían hacer uso de esta alternativa y con ello el porcentaje de uso de la variante. Por ello, de los vehículos que emplean el tramo de carretera proveniente

de Bolbaite el 27,67% haría uso de esta circunvalación, a diferencia del 52,9% de los vehículos que emplean el segundo tramo en dirección a Quesa.

		% de vehículos de paso	
		Ascendente	Descendente
CV - 580	Bolbaite	26,89	28,44
	Quesa	41,30	64,65

Por lo tanto, atendiendo esta propuesta se detalla a continuación todos los estudios especificados en el apartado 7 *Definición de alternativas* para esta alternativa en concreto y facilitar su posterior análisis.

#### 7.3.1. Estudio de tráfico

##### 7.3.1.1. Estimación Intensidad Media Diaria

La estimación de la Intensidad Media Diaria de esta alternativa se realizará considerando los vehículos de paso tomados del aforo manual y se procederá de misma manera que en el apartado 6 *Situación actual*, mediante una serie de relaciones respecto a los datos proporcionados por la estación afín. Asimismo, se estimará de nuevo la intensidad de vehículos que harían uso de la travesía que transcurre por el municipio, ya que disminuirá al circular vehículos por la circunvalación.

Las relaciones empleadas para la estimación de la Intensidad Media Diaria de la variante van a ser desarrolladas para los diferentes movimientos que pueden producirse en ella, distinguiendo el sentido ascendente y descendente. Asimismo, ateniendo a los incrementos anuales acumulativos podrá estimarse para el año de puesta en servicio y año horizonte. En la siguiente tabla pueden encontrarse las diferentes intensidades estimadas para cada caso y en el apartado 7.2. *Alternativa 1* del *Apéndice 3. Estudio de tráfico* puede consultarse con mayor detalle el procedimiento llevado a cabo para cada uno de ellos.

	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Ascendente	208	15	7,02	217	15	7,02	288	20	7,02
Descendente	233	11	4,69	243	11	4,69	324	15	4,69

Finalmente, la Intensidad Media Diaria de esta alternativa supondría la suma de los dos sentidos de circulación. Por ello, la intensidad de vehículos que discurriría por la variante en la actualidad sería de 441 vehículos al día junto con un alto porcentaje de pesados. Asimismo, ateniendo a los incrementos anuales acumulativos, para el año en servicio la intensidad media diaria alcanzaría un valor de 460 vehículos al día y un valor de 612 vehículos al día para el año horizonte.

Variante	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
	441	25	5,79	460	27	5,79	612	35	5,79

Del mismo modo, la Intensidad Media Diaria de vehículos que harían uso de la travesía presentaría una disminución respecto a la situación actual, debido al porcentaje de vehículos que harían uso de la variante. Aunque, cabe destacar que gran parte del tráfico pesado seguiría empleando la travesía del municipio, debido a la falta de conexión entre los municipios de Bolbaite y Quesa con Sumacàrcer.

Por ello, ateniendo a los diferentes tramos de la carretera del estudio y a los vehículos obtenidos del aforo manual se ha estimado la Intensidad Media Diaria de vehículos que harían uso de la misma en caso de ejecutarse esta alternativa.

Para esta estimación se ha procedido de la misma manera que en los casos anteriores mediante las relaciones correspondientes con la estación afín, además de realizar la suma de los vehículos que harían uso de la travesía. En este caso, para el año actual 1836 vehículos al día emplearían la travesía, en el año de puesta en servicio 1916 vehículos al día y para el año horizonte 2551 vehículos al día.

	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
	1836	33	1,8	1916	34	1,8	2551	46	1,8

Respecto a la situación actual, puede observarse una reducción de la intensidad de tráfico del 35,37%. Aunque, atendiendo al número de vehículos pesados que transcurriría por ella puede observarse una reducción del 63,73%.

En el apartado 7.2.2 *Travesía del Apéndice 3. Estudio de tráfico* se ha desarrollado con mayor precisión los cálculos obtenidos para la travesía en caso de ejecutar esta alternativa.

### 7.3.1.2. Intensidad Hora Punta

En este caso, la Intensidad de Hora Punta deberá ser estimada para las dos carreteras que existan en caso de ejecutarse finalmente la alternativa propuesta, para la travesía que transcurre por el municipio de Navarrés y para la futura variante.

Como se ha comentado anteriormente esta intensidad será obtenida por un valor excedido a la Intensidad Media Diaria del 10% al tratarse las carreteras del estudio de rurales interurbanas. Por ello, en la tabla se indican los valores obtenidos para cada caso.

Variante	2020	2023	2043
	Libro de Aforos	Actualidad	Año de servicio
	IHP		
	44	46	61
Travesía	184	192	255

### 7.3.1.3. Estimación del nivel de servicio

La estimación del nivel de servicio, tanto de la posible carretera a ejecutar como del tramo de carretera que discurre por el municipio, deberá llevarse a cabo mediante las pautas reflejadas en el *Highway Capacity Manual. Sixth Edition (HCM6)* como se ha procedido en el caso de la estimación del nivel de servicio de la situación actual.

En este caso también existen dos clasificaciones diferentes de las carreteras, lo que en cada caso se deberá emplear unos parámetros diferentes con el fin de obtener el nivel de servicio en cada caso.

Atendiendo a la clasificación de la futura carretera, siendo Clase II, solamente será necesario obtener el porcentaje de tiempo en cola (PTSF) para su estimación. Del mismo modo, se contemplará de nuevo el nivel de servicio correspondiente a la travesía mediante el método empleado anteriormente, ya que la intensidad de tráfico de la misma se verá influenciada.

	En la actualidad 2020		Año horizonte 2043	
	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
Variante	A	A	A	A
Travesía	B		B	

Tabla 2. Niveles de servicio estimados para la alternativa 1. (Fuente: propia)

En la tabla anterior puede observarse el mayor nivel de servicio para la posible variante a ejecutar, identificado con la letra A. Por lo tanto, los vehículos circularían por ella a la máxima velocidad permitida según la geometría de la vía atendiendo a la tipología de esta posible carretera.

En cambio, para la travesía que discurre por el municipio puede estimarse el segundo mejor nivel de servicio tanto para la actualidad como para el año horizonte. Esto, atendiendo a la tipología de la carretera, supondría que los vehículos no podrían mantener la velocidad límite y con ello reduciendo ligeramente la velocidad.

En el apartado 10. *Estimación del Nivel de Servicio* del *Apéndice 3. Estudio de tráfico* puede consultarse los datos y procedimiento desarrollado para esta alternativa.

### 7.3.2. Estudio del trazado

Esta alternativa posee una longitud de 2422,47 metros formada por veinticinco elementos en planta y once en alzado, diferenciándose en cada uno de ellos elementos de diferentes características.



Figura 35. Trazado de solución propuesto para la alternativa 1. (Fuente: propia)

En primer lugar, el trazado en planta está compuesto por seis curvas circulares, las cuales cumplen con el radio mínimo indicado por la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.*

(130 metros) siendo un radio de 180 metros el máximo empleado. Asimismo, atendiendo a que todos ellos se caracterizan por poseer radios menores a 250 metros, ha sido necesario incrementar el ancho de los carriles en estas secciones.

Todas las curvas circulares poseen sus respectivas curvas de transición tanto de entrada como de salida, por lo tanto, el trazado en planta se compone por doce clotoides y todas ellas se caracterizan por presentar parámetros y longitudes mayores a los mínimos.

Asimismo, el trazado en planta está compuesto por siete rectas donde todas ellas cumplen con las limitaciones impuestas por la norma. Cabe destacar que poseen longitud menor a 400 metros, por lo tanto, ha sido necesario realizar la comprobación entre radios consecutivos obteniéndose el cumplimiento de todos ellos.

Como se ha comentado anteriormente, el trazado en alzado está compuesto por once elementos entre los que se encuentran seis tangentes y cinco acuerdos verticales, caracterizándose tres de ellos por ser cóncavos y dos por ser convexos.

La pendiente mínima posee una inclinación del 0,64% y la máxima del 3,64%, por lo tanto, se cumplen ambas restricciones indicadas por la instrucción. Del mismo modo, se ha comprobado el cumplimiento de los parámetros mínimos de cada acuerdo, como puede observarse en el apartado 1. *Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560 del Apéndice 8. Estado de rasantes.*

Cabe destacar que la zona por donde discurre esta alternativa se caracteriza por su perfil en pendiente, como se ha justificado en el apartado 5.2 *Geomorfología*. Por lo tanto no se esperaban pendientes muy pronunciadas al existir este tipo de geomorfología.

En los apartados 5. *Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560* tanto del *Apéndice 5. Estado de alineaciones* como del *Apéndice 6. Estado de rasantes* puede encontrarse el estado de alineaciones tanto del trazado en planta como el trazado en alzado junto con las múltiples comprobaciones realizadas. Asimismo, puede

encontrarse la comprobación de la coordinación del trazado en planta y alzado empleando los criterios indicados por la instrucción.

Esta alternativa se caracteriza por tener concurrencia con la actual CV-580 al principio y al final del municipio, por lo tanto, es necesario considerar la posibilidad de ejecutar dos intersecciones en esta alternativa. La primera de ellas únicamente consistiría en proporcionar un ramal nuevo a la glorieta ya existente. Aunque, para la ejecución de la intersección en la salida del municipio sería necesario la generación de un estudio de soluciones independiente a este trabajo, al no ser el objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado (TFG).

Del mismo modo, entre el *plano nº2 y el plano nº5* puede encontrarse por donde discurre la traza de esta alternativa además del perfil longitudinal junto con el diagrama de curvatura y peralte. Asimismo, se han detallado tanto las secciones tipo.

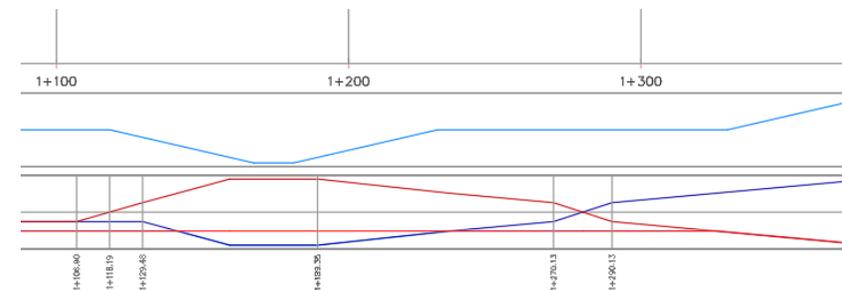


Figura 36. Diagrama de curvaturas y peralte entre el P.K. 1+095 y el P.K. 1+375.  
(Fuente: propia)

Asimismo, se ha empleado el software Civil 3D para el análisis de la visibilidad de parada en ambos sentidos de circulación según el criterio indicado por la instrucción. Para este análisis ha sido necesario obtener dicha visibilidad cada cinco

metros sobre el trazado de la carretera y la distancia de parada atendiendo las características de la alternativa, siendo de 69,68 metros. Esto permitirá determinar si es necesario actuar y realizar alguna modificación en el trazado de la carretera con el fin de proporcionar mayor visibilidad y aumentar la seguridad vial.

Como puede comprobarse en el apartado **1. Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560** del **Apéndice 7. Perfiles de visibilidades**, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada. Atendiendo a las curvas existentes en ninguna de ellas se dispone de una visibilidad reducida, por lo tanto, se verifica una correcta visibilidad de parada a lo largo de todo su recorrido siendo innecesaria la modificación del trazado.

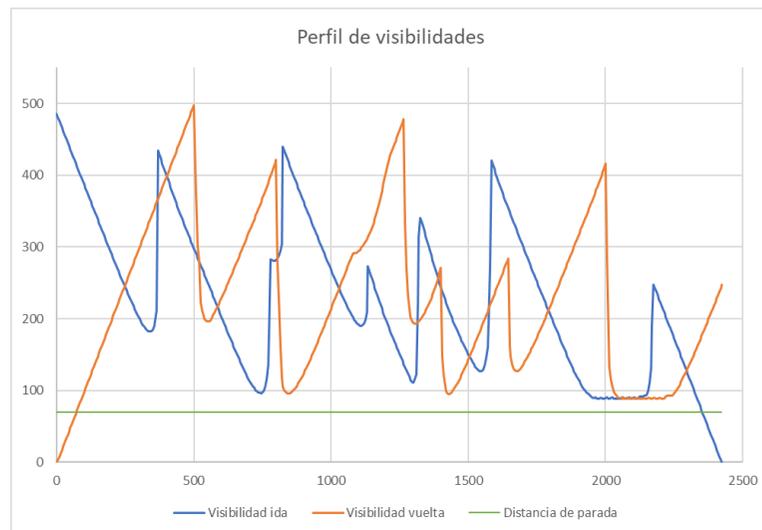


Gráfico 4. Perfil de visibilidades. (Fuente: propia)

Cabe remarcar que, para el diseño del trazado de esta alternativa no se han tenido grandes dificultades al considerar los condicionantes estudiados con anterioridad en el apartado **5 Estudios previos**.

Aunque, la existencia de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) al margen izquierdo de la traza, como se ha detallado en el apartado **5.9 Restricciones medio ambientales**, ha influenciado notablemente en el diseño del mismo.

Por último, hacer hincapié en los diferentes riesgos por inundación que se identifican en esta zona, desarrollados en el apartado **5.7 Inundabilidad**, al ser un factor esencial para el correcto diseño del drenaje de esta alternativa y garantizar el correcto diseño de esta infraestructura.

### 7.3.3. Seguridad vial

La seguridad vial que se debe intentar garantizar durante el recorrido de la alternativa tiene que ser la máxima posible. Por este motivo, se ha llevado a cabo el análisis de la consistencia del trazado geométrico mediante el **Criterio I y II de Lamm** y el **Modelo global de Camacho-Torregorsá et al.** con el fin de determinar el grado de seguridad vial que pueda alcanzarse junto con la identificación de zonas conflictivas y la estimación del número de accidentes con víctimas en 10 años.

La aplicación de estos criterios implica la estimación de la velocidad de operación, siendo necesario el empleo de los cuatro modelos indicados en el apartado **7.1.2 Criterios empleados para el análisis de la consistencia** en función de si la velocidad es estimada en una alineación recta o curva y si se producen aceleraciones o deceleraciones.

En el siguiente gráfico, quedan recogidas las velocidades de operación estimadas para cada P.K. de la traza en ambos sentidos de circulación, encontrándose en el apartado **1. Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560** del **Apéndice 8**.

**Velocidades de operación.** Cabe remarcar que esta alternativa es identificada como un tramo coartado al existir en cada extremo una glorieta o intersección.

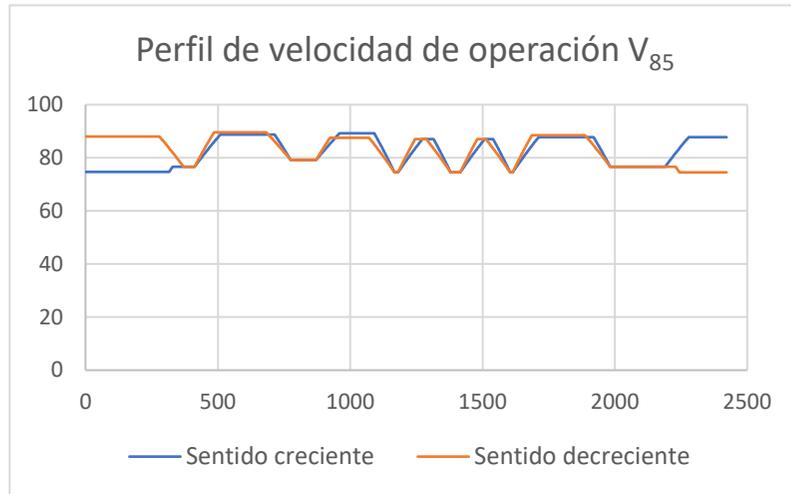


Gráfico 5. Perfil de velocidad de operación  $V_{85}$ . (Fuente: propia)

Asimismo, la unión entre la carretera y las intersecciones debería realizarse mediante la sucesión de curvas con el fin de permitir la reducción de la velocidad hasta la recomendada para circular por las glorietas, 40 km/h. Esta sucesión no ha sido recogida en el desarrollo de este estudio, por lo tanto, las velocidades estimadas únicamente dependen de la geometría del tronco de la carretera al no haberse limitado las velocidades en los extremos.

Tras la aplicación del *Criterio I de Lamm*, el cual incluye la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento geométrico ( $V_{85i}$ ) junto con la velocidad de diseño ( $V_d = 60$  km/h), han podido identificarse 1.055 metros con consistencia aceptable y 1.368 con consistencia pobre en sentido creciente. Asimismo, en

sentido decreciente han podido identificarse 916 metros con consistencia aceptable y 1.506 con consistencia pobre.

Cabe destacar que, este modelo empleado para el cálculo del *Criterio I de Lamm* fue desarrollado por americanos quienes no consideran la velocidad de diseño de misma manera que la instrucción española. Por lo tanto, para una correcta estimación de dicho criterio se emplea una velocidad próxima a la mínima observada, empleando 70 km/h en vez de la velocidad de diseño estipulada anteriormente. Se identifican finalmente los mismos metros para cada rango de consistencia, aunque cada uno de ellos es aumentado un nivel, es decir, 1.055 metros con consistencia buena y 1.368 con consistencia aceptable en sentido creciente. A diferencia, 916 metros con consistencia buena y 1.506 con consistencia aceptable en sentido decreciente.

En cambio, atendiendo los resultados obtenidos tras la aplicación del *Criterio II de Lamm* se han identificado los rangos de consistencia buena y aceptable en ambos sentidos de circulación, encontrándose el segundo rango mencionado en mayor parte del trazado como puede apreciarse en las siguientes tablas las cuales recogen los resultados de dicha estimación.

Sentido creciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
714	775	88.68	79.15	9.53	Buena
1090	1167	89.24	74.53	14.71	Aceptable
1314	1379	87.1	74.53	12.57	Aceptable
1539	1604	87.06	74.53	12.53	Aceptable
1919	1982	87.79	76.62	11.16	Aceptable

Tabla 3. Rangos de consistencia en sentido creciente con el *Criterio II de Lamm*. (Fuente: propia)

Sentido decreciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
1687	1614	88.55	74.53	14.01	Aceptable
1481	1416	87.06	74.53	12.53	Aceptable
1246	1181	87.1	74.53	12.57	Aceptable
925	871	87.57	79.15	8.41	Buena
487	412	89.6	76.62	12.97	Aceptable

Tabla 4. Rangos de consistencia en sentido decreciente con el Criterio II de Lamm. (Fuente: propia)

Por último, tras la aplicación del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*, el cual considera los promedios tanto de velocidad de operación como la tasa de deceleración, ha podido identificarse un índice de consistencia de valor 2,71 lo que implica una caracterización aceptable de la consistencia. Asimismo, este modelo obtiene una relación directa con la siniestralidad lo que ha permitido estimar 1,67 accidentes en diez años.

Por lo tanto, tras la aplicación de estos tres criterios puede considerarse una consistencia aceptable a lo largo del trazado de esta alternativa, lo que implica un alto grado de seguridad vial.

Independientemente de los tres criterios empleados para el análisis de la consistencia del trazado geométrico, se ha estimado la distancia de parada necesaria en cada P.K. para garantizar la máxima seguridad. Para ello, se ha tenido en cuenta la velocidad de operación que se produce en cada uno de ellos la cual ha sido calculada anteriormente para el análisis de la consistencia. Esta distancia de parada junto con el perfil de visibilidades permitirá determinar si en algún tramo del trazado es necesario la modificación de este o un mayor despeje en los taludes de desmonte. *Encontrándose en el apartado 1. Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560 del Apéndice 9. Perfil de visibilidades junto con la distancia de parada*

calculada con la velocidad de operación en mayor detalle los valores estimados para cada P.K.

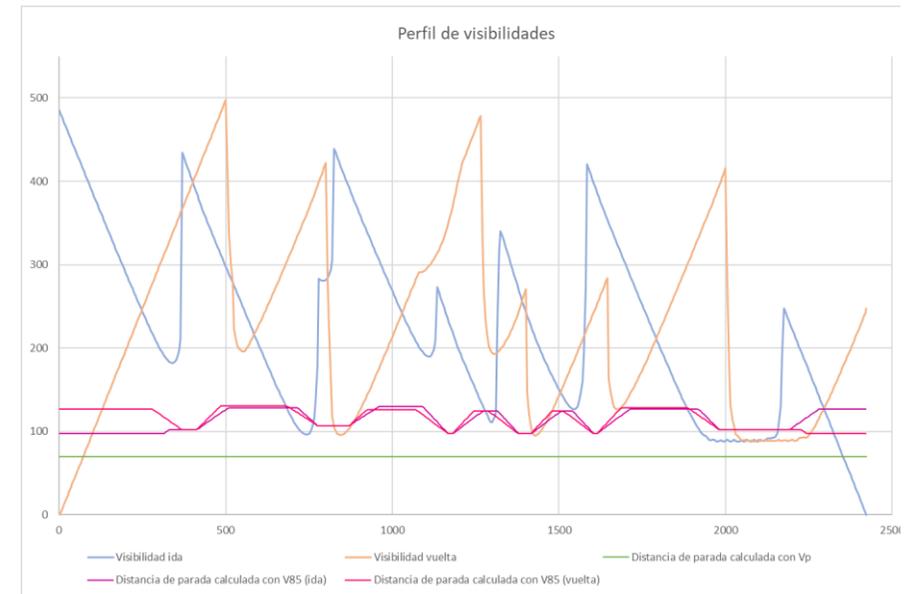


Gráfico 6. Perfil de visibilidades junto con las distancias de parada calculadas con las velocidades de operación. (Fuente: propia)

Como puede observarse en el gráfico anterior, la mayoría de los valores de visibilidad quedan por encima de la distancia de parada. Aunque, atendiendo algunas curvas puede identificarse la necesidad de la modificación del trazado al disponerse de visibilidad reducida.

Cabe mencionar que, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto, por lo tanto, se verifica una correcta

visibilidad a lo largo de todo su recorrido al prevalecer dicha distancia con la anteriormente analizada, siendo innecesaria la modificación del trazado.

#### 7.3.4. Dimensionamiento del firme

La determinación de la sección de firme más idónea para esta alternativa se llevará a cabo mediante la aplicación de la “Norma 6.1 IC: Sección de Firmes” la cual permitirá determinar la categoría de tráfico, además de la formación de la explanada y sección de firme más idónea.

Previa a su aplicación, será necesario clasificar el terreno sobre el que va a ser ejecutada la obra lineal y estimar la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio, ya que son determinantes e influyentes para la obtención de la explanada y categoría de tráfico pesado.

El terreno que se dispone en esta zona, al Oeste del municipio, se caracteriza por material aluvial antiguo perteneciente al Cuaternario clasificado como suelo adecuado tras la aplicación del artículo 330 del PG-3, encontrándose esta justificación en el apartado 5.3 Geología. Este material podrá ser utilizado para formar parte del cimiento, núcleo y coronación de la explanada, por lo que no será necesario disponer de otro material.

Cabe remarcar que, en los últimos metros de la traza de esta alternativa desde el P.K. 2+200.00 hasta el 2+242.47 se encuentran areniscas, conglomerados y margas rojas pertenecientes al Terciario caracterizándose por ser rocas de media resistencia a comprensión simple. Por lo tanto, para estos últimos metros donde se produce la intersección con la actual carretera CV-580 deberá dimensionarse el firme atendiendo a la procedencia de este material.

La identificación de materiales de diferente naturaleza y características en la traza de la carretera supondrá el dimensionamiento del firme atendiendo a ambos materiales lo que supondrá dos secciones diferentes.

Asimismo, se estiman 27 vehículos pesados al día en el año de puesta en servicio como se ha desarrollado en el apartado 7.3.1 Estudio de tráfico.

Por lo tanto, una vez recopilada la información necesaria para la determinación del firme a continuación se justifica la categoría de tráfico obtenida y las explanadas y secciones de firmes finalmente escogidas.

##### 7.3.4.1. Categoría de tráfico

La sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio, siendo en nuestro caso 27 vehículos pesados al día.

Para esta categorización es recomendable disponer de datos concretos sobre la asignación por carriles de la Intensidad Media Diaria de pesados, ya que permitirá determinar el carril más cargado determinante para definir el firme. En el estudio de tráfico se han diferenciado ambos sentidos de circulación por lo que, se estiman 15 vehículos pesados al día en sentido creciente y 11 vehículos pesados al día en sentido decreciente, ambos para el año de puesta en servicio. Por lo tanto, atendiendo que el sentido ascendente es el más cargado se empleará esa estimación de Intensidad Media Diaria para la determinación de la categoría de tráfico entre las ocho proporcionadas por la norma.

Categoría de tráfico pesado IMDp (vehículos pesados / día)							
--	--	--	--	--	--	--	--

T00	T0	T1	T2	T31	T32	T41	T42
≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Finalmente, la categoría de tráfico corresponde con T42 al disponer de una Intensidad Media Diaria de pesados menor a 25 vehículos pesados al día.

#### 7.3.4.2. Explanada

La explanada se caracteriza por la superficie sobre la cual se apoya el firme sin pertenecer a su estructura. En el apartado 5 de la norma citada anteriormente, se diferencian tres tipos de explanadas atendiendo al módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga obtenido tras realizar el ensayo de carga con placa. Este dato no ha sido proporcionado por el *Departamento de la Ingeniería del Terreno de la Univeristat de València*, aunque la clasificación del suelo sobre el que va a ser ejecutada la obra lineal como adecuado permitirá la elección de la sección de explanada más adecuada.

Antes de recurrir a la *figura 1. Formación de la explanada* de la norma, donde se indican las diferentes formaciones posibles de la explanada, se recurre a la *figura 2.2. Catálogo de secciones de firmes en función de la categoría de explanada* con el objetivo de obtener alguna información que permita descartar algún tipo de explanada en caso de no disponer ningún tipo de sección de firme en alguna de ellas. En este caso, atendiendo a la categoría de tráfico pesado obtenida anteriormente (T42) existen secciones de firmes para todas las categorías de explanadas, lo que ninguna de ellas es descartada. Por lo tanto, atendiendo a la naturaleza de cada material podrán ejecutarse explanadas de categoría diferente.

La categoría identificada para los últimos puntos kilométricos se corresponde con el número uno (E1) al ser la única posible a disponer sobre este tipo de terreno, aunque deberá disponerse de una capa de hormigón sobre ella.

En cambio, en el resto de la traza de la carretera podrá disponerse de la siguientes atendiendo a la categoría de la explanada y al tipo de suelo

	E1 $E_{v2} \geq 60\text{MPa}$	E2 $E_{v2} \geq 120\text{MPa}$	E3 $E_{v2} \geq 300\text{MPa}$
SUELOS ADECUADOS (1)	1 min 100	2 55 1 S-EST2 25 1 3 35 1	S-EST3 30 1

Cabe destacar que, la categoría uno de explanada es descartada al no garantizar un mínimo de un metro de suelo adecuado en toda la traza de la carretera. Del mismo modo, aquellas formaciones que estén constituidas por suelos seleccionados serán descartadas nuevamente al no disponer materiales de dicha clasificación.

Por lo tanto, las únicas formaciones de explanada posibles a ejecutar estarán formadas por suelos estabilizados in situ. En particular S-EST2 para la categoría dos de la explanada y S-EST3 para la categoría tres.

Para determinar finalmente que formación de la explanada es la escogida deberá emplearse el *artículo 512 Suelos estabilizados in situ del PG-3* para comprobar las limitaciones establecidas de granulometría, composición química y plasticidad de las características del suelo y con ello determinar cuál de las dos formaciones es la más idónea.

En primer lugar, los suelos estabilizados in situ dos (S-EST2) pueden ser conseguidos con cal o con cemento por lo que para cada uno de ellos se comprobarán las limitaciones correspondientes, al disponer de valores distintos para cada uno de ellos.

En el caso de los suelos estabilizados in situ dos (S-EST2) con cal, su granulometría deberá cumplir lo especificado en la *tabla 512.1.a.* del artículo previamente

nombrado. Los datos proporcionados del suelo indican que el 74% del material pasa por el tamiz 5 UNE, por lo que se garantiza que el cien por cien pasa por el tamiz 80 UNE. Aunque, el material que pasa por el tamiz 0.080 UNE se corresponde con el 16% por lo que no se garantiza que el quince por ciento o más pase por el tamiz 0.063 UNE

	Cernido acumulado (% en masa)	
	Abertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)	
	80	0.063
S-EST1 y S-EST2	100	≥ 15

Comprobando las limitaciones de composición química indicadas en la *tabla 512.2.* puede garantizarse que el contenido en materia orgánica es menor al indicado al ser menor del uno por ciento, siendo exactamente 0.5% y cumpliéndose así esta limitación. El contenido de sales solubles no ha podido ser comprobado al no disponerse de dichos datos.

Característica	Norma	Unidad	Tipo de suelo estabilizado		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
Materia orgánica (MO)	UNE 103204	% en masa	< 2	<1	
Sulfatos solubles (SO <sub>3</sub> )	UNE 103201	% en masa	< 0.7		

Por último, atendiendo a lo indicado en la *tabla 512.3.a.* con el fin de comprobar la plasticidad del suelo puede verificarse que el índice plástico no está entre los valores indicados, siendo dicho valor mucho menor (IP = 4).

Tipo de suelo estabilizado	Índice de plasticidad (IP) (Normas UNE 103103 y UNE 103104)
S-EST1	IP ≥ 12
S-EST2	12 ≤ IP ≤ 40

Tras la comprobación de las limitaciones estipuladas por el *artículo 512 del PG-3,* puede descartarse esta formación de explanada al no cumplir el índice de plasticidad y tampoco por el contenido que pasa por el tamiz 0.063 UNE.

A continuación, se procede a la comprobación de dichas limitaciones para los suelos estabilizados in situ dos con cemento.

La granulometría deberá garantizar el cumplimiento de las limitaciones indicadas en la *tabla 512.1.b.* del mismo artículo hasta ahora utilizado. En este caso, como en el anterior, el cien por ciento del material debe pasar por el tamiz 80 UNE cumpliéndose esta condición al pasar el 74% del material por el tamiz 5 UNE. Asimismo, debe garantizarse que más del veinte por ciento pasa por el tamiz 2 UNE siendo imposible esta comprobación al no disponer de dicha información. Aunque, puede observarse que por el tamiz 5 UNE pasa el 74% y el 16% por el tamiz 0.080 UNE lo que podría permitir interpretar que más del veinte por ciento pasa por el tamiz de la limitación, en caso de considerarse el material está bien graduado. Por último, la última condición indica que menos del cincuenta por ciento debe pasar por el tamiz 0.063 UNE cumpliéndose sin ninguna duda al pasar solamente el 16% por el tamiz 0.080 UNE.

	Cernido acumulado (% en masa)		
	Abertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)		
	80	2	0.063
S-EST1 y S-EST2	100	> 20	< 50
S-EST3			< 35

El contenido en materia orgánica cumple así mismo la limitación al poseer un porcentaje menos al uno por ciento, siendo exactamente del 0.5%. Dicha limitación es recogida en la *tabla 512.2.* en la que se indica junto el porcentaje máximo de sales solubles del que no se dispone información.

Por último, atendiendo a las limitaciones de plasticidad recogidas en la *tabla 512.3.b.* puede comprobarse el cumplimiento de ambas restricciones indicadas. En

primer lugar, el suelo posee un valor de 26 de límite líquido siendo menor al 40 indicado. Asimismo, posee un valor de 4 de índice de plasticidad siendo inferior a 15.

Característica	Norma	Tipo de suelo estabilizado		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
Límite Líquido (LL)	UNE 103103		≤ 40	
Índice de Plasticidad (IP)	UNE 103103 UNE 103104	≤ 15		

Como puede verificarse, la formación de este tipo de explanada cumple todas las limitaciones indicadas siendo una opción posible, aunque no definitiva, ya que falta la comprobación de la formación de la explanada con suelos estabilizados in situ tres con cemento, la cual se desarrolla a continuación.

Las limitaciones granulométricas para suelos estabilizados in situ tres no sufren grandes diferencias con las limitaciones para suelos estabilizados in situ dos con cemento. Sin embargo, cabe destacar que el porcentaje que debe pasar por el tamiz 0.063 UNE es menor, aunque puede considerarse su cumplimiento en caso de interpretar que el material está bien graduado.

Las limitaciones por composición química no han variado, indicadas en la *tabla 512.2.* por lo que se verifica su cumplimiento de nuevo. Asimismo, tampoco lo han hecho las relacionadas con la plasticidad del suelo indicadas en la *tabla 512.3.b.* por ello también se verifica su cumplimiento. Siendo finalmente esta formación de explanada una de las opciones idóneas para ejecutar.

Como se ha justificado anteriormente, las dos opciones posibles a ejecutar se caracterizan por estar formadas por suelos estabilizados in situ con cemento. Aunque, cada una de ellas tiene un espesor distinto y las limitaciones granulométricas son sensiblemente más estrictas en el suelo estabilizado in situ tres. Por este motivo, la categoría de explanada dos (E2) será finalmente escogida ya que la formación que la compone (S-EST2 con cemento) garantiza un

cumplimiento de la granulometría más preciso y posee un menor espesor lo que permite un menor coste.

### 7.3.4.3. Sección de firme

El firme se caracteriza por un conjunto de capas ejecutadas con materiales seleccionados que constituyen la superestructura de la plataforma, siendo capaz de resistir las cargas del tráfico y permitir una circulación segura y con comodidad.

Esta elección de la sección del firme estará influenciada por la categoría de tráfico pesado estimada para el año de puesta en servicio y por la categoría de explanada. En este caso, se ha estimado una categoría de tráfico T42 y será necesario dimensionar la sección del firme para las dos categorías de explanadas identificadas.

Atendiendo a la *figura 2.2. Categorías de secciones de firmes* de la Norma 6.1., pueden identificarse tres secciones para cada una de las categorías de explanada. Destacando que, únicamente se diferencian por el espesor que presenta cada una de ellas al estar constituidas por las mismas formaciones en la base, subbase y pavimento del firme. Siendo las tres opciones de sección de firme para cada categoría de la explanada las siguientes:



Las secciones de firme 4224 y 4234 constituidas por hormigón de firme han sido descartadas al no proporcionar continuidad con las carreteras existentes, ya que

ninguna de ellas está formada por este tipo de sección. Por lo tanto, para establecer las secciones de firme a ejecutar deberá comprobarse que cumplen las restantes con las limitaciones indicadas en los artículos correspondientes del PG-3 para establecer finalmente la sección de firme definitiva.

En primer lugar, las secciones 4221 y 4231 están constituidas por zahorra artificial por lo que deberá verificarse el cumplimiento de las limitaciones establecidas en el artículo 510 Zahorras del PG-3. Entre estas se encuentra el contenido de composición química, el índice de lajas, el coeficiente de Los Ángeles y el equivalente de arena. En este caso, no se dispone de los datos de dicho material al no haberse determinado una cantera, pero en caso de ser seleccionada esta sección de firme deberá cumplir dichas limitaciones.

En caso de ejecutarse las secciones de firme 4222 o 4232 formadas en la base y subbase por suelocemento, deberá cumplirse con lo indicado en el artículo 513 Materiales tratados con cemento del PG-3 siendo necesaria la comprobación de la composición química y plasticidad del material granular. Por lo tanto, dichas comprobaciones se van a comprobar del material clasificado como adecuado.

Atendiendo al contenido máximo de materia orgánica permitido, indicado en el apartado 513.2.3.2 Composición química de dicho artículo, puede verificarse su cumplimiento al no superar el uno por ciento al disponer exactamente cero y medio por ciento. Asimismo, en el apartado 513.2.3.3 Plasticidad se indica que el límite líquido debe ser inferior a treinta y el índice de plasticidad menor a doce, cumpliéndose ambas limitaciones al poseer un límite líquido con valor de veintiséis y un índice de plasticidad con un valor de cuatro.

Tras la comprobación de dichas limitaciones puede considerarse que las dos secciones disponibles cumplen los requisitos para ser las secciones finalmente escogidas. Aunque, la norma indica que es imprescindible prefisurar las capas tratadas con cemento con espaciamentos entre tres o cuatro metros para que el hormigón no afecte a las capas superiores, incluso es necesario la implantación de una central en obra que sea capaz de la producción de dichas capas. Por lo tanto,

teniendo en cuenta que esta alternativa dispone de alrededor de dos kilómetros y medio estas opciones no serán rentables económicamente, aunque sus espesores sean menores o iguales a las de las secciones 4221 y 4231.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que las secciones 4221 y 4231 pueden ser ejecutadas en caso de cumplir la zahorra artificial proporcionada por alguna cantera las limitaciones indicadas en el artículo 510 del PG-3, estas serán finalmente las escogidas.

La sección 4221, perteneciente a la segunda categoría de explanada, se caracteriza por presentar 25 centímetros de zahorra artificial en la subbase y únicamente 5 centímetros de mezcla bituminosa. Por lo tanto, para garantizar dicho espesor de mezcla bituminosa únicamente se ejecutará la capa de rodadura, ya que esta capa desempeña tanto las funciones estructurales como funcionales.

Asimismo, la sección 4231 perteneciente a la categoría tres de explanada se caracteriza por un menor espesor de zahorra artificial, siendo exactamente de 20 centímetros de espesor. De igual modo, el espesor de mezcla bituminosa se caracteriza por 5 centímetros y presentará las mismas características que la sección anterior con el fin de permitir continuidad a la traza de la carretera.

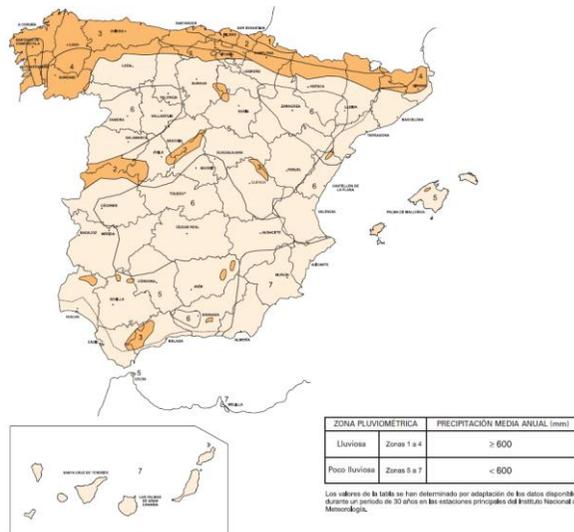
Finalmente, para determinar el tipo de mezcla bituminosa a ejecutar deberá consultarse la tabla 7 de la Norma 6.1 IC: Secciones de firmes. Para lo que se deberá disponer de la categoría de tráfico, el tipo de capa y el espesor de la misma.

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		

En este caso, el espesor únicamente estará formado por la capa de rodadura y atendiendo a la categoría de tráfico pesado únicamente se podrá disponer mezclas bituminosas discontinuas (BBTM) o de mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso (AC).

Atendiendo que las mezclas bituminosas discontinuas poseen un máximo espesor de tres centímetros, finalmente se empleará cinco centímetros de mezclas bituminosas tipo hormigón para la capa de rodadura de la sección del firme.

Cabe destacar que, el tipo de mezclas bituminosas discontinuas permiten una mayor seguridad de la rodadura en zonas de lluvias con pavimento mojado siendo recomendable emplear este tipo de mezclas en zonas. Consultando la *figura 4. Zonas pluviométricas* de la norma previamente citada, puede observarse que el municipio de Navarrés se sitúa en zona de pluviometría de poca lluvia siendo no recomendable el uso de este tipo de mezcla bituminosa.



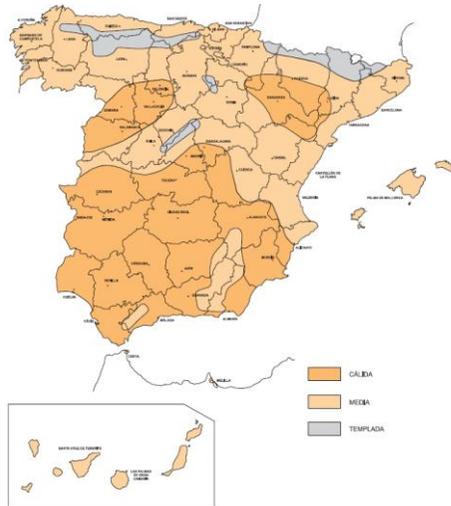
Por lo tanto, atendiendo a la justificación por el máximo espesor de la mezcla y a lo desarrollado anteriormente las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso serán las finalmente ejecutadas.

Para finalizar el diseño de la sección del firme, deberá determinarse el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear. Para ello, se empleará el *artículo 542. Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso*, en especial la *tabla 542.9* para determinar el tipo de mezcla en función del espesor y la *tabla 542.1.a.* para determinar el tipo de ligante hidrocarbonatado.

Tipo de capa	Tipo de mezcla Denominación. Norma UNE-EN 13108-1	Espesor
Rodadura	AC 16 surf D	4 - 5
	AC 16 surf S	
	AC 22 surf D	> 5
	AC 22 surf S	

En primer lugar, entre los diferentes tipos de mezcla a emplear en la capa de rodadura finalmente se dispondrá una AC 16 surf D. Descartándose aquellas con tamaño máximo del árido de 22 milímetros, ya que el espesor de dichas capas debe ser mayor a cinco centímetros lo cual no puede ser cumplido. Asimismo, se dispone de una granulometría densa (D) al disponerse en la última y única capa de la mezcla.

Por último, para la elección del tipo ligante hidrocarbonatado será necesario disponer de la categoría de tráfico y de la zona térmica estival donde se encuentra el municipio de Navarrés. Por ello empleando la *figura 3 de la norma 6.1.* puede establecerse una zona estival media y una categoría de tráfico T42, como se ha desarrollado en el apartado *7.3.4.1 Categoría de tráfico.*



Zona Ttèrmica Estival	Categoría de tráfico					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y Arcenes	T4
Media	35/50		35/50			
		BC 35/50	50/70	50/70	50/70	50/70
	PMB 45/80-60	BC 35/50	BC 50/70	BC 50/70	70/100	70/100
	PMB 45/80-65	BC 50/70	PMB 45/80-60	BC 50/70	BC 50/70	BC 50/70
		PMB 45/80-60				

Atendiendo a estas dos variables puede disponerse de tres ligantes diferentes, empleando finalmente 50/70.

Tras todas las justificaciones realizadas en los apartados anteriores puede finalmente indicarse el firme finalmente escogido para cada zona identificada.

En la mayor parte de la traza se dispondrá de una explanada de categoría dos formada por suelos estabilizados in situ dos (S-EST2) con cemento de veinticinco

centímetros de espesor sobre suelo adecuado. Seguidamente, se dispondrá el paquete de firmes 4221 formado por veinticinco centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Esta última estará solo constituida por la capa de rodadura debido a su poco espesor designada como AC 16 surf 50/70 D.

En cambio, en los últimos puntos kilométricos donde se identifiquen rocas pertenecientes al Terciario se dispondrá una explanada de categoría tres formada por una capa de hormigón. Sobre ella, se dispondrá el paquete de firmes 4231 constituido por veinte centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Caracterizándose esta última por poseer las mismas propiedades que la mezcla bituminosa de la sección anterior con el fin de proporcionar continuidad a la carretera.

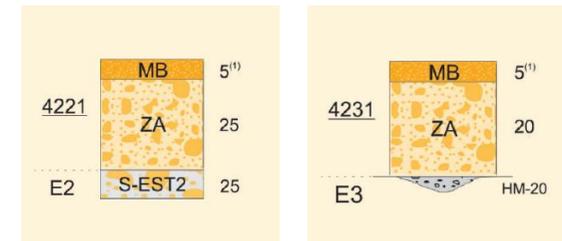


Figura 37. Secciones de firme a disponer en la alternativa 1. (Fuente: propia)

#### 7.3.4. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras

El volumen de movimiento de tierras que pueda producirse durante la ejecución de esta alternativa se ha estimado mediante el software Civil 3D diferenciándose los dos tipos de materiales que se encuentran en la traza.

Sobre el material perteneciente al Cuaternario identificado hasta el P.K. 2+200 de la traza se estima un volumen de desmonte de 25.783,51 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 8.594,25 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, existen 17.171,26 m<sup>3</sup> de material que

podrían ser transportados a vertedero o empleados para la estabilización del material de la explanada tras haber sido clasificado como adecuado.

Asimismo, atendiendo los últimos puntos kilométricos de la traza donde se identifican rocas pertenecientes al Terciario (P.K. 2+200 – P.K. 2+242,47) se estima un volumen de desmonte de 1.018,06 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 60,29 m<sup>3</sup> siendo necesario el transporte a vertedero del material sobrante.

La estimación final del volumen transportado a vertedero estará determinada por el volumen de material necesario para la ejecución de la explanada. Para esta determinación se ha empleado el software Navisworks Manage estimándose así 6.355,62 m<sup>3</sup> necesarios para dicha ejecución. Este volumen de material se obtendrá del material sobrante perteneciente al Cuaternario, ya que es posible emplearlo en todas las zonas de la explanada tras haber sido clasificado como suelo adecuado.

Por lo tanto, finalmente la ejecución de esta alternativa supondrá un volumen de desmonte de 26.783,57 m<sup>3</sup>, un volumen de terraplén de 8.654,54 m<sup>3</sup> y un volumen de 11.773,41 m<sup>3</sup> de material transportado a vertedero.

	Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen explanada	Volumen neto
Material Cuaternario	0+000 - 2+200	25765.51	8594.25	6355.62	10815.64
Material Terciario	2+200 - 2+422,47	1018.06	60.29	-	957.77
	<b>Total</b>	<b>26783.57</b>	<b>8654.54</b>	6355.62	<b>11773.41</b>

En el apartado 1. *Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560 del Apéndice 10. Impacto focalizado en el movimiento de tierras*, pueden encontrarse los movimientos de tierras cada cinco metros obtenidos del software Civil 3D en caso de ser necesario la comprobación de los volúmenes totales de desmonte y terraplén.

### 7.3.5. Valoración económica

Atendiendo la ejecución de la CV-580 por el Oeste del municipio de Navarrés con el objetivo de disminuir el tráfico en la travesía y proporcionar una circulación más segura y cómoda se ha llevado a cabo una valoración económica de dicha ejecución.

Para dicha valoración se ha empleado las unidades de obra necesarias junto con las diversas unidades de medición y precio unitario de cada una, estimando así el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) tras la suma de todas ellas. Seguidamente, se han añadido los porcentajes correspondientes a gastos generales, beneficio industrial e Impuesto de Valor Añadido (IVA) para estimar finalmente el Presupuesto Base de Licitación (PBL) aproximado de esta alternativa.

Cabe mencionar que, para el desarrollo de esta estimación se ha empleado la información facilitada por la base de Precios de Edificación y Obra Civil en España (PREOC) para la determinación del precio unitario de cada unidad de obra.

Finalmente, la estimación de la valoración económica de esta alternativa asciende a 1.346.220,01 euros. Encontrándose en el apartado 2. *Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560 del Apéndice 11. Valoración económica* la justificación del valor aproximado para cada unidad de obra y los porcentajes aplicados para dicha estimación.

Capítulo	Precio total (€)
1. Movimiento de tierras	539.517,67
2. Firmes.	395.422,27
<b>Presupuesto Ejecución Material</b>	<b>934.939,94</b>



Presupuesto Ejecución Material (PEM)		934.939,94 €
13,00% Gastos Generales (GG)	121.542,19 €	
6,00% Beneficio Industrial (BI)	56.096,39 €	
Suma de GG y BI		177.638,59 €
Total presupuesto sin IVA		1.112.578,52€
21,00% IVA		233.641,49 €
Presupuesto Base de Licitación (PBL)		<b>1.346.220,01 €</b>

#### 7.4. Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560

Para el estudio de esta última alternativa se considera la intensidad de tráfico proveniente de la CV-560, por lo que la circunvalación sería ejecutada por el Este del municipio. Asimismo, deben diferenciarse dos tramos dentro de la misma atendiendo a los diferentes itinerarios que realizan los vehículos.

En ambos tramos, deben considerarse aquellos vehículos de paso del aforo manual los cuales han sido empleados para el estudio de la primera alternativa, aquellos en relación con Bolbaite y Quesa, ya que en caso de ejecutarse cualquiera de las dos alternativas emplearían la variante.

Sin embargo, el primer tramo diferenciado de esta alternativa deberá atender también los vehículos de paso que hacen uso de la CV-560 con dirección tanto ascendente como descendente hacia Quesa, obtenidos de misma manera del aforo manual con registro de matrículas. En cambio, el segundo tramo se diferencia del primero por considerar los vehículos que emplean la CV-560 cuyos itinerarios están relacionados con el municipio de Bolbaite.

La consideración de la CV-560 para el desarrollo de esta alternativa produce un aumento del porcentaje de vehículos que harían uso de la variante. Por ello, atendiendo a los datos obtenidos del aforo manual puede estimarse el porcentaje de vehículos de paso y con ello el porcentaje de vehículos que haría uso de esta alternativa, los cuales son indicados a continuación diferenciando los tramos de la carretera del estudio y los dos tramos dentro de la variante.

- Primer tramo de la CV-580 (Bolbaite ↔ Navarrés): 32,06%
- Segundo tramo de la CV-580 (Navarrés ↔ Quesa): 62,96%
- Tramo uno de la alternativa (CV – 560 ↔ Quesa): 23,64%
- Tramo dos de la alternativa (CV – 560 ↔ Bolbaite): 100%

		Ascendente	Descendente
CV-580	Bolbaite	33,02	31,11
	Quesa	52,17	73,74
CV-560	Quesa	30,61	16,67
	Bolbaite	100	100

En la tabla anterior, puede observarse la distinción del porcentaje de vehículos de paso atendiendo al sentido de circulación ascendente y descendente. Asimismo, en el caso de la carretera CV-560 puede distinguirse también el porcentaje de aquellos vehículos de paso atendiendo el itinerario que realizan, diferenciando si provienen de o se dirigen a Bolbaite o Quesa, correspondiéndose cada uno con los dos tramos diferenciados de la variante.

Destaca el porcentaje de vehículos de la CV-560 en relación con el municipio de Bolbaite, aunque cabe decir que los vehículos que realizan este itinerario son todos de paso ya que ninguno de ellos no llega a acceder al municipio de Navarrés

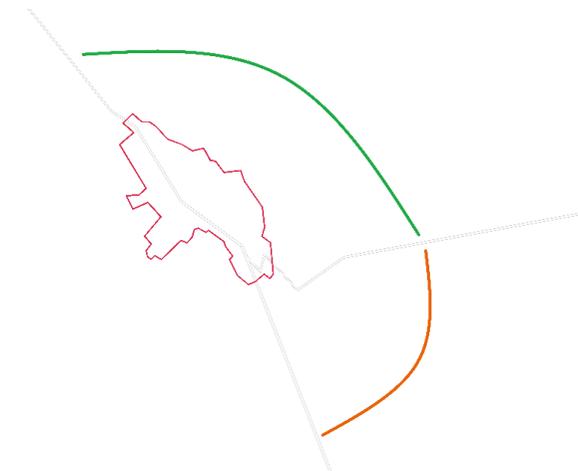


Figura 38. Croquis de la solución propuesta de la alternativa 2.  
(Fuente: propia)

Atendiendo esta propuesta, se desarrollan a partir de ahora los estudios especificados en el apartado 7 *Definición de alternativas*. Para esta alternativa en concreto.

#### 7.4.1. Estudio de tráfico

##### 7.4.1.1. Estimación Intensidad Media Diaria

Como se ha expresado anteriormente, para el estudio de esta alternativa se diferencian dos tramos dentro de ella. Por ello, se estimarán dos valores de la Intensidad Media Diaria que corresponderán a los diferentes tramos de la variante a ejecutar y serán estimados mediante el mismo procedimiento que se ha llevado a cabo para el estudio de la situación actual y la anterior alternativa propuesta.

Por ello para la estimación de la Intensidad Media Diaria en ambos casos, se deberá proceder mediante las relaciones con las estaciones afines correspondientes a cada carretera y se deberán llevar a cabo los incrementos acumulativos para estimar la intensidad en el año de puesta en servicio y en el año horizonte.

Como se ha expresado anteriormente, en el primer tramo de la alternativa se consideran los vehículos de paso que harían uso de la CV-580 junto con aquellos vehículos de paso que hacen uso de la CV-560 en relación con el municipio de Quesa. Del mismo modo, para la estimación de la Intensidad Media Diaria se han diferenciado los diferentes movimientos que pueden producirse en este tramo de la variante, indicados los valores considerados en la siguiente tabla.

	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Ascendente	262	18	6,94	274	19	6,94	364	25	6,94
Descendente	266	11	4,11	277	11	4,11	369	15	4,11

Comparando ambos sentidos de circulación, estos no presentan grandes diferencias en relación con la intensidad de vehículos que puedan emplear este tramo al día,

aunque se puede apreciar una mayor intensidad de vehículos pesados en sentido ascendente.

La Intensidad Media Diaria de este primer tramo de la alternativa supone la suma de ambos sentidos de circulación, por lo que en la actualidad 528 vehículos al día harían uso de ella. En cambio, aplicando los incrementos acumulativos la intensidad en el año de puesto en servicio sería de 551 vehículos al día y 733 vehículos al día en el año horizonte. Encontrándose detallada cada estimación en 7.3.1.1. *Alternativa 2. Variante con afectación de la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico.*

	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Variante - Tramo 1	528	29	5,52	551	30	5,52	733	40	5,52

Para la estimación de la Intensidad Media Diaria del segundo tramo de esta alternativa, se consideran los vehículos de paso que harían uso de la CV-580 y aquellos que hacen uso de la CV-560 que realizan cualquier itinerario en relación con el municipio de Bolbaite. Por lo tanto, se procederá del mismo modo que se ha llevado a cabo para el primer tramo, además de diferenciarse previamente la intensidad de vehículos que circulan al día atendiendo el sentido de circulación.

	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Ascendente	255	18	7,14	266	19	7,14	354	25	7,14
Descendente	309	15	4,71	323	15	4,71	430	20	4,71

En este tramo, tampoco se aprecia una pequeña diferencia entre cada sentido de circulación, pero sí que se observa una mayor intensidad de vehículos pesados en sentido ascendente.

Atendiendo que la Intensidad Media Diaria de este tramo de la variante supone la suma de ambos sentidos, en caso de ejecutarse esta alternativa 564 vehículos al día

harían uso de la misma en la actualidad. Aumentando a 589 vehículos al día en el año de puesta en servicio y 784 vehículos al día en el año horizonte, tras haber aplicado los incrementos acumulativos. En el 7.3.1.2. *Alternativa 2. Variante con afectación de la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico* puede encontrarse detallado la estimación que se ha llevado a cabo para cada año.

	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Variante - Tramo 2	564	33	5,8	589	34	5,8	784	46	5,8

Esta alternativa supondría una disminución considerable del tráfico a través del municipio de Navarrés, ya que en este caso un mayor porcentaje de vehículos harían uso de la variante al producirse la ramificación de los vehículos que circulaban por la travesía del municipio y al mismo tiempo hacían uso de la CV-560.

Por ello, para la estimación de la Intensidad Media Diaria de la travesía deberá procederse de manera que se tenga en cuenta solamente aquellos vehículos que harían uso de ella tras ejecutarse esta alternativa, considerando todos los movimientos posibles observados durante el aforo manual. Siguiéndose el mismo procedimiento que en los casos anteriores mediante las relaciones con las estaciones afines correspondientes y aplicando a su vez los incrementos acumulativos, cuando sea necesario.

En este caso, para el año actual 1746 vehículos al día emplearían la travesía, en el año de puesta en servicio 1822 vehículos al día y para el año horizonte 2426 vehículos al día.

	2020			2023			2043		
	Actualidad			Año de servicio			Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
	1746	29	1,7	1822	31	1,7	2426	41	1,7

En comparación con la situación actual y en caso de ejecutarse esta variante, la intensidad de tráfico en el municipio se vería reducida un 38,54%, presentando una reducción del 68,13% si se compara con la intensidad de vehículos pesados. Cabe remarcar que estos porcentajes son mayores en comparación con la primera alternativa propuesta, desarrollada previamente a esta en el apartado 7.3.1 *Estudio de tráfico*.

Asimismo, en el 7.3.2. *Alternativa 2. Variante con afectación de la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico* se ha desarrollado con mayor precisión los cálculos obtenidos para la travesía en caso de ejecutar esta alternativa y ser necesario su consulta.

#### 7.4.1.2. Intensidad Hora Punta

Como en los dos casos anteriores, la Intensidad en Hora Punta será obtenida mediante un valor del 10% de la Intensidad Media Diaria al tratarse las carreteras del estudio interurbanas.

Esta Intensidad en Hora Punta deberá estimarse tanto para la posible alternativa a ejecutar, diferenciado los dos tramos dentro de la misma, como para la travesía que discurre por el municipio de Navarrés al verse la intensidad de tráfico influenciada.

Variante		2020	2023	2043
		Libro de Aforos	Actualidad	Año de servicio
		IHP (vh/h)		
Travesía	Tramo 1	53	55	73
	Tramo 2	56	59	78
Travesía		175	182	243

#### 7.4.1.3. Estimación del nivel de servicio

El *Highway Capacity Manual. Sixth Edition (HCM6)* permitirá la estimación del nivel de servicio tanto de la posible variante a ejecutar como de la travesía que discurre

por Navarrés nuevamente, tras la desviación de parte del tráfico. Previamente, debe identificarse la tipología de ambas carreteras y con ello determinar los parámetros que deben obtenerse en cada caso.

Para la futura variante y ambos tamos son clasificados con la clase II, por lo que se deberá estimar el porcentaje de tiempo en cola (PTSF). En cambio, como en las otras dos ocasiones anteriores, la travesía que discurre por el municipio es identificada con la clase III y deberá estimarse así el porcentaje de velocidad libre (PFFS).

El procedimiento llevado a cabo para la estimación del nivel de servicio de esta alternativa coincide con el realizado para la alternativa uno. Sin embargo, en este caso se dispondrán de Intensidades Medias Diarias, Intensidades en Hora Punta y porcentajes de pesados diferentes lo que producirá una estimación de distintos Niveles de Servicio, además de diferenciarse dos tramos en la misma variante. En caso de ser necesario la consulta de los cálculos desarrollados, estos pueden encontrarse en el apartado 10.3. *Alternativa 2. Variante con afectación de la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico.*

		En la actualidad 2020		Año horizonte 2043	
		Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
Variante	Tramo 1	A	A	A	A
	Tramo 2	A	A	A	A
Travesía		B		B	

Tabla 5. Niveles de Servicio estimados para la alternativa 2. (Fuente: propia)

En la tabla anterior (Tabla 5. Niveles de Servicio estimados para la alternativa 2. (Fuente: propia)) figuran los niveles de servicio estimados, siendo para ambos tramos de la posible variante a ejecutar el máximo nivel de servicio donde los vehículos podrían circular a la máxima velocidad según la geometría de la vía.

En cambio, en la travesía puede identificarse el segundo mejor nivel de servicio para la actualidad produciéndose una ligera reducción de la velocidad, sin poder mantener la velocidad límite. Estimándose el mismo nivel de servicio para el año horizonte y con ello presentando las mismas características.

#### 7.4.2. Estudio del trazado

Esta alternativa posee una longitud total de 4281,68 metros existiendo en el punto kilómetro 2235,65 la intersección con la CV-560. Por lo tanto, el primer tramo de esta alternativa posee una longitud de 2046,03 metros y el segundo con 2235,65 metros.



Figura 39. Trazado de la solución propuesta para la alternativa 2. (Fuente: propia)

De misma manera, está formada por cuarenta y siete elementos en planta y veintitrés en alzado, diferenciándose en cada uno de ellos elementos de diferentes características.

En primer lugar, el trazado en planta está compuesto por doce curvas circulares, las cuales cumplen con el radio mínimo indicado por la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* (130 metros) siendo un radio de 325 metros el máximo empleado. Asimismo, atendiendo a que la mayoría de ellos se caracterizan por poseer radios menores a 250 metros, ha sido necesario incrementar el ancho de los carriles en estas secciones.

Todas las curvas circulares, exceptuando la de mayor radio, poseen sus respectivas curvas de transición tanto de entrada como de salida, por lo tanto, el trazado en planta se compone por veintidós clotoides y todas ellas se caracterizan por presentar parámetros y longitudes mayores a los mínimos. Atendiendo a la curva circular sin presencia de curvas de transición, debe verificarse que el ángulo de giro debe ser menor a 6 gonios, siendo en este caso exactamente de 5,9705 gonios, por lo tanto, se verifica su cumplimiento.

Asimismo, el trazado en planta está compuesto por trece rectas donde todas ellas cumplen con las limitaciones impuestas por la norma. Cabe destacar que poseen longitud menor a 400 metros, por lo tanto, ha sido necesario realizar la comprobación entre radios consecutivos obteniéndose el cumplimiento de todos ellos. La recta situada entre el P.K. 1+893,32 y el P.K. 2+469,92 posee una longitud de 576,603 metros siendo mayor a cuatrocientos metros. Sin embargo, sobre ella se produce la intersección con la CV-560 lo que producirá la ejecución de dos rectas independientes, siendo cada una de ellas de longitud menor a cuatrocientos metros tras la ejecución de la intersección.

Como se ha comentado anteriormente, el trazado en alzado está compuesto por veintitrés elementos entre los que se encuentran doce tangentes y once acuerdos verticales, caracterizándose seis de ellos por ser cóncavos y cinco por ser convexos.

La pendiente mínima posee una inclinación del 0,55% y la máxima del 7,24%, por lo tanto, se cumplen ambas restricciones indicadas por la instrucción. Remarcar que, la pendiente máxima no es superior a la indicada a emplear en casos excepcionales,

por lo tanto, se verifica su cumplimiento. Del mismo modo, se ha comprobado el cumplimiento de los parámetros mínimos de cada acuerdo.

Cabe destacar que la zona donde discurre esta alternativa se caracteriza por ser una zona plana con pequeños relieves, como se ha justificado en el apartado *5.2 Geomorfología*. Por lo tanto garantizar el cumplimiento de la Instrucción de Trazado 3.1. I.C. ha sido de gran dificultad al existir pendientes de grandes porcentajes.

En los apartados *2. Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560* tanto del *Apéndice 5. Estado de alineaciones* como del *Apéndice 6. Estado de rasantes* puede encontrarse el estado de alineaciones tanto del trazado en planta como el trazado en alzado junto con las múltiples comprobaciones realizadas. Asimismo, puede encontrarse la comprobación de la coordinación del trazado en planta y alzado empleando los criterios indicados por la instrucción. Observando que, dos acuerdos verticales no verifican el cumplimiento del criterio reglamentario, aunque si garantizan el cumplimiento del criterio mínimo, por lo tanto, en ambos casos se verifica su cumplimiento.

Esta alternativa se caracteriza por tener concurrencia con la actual CV-580 al principio y al final del municipio y la intersección con la CV-560, por lo tanto, es necesario considerar la posibilidad de ejecutar tres intersecciones en esta alternativa. La primera de ellas únicamente consistiría en proporcionar un ramal nuevo a la glorieta ya existente al principio del municipio. Aunque, para la ejecución de la intersección con la CV-560 y en la salida del municipio sería necesario la generación de un estudio de soluciones independiente a este trabajo, al no ser el objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado (TFG).

Del mismo modo, entre el *plano nº6* y el *plano nº9* puede encontrarse por donde discurre la traza de esta alternativa además del perfil longitudinal junto con el diagrama de curvatura y peralte. Asimismo, se han detallado tanto las secciones tipo.

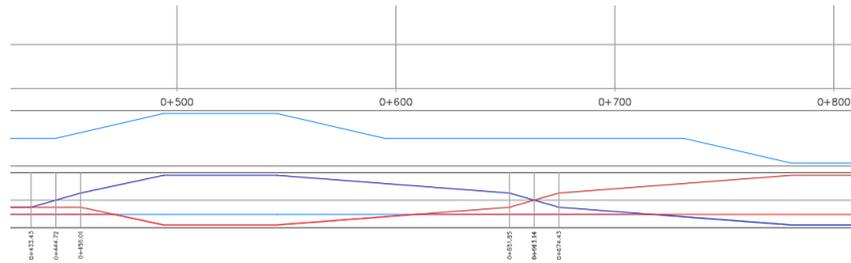


Figura 40. Diagrama de curvaturas y peralte entre el P.K. 0+500 y el P.K. 0+800.  
(Fuente: propia)

Asimismo, se ha empleado el software Civil 3D para el análisis de la visibilidad de parada en ambos sentidos de circulación según el criterio indicado por la instrucción. Para este análisis ha sido necesario obtener dicha visibilidad cada cinco metros sobre el trazado de la carretera y la distancia de parada atendiendo las características de la alternativa, siendo de 69,68 metros. Esto permitirá determinar si es necesario actuar y realizar alguna modificación en el trazado de la carretera con el fin de proporcionar mayor visibilidad y aumentar la seguridad vial.

Como puede comprobarse en el apartado 2. *Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560 del Apéndice 7. Perfiles de visibilidad*, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada. Atendiendo a las curvas existentes en ninguna de ellas se dispone de una visibilidad reducida, por lo tanto, se verifica una correcta visibilidad de parada a lo largo de todo su recorrido siendo innecesaria la modificación del trazado.

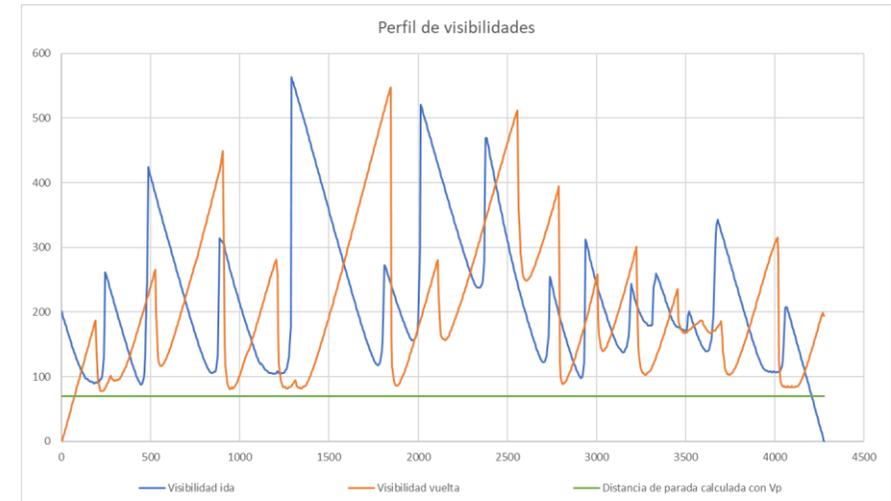


Gráfico 7. Perfil de visibilidades. (Fuente: propia)

Cabe remarcar que, para el diseño del trazado de esta alternativa no se han tenido grandes dificultades al considerar los condicionantes estudiados con anterioridad en el apartado 5 *Estudios previos*, únicamente los mencionados anteriormente relacionados con la geomorfología de la zona.

#### 7.4.3. Seguridad vial

La seguridad vial que se debe intentar garantizar durante el recorrido de la alternativa tiene que ser la máxima posible. Por este motivo, se ha llevado a cabo el análisis de la consistencia del trazado geométrico mediante el *Criterio I y II de Lamm* y el *Modelo global de Camacho-Torregorsa et al.* con el fin de determinar el grado de seguridad vial que pueda alcanzarse junto con la identificación de zonas conflictivas y la estimación del número de accidentes con víctimas en 10 años.

La aplicación de estos criterios implica la estimación de la velocidad de operación, siendo necesario el empleo de los cuatro modelos indicados en el apartado 7.1.2 *Criterios empleados para el análisis de la consistencia* en función de si la velocidad es estimada en una alineación recta o curva y si se producen aceleraciones o deceleraciones.

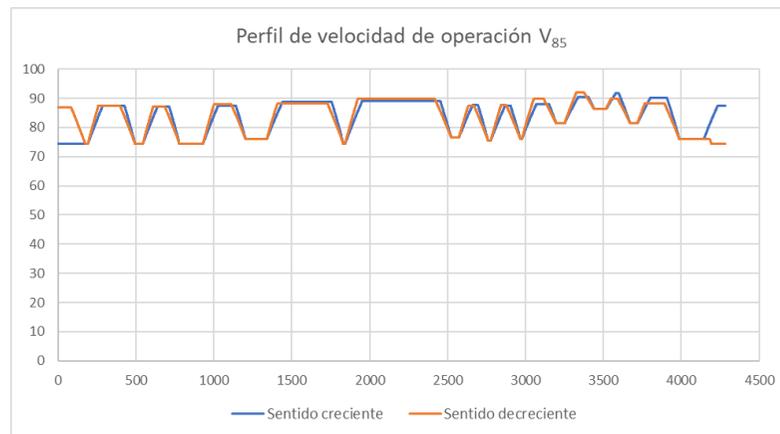


Gráfico 8. Perfil de velocidad de operación  $V_{85}$ . (Fuente: propia)

En el gráfico anterior, quedan recogidas las velocidades de operación estimadas para cada P.K. en ambos sentidos de circulación, encontrándose en el apartado 2. *Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560 del Apéndice 8. Velocidades de operación los valores estimados para cada P.K.* Cabe remarcar que esta alternativa se identifica como un tramo coartado al existir en cada extremo una glorieta o intersección.

Asimismo, sobre esta alternativa se identifican dos tramos independientes, por lo que, debería existir una limitación en la unión de ambos tras la posibilidad de la ejecución de una glorieta o intersección. Aunque, para este análisis se ha

considerado como vía principal el trazado de esta alternativa siendo innecesaria dicha limitación.

Por lo tanto, la unión entre la carretera y las intersecciones debería realizarse mediante la sucesión de curvas con el fin de permitir la reducción de la velocidad hasta la recomendada para circular por las glorietas, 40 km/h. Esta sucesión no ha sido recogida en el desarrollo de este estudio, por lo tanto, las velocidades estimadas únicamente dependen de la geometría del tronco de la carretera al no haberse limitado las velocidades en los extremos.

La estimación de la consistencia de esta alternativa se ha llevado a cabo de manera independiente para cada tramo, al disponer de Intensidades Medias Diarias diferentes en cada uno de ellos. Aunque, cabe mencionar que sobre cada uno se han aplicado los mismos criterios (*Criterio I y II de Lamm y Modelo Global de Camacho-Torregorsa et al.*) lo que supondrá un análisis en mayor detalle de la seguridad vial que pueda alcanzarse en cada tramo.

En primer lugar, han sido analizados los primeros 2.236 metros del trazado de esta alternativa donde se estima una Intensidad Media Diaria de 734 vehículos al día en el año horizonte. Por lo tanto, tras la aplicación del *Criterio I de Lamm*, el cual incluye la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento geométrico ( $V_{85i}$ ) junto con la velocidad de diseño ( $V_d = 60$  km/h), han podido identificarse 831 metros con consistencia aceptable y 1.406 con consistencia pobre en sentido creciente. Asimismo, en sentido decreciente han podido identificarse 681 metros con consistencia aceptable y 1.555 con consistencia pobre.

Cabe destacar que, este modelo empleado para el cálculo del *Criterio I de Lamm* fue desarrollado por americanos quienes no consideran la velocidad de diseño de misma manera que la instrucción española. Por lo tanto, para una correcta estimación de dicho criterio se emplea una velocidad próxima a la mínima observada, empleando 70 km/h en vez de la velocidad de diseño estipulada anteriormente. Se identifican finalmente los mismos metros para cada rango de consistencia, aunque cada uno de ellos es aumentado un nivel, es decir, 831 metros

con consistencia buena y 1.406 con consistencia aceptable en sentido creciente. A diferencia, 681 metros con consistencia buena y 1.555 con consistencia aceptable en sentido decreciente.

En cambio, atendiendo los resultados obtenidos tras la aplicación del *Criterio II de Lamm* se ha identificado el rango de consistencia aceptable en toda la traza y en ambos sentidos de circulación, como puede apreciarse en las siguientes tablas las cuales recogen los resultados de dicha estimación.

Sentido creciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
427	494	87.48	74.53	12.95	Aceptable
713	779	87.23	74.53	12.7	Aceptable
1142	1204	87.41	76.14	11.27	Aceptable
1756	1831	88.85	74.53	14.32	Aceptable

Tabla 6. Rangos de consistencia en sentido creciente con el *Criterio II de Lamm* del tramo 1. (Fuente: propia)

Sentido decreciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
1925	1844	89.81	74.53	15.28	Aceptable
1409	1341	88.27	76.14	12.13	Aceptable
1002	932	87.99	74.53	13.46	Aceptable
612	546	87.23	74.53	12.7	Aceptable
260	193	87.48	74.53	12.95	Aceptable

Tabla 7. Rangos de consistencia en sentido decreciente con el *Criterio II de Lamm* del tramo 1. (Fuente: propia)

Por último, tras la aplicación del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*, el cual considera los promedios tanto de velocidad de operación como la tasa de

deceleración, ha podido identificarse un índice de consistencia de valor 2,69 lo que implica una caracterización aceptable de la consistencia. Asimismo, este modelo obtiene una relación directa con la siniestralidad lo que ha permitido estimar 1,88 accidentes en diez años.

Por lo tanto, tras la aplicación de estos tres criterios puede considerarse una consistencia aceptable a lo largo del trazado de esta alternativa, lo que implica un alto grado de seguridad vial.

Sobre el segundo tramo del trazado de esta alternativa caracterizada por poseer una longitud de 2.046 metros y una Intensidad Media Diaria de 733 vehículos al día en el año horizonte, se ha procedido de la misma manera que en el tramo anterior.

Por lo tanto, tras la aplicación del *Criterio I de Lamm* y su aproximación han podido identificarse 431 metros con consistencia buena y 1.616 con consistencia aceptable en sentido creciente. Asimismo, en sentido decreciente han podido identificarse 476 metros con consistencia buena y 1.570 con consistencia aceptable.

En cambio, atendiendo los resultados obtenidos tras la aplicación del *Criterio II de Lamm* se han identificado los rangos de consistencia buena y aceptable en ambos sentidos de circulación, encontrándose el segundo rango mencionado en mayor parte del trazado como puede apreciarse en las siguientes tablas las cuales recogen los resultados de dicha estimación.

Sentido creciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
2453	2524	89.05	76.62	12.43	Aceptable
2694	2760	87.84	75.63	12.21	Aceptable
2904	2967	87.49	76.14	11.36	Aceptable
3151	3197	87.91	81.48	6.43	Buena
3404	3440	90.29	86.4	3.89	Buena
3598	3672	91.8	81.48	10.32	Aceptable
3909	3987	90.1	76.14	13.96	Aceptable

Tabla 8. Rangos de consistencia en sentido creciente con el Criterio II de Lamm del tramo 2. (Fuente: propia)

Sentido decreciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
3766	3718	88.16	81.48	6.68	Buena
3552	3518	90.01	86.4	3.61	Buena
3328	3251	92.08	81.48	10.6	Aceptable
3054	2977	89.84	76.14	13.71	Aceptable
2844	2778	87.68	75.63	12.05	Aceptable
2635	2573	87.48	76.62	10.85	Aceptable

Tabla 9. Rangos de consistencia en sentido decreciente con el criterio II de Lamm en el tramo 2. (Fuente: propia)

Por último, tras la aplicación del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*, el cual considera los promedios tanto de velocidad de operación como la tasa de deceleración, ha podido identificarse un índice de consistencia de valor 2,85 lo que implica una caracterización aceptable de la consistencia. Asimismo, este modelo obtiene una relación directa con la siniestralidad lo que ha permitido estimar 1,45 accidentes en diez años.

Por lo tanto, tras la aplicación de estos tres criterios puede considerarse una consistencia aceptable a lo largo del trazado de esta alternativa, lo que implica un alto grado de seguridad vial.

Independientemente de los tres criterios empleados para el análisis de la consistencia del trazado geométrico, se ha estimado la distancia de parada necesaria en cada P.K. para garantizar la máxima seguridad. Para ello, se ha tenido en cuenta la velocidad de operación que se produce en cada uno de ellos la cual ha sido calculada anteriormente para el análisis de la consistencia. Esta distancia de parada junto con el perfil de visibilidades permitirá determinar si en algún tramo del trazado es necesario la modificación de este o un mayor despeje en los taludes de desmonte.

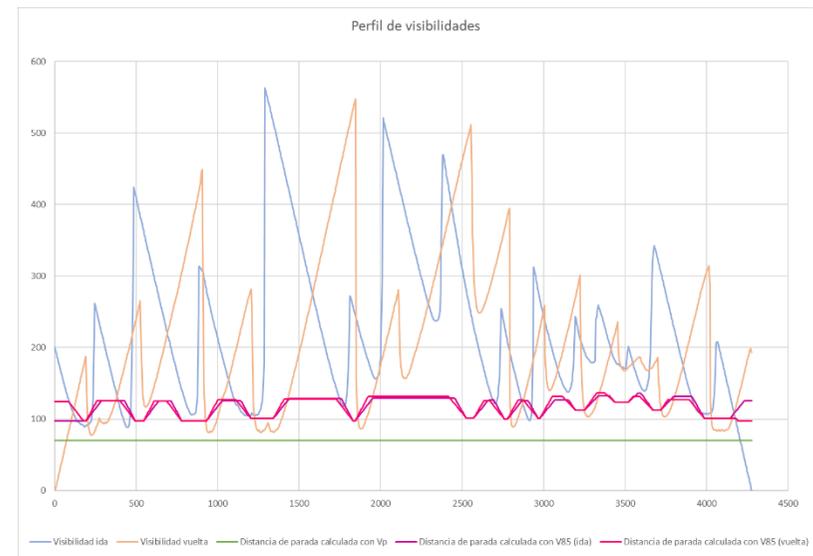


Gráfico 9. Perfil de visibilidades junto con las distancias de parada calculadas con la velocidad de operación. (Fuente: propia)

Como puede observarse en el gráfico anterior, la mayoría de los valores de visibilidad quedan por encima de la distancia de parada. Aunque, atendiendo algunas curvas puede identificarse la necesidad de la modificación del trazado al disponerse de visibilidad reducida. Encontrándose en el apartado [2. Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560 del Apéndice 9. Perfil de visibilidades junto con la distancia de parada calculada con la velocidad de operación](#) los valores estimados para cada P.K.

Cabe mencionar que, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto, por lo tanto, se verifica una correcta visibilidad a lo largo de todo su recorrido al prevalecer dicha distancia con la anteriormente analizada, siendo innecesaria la modificación del trazado.

#### 7.4.4. Dimensionamiento del firme

El dimensionamiento del firme de ambos tramos se llevará a cabo mediante lo indicado en la “Norma 6.1 IC: Sección de Firmes” obteniéndose la categoría de tráfico, además de la formación de la explanada y sección de firme más idónea para cada caso.

Antes de llevar a cabo su aplicación es necesario conocer el tipo de terreno que va a discurrir por la traza de la carretera y la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados que harían uso de cada tramo, al ser dos variables muy determinantes el dimensionamiento del firme.

La mayoría del terreno que discurre por el Este del municipio de Navarrés se caracteriza por arcillas versicolores con yesos y areniscas pertenecientes al Triásico, las cuales han sido clasificadas como suelo tolerable tras la aplicación del [artículo 330 del PG-3](#) en el apartado [5.3 Geología](#). Cabe recordar que este tipo de suelo no podrá ser empleado en la coronación del relleno tipo terraplén, por lo que será necesario disponer de suelo adicional clasificado como seleccionado o adecuado para dicha fracción del relleno. Asimismo, en el Sur del segundo tramo de esta

alternativa pueden identificarse margas, margas traverníticas y travertinos pertenecientes al Cuaternario caracterizadas por ser rocas blandas, las cuales han sido identificadas en los primeros 829.84 metros de la traza de la carretera.

Por lo tanto, la identificación de materiales de diferente naturaleza y características en la traza de la carretera supondrá el dimensionamiento del firme atendiendo a ambos materiales lo que supondrá dos secciones diferentes.

La Intensidad Media Diaria de vehículos pesados que harán uso del primer tramo de la variante en el año de puesta en servicio corresponde a un total de treinta, a diferencia de los treinta y cuatro vehículos pesados al día que harán uso del segundo tramo como ha quedado reflejado en el apartado [7.4.1 Estudio de tráfico](#).

Una vez recopilada la información previa para el dimensionamiento del firme puede procederse a la categorización del tráfico, la elección de la explanada y la sección de firme.

##### 7.4.4.1. Categoría de tráfico

La categorización del tráfico se obtendrá teniendo en cuenta los vehículos pesados al día que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Asimismo, es recomendable disponer de datos concretos sobre la asignación por carriles de dicha intensidad, ya que permitirá determinar el carril más cargado para definir el firme.

En el primer tramo puede estimarse 19 vehículos pesados al día en sentido creciente, coincidiendo con el mismo sentido e intensidad media diaria de vehículos pesados para el segundo tramo. Por lo tanto, este sentido ha sido estimado como el más cargado y será empleado para determinación de la categoría de tráfico entre las ocho proporcionadas por la norma. Cabe destacar que, se obtendrá la misma categoría de tráfico para ambos tramos al estimarse la misma Intensidad Media Diaria de vehículos pesados para el año horizonte.

Categoría de tráfico pesado IMDp (vehículos pesados / día)							
T00	T0	T1	T2	T31	T32	T41	T42
≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Finalmente, la categoría de tráfico para ambos tramos de esta alternativa corresponde con T42 al disponer de una Intensidad Media Diaria de pesados menor a 25 vehículos pesados al día.

#### 7.4.4.2. Explanada

Sobre la explanada se apoya el firme sin pertenecer a su estructura y se diferencian tres tipos atendiendo al módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga. El ensayo de carga con placa no ha sido realizado por el *Departamento de la Ingeniería del Terreno de la Universitat de València*, aunque se conoce que la traza de la carretera va a discurrir por suelo adecuado y roca lo que permitirá igualmente la elección de la categoría y sección de explanada más adecuada.

En la *figura 1. Formación de la explanada* de la norma pueden encontrarse las diferentes opciones a ejecutar atendiendo a cada material, pero previamente se recurre a la *figura 2.2. Catálogo de secciones de firmes en función de la categoría de explanada* con el objetivo de obtener alguna información que permita descartar algún tipo de explanada en caso de no disponer ningún tipo de sección de firme en alguna de ellas. Atendiendo a la categoría de tráfico obtenida anteriormente (T42) no es posible descartar ninguna categoría de explanada, ya que es posible disponer de diferentes secciones de firmes en cada una de ellas. Por lo tanto, atendiendo a la naturaleza de cada material se obtendrá una categoría de explanada diferente.

En el caso de aquellos puntos kilométricos de la traza que se sitúen en roca deberá ejecutarse una explanada de categoría uno (E1) al ser la única posible a disponer sobre este tipo de terreno, aunque deberá disponerse de una capa de hormigón sobre ella.

En cambio, en el resto de la traza de la carretera podrá disponerse de la siguientes atendiendo a la categoría de la explanada y al tipo de suelo.

SUELOS TOLERABLES (0)	E1 $E_{v2} \geq 60\text{MPa}$	E2 $E_{v2} \geq 120\text{MPa}$	E3 $E_{v2} \geq 300\text{MPa}$																																																				
		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>60</td><td>2</td><td>45</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>S-EST1</td><td>25</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1	60	2	45	0		0		S-EST1	25			0				<table border="1"> <tr><td>2</td><td>75</td><td>S-EST2</td><td>25</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td>S-EST1</td><td>25</td></tr> <tr><td>2</td><td>40</td><td>3</td><td>25</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td>S-EST1</td><td>25</td></tr> <tr><td>1</td><td>50</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	2	75	S-EST2	25	0		S-EST1	25	2	40	3	25	0		S-EST1	25	1	50		0	0				<table border="1"> <tr><td>S-EST3</td><td>30</td><td>S-EST3</td><td>30</td></tr> <tr><td>2</td><td>30</td><td>1</td><td>50</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td>0</td><td></td></tr> </table>	S-EST3	30	S-EST3	30	2	30	1	50	0		0
1	60	2	45																																																				
0		0																																																					
S-EST1	25																																																						
0																																																							
2	75	S-EST2	25																																																				
0		S-EST1	25																																																				
2	40	3	25																																																				
0		S-EST1	25																																																				
1	50		0																																																				
0																																																							
S-EST3	30	S-EST3	30																																																				
2	30	1	50																																																				
0		0																																																					

Cabe resaltar que, todas aquellas que están formadas por suelos seleccionados son descartadas al no disponer de dichos materiales de dicha clasificación. Por lo tanto, las únicas formaciones de explanada posibles a ejecutar estarán formadas por suelos estabilizados in situ, en particular S-EST1 para la categoría uno y la combinación de S-EST2 con S-EST1 para la categoría dos.

Para determinar finalmente que formación de la explanada es la escogida deberá emplearse el *artículo 512 Suelos estabilizados in situ del PG-3* para comprobar las limitaciones establecidas de granulometría, composición química y plasticidad de las características del suelo y con ello determinar cuál de las dos formaciones es la más idónea.

Ambos suelos estabilizados in situ pueden ser conseguidos tanto con cal como con cemento por lo que para cada uno de ellos se realizan las comprobaciones correspondientes, realizando finalmente cuatro comprobaciones distintas.

En primer lugar, el suelo estabilizado in situ uno con cal deberá cumplir con la granulometría indicada en la *tabla 512.1.a* de dicho artículo. La información que se dispone de dicho suelo permite comprobar que el cien por ciento del material pasa por el tamiz 80 UNE, ya que el cien por ciento lo hace por el tamiz 5 UNE. Asimismo, se garantiza que más del quince por ciento pasa por el tamiz 0.063 UNE, debido a que por el tamiz 0.080 UNE pasa el 92% del material. Cumpliéndose así, ambas limitaciones por granulometría estipuladas por la normativa.

	Cernido acumulado (% en masa)	
	Abertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)	
	80	0.063
S-EST1 y S-EST2	100	≥ 15

El contenido en materia orgánica y sulfatos solubles del suelo garantizan el cumplimiento de la composición química del mismo, al comprobarse las limitaciones indicadas en la *tabla 512.2.* Ya que, el contenido en materia orgánica es menor al dos por ciento y menor a cero con siete por ciento en sulfatos solubles. Caracterizándose este material exactamente por 0.03% de contenido en materia orgánica y 0.06% de sales solubles.

Característica	Norma	Unidad	Tipo de suelo estabilizado		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
Materia orgánica (MO)	UNE 103204	% en masa	< 2	<1	
Sulfatos solubles (SO <sub>3</sub> )	UNE 103201	% en masa	< 0.7		

Por último, analizando y comprando las limitaciones de la plasticidad del suelo indicadas en la *tabla 512.3.a* puede verificarse que el índice plástico es mayor al valor indicado, siendo exactamente 23.

Tipo de suelo estabilizado	Índice de plasticidad (IP) (Normas UNE 103103 y UNE 103104)
S-EST1	IP ≥ 12
S-EST2	12 ≤ IP ≤ 40

Por lo tanto, tras la comprobación de dichas limitaciones indicadas en el *artículo 512 del PG-3* puede establecerse idónea esta formación de explanada con suelo estabilizado in situ uno (S-EST1) con cal al cumplir con todas las limitaciones.

A continuación, se desarrollan las comprobaciones de dichas limitaciones para el suelo estabilizado in situ dos (S-EST2) con cal. Las limitaciones granulométricas coinciden con las desarrolladas para el suelo estabilizado in situ uno con cal, por lo tanto, únicamente se desarrollarán las limitaciones por composición química y plasticidad.

En la *tabla 512.2.* se indica que el contenido en materia orgánica no debe superior al uno por ciento, cumpliéndose al disponer únicamente 0.03 por ciento. Asimismo, el porcentaje de sulfatos solubles debe ser menor al cero con siete por ciento siendo el valor obtenido en el suelo mucho menor, exactamente 0.006 por ciento, por lo que también se cumple dicha condición.

Por último, la limitación estipulada por plasticidad en la *tabla 512.3.a* indica que el índice plástico debe encontrarse entre los valores doce y cuarenta, verificándose al ser dicho valor del índice de veintitrés.

Por lo tanto, este suelo estabilizado in situ dos con cal cumple todas las limitaciones indicadas por la norma pudiendo ser utilizado en combinación con el suelo estabilizado uno con cal para la formación de explanada de categoría dos.

Hasta ahora, se han analizado las posibles formaciones de suelos estabilizados in situ con cal, por lo que a continuación se desarrollan las comprobaciones correspondientes a los suelos estabilizados in situ con cemento. Realizándose

únicamente las limitaciones granulométricas y de plasticidad, al no variar las limitaciones de composición química.

Las limitaciones granulométricas quedan recogidas en la *tabla 512.1.b del artículo 512 del PG-3* comprobándose que, para ambos suelos, tanto para S-EST1 como para S-EST2, puede garantizarse que el cien por ciento del material pasa por el tamiz 80 UNE y más del veinte por ciento lo hace por el tamiz 2 UNE. Esto se debe a que el cien por cien del material pasa por el tamiz 5 UNE y consigo también lo hará por el tamiz 80 UNE. Asimismo, al pasar el noventa y dos por ciento del material por el tamiz 0.080 UNE puede garantizarse el cumplimiento de la limitación indicada en el tamiz 2 UNE.

	Cernido acumulado (% en masa)		
	Abertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)		
	80	2	0.063
S-EST1 y S-EST2	100	> 20	< 50
S-EST3			< 35

La última condición granulométrica indica que menos del cincuenta por ciento debe pasar por el tamiz 0.063 UNE incumpléndose dicha condición, ya que el noventa y dos por ciento lo hace por el tamiz anterior.

Atendiendo a la *tabla 512.3.b* puede comprarse que la limitación del índice de plasticidad para ambas formaciones es incumplido al ser superior a lo indicado. Asimismo, el límite líquido máximo para suelos estabilizados in situ dos indica que debe ser menor o igual a cuarenta cumpliéndose dicha condición, al poseer un valor de treinta y ocho.

Característica	Norma	Tipo de suelo estabilizado		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
Límite Líquido (LL)	UNE 103103			≤ 40
Índice de Plasticidad (IP)	UNE 103103 UNE 103104			≤ 15

Como puede comprobarse los suelos estabilizados in situ con cemento no cumplen en su totalidad con las limitaciones indicadas, por lo que este tipo de formaciones de explanadas quedan descartadas.

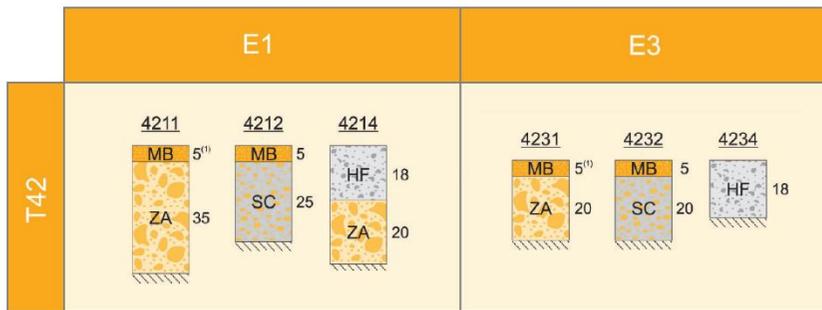
Finalmente, las formaciones de explanadas constituidas con suelos estabilizados in situ con cal son las únicas que pueden ser ejecutadas, siendo S-EST1 para la categoría uno y la combinación de S-EST2 con S-EST1 para la categoría dos. Por lo tanto, con el objetivo de minimizar los costes finalmente la categoría uno es la escogida al poseer menor espesor y conllevar menor coste debido a la estabilización de menor volumen de suelo.

#### 7.4.4.3. Sección de firme

El firme constituye la superestructura de la plataforma con la finalidad de resistir las cargas del tráfico y permitir una circulación segura y con comodidad. Asimismo, estará formado por un conjunto de capas ejecutadas con materiales seleccionados.

La elección de la sección de firme estará influenciada por la categoría de tráfico y la categoría de explanada. En este caso, la categoría de tráfico para ambos tramos de la alternativa se corresponde con una T42. Aunque, al identificar dos categorías de explanadas diferentes será necesario dimensionar la sección de firme para cada una de ellas.

Atendiendo a la *figura 2.2. Categorías de secciones de firmes de la Norma 6.1.*, pueden identificarse tres secciones para cada una de las categorías de explanada. Destacando que, únicamente se diferencian por el espesor que presenta cada una de ellas al estar constituidas por las mismas formaciones en la base, subbase y pavimento del firme. Siendo las tres opciones de sección de firme para cada categoría de la explanada las siguientes:



Para ambas categorías las secciones de firmes constituidas por hormigón de firme, sección 4214 para E1 y 4234 para E3, son descartadas al no proporcionar continuidad con las carreteras existentes, ya que ninguna de ellas está formada por este tipo de sección. Por lo tanto, deberá comprobarse que las secciones constituidas por suelocemento y zahorra artificial cumplen las limitaciones indicadas en los artículos correspondientes del PG-3.

En primer lugar, las secciones 4211 y 4231 están constituidas por zahorra artificial por lo que deberá verificarse el cumplimiento de las limitaciones establecidas en el artículo 510 Zahorras del PG-3. Entre estas se encuentra el contenido de composición química, el índice de lajas, el coeficiente de Los Ángeles y el equivalente de arena. En este caso, no se dispone de los datos de dicho material al no haberse determinado una cantera, pero en caso de ser seleccionada esta sección de firme deberá cumplir dichas limitaciones.

En caso de ejecutarse las secciones de firmes 4212 o 4232 formadas en la base y subbase por suelocemento, deberá cumplirse con lo indicado en el artículo 513 Materiales tratados con cemento del PG-3 siendo necesaria la comprobación de la composición química y plasticidad del material granular. Por lo tanto, dichas comprobaciones se van a comprobar del material clasificado como tolerable.

Atendiendo al contenido máximo de materia orgánica permitido, indicado en el apartado 513.2.3.2 Composición química de dicho artículo, puede verificarse su

cumplimiento al no superar el uno por ciento al disponer exactamente 0.03%. Asimismo, en el apartado 513.2.3.3 Plasticidad se indica que el límite líquido debe ser inferior a treinta y el índice de plasticidad menor a doce, incumpléndose ambas limitaciones al poseer un límite líquido con valor de treinta y ocho y un índice de plasticidad con un valor de veintitrés.

Por lo tanto, tras el incumplimiento de todas las limitaciones impuestas por el artículo 513 Materiales tratados con cemento las únicas secciones posibles a ejecutar para cada alternativa corresponden con la 4211 para la categoría de explanada uno y 4231 para la categoría de explanada tres.

Estas secciones se caracterizan por presentar un espesor de zahorra artificial en la subbase, siendo exactamente 35 centímetros para la E1 y 20 centímetros para la E3. Asimismo, ambas están constituidas por el cinco centímetros de mezcla bituminosa, la cual estará únicamente formada por la capa de rodadura al poseer un mínimo espesor, siendo capaz de desempeñar funciones estructurales como funcionales. Asimismo, presentará las mismas características para ambas secciones con el fin de permitir continuidad a la traza de la carretera.

El tipo de mezcla bituminosa a ejecutar finalmente se determinará teniendo en cuenta los diferentes tipos indicados en la tabla 7 de la Norma 6.1. para lo que será necesario disponer de la categoría de tráfico, el tipo de capa y el máximo espesor de la misma.

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		

Entre los dos tipos de mezcla a ejecutar, únicamente podrá emplearse las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso (AC). Ya que las mezclas bituminosas discontinuas (BBTM) no garantizan el espesor necesario para la capa de rodadura y son recomendables para zonas lluviosas, siendo incompatibles con la zona del estudio al identificarse como zona de poca lluvia.

Para finalizar el diseño de la sección del firme, deberá determinarse el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear. Para ello, se empleará el artículo 542. Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso, en especial la tabla 542.9 para determinar el tipo de mezcla en función del espesor y la tabla 542.1.a. para determinar el tipo de ligante hidrocarbonatado.

En primer lugar, entre los diferentes tipos de mezcla a emplear en la capa de rodadura finalmente se dispondrá una AC 16 surf D. Descartándose aquellas con tamaño máximo del árido de 22 milímetros, ya que el espesor de dichas capas debe ser mayor a cinco centímetros lo cual no puede ser cumplido. Asimismo, se dispone de una granulometría densa (D) al disponerse en la última y única capa de la mezcla.

Tipo de capa	Tipo de mezcla Denominación. Norma UNE-EN 13108-1	Espesor
Rodadura	AC 16 surf D	4 - 5
	AC 16 surf S	
	AC 22 surf D	> 5
	AC 22 surf S	

Por último, para la elección del tipo ligante hidrocarbonatado será necesario disponer de la categoría de tráfico y de la zona térmica estival donde se encuentra el municipio de Navarrés. Por ello empleando la figura 3 de la norma 6.1. puede establecerse una zona estival media y una categoría de tráfico T42, como se ha desarrollado en el apartado 7.4.4.1 *Categoría de tráfico*.

Zona Ttémica Estival	Categoría de tráfico					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y Arcenes	T4
Media	35/50		35/50			
	BC 35/50		50/70	50/70	50/70	50/70
	PMB 45/80-60		BC 35/50	BC 50/70	70/100	70/100
	PMB 45/80-65		BC 50/70	PMB 45/80-60	BC 50/70	BC 50/70
		PMB 45/80-60				

Atendiendo a estas dos variables puede disponerse de tres ligantes diferentes, empleando finalmente 50/70.

Tras todas las justificaciones realizadas en los apartados anteriores puede finalmente indicarse el firme finalmente escogido para cada zona identificada.

En primer lugar, las zonas identificadas con terrenos pertenecientes al Triásico estarán constituidas por explanadas de categoría uno formadas por suelos estabilizados in situ uno (S-EST1) con cal de veinticinco centímetros de espesor sobre suelo tolerable. Asimismo, sobre ella se dispondrá el paquete de firmes 4211 formado por treinta y cinco centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Estando esta última constituida por la capa de rodadura debido a su poco espesor designada como AC 16 surf 50/70 D.

En cambio, en las zonas donde se identifiquen rocas pertenecientes al Cuaternario se dispondrá de una explanada de categoría tres formada por una capa de hormigón. Sobre ella, se dispondrá el paquete de firmes 4231 constituido por veinte centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Caracterizándose esta última por poseer las mismas propiedades que la mezcla bituminosa de la sección anterior con el fin de proporcionar continuidad a la carretera.

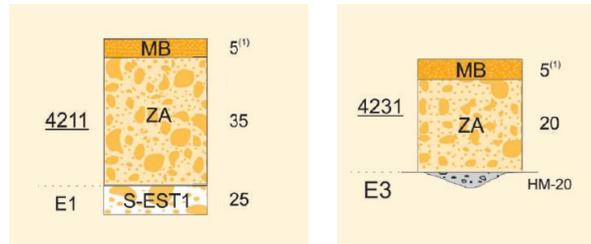


Figura 41. Secciones a disponer en la alternativa 2. (Fuente: propia)

#### 7.4.5. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras

El volumen de movimiento de tierras que pueda producirse durante la ejecución de esta alternativa se ha estimado mediante el software Civil 3D diferenciándose los dos tipos de materiales que se encuentran en la traza.

Sobre el material perteneciente al Cuaternario caracterizado por ser roca blanda identificado hasta el P.K. 0+829,24 de la traza se estima un volumen de desmonte de 8.615,99 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 2.862,54 m<sup>3</sup> siendo necesario el transporte a vertedero del material sobrante.

Asimismo, atendiendo el resto de los puntos kilométricos de la traza donde se identifican materiales pertenecientes al Triásico (P.K. 0+829,84 – P.K. 4+281,68) se estima un volumen de desmonte de 93.074,46 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 31.338,84 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, existen 61.735,62 m<sup>3</sup> de material que podrían ser transportados a vertedero o empleados para la estabilización del material de la explanada tras haber sido clasificado como tolerable.

La estimación final del volumen transportado a vertedero estará determinada por el volumen de material necesario para la ejecución de la explanada. Para ello, se ha empleado el software Navisworks Manage estimándose así 10.558,34 m<sup>3</sup> para su formación. Cabe destacar que, el suelo identificado únicamente se puede emplear en el núcleo y la cimentación tras haberse clasificado como suelo tolerable como

indica el artículo 330 del PG-3. Por ello, se emplearán 7.038,89 m<sup>3</sup> de material perteneciente al Cuaternario para la estabilización de la explanada.

Por lo tanto, finalmente la ejecución de esta alternativa supondrá un volumen de desmonte de 101.690,45 m<sup>3</sup>, un volumen de terraplén de 34.201,38 m<sup>3</sup> y un volumen de 60.450,18 m<sup>3</sup> de material transportado a vertedero.

	Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen explanada	Volumen neto
Material del Cuaternario	0+000 - 0+829,84	8615.99	2862.54	-	5753.45
Material del Triásico	0+829,84 - 4+281,68	93074.46	31338.84	7038.89	54696.73
<b>Total</b>		<b>101690.45</b>	<b>34201.38</b>	7038.89	<b>60450.18</b>

En el apartado 2. *Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560 del Apéndice 10. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras*, pueden encontrarse los movimientos de tierras cada cinco metros obtenidos del software Civil 3D en caso de ser necesario la comprobación de los volúmenes totales de desmonte y terraplén.

#### 7.4.6. Valoración económica

Atendiendo la ejecución de la CV-580 por el Este del municipio de Navarrés con el objetivo de disminuir el tráfico en la travesía y proporcionar una circulación más segura y cómoda teniendo en cuenta su afección con la CV-560, se ha llevado a cabo una valoración económica de dicha ejecución.

Para dicha valoración se ha empleado las unidades de obra necesarias junto con las diversas unidades de medición y precio unitario de cada una, estimando así el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) tras la suma de todas ellas. Seguidamente, se han añadido los porcentajes correspondientes a gastos generales, beneficio industrial e Impuesto de Valor Añadido (IVA) para estimar finalmente el Presupuesto Base de Licitación (PBL) aproximado de esta alternativa.



Cabe mencionar que, para el desarrollo de esta estimación se ha empleado la información facilitada por la base de Precios de Edificación y Obra Civil en España (PREOC) para la determinación del precio unitario de cada unidad de obra.

Finalmente, la estimación de la valoración económica de esta alternativa asciende a 3.583.492,42 euros. Encontrándose en el apartado 3. *Alternativa 2. Variante con afección de la CV-560 del Apéndice 11. Valoración económica* la justificación del valor aproximado para cada unidad de obra y los porcentajes aplicados para dicha estimación.

Capítulo	Precio total (€)
1. Movimiento de tierras	1.671.194,45
2. Firmes.	817.514,78
Presupuesto Ejecución Material	2.488.709,23

Presupuesto Ejecución Material (PEM)	2.488.709,23 €
13,00% Gastos Generales (GG)	323.532,20 €
6,00% Beneficio Industrial (BI)	149.322,55 €
Suma de GG y BI	472.854,75 €
Total presupuesto sin IVA	2.961.563,98 €
21,00% IVA	621.928,44 €
Presupuesto Base de Licitación (PBL)	<b>3.583.492,42 €</b>

### 7.5. Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el Noreste hasta la CV-560

El estudio de esta posible alternativa supone la consideración de la primera ya desarrollada en el apartado 7.3 *Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560* diseñada por el Oeste del municipio, la cual considera únicamente aquellos vehículos de paso que emplean la carretera que transcurre por el municipio de Navarrés. Además, se contempla la prolongación de la variante por el noreste del municipio permitiendo conexión con la CV-560 y con ello garantizando conexión entre los municipios de Quesa y Sumacàrcer, junto con una reducción de la intensidad de tráfico por el municipio de Navarrés.

Tras el aforo manual con registro de matrículas puede estimarse el porcentaje de vehículos de paso que transcurren por la travesía y con ello el porcentaje de vehículos que harían uso de la variante. En este caso, el porcentaje de vehículos que circularía por la variante de la zona Oeste no se vería modificado respecto a los obtenidos en la primera alternativa, siendo un valor estimado del 27,67% atendiendo aquellos vehículos que tengan relación con el municipio de Bolbaite y un 52,9% aquellos que lo hagan con Quesa.

En cambio, para el estudio del tramo noreste de esta alternativa debe considerarse aquellos vehículos de paso cuyo itinerario relaciona el municipio de Quesa y Sumacàrcer. Con los datos obtenidos del aforo manual puede estimarse que el 23,64% de los vehículos provenientes de la CV-560 harían uso de este tramo de la variante, en cambio un 9,98% lo haría desde la CV-580.

		Ascendente		Descendente	
OESTE	CV - 580	Bolbaite	26,89	28,44	
		Quesa	41,30	64,65	
NORESTE	CV-580	Quesa	10,87	9,09	
	CV-560	Sumacàrcer	30,61	16,67	

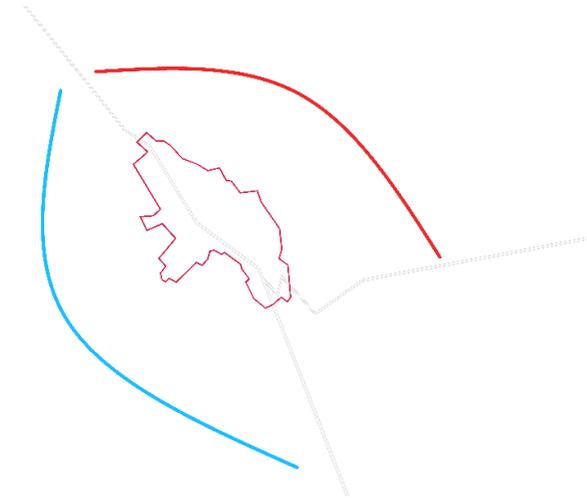


Figura 42. Croquis de la solución propuesta de la alternativa 3.  
(Fuente: propia)

#### 7.5.1. Estudio de tráfico

##### 7.5.1.1. Estimación de la Intensidad Media Diaria

La estimación de la Intensidad Media Diaria para cada tramo de esta alternativa seguirá el mismo procedimiento que en los casos anteriores, mediante las relaciones con las estaciones afines correspondientes en cada caso y aplicando los incrementos acumulativos para la estimación en el año de puesta en servicio y año horizonte. Asimismo, para esta estimación se considerarán los vehículos de paso obtenidos del aforo manual.

El tramo Oeste de esta alternativa corresponde a la primera alternativa propuesta por lo que no variará su estimación. Recordando que en la actualidad 441 vehículos al día harían uso de la variante, aumentando a 460 vehículos al día en el año de puesta en servicio y 612 vehículos al día en el año horizonte. Para un mayor

entendimiento del procedimiento llevado a cabo en este tramo, puede consultarse el apartado 7.2. *Alternativa 1. Variante sin afectación de la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico.*

	2020 Actualidad			2023 Año de servicio			2043 Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Ascendente	208	15	7,02	217	15	7,02	288	20	7,02
Descendente	233	11	4,69	243	11	4,69	324	15	4,69
<b>Total</b>	<b>441</b>	<b>25</b>	<b>5,8</b>	<b>460</b>	<b>27</b>	<b>5,8</b>	<b>612</b>	<b>35</b>	<b>5,8</b>

Para la estimación de la Intensidad Media Diaria del tramo noreste se procederá mediante las relaciones empleadas en los casos anteriores, aunque solamente se consideran aquellos vehículos de paso en relación con los municipios de Quesa y Sumacàrcer.

En primer lugar, esta estimación ha sido realizada para ambos sentidos de circulación sin obtener gran variación entre uno y otro, aunque cabe destacar que en sentido descendente no se obtendría ninguna intensidad de vehículos pesados al no discurrir ninguno de ellos en este sentido.

	2020 Actualidad			2023 Año de servicio			2043 Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Ascendente	55	4	6,67	57	4	6,67	76	5	6,67
Descendente	33	0	0,00	34	0	0,00	46	0	0,00

Finalmente, la Intensidad Media Diaria del tramo noreste de la variante supondría la suma de ambos sentidos donde 87 vehículos al día harían uso de ella en la actualidad, 91 vehículos al día en el año de puesta en servicio y en el año horizonte 121 vehículos al día. Todas estas estimaciones pueden encontrarse desarrolladas con mayor precisión en el apartado 7.4. *Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el Noreste hasta la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico.*

2020 Actualidad			2023 Año de servicio			2043 Año horizonte		
IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
87	4	4,2	91	4	4,2	121	5	4,2

La ejecución de esta alternativa supondrá evidentemente una reducción de la intensidad del tráfico por el municipio de Navarrés, pero en este caso coincide con la desarrollada en la alternativa dos. Esto se debe a que los vehículos de paso capaces de disminuir la intensidad de tráfico en el municipio son los mismos para ambas alternativas, aunque en cada caso discurrirán por trazados diferentes.

Recordando por tanto que, 1746 vehículos al día en la actualidad harían uso de la carretera del estudio a su paso por Navarrés, incrementando a 1822 y 2426 vehículos al día en el año de puesta en servicio y año horizonte respectivamente.

2020 Actualidad			2023 Año de servicio			2043 Año horizonte		
IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
1746	29	1,7	1822	31	1,7	2426	41	1,7

#### 7.5.1.2. Intensidad en Hora Punta

La Intensidad en Hora Punta se estima como el 10% de la Intensidad Media Diaria al tratarse las carreteras del estudio interurbanas, como se ha justificado en los otros casos anteriores. Por ello, en la siguiente tabla se han indicado las diferentes intensidades para cada tramo de la variante y travesía e incluso se estima para los diferentes años en los que se está realizando el estudio.

Variante		2020	2023	2043
		Libro de Aforos	Actualidad	Año de servicio
		IHP (vh/h)		
Variante	Oeste	44	46	61
	Noreste	9	9	12
Travesía		175	182	243

### 7.5.1.3. Estimación del Nivel de Servicio

Como se ha realizado en para las alternativas anteriores, para la estimación del Nivel de Servicio de cada tramo de la posible variante a ejecutar y de nuevo para la travesía del municipio se empleará *el Highway Capacity Manual. Sixth Edition (HCM6)*. Previamente deberá clasificarse la clase a la que corresponde cada una de ellas para identificar los parámetros a estimar en cada caso.

Ambos tramos de la variante a ejecutar son identificados con la Clase II, por lo que será necesario estimar el porcentaje de tiempo en cola (PTSF). En cambio, el porcentaje de velocidad libre (PFFS) tras haberse clasificado la travesía del municipio como Clase III.

		En la actualidad 2020		Año horizonte 2043	
		Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
Variante	Oeste	A	A	A	A
	Noreste	A	A	A	A
Travesía		B		B	

Tabla 10. Niveles de servicio estimados para la alternativa 3. (Fuente: propia)

Los Niveles de Servicio estimados para esta alternativa, indicados en la tabla anterior (*Tabla 10. Niveles de servicio estimados para la alternativa 3. (Fuente: propia)*), resultan ser los mismos estimados para la alternativa dos. Presentando el máximo nivel de servicio en ambos tramos de la variante y para ambos sentidos de circulación, donde los vehículos podrán circular a la máxima permitida.

Tanto para la actualidad como para el año horizonte, el nivel de servicio estimado en la actualidad para la travesía se corresponde con el segundo máximo,

produciéndose una ligera reducción de la velocidad sin poder mantener la velocidad límite.

En caso de necesitar consultar el procedimiento desarrollado, puede encontrarse en el apartado *10.4. Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el Noreste hasta la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico* para el tramo noreste de la variante. En cambio, el tramo oeste coincidirá con el desarrollado para la variante de la alternativa uno al presentar las mismas características del tráfico, apartado *7.1. Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico*. Asimismo, por el mismo motivo, el nivel de servicio de la travesía coincide con el desarrollado para la travesía de la alternativa uno, apartado *7.4.1.3 Estimación del nivel de servicio*.

### 7.5.2. Estudio del trazado

Esta alternativa posee una longitud total de 4463,3 metros diferenciando dos tramos dentro de ella.

El primero de ellos, se corresponde con la primera alternativa de 2422,47 metros de longitud y formada por veinticinco elementos en planta y once en alzado. Desarrollado en mayor extensión en el apartado *7.3.2 Estudio del trazado*.

En cambio, el tramo que discurre por el Noreste del municipio posee una longitud total de 2040,84 metros formado por veintisiete elementos en planta y nueve en alzado.

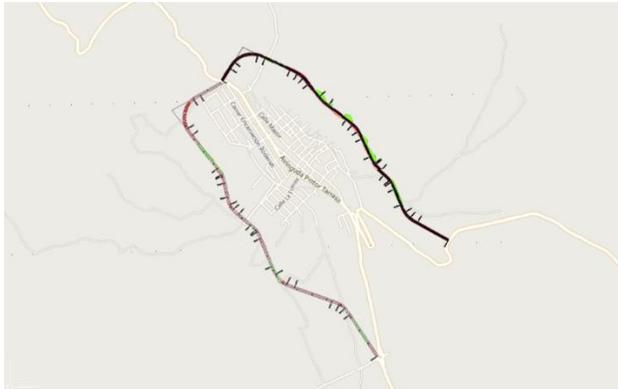


Figura 43. Trazado de solución propuesta para la alternativa 3. (Fuente: propia)

Por lo tanto, esta alternativa estará formada finalmente por cincuenta y dos elementos en planta y veinte en alzado, identificándose en cada uno de ellos elementos de diferentes características.

Los diferentes elementos que componen el tramo que discurre por el Oeste del municipio han sido desarrollados con mayor precisión en el apartado 7.3.2 *Estudio del trazado*, verificando el cumplimiento de las restricciones impuestas por la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* Por lo tanto, a continuación, se detallan las características de los diferentes elementos del tramo Noreste de esta alternativa los cuales tendrán similitudes con el primer tramo de la segunda alternativa propuesta.

En primer lugar, el trazado en planta está compuesto por siete curvas circulares, las cuales cumplen con el radio mínimo indicado por la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* (130 metros) siendo un radio de 325 metros el máximo empleado. Asimismo, atendiendo a que la mayoría de ellos se caracterizan por poseer radios menores a 250 metros, ha sido necesario incrementar el ancho de los carriles en estas secciones.

Todas las curvas circulares, exceptuando la de mayor radio, poseen sus respectivas curvas de transición tanto de entrada como de salida, por lo tanto, el trazado en planta se compone por doce clotoides y todas ellas se caracterizan por presentar parámetros y longitudes mayores a los mínimos. Atendiendo a la curva circular sin presencia de curvas de transición, debe verificarse que el ángulo de giro debe ser menor a 6 gonios, siendo en este caso exactamente de 5,9705 gonios, por lo tanto, se verifica su cumplimiento.

Asimismo, el trazado en planta está compuesto por ocho rectas donde todas ellas cumplen con las limitaciones impuestas por la norma. Cabe destacar que poseen longitud menor a 400 metros, por lo tanto, ha sido necesario realizar la comprobación entre radios consecutivos obteniéndose el cumplimiento de todos ellos.

Como se ha comentado anteriormente, el trazado en alzado está compuesto por nueve elementos entre los que se encuentran cinco tangentes y cuatro acuerdos verticales, caracterizándose tres de ellos por ser cóncavos y uno por ser convexo.

La pendiente mínima posee una inclinación del 0,51% y la máxima del 4,25%, por lo tanto, se cumplen ambas restricciones indicadas por la instrucción. Del mismo modo, se ha comprobado el cumplimiento de los parámetros mínimos de cada acuerdo.

Cabe destacar que la zona por donde discurre esta alternativa se caracteriza por ser una zona plana con pequeños relieves, como se ha justificado en el apartado 5.2 *Geomorfología*. Por lo tanto, garantizar el cumplimiento de la Instrucción de Trazado 3.1. I.C. ha sido de gran dificultad al existir pendientes de grandes porcentajes.

En el apartado 3. *Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el noreste hasta la CV-560* tanto del *Apéndice 5. Estado de alineaciones* como del *Apéndice 6. Estado de rasantes* puede encontrarse el estado de alineaciones tanto del trazado en planta como el trazado en alzado junto con las múltiples comprobaciones

realizadas. Asimismo, puede encontrarse la comprobación de la coordinación del trazado en planta y alzado empleando los criterios indicados por la instrucción.

Esta alternativa se caracteriza por tener concurrencia con la actual CV-580 al principio y al final del municipio y con la CV-560, por lo tanto, es necesario considerar la posibilidad de ejecutar cuatro intersecciones en esta alternativa. La primera de ellas únicamente consistiría en proporcionar un ramal nuevo a la glorieta ya existente al principio del municipio. Aunque, para la ejecución del resto sería necesario la generación de un estudio de soluciones independiente a este trabajo, al no ser el objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado (TFG).

Del mismo modo, entre el *plano nº10* y el *plano nº16* puede encontrarse por donde discurre la traza de esta alternativa además del perfil longitudinal junto con el diagrama de curvatura y peralte. Asimismo, se han detallado tanto las secciones tipo.

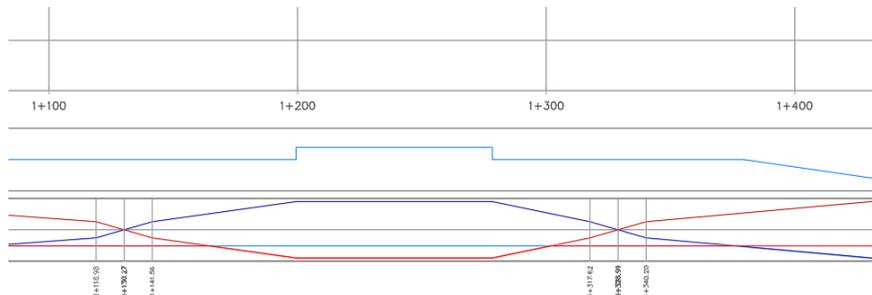


Figura 44. Diagrama de curvaturas y peralte del entre el P.K. 1+100 y P.K. 1+400 del tramo Noreste. (Fuente: propia)

Asimismo, se ha empleado el software Civil 3D para el análisis de la visibilidad de parada en ambos sentidos de circulación según el criterio indicado por la instrucción. Para este análisis ha sido necesario obtener dicha visibilidad cada cinco

metros sobre el trazado de la carretera y la distancia de parada atendiendo las características de la alternativa, siendo de 69,68 metros. Esto permitirá determinar si es necesario actuar y realizar alguna modificación en el trazado de la carretera con el fin de proporcionar mayor visibilidad y aumentar la seguridad vial.

Como puede comprobarse en el apartado 3. *Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el noreste hasta la CV-560* del *Apéndice 8. Perfil de visibilidades*, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada. Atendiendo a las curvas existentes en ninguna de ellas se dispone de una visibilidad reducida, por lo tanto, se verifica una correcta visibilidad de parada a lo largo de todo su recorrido siendo innecesaria la modificación del trazado.

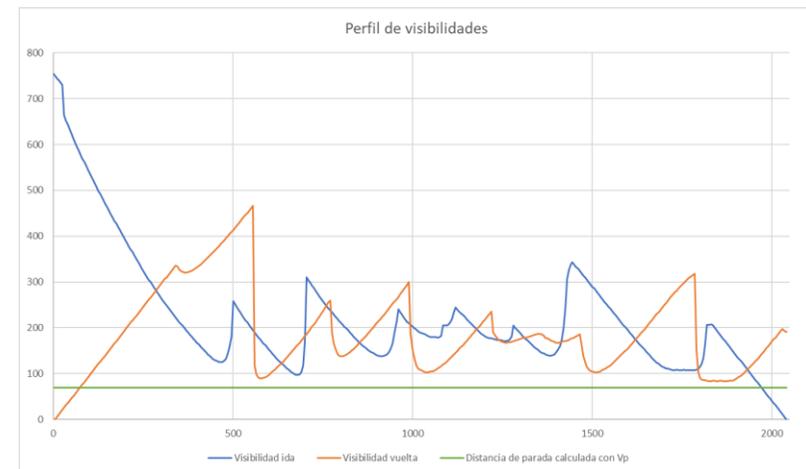


Gráfico 10. Perfil de visibilidades del tramo Noreste de la alternativa 2. (Fuente: propia)

Cabe remarcar que, para el diseño del trazado del tramo Noreste de esta alternativa no se han tenido grandes dificultades al considerar los condicionantes estudiados con anterioridad en el apartado 5 *Estudios previos*, únicamente los mencionados anteriormente relacionados con la geomorfología de la zona.

En cambio, atendiendo al tramo Oeste tampoco se han tenido grandes dificultades al considerar los condicionantes estudiados con anterioridad. Aunque, la existencia de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) al margen izquierdo de la traza, como se ha detallado en el apartado [5.9 Restricciones medio ambientales](#), ha influenciado notablemente en el diseño del mismo.

Por último, hacer hincapié en los diferentes riesgos por inundación que se identifican en esta zona, desarrollados en el apartado [5.7 Inundabilidad](#), al ser un factor esencial para el correcto diseño del drenaje de esta alternativa y garantizar el correcto diseño de esta infraestructura.

### 7.5.3. Seguridad vial

La seguridad vial que se debe intentar garantizar durante el recorrido de la alternativa tiene que ser la máxima posible. Por este motivo, se ha llevado a cabo el análisis de la consistencia del trazado geométrico mediante el *Criterio I y II de Lamm* y el *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.* con el fin de determinar el grado de seguridad vial que pueda alcanzarse junto con la identificación de zonas conflictivas y la estimación del número de accidentes con víctimas en 10 años.

La aplicación de estos criterios implica la estimación de la velocidad de operación, siendo necesario el empleo de los cuatro modelos indicados en el apartado [7.1.2 Criterios empleados para el análisis de la consistencia](#) en función de si la velocidad es estimada en una alineación recta o curva y si se producen aceleraciones o deceleraciones.

Esta alternativa se compone por dos tramos bien diferenciados. El primero de ellos discurre por el Oeste del municipio el cual presenta las mismas características que la primera alternativa propuesta. Por lo tanto, tras el análisis de la consistencia por el *Criterio I de Lamm* y su aproximación han podido identificarse 1.055 metros con consistencia buena y 1.368 con consistencia aceptable en sentido creciente. Asimismo, en sentido decreciente han podido identificarse 916 metros con consistencia buena y 1.506 con consistencia aceptable.

En cambio, atendiendo los resultados obtenidos tras la aplicación del *Criterio II de Lamm* se han identificado los rangos de consistencia buena y aceptable en ambos sentidos de circulación, encontrándose el segundo rango mencionado en mayor parte del trazado.

Asimismo, tras la aplicación del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.* ha podido identificarse un índice de consistencia de valor 2,71 lo que implica una caracterización aceptable de la consistencia. Asimismo, este modelo obtiene una relación directa con la siniestralidad lo que ha permitido estimar 1,67 accidentes en diez años.

En caso de necesitar consultar en mayor detalle dicho análisis, en el apartado [7.3.3 Seguridad vial](#) puede encontrarse todo el desarrollo realizado.

Atendiendo el segundo tramo de esta alternativa, la cual discurre por el Noreste del municipio sobre la que se ha estimado que 121 vehículos al día harían uso de esta en el año horizonte, se ha procedido del mismo modo que en el tramo anterior. Por lo tanto, en el siguiente gráfico quedan recogidas las velocidades de operación estimadas para cada P.K. en ambos sentidos de circulación, encontrándose en el apartado [3. Prolongación de la alternativa 1 por el Noreste hasta la CV-560 del Apéndice 8. Velocidades de operación](#) los valores estimados para cada P.K. Cabe remarcar que esta alternativa es identificada como un tramo coartado al existir en cada extremo una glorieta o intersección.

Asimismo, la unión entre la carretera y las intersecciones debería realizarse mediante la sucesión de curvas con el fin de permitir la reducción de la velocidad hasta la recomendada para circular por las glorietas, 40 km/h. Esta sucesión no ha sido recogida en el desarrollo de este estudio, por lo tanto, las velocidades estimadas únicamente dependen de la geometría del tronco de la carretera al no haberse limitado las velocidades en los extremos.

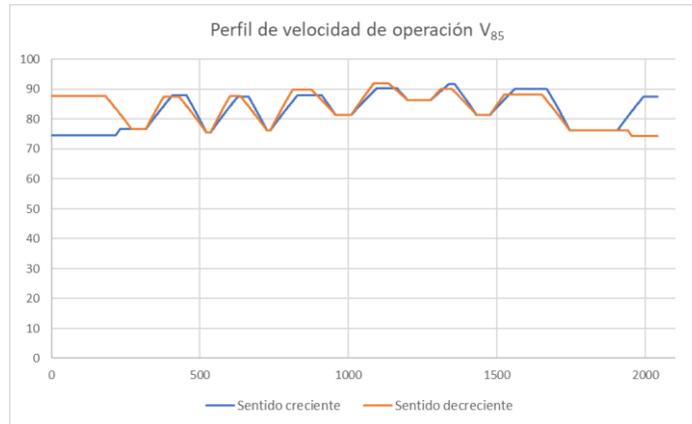


Gráfico 11. Perfil de velocidad de operación  $V_{85}$  del tramo Noreste de la alternativa 2. (Fuente: propia)

Tras la aplicación del *Criterio I de Lamm*, el cual incluye la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento geométrico ( $V_{85i}$ ) junto con la velocidad de diseño ( $V_d = 60$  km/h), han podido identificarse 679 metros con consistencia aceptable y 1.363 con consistencia pobre en sentido creciente. Asimismo, en sentido decreciente han podido identificarse 471 metros con consistencia aceptable y 1.570 con consistencia pobre.

Cabe destacar que, este modelo empleado para el cálculo del *Criterio I de Lamm* fue desarrollado por americanos quienes no consideran la velocidad de diseño de misma manera que la instrucción española. Por lo tanto, para una correcta estimación de dicho criterio se emplea una velocidad próxima a la mínima observada, empleando 70 km/h en vez de la velocidad de diseño estipulada anteriormente. Se identifican finalmente los mismos metros para cada rango de consistencia, aunque cada uno de ellos es aumentado un nivel, es decir, 679 metros con consistencia buena y 1.363 con consistencia aceptable en sentido creciente. A diferencia, 471 metros con consistencia buena y 1.570 con consistencia aceptable en sentido decreciente.

En cambio, atendiendo los resultados obtenidos tras la aplicación del *Criterio II de Lamm* se han identificado los rangos de consistencia buena y aceptable en ambos sentidos de circulación, encontrándose el segundo rango mencionado en mayor parte del trazado como puede apreciarse en las siguientes tablas las cuales recogen los resultados de dicha estimación.

Sentido creciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
454	521	87.91	75.63	12.28	Aceptable
663	726	87.5	76.14	11.37	Aceptable
910	956	87.91	81.48	6.43	Buena
1163	1199	90.29	86.4	3.89	Buena
1357	1431	91.8	81.48	10.32	Aceptable
1668	1746	90.1	76.14	13.96	Aceptable

Tabla 11. Rangos de consistencia en sentido creciente con el *Criterio II de Lamm* del tramo Noreste. (Fuente: propia)

Sentido decreciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
1525	1477	88.16	81.48	6.69	Buena
1311	1277	90.01	86.4	3.61	Buena
1087	1010	92.08	81.48	10.6	Aceptable
813	736	89.85	76.14	13.71	Aceptable
602	536	87.69	75.63	12.06	Aceptable
379	317	87.55	76.62	10.92	Aceptable

Tabla 12. Rangos de consistencia en sentido decreciente con el *Criterio II de Lamm* del tramo Noreste. (Fuente: propia)

Por último, tras la aplicación del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*, el cual considera los promedios tanto de velocidad de operación como la tasa de

deceleración, ha podido identificarse un índice de consistencia de valor 2,85 lo que implica una caracterización aceptable de la consistencia. Asimismo, este modelo obtiene una relación directa con la siniestralidad lo que ha permitido estimar 0,34 accidentes en diez años.

Por lo tanto, tras la aplicación de estos tres criterios puede considerarse una consistencia aceptable a lo largo del trazado de esta alternativa, lo que implica un alto grado de seguridad vial.

Independientemente de los tres criterios empleados para el análisis de la consistencia del trazado geométrico, se ha estimado la distancia de parada necesaria en cada P.K. para garantizar la máxima seguridad. Para ello, se ha tenido en cuenta la velocidad de operación que se produce en cada uno de ellos la cual ha sido calculada anteriormente para el análisis de la consistencia. Esta distancia de parada junto con el perfil de visibilidades permitirá determinar si en algún tramo del trazado es necesario la modificación de este o un mayor despeje en los taludes de desmonte.

Como puede observarse en el siguiente gráfico, representado únicamente el tramo Noreste de la alternativa, la mayoría de los valores de visibilidad quedan por encima de la distancia de parada. Aunque, atendiendo algunas curvas puede identificarse la necesidad de la modificación del trazado al disponerse de visibilidad reducida. Encontrándose en el apartado 3. *Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el noreste hasta la CV-560 del Apéndice 9. Perfil de visibilidades junto con la distancia de parada calculada con la velocidad de operación.*

Asimismo, el tramo Oeste se caracteriza por presentar las mismas peculiaridades de este tramo, encontrándose detallado en el apartado 7.3.3 *Seguridad vial* al coincidir con la primera alternativa ya desarrollada.

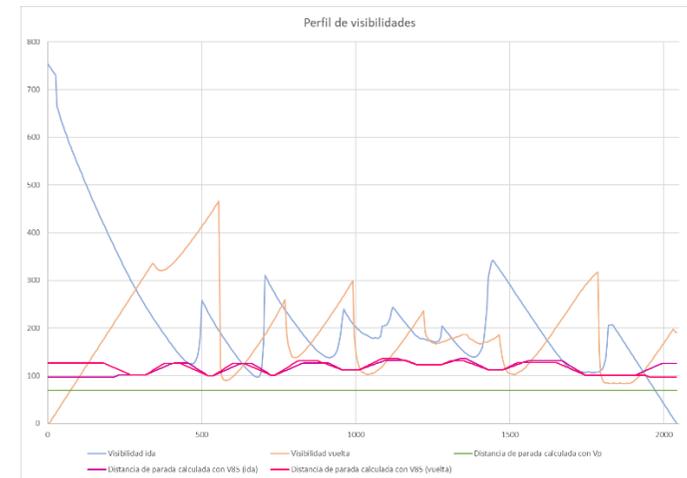


Gráfico 12. Perfil de velocidades junto con las distancias de parada calculadas con la velocidad de operación del tramo Noreste.  
(Fuente: propia)

Cabe mencionar que, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto, por lo tanto, se verifica una correcta visibilidad a lo largo de todo su recorrido al prevalecer dicha distancia con la anteriormente analizada, siendo innecesaria la modificación del trazado.

#### 7.5.4. Dimensionamiento del firme

El dimensionamiento del firme se llevará a cabo mediante la aplicación de la "Norma 6.1 IC: Sección de Firmes" como se ha realizado en las dos alternativas anteriores. Siendo muy influyente la intensidad de tráfico pesado en el año horizonte y la naturaleza del terreno por donde va a discurrir cada tramo de esta

alternativa, ya que permitirán obtener la categoría de tráfico pesado, la formación de la explanada y sección de firme más idónea.

En primer lugar, cabe destacar que el trazado de esta alternativa se caracteriza por transcurrir sobre varios materiales de distinta naturaleza. El tramo Oeste, coincidente con la alternativa uno, transcurre por material aluvial antiguo perteneciente al Cuaternario, clasificado como suelo adecuado, y en los últimos puntos kilométricos por areniscas, conglomerados y margas rojas perteneciente al Terciario.

Asimismo, la traza del tramo Noreste transcurre por arcillas versicolores con yesos y areniscas pertenecientes al Triásico como gran parte de la traza de la alternativa dos y clasificado como suelo tolerable. Por este motivo, se dispondrán tres secciones de firmes distintas atendiendo a cada material.

La Intensidad Media Diaria de vehículos pesados que transcurre por el tramo Oeste coincide con la misma de la primera alternativa, por lo que se obtendrá la misma categoría de tráfico (T42). Esto supondrá disponer de la misma sección del firme dimensionada para la alternativa uno, ya que ninguna variable afectada ha sido afectada.

Por lo tanto, en la mayor parte de la traza del tramo Oeste se dispondrá de una explanada de categoría dos formada por suelos estabilizados in situ dos (S-EST2) con cemento de veinticinco centímetros de espesor sobre suelo adecuado. Seguidamente, se dispondrá el paquete de firmes 4221 formado por veinticinco centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Esta última estará solo constituida por la capa de rodadura debido a su poco espesor designada como AC 16 surf 50/70 D.

Asimismo, en los últimos puntos kilométricos donde se identifiquen rocas pertenecientes al Terciario se dispondrá una explanada de categoría tres formada por una capa de hormigón. Sobre ella, se dispondrá el paquete de firmes 4231 constituido por veinte centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Caracterizándose esta última por poseer las mismas

propiedades que la mezcla bituminosa de la sección anterior con el fin de proporcionar continuidad a la carretera.

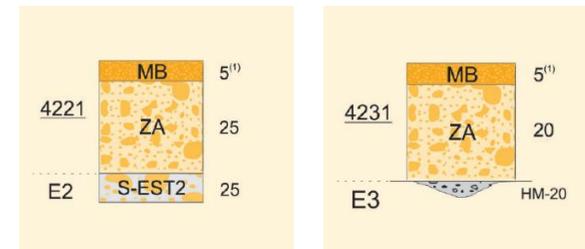


Figura 45. Secciones de firme a disponer en el tramo Oeste. (Fuente: propia)

En el apartado 7.3.4.3 *Sección de firme*, pueden encontrarse desarrolladas todas las comprobaciones y justificaciones que han llevado a cabo llegar a este dimensionamiento.

Para el tramo Noreste se ha estimado que en el carril más cargado dispondrá de cuatro vehículos pesados al día en el año horizonte como se ha justificado en el apartado 7.4.4.1 *Categoría de tráfico*. Por lo tanto, al emplear dicha variante menos de veinticinco vehículos pesados al día también se obtendrá la misma categoría de tráfico que en los casos anteriores (T42). Asimismo, atendiendo que el material por el que discurre la traza de este tramo coincide con el considerado para el dimensionamiento del firme en la alternativa dos podrá disponerse la misma sección. El cual se encuentra desarrollado con mayor exactitud en el apartado 7.4.4.3 *Sección de firme*.

Por lo tanto, en el tramo Noreste de esta alternativa se dispondrá de una explanada de categoría uno formada por suelos estabilizados in situ uno (S-EST1) con cal de veinticinco centímetros de espesor sobre suelo tolerable. A continuación, se

dispondrá el paquete de firmes 4211 formado por treinta y cinco centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Estando la mezcla bituminosa constituida únicamente por la capa de rodadura debido a su poco espesor, designada como AC 16 surf 50/70 D.

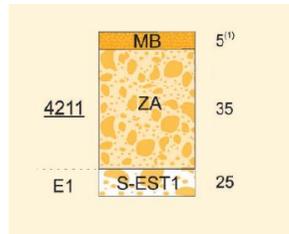


Figura 46. Sección de firme a disponer en el tramo Noreste. (Fuente: propia)

#### 7.5.5. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras

El volumen de movimiento de tierras que pueda producirse durante la ejecución de esta alternativa se ha estimado mediante el software Civil 3D diferenciándose los tipos de materiales que se encuentran en la traza de los dos tramos.

Sobre el tramo Oeste se identifican dos tipos de materiales. El primero de ellos, perteneciente al Cuaternario es reconocido hasta el P.K. 2+200 de la traza estimándose un volumen de desmonte de 25.783,51 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 8.594,25 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, existen 17.171,26 m<sup>3</sup> de material que podrían ser transportados a vertedero o empleados para la estabilización del material de la explanada de ambos tramos de esta alternativa tras haber sido clasificado como adecuado.

El segundo material identificado en este tramo Oeste de la alternativa se identifica en últimos puntos kilométricos de la traza (P.K. 2+200 – P.K. 2+242,47) caracterizados por rocas pertenecientes al Terciario. Sobre ellos se estima un

volumen de desmonte de 1.018,06 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 60,29 m<sup>3</sup> siendo necesario el transporte a vertedero del material sobrante.

		Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen neto
Tramo Oeste	Material Cuaternario	0+000 - 2+200	25765.51	8594.25	17171.26
	Material Terciario	2+200 - 2+422,47	1018.06	60.29	957.77
Total			26783.57	8654.54	18129.03

En cambio, sobre toda la traza del tramo Noreste se identifican materiales pertenecientes al Triásico estimándose un volumen de desmonte de 61.956,89 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 23.395,72 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, 38.561,16 m<sup>3</sup> de material podrían ser transportados a vertedero o empleados para la estabilización del material de la explanada tras haber sido clasificado como tolerable.

		Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen neto
Tramo Noreste	Material Triásico	0+000 - 2+040,84	61956.89	23395.72	38561.17

La estimación final del volumen transportado a vertedero estará determinada por el volumen de material necesario para la ejecución de la explanada. Para esta determinación se ha empleado el software Navisworks Manage estimándose así 6.355,62 m<sup>3</sup> necesarios para el tramo Oeste de dicha ejecución y 6.250,61 m<sup>3</sup> para el tramo Noreste.

Finalmente, serán necesarios 12.606,23 m<sup>3</sup> para la estabilización del material de la explanada. Por ello, se empleará el material sobrante del suelo clasificado como adecuado para dicha estabilización, ya que puede ser empleado en todas las zonas de la formación de la explanada como indica el artículo 330 del PG-3.

El material sobrante del suelo clasificado como tolerable únicamente podría emplearse en el núcleo y la cimentación de la explanada como indica el artículo 330 del PG-3. Por lo tanto, al disponer de material suficiente clasificado como adecuado el volumen sobrante de este material será transportado a vertedero.

Por lo tanto, finalmente la ejecución de esta alternativa supondrá un volumen de desmonte de 88.740,46 m<sup>3</sup>, un volumen de terraplén de 32.050,26 m<sup>3</sup> y un volumen de 44.083,97 m<sup>3</sup> de material transportado a vertedero.

		Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen explanada	Volumen neto
Tramo Oeste	Material Cuaternario	0+000 - 2+200	25765.51	8594.25	12606.23	4565.03
	Material Terciario	2+200 - 2+422,47	1018.06	60.29	-	957.77
Tramo Noreste	Material Triásico	0+000 - 2+040,84	61956.89	23395.72	-	38561.17
Total			<b>88740.46</b>	<b>32050.26</b>	12606.23	<b>44083.97</b>

En el apartado 3. *Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el noreste hasta la CV-560 del Apéndice 10. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras*, pueden encontrarse los movimientos de tierras cada cinco metros obtenidos del software Civil 3D en caso de ser necesario la comprobación de los volúmenes totales de desmonte y terraplén.

#### 7.5.6. Valoración económica

Atendiendo la ejecución de la CV-580 por el Oeste de Navarrés y su prolongación hasta la CV-560 por el Noreste del municipio con el objetivo de disminuir el tráfico en la travesía y proporcionar una circulación más segura y cómoda, se ha llevado a cabo una valoración económica de dicha ejecución.

Para dicha valoración se ha empleado las unidades de obra necesarias junto con las diversas unidades de medición y precio unitario de cada una, estimando así el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) tras la suma de todas ellas. Seguidamente, se han añadido los porcentajes correspondientes a gastos generales, beneficio industrial e Impuesto de Valor Añadido (IVA) para estimar finalmente el Presupuesto Base de Licitación (PBL) aproximado de esta alternativa.

Cabe mencionar que, para el desarrollo de esta estimación se ha empleado la información facilitada por la base de Precios de Edificación y Obra Civil en España (PREOC) para la determinación del precio unitario de cada unidad de obra.

Finalmente, la estimación de la valoración económica de esta alternativa asciende a 3.254.002,32 euros. Encontrándose en el apartado 3. *Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el noreste hasta la CV-560 del Apéndice 11. Valoración económica* del valor aproximado para cada unidad de obra y los porcentajes aplicados para dicha estimación.

Capítulo	Precio total (€)
1. Movimiento de tierras	1.473.832,62
2. Firmes.	786.048,16
Presupuesto Ejecución Material	2.259.880,77

Presupuesto Ejecución Material (PEM)	2.259.880,77 €
13,00% Gastos Generales (GG)	293.784,50 €
6,00% Beneficio Industrial (BI)	135.592,85 €
Suma de GG y BI	429.377,35 €
Total presupuesto sin IVA	2.689.258,12 €
21,00% IVA	564.744,2040 €
Presupuesto Base de Licitación (PBL)	<b>3.254.002,32 €</b>

## 7.6. Alternativa 4. Prolongación de la alternativa 1 por el sureste hasta la CV-560

La ejecución de esta alternativa supondría la circunvalación de la CV-580 por el Oeste del municipio, además de ser prolongada por el Sureste del mismo hasta producirse la intersección con la CV-560.

El tramo correspondiente a la zona Oeste se caracterizaría por presentar las mismas singularidades que la primera alternativa, ya desarrollada en el apartado 7.3 *Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560*. Recordando que, el 27,67% de los vehículos que hacen uso de la CV-580 por el primer tramo de la misma han sido identificados como vehículos de paso y harían uso de este tramo de la variante desde la zona Sur del municipio. Asimismo, al segundo tramo de la carretera del estudio se ha podido estimar que el 52,98% de los vehículos harían uso de la variante de la zona Oeste desde el Norte del municipio de Navarrés.

En esta propuesta deberá prestarse atención a los vehículos que emplean la CV-560 y seguidamente hacen uso del primer tramo la CV-580 o viceversa. Por ello, tras el aforo manual con registro de matrículas puede estimarse que el 24,7% de los vehículos que hacen uso de la CV-560 circularían por la variante, a diferencia del 100% de los vehículos que harían uso de la misma cuyo origen proviene del tramo de la CV-580.

El porcentaje obtenido del tramo de la CV-560 en relación con el municipio de Bolbaite destaca con el máximo porcentaje de vehículos de paso, ya que todos los vehículos hacen ese itinerario y por lo tanto no tienen afección en la intensidad de tráfico de la travesía del municipio.

		Ascendente		Descendente	
OESTE	CV - 580	Bolbaite	26,89	28,44	
		Quesa	41,30	64,65	
SURESTE	CV - 560	Bolbaite	100	100	
		Sumacàrcer	30,00	19,40	

En la tabla anterior puede observarse el porcentaje de vehículos de paso atendiendo al sentido de circulación, lo que implicaría al porcentaje de vehículos que harían uso de la variante en cada sentido. Asimismo, en la siguiente figura adjuntada se permite un mayor entendimiento sobre esta alternativa.



Figura 47. Croquis de la solución propuesta de la alternativa 4.  
(Fuente: propia)

### 7.6.1. Estudio de tráfico

#### 7.6.1.1. Estimación de la Intensidad Media Diaria

La Estimación de la Intensidad Media Diaria se realizará tanto para los diferentes tramos posibles a ejecutar como para la travesía, ya que la intensidad del tráfico se verá afectada. En ambos casos se procederá del mismo modo, mediante las relaciones con las estaciones afines correspondientes, además de emplear los incrementos acumulativos para el año de puesta en servicio y año horizonte.

Como se ha explicado anteriormente, la variante que transcurre por el Oeste del municipio presentará las mismas características que la alternativa uno ya desarrollada en el apartado 7.3.1.1 *Estimación Intensidad Media Diaria*. Estimándose así 441 vehículos al día en la actualidad, 460 vehículos al día para el año de puesta en servicio y 612 vehículos al día en el año horizonte. Para un mayor entendimiento de cómo se han estimado estos valores puede consultarse el apartado 7.2. *Alternativa 1. Variante sin afección de la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico*.

	2020 Actualidad			2023 Año de servicio			2043 Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Ascendente	208	15	7,02	217	15	7,02	288	20	7,02
Descendente	233	11	4,69	243	11	4,69	324	15	4,69
<b>Total</b>	<b>441</b>	<b>25</b>	<b>5,8</b>	<b>460</b>	<b>27</b>	<b>5,8</b>	<b>612</b>	<b>35</b>	<b>5,8</b>

El tramo de la variante que discurre por el Sureste del municipio de Navarrés solamente será empleado por aquellos vehículos cuyo itinerario conecte directamente los municipios de Bolbaite y Sumacàrcer, como se ha justificado anteriormente. Por ello, se ha estimado una Intensidad Media Diaria de 124 vehículos al día en la actualidad, 129 vehículos al día en el año de puesta en servicio y 172 vehículos al día en el año horizonte.

En el apartado 7.5 *Alternativa 4. Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560 del Apéndice 3. Estudio de tráfico* puede encontrarse desarrollado todo el procedimiento llevado a cabo para esta estimación.

	2020 Actualidad			2023 Año de servicio			2043 Año horizonte		
	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
Ascendente	47	4	7,69	49	4	7,69	66	5	7,69
Descendente	76	4	4,76	80	4	4,76	106	5	4,76
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>7</b>	<b>5,88</b>	<b>129</b>	<b>8</b>	<b>5,88</b>	<b>172</b>	<b>10</b>	<b>5,88</b>

La ramificación de parte del tráfico por los diferentes tramos de la variante supondría una reducción de la intensidad de tráfico por la travesía del municipio. Estimando así un valor de 1836 vehículos al día en la actualidad, 1916 vehículos al día en el año de puesta en servicio y 2551 vehículos al día en el año horizonte.

2020 Actualidad			2023 Año de servicio			2043 Año horizonte		
IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P	IMD	IMDp	%P
1836	29	1,6	1916	31	1,6	2551	41	1,6

Los valores estimados de la Intensidad Media Diaria para la travesía para esta alternativa coinciden con los estimados para la alternativa uno, al desviar el mismo número de vehículos por la variante.

#### 7.6.1.2. Intensidad en Hora Punta

La Intensidad en Hora Punta deberá estimarse tanto para los dos tramos de la variante como para la travesía del municipio, ambas se corresponden con carreteras interurbanas por lo que se estimará como el 10% de la Intensidad Media Diaria.

		2020	2023	2043
		Libro de Aforos	Actualidad	Año de servicio
		IHP (vh/h)		
Variante	Oeste	44	46	61
	Sureste	12	13	17
Travesía		184	192	255

#### 7.6.1.3. Estimación del Nivel de Servicio

El *Highway Capacity Manual. Sixth Edition (HCM6)* permitirá la estimación del nivel de servicio tanto de la posible variante a ejecutar como de la travesía, como se ha justificado en las otras alternativas ya propuestas.



Los diferentes elementos que componen el tramo que discurre por el Oeste del municipio han sido desarrollados con mayor precisión en el apartado 7.3.2 *Estudio del trazado*, verificando el cumplimiento de las restricciones impuestas por la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* Por lo tanto, a continuación, se detallan las características de los diferentes elementos del tramo Sureste de esta alternativa los cuales tendrán similitudes con el segundo tramo de la alternativa dos.

En primer lugar, el trazado en planta está compuesto por cinco curvas circulares, las cuales cumplen con el radio mínimo indicado por la *Instrucción de Trazado 3.1. I.C.* (130 metros) siendo un radio de 145 metros el máximo empleado. Asimismo, atendiendo a que la mayoría de ellos se caracterizan por poseer radios menores a 250 metros, ha sido necesario incrementar el ancho de los carriles en estas secciones.

Todas las curvas circulares poseen sus respectivas curvas de transición tanto de entrada como de salida, por lo tanto, el trazado en planta se compone por diez clotoides y todas ellas se caracterizan por presentar parámetros y longitudes mayores a los mínimos.

Asimismo, el trazado en planta está compuesto por seis rectas donde todas ellas cumplen con las limitaciones impuestas por la norma. Cabe destacar que poseen longitud menor a 400 metros, por lo tanto, ha sido necesario realizar la comprobación entre radios consecutivos obteniéndose el cumplimiento de todos ellos.

Como se ha comentado anteriormente, el trazado en alzado está compuesto por trece elementos entre los que se encuentran siete tangentes y seis acuerdos verticales, caracterizándose tres de ellos por ser cóncavos y tres por ser convexos.

La pendiente mínima posee una inclinación del 3,56% y la máxima del 7,24%, por lo tanto, se cumplen ambas restricciones indicadas por la instrucción. Remarcar que, la pendiente máxima no es superior a la indicada a emplear en casos excepcionales, por lo tanto, se verifica su cumplimiento. Del mismo modo, se ha comprobado el cumplimiento de los parámetros mínimos de cada acuerdo, como puede

consultarse en el apartado 4. *Alternativa 4. Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560 del Apéndice 6. Estado de rasantes.*

Cabe destacar que la zona por donde discurre esta alternativa se caracteriza por ser una zona plana con pequeños relieves, como se ha justificado en el apartado 5.2 *Geomorfología*. Por lo tanto, garantizar el cumplimiento de la Instrucción de Trazado 3.1. I.C. ha sido de gran dificultad al existir pendientes de grandes porcentajes.

En el apartado 4. *Alternativa 4. Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560* tanto del *Apéndice 5. Estado de alineaciones* como del *Apéndice 6. Estado de rasantes* puede encontrarse el estado de alineaciones tanto del trazado en planta como el trazado en alzado junto con las múltiples comprobaciones realizadas. Asimismo, puede encontrarse la comprobación de la coordinación del trazado en planta y alzado empleando los criterios indicados por la instrucción. Observando que, dos acuerdos verticales no verifican el cumplimiento del criterio reglamentario, aunque si garantizan el cumplimiento del criterio mínimo, por lo tanto, en ambos casos se verifica su cumplimiento.

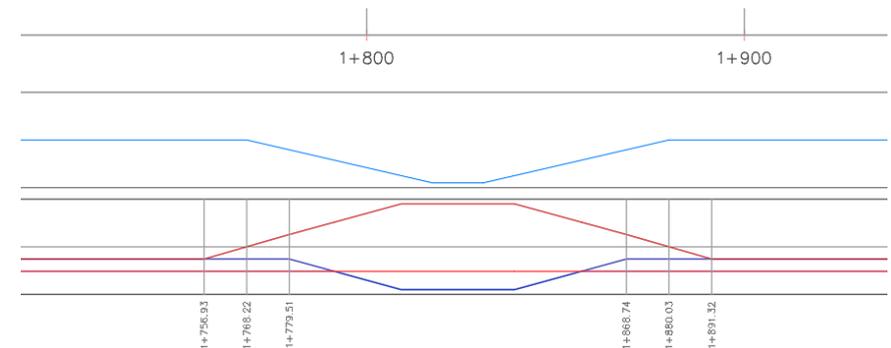


Figura 49. Diagrama de curvatura y peraltes entre el P.K. 1+700 Y P.K. 1+935 del tramo Sureste. (Fuente: propia)

Esta alternativa se caracteriza por tener concurrencia con la actual CV-580 al principio y al final del municipio y con la CV-560, por lo tanto, es necesario considerar la posibilidad de ejecutar cuatro intersecciones en esta alternativa. La primera de ellas únicamente consistiría en proporcionar un ramal nuevo a la glorieta ya existente al principio del municipio. Aunque, para la ejecución del resto sería necesario la generación de un estudio de soluciones independiente a este trabajo, al no ser el objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado (TFG).

Del mismo modo, entre el *plano nº17* y el *plano nº23* puede encontrarse por donde discurre la traza de esta alternativa además del perfil longitudinal junto con el diagrama de curvatura y peralte. Asimismo, se han detallado tanto las secciones tipo.

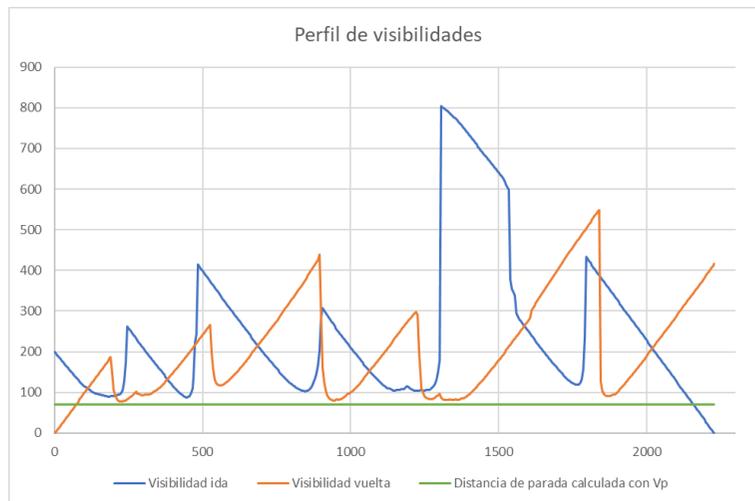


Gráfico 13. Perfil de visibilidades del tramo Sureste. (Fuente: propia)

Asimismo, se ha empleado el software Civil 3D para el análisis de la visibilidad de parada en ambos sentidos de circulación según el criterio indicado por la instrucción. Para este análisis ha sido necesario obtener dicha visibilidad cada cinco metros sobre el trazado de la carretera y la distancia de parada atendiendo las características de la alternativa, siendo de 69,68 metros. Esto permitirá determinar si es necesario actuar y realizar alguna modificación en el trazado de la carretera con el fin de proporcionar mayor visibilidad y aumentar la seguridad vial.

Como puede comprobarse en el apartado 4. *Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560* del *Apéndice 7. Perfiles de visibilidad*, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada. Atendiendo a las curvas existentes en ninguna de ellas se dispone de una visibilidad reducida, por lo tanto, se verifica una correcta visibilidad de parada a lo largo de todo su recorrido siendo innecesaria la modificación del trazado.

Cabe remarcar que, para el diseño del trazado del tramo Noreste de esta alternativa no se han tenido grandes dificultades al considerar los condicionantes estudiados con anterioridad en el apartado 5 *Estudios previos*, únicamente los mencionados anteriormente relacionados con la geomorfología de la zona.

En cambio, atendiendo al tramo Oeste tampoco se han tenido grandes dificultades al considerar los condicionantes estudiados con anterioridad. Aunque, la existencia de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) al margen izquierdo de la traza, como se ha detallado en el apartado 5.9 *Restricciones medio ambientales*, ha influenciado notablemente en el diseño del mismo.

Por último, hacer hincapié en los diferentes riesgos por inundación que se identifican en esta zona, desarrollados en el apartado 5.7 *Inundabilidad*, al ser un factor esencial para el correcto diseño del drenaje de esta alternativa y garantizar el correcto diseño de esta infraestructura.

### 7.6.3. Seguridad vial

La seguridad vial que se debe intentar garantizar durante el recorrido de la alternativa tiene que ser la máxima posible. Por este motivo, se ha llevado a cabo el análisis de la consistencia del trazado geométrico mediante el *Criterio I y II de Lamm* y el *Modelo global de Camacho-Torregorsa et al.* con el fin de determinar el grado de seguridad vial que pueda alcanzarse junto con la identificación de zonas conflictivas y la estimación del número de accidentes con víctimas en 10 años.

La aplicación de estos criterios implica la estimación de la velocidad de operación, siendo necesario el empleo de los cuatro modelos indicados en el apartado [7.1.2 Criterios empleados para el análisis de la consistencia](#) en función de si la velocidad es estimada en una alineación recta o curva y si se producen aceleraciones o deceleraciones.

Esta alternativa se compone por dos tramos bien diferenciados. El primero de ellos discurre por el Oeste del municipio el cual presenta las mismas características que la primera alternativa propuesta. Por lo tanto, tras el análisis de la consistencia por el *Criterio I de Lamm* y su aproximación han podido identificarse 1.055 metros con consistencia buena y 1.368 con consistencia aceptable en sentido creciente. Asimismo, en sentido decreciente han podido identificarse 916 metros con consistencia buena y 1.506 con consistencia aceptable.

En cambio, atendiendo los resultados obtenidos tras la aplicación del *Criterio II de Lamm* se han identificado los rangos de consistencia buena y aceptable en ambos sentidos de circulación, encontrándose el segundo rango mencionado en mayor parte del trazado.

Asimismo, tras la aplicación del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.* ha podido identificarse un índice de consistencia de valor 2,71 lo que implica una caracterización aceptable de la consistencia. Asimismo, este modelo obtiene una

relación directa con la siniestralidad lo que ha permitido estimar 1,67 accidentes en diez años.

En caso de necesitar consultar en mayor detalle dicho análisis, en el apartado [7.3.3 Seguridad vial](#) puede encontrarse todo el desarrollo realizado.

Atendiendo el segundo tramo de esta alternativa, la cual discurre por el Sureste del municipio sobre la que se ha estimado que 172 vehículos al día harían uso de esta en el año horizonte, se ha procedido del mismo modo que en el tramo anterior. Por lo tanto, en el siguiente gráfico quedan recogidas las velocidades de operación estimadas para cada P.K. en ambos sentidos de circulación, encontrándose en el apartado [4. Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560 del Apéndice 8. Velocidades de operación](#) los valores estimados para cada P.K. Cabe remarcar que, esta alternativa es identificada como un tramo coartado al existir en cada extremo una glorieta o intersección.

Asimismo, la unión entre la carretera y las intersecciones debería realizarse mediante la sucesión de curvas con el fin de permitir la reducción de la velocidad hasta la recomendada para circular por las glorietas, 40 km/h. Esta sucesión no ha sido recogida en el desarrollo de este estudio, por lo tanto, las velocidades estimadas únicamente dependen de la geometría del tronco de la carretera al no haberse limitado las velocidades en los extremos.

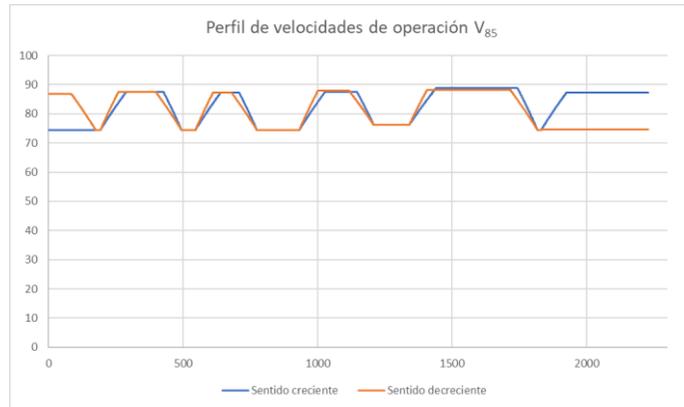


Gráfico 14. Perfil de velocidades de operación  $V_{85}$  del tramo Sureste. (Fuente: propia)

Tras la aplicación del *Criterio I de Lamm*, el cual incluye la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento geométrico ( $V_{85i}$ ) junto con la velocidad de diseño ( $V_d$ ), han podido identificarse 831 metros con consistencia aceptable y 1.398 con consistencia pobre en sentido creciente. Asimismo, en sentido decreciente han podido identificarse 1.052 metros con consistencia aceptable y 1.176 con consistencia pobre.

Cabe destacar que, este modelo empleado para el cálculo del Criterio I de Lamm fue desarrollado por americanos quienes no consideran la velocidad de diseño de misma manera que la instrucción española. Por lo tanto, para una correcta estimación de dicho criterio se emplea una velocidad próxima a la mínima observada, empleando 70 km/h en vez de la velocidad de diseño estipulada anteriormente. Se identifican finalmente los mismos metros para cada rango de consistencia, aunque cada uno de ellos es aumentado un nivel, es decir, 831 metros con consistencia buena y 1.398 con consistencia aceptable en sentido creciente. A

diferencia, 1.052 metros con consistencia buena y 1.176 con consistencia aceptable en sentido decreciente.

En cambio, atendiendo los resultados obtenidos tras la aplicación del *Criterio II de Lamm* se han identificado los rangos de consistencia buena y aceptable en ambos sentidos de circulación, encontrándose el segundo rango mencionado en mayor parte del trazado como puede apreciarse en las siguientes tablas las cuales recogen los resultados de dicha estimación.

Sentido creciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
427	494	87.48	74.53	12.95	Aceptable
708	774	87.21	74.53	12.68	Aceptable
1147	1209	87.43	76.14	11.29	Aceptable
1743	1817	88.8	74.53	14.27	Aceptable

Tabla 14. Rangos de consistencia en sentido creciente con el Criterio II de Lamm del tramo Sureste. (Fuente: propia)

Sentido decreciente

P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad inicial (km/h)	Velocidad final (km/h)	Decremento de velocidad (km/h)	Rango consistencia
1833	1831	74.74	74.53	0.21	Buena
1408	1340	88.21	76.14	12.08	Aceptable
1002	932	88.01	74.53	13.48	Aceptable
612	546	87.21	74.53	12.68	Aceptable
260	193	87.48	74.53	12.95	Aceptable

Tabla 15. Rangos de consistencia en sentido decreciente con el Criterio II de Lamm del tramo Sureste. (Fuente: propia)

Por último, tras la aplicación del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*, el cual considera los promedios tanto de velocidad de operación como la tasa de deceleración, ha podido identificarse un índice de consistencia de valor 2,67 lo que implica una caracterización aceptable de la consistencia. Asimismo, este modelo obtiene una relación directa con la siniestralidad lo que ha permitido estimar 0,56 accidentes en diez años.

Por lo tanto, tras la aplicación de estos tres criterios puede considerarse una consistencia aceptable a lo largo del trazado de esta alternativa, lo que implica un alto grado de seguridad vial.

Independientemente de los tres criterios empleados para el análisis de la consistencia del trazado geométrico, se ha estimado la distancia de parada necesaria en cada P.K. para garantizar la máxima seguridad. Para ello, se ha tenido en cuenta la velocidad de operación que se produce en cada uno de ellos la cual ha sido calculada anteriormente para el análisis de la consistencia. Esta distancia de parada junto con el perfil de visibilidades permitirá determinar si en algún tramo del trazado es necesario la modificación de este o un mayor despeje en los taludes de desmonte.

Como puede observarse en el siguiente gráfico, representado únicamente el tramo Sureste de la alternativa, la mayoría de los valores de visibilidad quedan por encima de la distancia de parada. Aunque, atendiendo algunas curvas puede identificarse la necesidad de la modificación del trazado al disponerse de visibilidad reducida. Encontrándose en el apartado 4. *Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560 del Apéndice 9. Perfil de visibilidades junto con la distancia de parada calculada con la velocidad de operación* los valores estimados para cada P.K.

Asimismo, el tramo Oeste se caracteriza por presentar las mismas peculiaridades de este tramo, encontrándose detallado en el apartado 7.3.3 *Seguridad vial* al coincidir con la primera alternativa ya desarrollada.

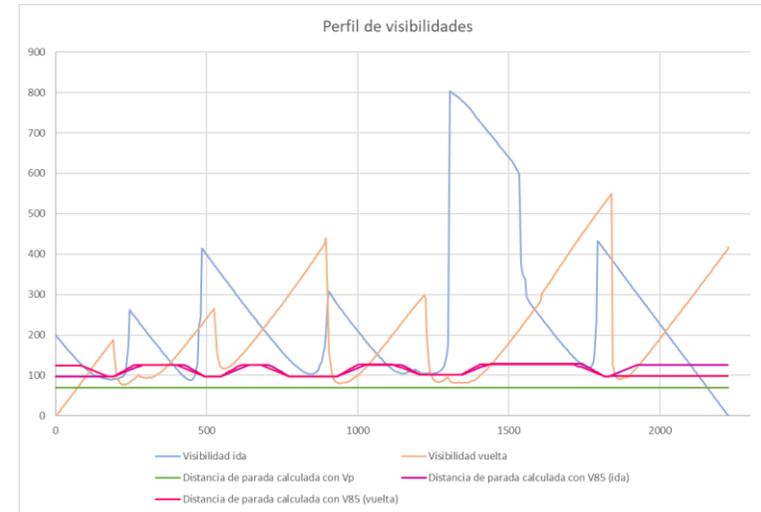


Gráfico 15. Perfil de visibilidades junto las distancias de parada calculadas con la velocidad de operación del tramo Sureste. (Fuente: propia)

Cabe mencionar que, el trazado de la carretera cumple con la instrucción al no encontrarse ningún valor de visibilidad por debajo de la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto, por lo tanto, se verifica una correcta visibilidad a lo largo de todo su recorrido al prevalecer dicha distancia con la anteriormente analizada, siendo innecesaria la modificación del trazado.

#### 7.6.4. Dimensionamiento del firme

La aplicación de la “Norma 6.1 IC: Sección de Firmes” permitirá el dimensionamiento del firme teniendo en cuenta la intensidad de tráfico pesado en el año horizonte y la naturaleza del terreno por donde va a discurrir cada tramo de esta alternativa, como se ha realizado en las tres propuestas anteriormente. Esta proporciona la

categoría de tráfico pesado, la formación de la explanada y sección de firme más idónea para cada tramo de esta alternativa.

En primer lugar, cabe destacar que el trazado de esta alternativa se caracteriza por transcurrir sobre varios materiales de distinta naturaleza. El tramo Oeste, coincidente con la alternativa uno, transcurre por material aluvial antiguo perteneciente al Cuaternario clasificado como suelo adecuado. En los últimos puntos kilométricos transcurren areniscas, conglomerados y margas rojas perteneciente al Terciario caracterizados por ser roca media resistencia a comprensión simple.

Asimismo, la traza del tramo Sureste transcurre por arcillas versicolores con yesos y areniscas pertenecientes al Triásico e incluso en los primeros puntos kilométricos transcurre por margas, margas travertínicas y travertinos pertenecientes al Cuaternario caracterizadas por ser rocas blandas, las cuales han sido identificadas en los primeros 828.76 metros de la traza de la carretera.

Por este motivo, se dispondrán tres secciones de firmes distintas atendiendo a cada material.

La Intensidad Media Diaria de vehículos pesados que transcurre por el tramo Oeste coincide con la misma de la primera alternativa, por lo que se obtendrá la misma categoría de tráfico (T42). Esto supondrá disponer de la misma sección del firme dimensionada para la alternativa uno, ya que ninguna variable afectada ha sido afectada.

Por lo tanto, en la mayor parte de la traza del tramo Oeste se dispondrá de una explanada de categoría dos formada por suelos estabilizados in situ dos (S-EST2) con cemento de veinticinco centímetros de espesor sobre suelo adecuado. Seguidamente, se dispondrá el paquete de firmes 4221 formado por veinticinco centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Esta última estará solo constituida por la capa de rodadura debido a su poco espesor designada como AC 16 surf 50/70 D.

Asimismo, en los últimos puntos kilométricos donde se identifiquen rocas pertenecientes al Terciario se dispondrá una explanada de categoría tres formada por una capa de hormigón. Sobre ella, se dispondrá el paquete de firmes 4231 constituido por veinte centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Caracterizándose esta última por poseer las mismas propiedades que la mezcla bituminosa de la sección anterior con el fin de proporcionar continuidad a la carretera.

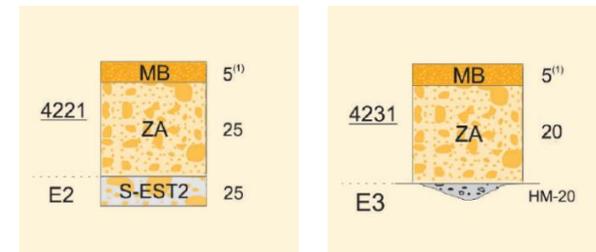


Figura 50. Secciones de firme a disponer en el tramo Oeste de la alternativa 4. (Fuente: propia)

En el apartado **7.3.4 Dimensionamiento del firme**, pueden encontrarse desarrolladas todas las comprobaciones y justificaciones que han llevado a cabo llegar a este dimensionamiento.

Para el tramo Sureste se ha estimado que en el carril más cargado dispondrá de cuatro vehículos pesados al día en el año horizonte, como se ha justificado en el apartado **7.4.4.1 Categoría de tráfico**. Por lo tanto, al emplear dicha variante menos de veinticinco vehículos pesados al día también se obtendrá la misma categoría de tráfico que en los casos anteriores (T42). Asimismo, atendiendo los materiales por los que discurre la traza de este tramo, los cuales coinciden con los considerados para el dimensionamiento del firme en la alternativa dos, podrá disponerse las mismas secciones de firme. Desarrolladas con mayor detalle en el apartado **7.4.4.3 Sección de firme**.

Por lo tanto, en el tramo Sureste de esta alternativa donde se identifiquen materiales pertenecientes al Triásico se dispondrá de una explanada de categoría uno formada por suelos estabilizados in situ uno (S-EST1) con cal de veinticinco centímetros de espesor sobre suelo tolerable. A continuación, se dispondrá el paquete de firmes 4211 formado por treinta y cinco centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Estando la mezcla bituminosa constituida únicamente por la capa de rodadura debido a su poco espesor, designada como AC 16 surf 50/70 D.

Asimismo, en las zonas donde se identifiquen rocas pertenecientes al Cuaternario se dispondrá de una explanada de categoría tres formada por una capa de hormigón. Sobre ella, se dispondrá el paquete de firmes 4231 constituido por veinte centímetros de zahorra artificial y cinco centímetros de mezcla bituminosa. Caracterizándose esta última por poseer las mismas propiedades que la mezcla bituminosa de la sección anterior con el fin de proporcionar continuidad a la carretera.

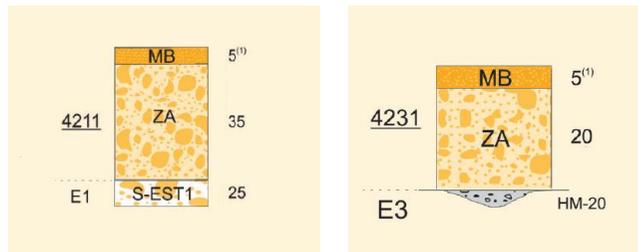


Figura 51. Secciones de firme a disponer en el tramo Sureste de la alternativa 4. (Fuente: propia)

#### 7.6.4. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras

El volumen de movimiento de tierras que pueda producirse durante la ejecución de esta alternativa se ha estimado mediante el software Civil 3D diferenciándose los tipos de materiales que se encuentran en la traza de los dos tramos.

Sobre el tramo Oeste se identifican dos tipos de materiales. El primero de ellos, perteneciente al Cuaternario es reconocido hasta el P.K. 2+200 de la traza estimándose un volumen de desmonte de 25.783,51 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 8.594,25 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, existen 17.171,26 m<sup>3</sup> de material que podrían ser transportados a vertedero o empleados para la estabilización del material de la explanada de ambos tramos de esta alternativa tras haber sido clasificado como adecuado.

El segundo material identificado en este tramo Oeste de la alternativa se identifica en los últimos puntos kilométricos de la traza (P.K. 2+200 – P.K. 2+242,47) caracterizados por rocas pertenecientes al Terciario. Sobre ellos se estima un volumen de desmonte de 1.018,06 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 60,29 m<sup>3</sup> siendo necesario el transporte a vertedero del material sobrante.

		Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen neto
Tramo Oeste	Material Cuaternario	0+000 - 2+200	25765.51	8594.25	17171.26
	Material Terciario	2+200 - 2+422,47	1018.06	60.29	957.77
Total			26783.57	8654.54	18129.03

Asimismo, sobre la traza del tramo Sureste se identifican dos tipos de materiales. El primero de ellos, perteneciente al Cuaternario es reconocido hasta el P.K. 0+829,24 caracterizándose por ser roca blanda y sobre el que se estima un volumen de desmonte de 8.568,61 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 2.879,42 m<sup>3</sup>, siendo necesario el transporte a vertedero del material sobrante.

En cambio, sobre el segundo material identificado entre el P.K. 0+829,24 y el P.K. 2+227,64 de este tramo pertenece al Triásico se estima un volumen de desmonte de 20.712,63 m<sup>3</sup> y un volumen de terraplén de 8.703,77 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, existen 12.008,86 m<sup>3</sup> de material que podrían ser transportados a vertedero o empleados para la estabilización del material de la explanada tras haber sido clasificado como tolerable.

	Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen neto
Material Cuaternario	0+000 - 0+829,84	8568.61	2879.42	5689.19
Material Triásico	0+829,84 - 2+227,64	20712.63	8703.77	12008.86
	Total	29281.24	11583.19	17698.05

La estimación final del volumen transportado a vertedero estará determinada por el volumen de material necesario para la ejecución de la explanada. Para esta determinación se ha empleado el software Navisworks Manage estimándose así 6.355,62 m<sup>3</sup> necesarios para el tramo Oeste de dicha ejecución y 4.283,41 m<sup>3</sup> para el tramo Sureste.

Finalmente, serán necesarios 10.639,03 m<sup>3</sup> para la estabilización del material de la explanada. Por ello, se empleará el material sobrante del suelo clasificado como adecuado para dicha estabilización, ya que puede ser empleado en todas las zonas de la formación de la explanada como indica el artículo 330 del PG-3.

El material sobrante del suelo clasificado como tolerable únicamente podría emplearse en el núcleo y la cimentación de la explanada como indica el artículo 330 del PG-3. Por lo tanto, al disponer de material suficiente clasificado como adecuado el volumen sobrante de este material será transportado a vertedero.

Por lo tanto, finalmente la ejecución de esta alternativa supondrá un volumen de desmonte de 56.064,81 m<sup>3</sup>, un volumen de terraplén de 20.237,73 m<sup>3</sup> y un volumen de 25.188,05 m<sup>3</sup> de material transportado a vertedero.

		Intervalo de P.K.	Volumen desmonte	Volumen terraplén	Volumen explanada	Volumen neto
Tramo Oeste	Material Cuaternario	0+000 - 2+200	25765.51	8594.25	10639.03	6532.23
	Material Terciario	2+200 - 2+422,47	1018.06	60.29	-	957.77
Tramo Sureste	Material Cuaternario	0+000 - 0+829,84	8568.61	2879.42	-	5689.19
	Material Triásico	0+829,84 - 2+227,64	20712.63	8703.77	-	12008.86
		Total	<b>56064.81</b>	<b>20237.73</b>	10639.03	<b>25188.05</b>

En el apartado 4. *Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560 del Apéndice 10. Impacto medioambiental focalizado en el movimiento de tierras* pueden encontrarse los movimientos de tierras cada cinco metros obtenidos del software Civil 3D en caso de ser necesario la comprobación de los volúmenes totales de desmonte y terraplén.

#### 7.6.5. Valoración económica

Atendiendo la ejecución de la CV-580 por el Oeste de Navarrés y su prolongación hasta la CV-560 por el Sureste del municipio con el objetivo de disminuir el tráfico en la travesía y proporcionar una circulación más segura y cómoda, se ha llevado a cabo una valoración económica de dicha ejecución.

Para dicha valoración se ha empleado las unidades de obra necesarias junto con las diversas unidades de medición y precio unitario de cada una, estimando así el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) tras la suma de todas ellas. Seguidamente, se han añadido los porcentajes correspondientes a gastos generales, beneficio industrial e Impuesto de Valor Añadido (IVA) para estimar finalmente el Presupuesto Base de Licitación (PBL) aproximado de esta alternativa.

Cabe mencionar que, para el desarrollo de esta estimación se ha empleado la información facilitada por la base de Precios de Edificación y Obra Civil en España (PREOC) para la determinación del precio unitario de cada unidad de obra.

Finalmente, la estimación de la valoración económica de esta alternativa asciende a 2.885.193,83 euros. Encontrándose en el apartado 4. *Prolongación de la alternativa 1 por el Sureste hasta la CV-560 del Apéndice 11. Valoración económica* la justificación del valor aproximado para cada unidad de obra y los porcentajes aplicados para dicha estimación.

Capítulo	Precio total (€)
1. Movimiento de tierras	1.183.139,92
2. Firmes.	820.606,06
Presupuesto Ejecución Material	2.003.745,97

Presupuesto Ejecución Material (PEM)	2.003.745,97 €
13,00% Gastos Generales (GG)	260.486,98 €
6,00% Beneficio Industrial (BI)	120.224,76 €
Suma de GG y BI	380.711,74 €
Total presupuesto sin IVA	2.384.457,71 €
21,00% IVA	500.736,71 €
Presupuesto Base de Licitación (PBL)	<b>2.885.193,83 €</b>

## 8. Análisis multicriterio

Una vez definidas y estudiadas las soluciones propuestas se procede a su análisis multicriterio con el objetivo de identificar la solución más adecuada en relación con los diferentes criterios considerados.

### 8.1. Criterios evaluados

Los criterios evaluados para este análisis coinciden con los desarrollados para el estudio de cada una de las alternativas, siendo finalmente considerados los que se encuentran a continuación:

- **Funcionalidad.** A partir de la Intensidad Media Diaria y nivel de servicio va a ser evaluada la funcionalidad de las diferentes alternativas, tanto para la travesía como para las diversas variantes a ejecutar. Asimismo podrá identificarse cuál de ellas permite una mayor disminución del tráfico dentro del municipio siendo el principal objetivo de dicho estudio.
- **Seguridad vial.** La valoración de la consistencia mediante el *Criterio I y II de Lamm* junto con el *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.* permitirán concluir que alternativa garantiza mayor seguridad vial durante su recorrido.

Asimismo, se tendrá en consideración la relación del perfil de visibilidades con la distancia de parada calculada con la velocidad de operación en cada P.K., ya que permite garantizar la máxima seguridad vial de la infraestructura viaria.

Cabe mencionar que, en el apartado del estudio de seguridad vial de cada una de las alternativas se ha estimado el número de accidentes con víctimas en diez años a partir del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*, por lo tanto, se debería tener en cuenta junto con el índice de consistencia estimado a partir de este mismo modelo.

Los valores estimados del número de accidentes en diez años se caracterizan por ser muy parecidos en cada una de las alternativas, por lo tanto, este factor no ha sido considerado finalmente en este análisis al no ser concluyente para determinar la solución óptima de este estudio.

Destacar que, la ejecución de cualquiera de las alternativas implicaría la disminución del tráfico por la travesía del municipio y con ello una menor probabilidad de accidentes dentro de la misma, aunque, este factor no ha sido considerado en dicho análisis al no poseer de dichos valores.

- **Impacto socioeconómico.** A partir de la estimación de la Intensidad Media Diaria en la travesía, podrá valorarse el impacto que supondrá la ejecución de una alternativa u otra para el municipio tras la disminución del tráfico en el mismo.
- **Impacto medioambiental.** Para el análisis de este criterio se deben tener en cuenta tres factores diferentes entre los que se encuentran el ruido, las emisiones atmosféricas y el movimiento de tierras.

El ruido y las emisiones atmosféricas serían reducidos notablemente al disminuir el tráfico por el municipio tras la ejecución de cualquiera de las alternativas propuestas, lo que implicaría la mejora de las condiciones medioambientales en la travesía. Cabe resaltar que, estos dos factores son muy difíciles de cuantificar por lo que no se tendrán en cuenta en este análisis, aunque son igual de importantes.

Finalmente, a partir de la evaluación del movimiento de tierras que pueda producirse en la ejecución de cada alternativa junto con el impacto que se pueda producir en las zonas protegidas podrá identificarse cuál de ellas supone menor impacto.

- Valoración económica. Este criterio será evaluado atendiendo a las valoraciones económicas estimadas para cada una de las alternativas propuestas, permitiendo determinar cuál de ellas supondrá un mayor coste.

## 8.2. Metodología de trabajo

La identificación de la solución más adecuada se ha llevado a cabo tras la aplicación de un análisis multicriterio de tipo AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) al ser un método matemático empleado para analizar variables frente a varios criterios, este fue publicado por Thomas L. Saaty en 1980 aunque aún se sigue estudiando.

Este análisis permite estimar la solución que más se ajusta a dicho estudio, ya que considera igual de importantes los factores que influyen en la elección de la solución óptima como los criterios empleados durante el proceso.

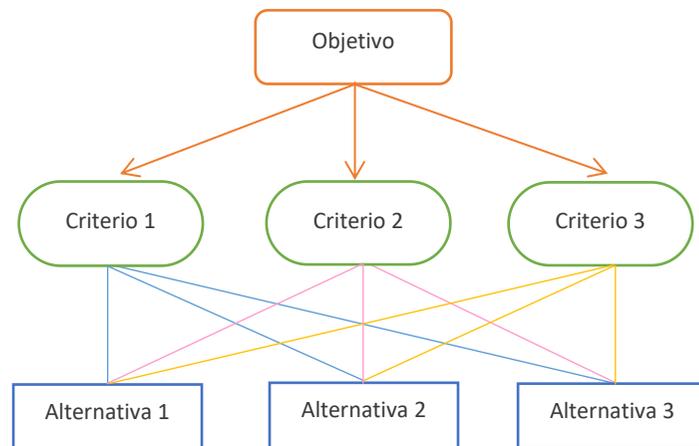


Figura 52. Esquema del funcionamiento del análisis AHP. (Fuente: propia)

Para esta metodología será necesario la ejecución de una serie de matrices cruzadas con las que se obtendrá finalmente una definitiva, la cual permitirá determinar la solución óptima.

En primer lugar, deberá establecerse los criterios para determinar la solución a adoptar, definidos anteriormente, junto con la ponderación entre ellos empleándose la “Escala de Saaty”, obteniéndose así la matriz de decisión la cual representa la importancia de cada uno de los criterios o las prioridades de las diferentes alternativas respecto a un determinado criterio.

1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia.
2	Entre igualmente y moderadamente preferible.
3	Débil o moderada importancia uno sobre el otro.
4	Entre moderadamente y fuertemente preferible.
5	Importancia esencial o fuerte de un criterios sobre el otro.
6	Entre muy fuerte y extremadamente preferible.
7	Importancia demostrada de un criterio sobre el otro.
8	Entre muy fuerte y extremadamente preferible.
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro.

La escala empleada para todas las matrices se caracteriza por ser una escala de comparación pareada para comparar los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios de nivel inferior, la cual permitirá determinar con mayor facilidad el peso de un criterio o alternativa respecto a otro.

Por lo tanto, aplicando lo mencionado anteriormente y atendiendo a los criterios establecidos para este estudio a continuación se detalla la matriz de decisión.

	Funcionalidad	Seguridad Vial	Impacto Socioeconómico	Impacto Medioambiental	Valoración económica
Funcionalidad	1	0.5	2	4	4
Seguridad Vial	2	1	4	3	3
Impacto Socioeconómico	0.50	0.25	1	3	3
Movimiento de tierras	0.25	0.33	0.33	1	0.25
Valoración económica	0.25	0.33	0.33	4	1

Tabla 16. Matriz de decisión. (Fuente: propia)

Matriz normalizada					Promedio
0.2500	0.2069	0.2609	0.2667	0.3556	0.26800
0.5000	0.4138	0.5217	0.2000	0.2667	0.38044
0.1250	0.1034	0.1304	0.2000	0.2667	0.16511
0.0625	0.1379	0.0435	0.0667	0.0222	0.06656
0.0625	0.1379	0.0435	0.2667	0.0889	0.11989

Tabla 17. Valores promedios de cada criterio. (Fuente: propia)

Como puede apreciarse el promedio estimado para el criterio de seguridad vial se caracteriza por presentar una gran diferencia respecto al resto, ya que es el criterio más influyente para garantizar el objetivo de dicho estudio.

### 8.3. Comparación de los criterios

Una vez determinada la matriz de decisión, se procede al análisis de las distintas alternativas en función de cada uno de los criterios establecidos obteniendo, asimismo, una matriz para cada uno de ellos. Del mismo modo, para cada criterio se estimará su matriz normalizada y con ello el valor promedio para cada alternativa, el cual se empleará para la construcción de la matriz comparativa y con ello determinar finalmente la alternativa con la solución óptima.

A continuación, se desarrollan cada una de las matrices atendiendo a lo expresado anteriormente junto con la justificación de las puntuaciones asignadas para cada criterio en función de cada.

#### 8.3.1. Funcionalidad

Para el análisis de este criterio se consideran los valores estimados tanto de la Intensidad Media Diaria como del nivel de servicio estimado para cada alternativa, lo que supondrá tanto el análisis de la travesía como de la variante.

Cabe recordar que, este criterio se caracteriza por ser el de mayor peso, como ha podido observarse en la matriz de decisión, ya que será el determinante para el análisis del objeto de este estudio.

Del mismo modo, se han establecido porcentajes a ambas estimaciones para realizar este análisis con mayor precisión, disponiéndose un porcentaje del 60% para la Intensidad Media Diaria y un 40% para el nivel de servicio. Asimismo, dentro de ellas se han establecido diferentes porcentajes en función de si se trata de la travesía o la variante, ya que el principal objetivo es disminuir el tráfico dentro del municipio.

		Intensidad Media Diaria 60%		Nivel de servicio 40%	
		Travesía (vh/día) 35%	Variante (vh/día) 25%	Travesía (PFFS) 20%	Variante (PTSF) 20%
Alt. 0		3.947	-	C (78,42)	-
Alt. 1		2.551	612	B (84,37)	A (29,08)
Alt. 2	Tramo 1	2.426	784	B (84,77)	A (30,96)
	Tramo 2		733		A (28,22)
Alt. 3	Oeste	2.426	612	B (84,77)	A (29,08)
	Noreste		121		A (19,64)
Alt. 4	Oeste	2.551	612	B (84,37)	A (29,08)
	Sureste		172		A (32,64)

Atendiendo los valores estimados de la Intensidad Media Diaria en el año horizonte, las alternativas 2 y 3 se caracterizan por garantizar la máxima disminución del tráfico dentro del municipio de Navarrés y presentar un mayor flujo de tráfico a través del nuevo trazado de la variante.

Asimismo, haciendo referencia a los valores estimados del nivel de servicio estas dos alternativas garantizan buena calidad de conducción tanto durante el recorrido de la travesía como de la variante.

En una escala de 0 a 10, entendiendo como 0 el efecto más negativo y 10 el más positivo, se transforman dichos valores en función del alcance que supondrá dicha alternativa para garantizar el objetivo de este estudio. Obteniendo finalmente una puntuación total atendiendo a los porcentajes establecidos anteriormente.

	Intensidad Media Diaria 60%		Nivel de servicio 40%		Puntuación
	Travesía (vh/día) 35%	Variante (vh/día) 25%	Travesía (PFFS) 20%	Variante (PTSF) 20%	
	Alt. 0	0	0	0	
Alt. 1	6	3	4	8	5.25
Alt. 2	Tramo 1	7	6	6	6.90
	Tramo 2	5		9	
Alt. 3	Oeste	7	6	8	6.15
	Noreste	3		10	
Alt. 4	Oeste	6	4	8	5.10
	Sureste	3		7	

Asimismo, para determinar con mayor precisión la puntuación se ha realizado la relación de cada alternativa respecto a las demás para tener en cuenta aquellas pequeñas diferencias determinantes, como se puede observar a continuación.

a/b	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 0	1	0.19	0.14	0.16	0.20
Alt. 1	5.25	1	0.76	0.85	1.03
Alt. 2	6.90	1.31	1	1.12	1.35
Alt. 3	6.15	1.17	0.89	1	1.21
Alt. 4	5.10	0.97	0.74	0.83	1

Para aplicar la ponderación entre criterios mediante la "Escala de Saaty" se fijan dichos valores atendiendo la diferencia relativa de puntos entre las distintas soluciones, considerándose la siguiente escala de evaluación.

1 – 1,1 → 2
1,11 – 1,2 → 3
1,21 – 1,3 → 4
1,31 – 1,4 → 5
1,41 – 1,5 → 6
1,51 – 1,6 → 7
1,61 – 1,7 → 8
> 1,71 → 9

Una vez aplicada dicha ponderación se obtiene la siguiente matriz para este criterio de funcionalidad. Asimismo, se detalla la matriz normalizada y el valor promedio atendiendo a cada alternativa.

1. FUNCIONALIDAD

	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Matriz Normalizada					Promedio
Alt. 0	1	0.125	0.111	0.111	0.125	0.029	0.013	0.060	0.023	0.011	0.0273
Alt. 1	8	1	0.200	0.333	2	0.229	0.104	0.108	0.070	0.180	0.1381
Alt. 2	9	5	1	3	5	0.257	0.519	0.542	0.628	0.449	0.4792
Alt. 3	9	3	0.333	1	3	0.257	0.312	0.181	0.209	0.270	0.2457
Alt. 4	8	0.5	0.200	0.333	1	0.229	0.052	0.108	0.070	0.090	0.1097
Suma	35.000	9.625	1.844	4.778	11.125						



### 8.3.2. Seguridad Vial

Este criterio ha sido analizado tras la consideración de los rangos de consistencia estimados a partir del *Criterio I y II de Lamm* junto con el índice de consistencia a partir del *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*, diferenciando ambos sentidos de circulación en los dos primeros criterios.

Se han establecido porcentajes para realizar este análisis con mayor precisión, disponiéndose un porcentaje del 20% para el *Criterio I de Lamm* y un 40% tanto para el *Criterio II de Lamm* como para el *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.*

Atendiendo a los valores estimados, todas las alternativas poseen rangos de consistencia buena y aceptable, por lo que, se ha realizado con mayor detalle el análisis de este criterio con el fin de determinar una puntuación más concreta de cada alternativa atendiendo las pequeñas diferencias que puedan existir entre ellas.

El *Criterio I de Lamm* ha sido evaluado en una escala de 0 a 10, entendiendo como 0 el efecto más negativo y 10 el más positivo, atendiendo los metros estimados para cada rango de consistencia en función de la longitud del trazado de cada una de las alternativas y en ambos sentidos de circulación.

Esta evaluación permitirá la transformación de dichos valores en función del alcance que supondrá cada alternativa. Asimismo, la puntuación final se ha realizado mediante la media aritmética entre las puntuaciones de cada rango de consistencia.

		Criterio I de Lamm						
		20%		20%		Puntuación total		
		creciente	decreciente	creciente	decreciente			
Alt. 0		-		0		0	0	
Alt. 1	Buena	1055	916	7	6	6.5	5.5	
	Aceptable	1368	1506	5	4	4.5		
Alt. 2	Tramo 1	Buena	831	1406	5	6	5.5	5.0
		Aceptable	681	1555	4	5	4.5	
	Tramo 2	Buena	431	1616	4	7	5.5	
		Aceptable	476	1570	3	6	4.5	
Alt. 3	Oeste	Buena	1055	916	7	6	6.5	6.0
		Aceptable	1368	1506	6	5	5.5	
	Noreste	Buena	679	1363	4	7	5.5	
		Aceptable	471	1570	3	6	4.5	
Alt. 4	Oeste	Buena	1055	916	7	6	6.5	6.0
		Aceptable	1368	1506	6	5	5.5	
	Sureste	Buena	831	1398	5	6	5.5	
		Aceptable	1052	1176	4	6	5	

En cambio, el *Criterio II de Lamm* ha sido evaluado de manera diferente al justificado con anterioridad al realizar el análisis de la consistencia entre elementos geométricos consecutivos, por lo tanto, para cada alternativa se posee un número diferente de tramos analizados.

Por este motivo, para cada una de las alternativas propuestas se ha establecido un porcentaje a cada uno de los rangos analizados en función de su representación respecto al número de elementos geométricos analizados, realizando este proceso para ambos sentidos de circulación.

**Alternativa 1 - Sentido creciente**

P.K. Inicial	P.K. Final	Rango consistencia
714	775	Buena
1090	1167	Aceptable
1314	1379	Aceptable
1539	1604	Aceptable
1919	1982	Aceptable

5 tramos analizados.

- 1 con consistencia buena.
- 4 con consistencia aceptable.

El 20% corresponde a consistencia buena y el 80% a consistencia aceptable.

Una vez obtenidos dichos porcentajes se ha establecido una puntuación para cada uno de los rangos, siendo un 10 para un rango de consistencia buena, un 5 para consistencia aceptable y un 1 para consistencia pobre. Lo que permitirá determinar la puntuación final tras el producto con los porcentajes estimados anteriormente.

		Criterio II de Lamm 40%						
		creciente		decreciente		Puntuación total		
Alt. 0		-		0		0	0	
Alt. 1	Buena	20	20	2	2	2	6	
	Aceptable	80	80	4	4	4		
Alt. 2	Tramo 1	Buena	0	0	0	0	0	
		Aceptable	100	100	5	5	5	
	Tramo 2	Buena	28.57	28.57	2.86	2.86	2.86	6.43
		Aceptable	71.43	71.43	3.57	3.57	3.57	
Alt. 3	Oeste	Buena	20	20	2	2	2	6
		Aceptable	80	80	4	4	4	
	Noreste	Buena	33.33	33.33	3.33	3.33	3.33	6.67
		Aceptable	66.67	66.67	3.33	3.33	3.33	
Alt. 4	Oeste	Buena	20	20	2	2	2	6
		Aceptable	80	80	4	4	4	
	Sureste	Buena	0	20	0	2	1	5.5
		Aceptable	100	80	5	4	4.5	

Por último, el *Modelo global de Camacho-Torregrosa et al.* ha permitido estimar el índice de consistencia de cada una de las alternativas donde todas ellas se caracterizan por obtener el mismo umbral de consistencia siendo aceptable.

Por lo tanto, para determinar una puntuación más concreta a partir de las pequeñas diferencias que puedan existir entre ellas, se ha establecido una escala de puntuación entre el número 5 como la puntuación más baja y el número 7 como la más alta. Cabe remarcar que, el umbral de consistencia identificado como aceptable se caracteriza por estar entre dos valores [ $2,55 < C \leq 3,25$ ] por lo que se establecerá la máxima puntuación a aquellos que estén más próximos al 3,25 al considerarse casi consistencia buena y la más baja a aquellos que estén más próximos al 2,55 al estar muy próximos al índice de consistencia pobre.

		ÍNDICE DE CONSISTENCIA 40.00%	
			Puntuación total
Alt. 0		-	0
Alt. 1		2.71	6
Alt. 2	Tramo 1	2.69	5
	Tramo 2	2.85	7
Alt. 3	Oeste	2.71	6
	Noreste	2.85	7
Alt. 4	Oeste	2.71	6
	Sureste	2.67	5

Finalmente, tras la aplicación de cada criterio de evaluación se obtiene la puntuación total atendiendo a los porcentajes establecidos anteriormente.

		Criterio I de Lamm 20%	Criterio II de Lamm 40%	Índice de consistencia 40%	Puntuación
Alt. 0		0	0	0	0
Alt. 1		5.5	6	6	5.9
Alt. 2	Tramo 1	5	5	5	5.686
	Tramo 2	5	6.429	7	
Alt. 3	Oeste	6	6	6	6.233
	Noreste	5	6.667	7	
Alt. 4	Oeste	6	6	6	5.625
	Sureste	5.25	5.5	5	

Asimismo, para determinar con mayor precisión la asignación se ha realizado la relación de cada alternativa respecto a las demás para tener en cuenta aquellas pequeñas diferencias determinantes, como se puede observar a continuación.

a/b	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	b
Alt. 0	1	0.17	0.18	0.16	0.18	
Alt. 1	5.90	1	1.04	0.95	1.05	
Alt. 2	5.69	0.96	1	0.91	1.011	
Alt. 3	6.23	1.06	1.10	1	1.11	
Alt. 4	5.63	0.95	0.989	0.90	1	

a

Para aplicar la ponderación entre criterios mediante la “Escala de Saaty” se fijan dichos valores atendiendo la diferencia relativa de puntos entre las distintas soluciones, considerándose la siguiente escala de evaluación.

1,011 – 1,021 → 2
1,022 – 1,032 → 3
1,033 – 1,043 → 4
1,044 – 1,054 → 5
1,055 – 1,065 → 6
1,066 – 1,076 → 7
1,077 – 1,2 → 8
> 1,21 → 9

Una vez aplicada dicha ponderación se obtiene la siguiente matriz para este criterio de funcionalidad. Asimismo, se detalla la matriz normalizada y el valor promedio atendiendo a cada alternativa.

2. SEGURIDAD VIAL											
	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Matriz Normalizada					Promedio
Alt. 0	1	0.111	0.125	0.111	0.111	0.029	0.012	0.068	0.023	0.010	0.0282
Alt. 1	9	1	4	0.167	5	0.257	0.104	2.169	0.035	0.449	0.6028
Alt. 2	8	0.250	1	0.125	2	0.229	0.026	0.542	0.026	0.180	0.2005
Alt. 3	9	6	8	1	8	0.257	0.623	4.337	0.209	0.719	1.2293
Alt. 4	9	0.200	1	0.125	1	0.257	0.021	0.271	0.026	0.090	0.1330
Suma	36.000	7.561	13.625	1.528	16.111						

### 8.3.3. Impacto socioeconómico

Para el análisis de este criterio se consideran los valores estimados de la Intensidad Media Diaria en la travesía para cada alternativa, ya que un mayor tráfico por la misma supondrá mayor efecto socioeconómico en el municipio.

	Intensidad Media Diaria (travesía) vh/día
Alt. 0	3.947
Alt. 1	2.551
Alt. 2	2.426
Alt. 3	2.426
Alt. 4	2.551

Atendiendo los valores estimados de la Intensidad Media Diaria en el año horizonte, las alternativas 2 y 3 se caracterizan por garantizar la máxima disminución del tráfico dentro del municipio de Navarrés y presentar un mayor flujo de tráfico a través del nuevo trazado de la variante, por lo tanto, presentarán la menor puntuación acorde a ese criterio evaluado.

En una escala de 5 a 10, entendiendo como 5 el efecto más negativo y 10 el más positivo, se transforman dichos valores en función del alcance que supondrá dicha alternativa, obteniendo finalmente la puntuación total.

	Intensidad Media Diaria (travesía) vh/día
Alt. 0	10
Alt. 1	6
Alt. 2	5
Alt. 3	5
Alt. 4	6

Asimismo, para determinar con mayor precisión la asignación se ha realizado la relación de cada alternativa respecto a las demás para tener en cuenta aquellas pequeñas diferencias determinantes, como se puede observar a continuación.

a/b	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 0	1	1.67	2.00	2.00	1.67
Alt. 1	0.60	1	1.20	1.20	1
Alt. 2	0.50	0.83	1	1.00	0.83
Alt. 3	0.50	0.83	1.00	1	0.83
Alt. 4	0.60	1.00	1.20	1.20	1

Para aplicar la ponderación entre criterios mediante la “Escala de Saaty” se fijan dichos valores atendiendo la diferencia relativa de puntos entre las distintas soluciones, considerándose la siguiente escala de evaluación.

1 – 1,2 → 1
1,21 – 1,4 → 2
1,41 – 1,6 → 3
1,61 – 1,8 → 4
1,81 – 2 → 5
> 2,01 → 9

Una vez aplicada dicha ponderación se obtiene la siguiente matriz para este criterio de funcionalidad. Asimismo, se detalla la matriz normalizada y el valor promedio atendiendo a cada alternativa.

### 3. IMPACTO SOCIOECONÓMICO

	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Matriz Normalizada					Promedio
Alt. 0	1	4	5	5	4	0.029	0.416	2.711	1.047	0.360	0.9122
Alt. 1	0.25	1	1	1	1	0.007	0.104	0.542	0.209	0.090	0.1905
Alt. 2	0.20	1	1	1	1	0.006	0.104	0.542	0.209	0.090	0.1902
Alt. 3	0.20	1	1	1	1	0.006	0.104	0.542	0.209	0.090	0.1902
Alt. 4	0.25	1	1	1	1	0.007	0.104	0.542	0.209	0.090	0.1905
Suma	1.900	8.000	9.000	9.000	8.000						

### 8.3.4. Impacto medioambiental

Este criterio ha sido analizado tras el estudio del movimiento de tierras que se pueden producir durante la ejecución de cada una de las alternativas, por lo tanto, en este criterio se diferenciarán los metros cúbicos de desmonte, terraplén y transportados a vertedero. Asimismo, sobre cada uno de ellos se ha establecido el mismo porcentaje para realizar este análisis con mayor precisión disponiéndose un porcentaje del 33,33%.

	Desmonte (m <sup>3</sup> ) 33.33%	Terraplén (m <sup>3</sup> ) 33.33%	Transporte a vertedero (m <sup>3</sup> ) 33.33%
Alt. 0	0	0	0
Alt. 1	26783.57	8654.54	11773.41
Alt. 2	101690.45	34201.38	60450.18
Alt. 3	88740.46	32050.46	44083.97
Alt. 4	56064.81	20237.73	25188.05

Del mismo modo, para cada una de las variables que forman este criterio se ha realizado la relación de cada alternativa respecto a las demás para tener en cuenta aquellas pequeñas diferencias determinantes, como se puede observar a continuación.

### Desmonte

b/a	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
0	26783.57	101690.45	88740.46	56064.81	
Alt. 0	1	0.000037	1.00	0.263383	0.301819
Alt. 1	26784	1	3.80	3.31	2.09
Alt. 2	101690	0.26	1	0.87	0.55
Alt. 3	88740	0.30	1.15	1	0.63
Alt. 4	56065	0.48	1.81	1.58	1



Terraplén

		Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
b/a		0	8654.54	34201.38	32050.46	20237.73
Alt. 0		1	0.000116	1.00	0.253047	0.270029
Alt. 1		8655	1	3.95	3.70	2.34
Alt. 2		34201	0.25	1	0.94	0.59
Alt. 3		32050	0.27	1.07	1	0.63
Alt. 4		20238	0.43	1.69	1.58	1

0 - 1 → 1
1,1 - 1,5 → 2
1,51 - 2 → 3
2,1 - 2,5 → 4
2,51 - 3 → 5
3,1 - 3,5 → 6
3,51 - 4 → 7
> 4,1 → 9

Transporte a vertedero

		Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
b/a		0	26783.57	101690.45	88740.46	56064.81
Alt. 0		1	0.000037	1.00	0.263383	0.301819
Alt. 1		26784	1	3.80	3.31	2.09
Alt. 2		101690	0.26	1	0.87	0.55
Alt. 3		88740	0.30	1.15	1	0.63
Alt. 4		56065	0.48	1.81	1.58	1

Finalmente, aplicando los porcentajes indicados anteriormente sobre estas matrices de relaciones se obtiene una matriz que permitirá el análisis de este criterio.

		Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
b/a		1	0.000048	1.00	0.259845	0.290422
Alt. 0		1	0.000048	1.00	0.259845	0.290422
Alt. 1		20740.56	1	3.85	3.44	2.17
Alt. 2		79194.09	0.26	1	0.89	0.56
Alt. 3		69843.79	0.29	1.12	1	0.63
Alt. 4		44122.45	0.46	1.77	1.58	1

Para aplicar la ponderación entre criterios mediante la “Escala de Saaty” se fijan dichos valores atendiendo la diferencia relativa de puntos entre las distintas soluciones, considerándose la siguiente escala de evaluación.

Una vez aplicada dicha ponderación se obtiene la siguiente matriz para este criterio de funcionalidad. Asimismo, se detalla la matriz normalizada y el valor promedio atendiendo a cada alternativa.

4. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL FOCALIZADO EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS

		Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Matriz Normalizada					Promedio
Alt. 0		1	9	9	9	9	0.029	0.935	4.880	1.884	0.809	1.7072
Alt. 1		0.11	1	7	6	4	0.003	0.104	3.795	1.256	0.360	1.1035
Alt. 2		0.11	0	1	0.5	0.33	0.003	0.015	0.542	0.105	0.030	0.1390
Alt. 3		0.11	0.17	2	1	0.33	0.003	0.017	1.084	0.209	0.030	0.2688
Alt. 4		0.11	1	3	3	1	0.003	0.104	1.627	0.628	0.090	0.4903
Suma		1.444	11.310	22.000	19.500	14.667						

8.3.5. Valoración económica

La valoración económica de las alternativas propuestas permitirá el análisis de este criterio a partir de la relación de cada alternativa respecto a las demás, siendo este método el empleado para este análisis.

b/a	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	b
	32,049.89 €	1,346,220.01 €	3,583,492.42 €	3,254,002.32 €	2,885,193.83 €	
Alt. 0	1	42.00	111.81	101.53	90.02	
Alt. 1	0.024	1	2.66	2.42	2.14	
Alt. 2	0.009	0.376	1	0.91	0.81	
Alt. 3	0.010	0.414	1.10	1	0.89	
Alt. 4	0.011	0.467	1.24	1.13	1	
a						

Para aplicar la ponderación entre criterios mediante la “Escala de Saaty” se fijan dichos valores atendiendo la diferencia relativa de puntos entre las distintas soluciones, considerándose la siguiente escala de evaluación.

1,1 - 2 → 2
2,1 - 3 → 3
3,1 - 4 → 4
4,1 - 5 → 5
> 5,1 → 9

Una vez aplicada dicha ponderación se obtiene la siguiente matriz para este criterio de funcionalidad. Asimismo, se detalla la matriz normalizada y el valor promedio atendiendo a cada alternativa.

#### 5. VALORACIÓN ECONÓMICA

	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Matriz Normalizada				Promedio	
Alt. 0	1	9	9	9	9	0.029	0.935	4.880	1.884	0.809	1.7072
Alt. 1	0.11	1	3	3	3	0.003	0.104	1.627	0.628	0.270	0.5262
Alt. 2	0.11	0	1	0.5	0.50	0.003	0.035	0.542	0.105	0.045	0.1459
Alt. 3	0.11	0.33	2	1	0.50	0.003	0.035	1.084	0.209	0.045	0.2753
Alt. 4	0.11	1	2	2	1	0.003	0.104	1.084	0.419	0.090	0.3400
Suma	1.444	11.667	17.000	15.500	14.000						

#### 8.4. Matriz comparativa

Una vez determinadas las matrices para cada uno de los criterios y con ello el valor promedio para cada alternativa atendiendo a cada uno de ellos, puede establecerse la matriz comparativa formada por todos los valores promedios estimados para cada una de ellas respecto a cada criterio establecido.

Finalmente, el valor total ponderado de cada alternativa se determinará a partir del producto de valores promedios estimados para cada alternativa respecto a cada criterio establecido por los valores promedio de cada criterio determinados en la matriz de decisión. Lo que determinará la solución óptima de este estudio.

	Funcionalidad	Seguridad Vial	Impacto Socioeconómico	Impacto Medioambiental	Valoración económica	Total ponderado
Alternativa 0	0.0273	0.0282	0.9122	1.7072	1.7072	0.48697
Alternativa 1	0.1381	0.6028	0.1905	1.1035	0.5262	0.43433
Alternativa 2	0.4792	0.2005	0.1902	0.1390	0.1459	0.26287
Alternativa 3	0.2457	1.2293	0.1902	0.2688	0.2753	0.61580
Alternativa 4	0.1097	0.1330	0.1905	0.4903	0.3400	0.18485
Promedio Matriz de decisión	0.26800	0.38044	0.16511	0.06656	0.11989	

Tabla 18. Matriz comparativa. (Fuente: propia)

Por lo tanto, “Alternativa 3. Prolongación de la alternativa 1 por el Noreste hasta la CV-560” resulta ser la solución más idónea tras la consideración de los criterios desarrollados.

## 9. Conclusión

Este estudio de alternativas ha permitido la determinación de una solución viable capaz de disminuir el tráfico en el municipio de Navarrés siendo el principal objetivo.

Las soluciones propuestas han sido determinadas a partir de los principios de funcionalidad, seguridad, integración ambiental, comodidad, economía, armonía y elasticidad lo que ha permitido, a partir del análisis multicriterio, determinar la solución óptima que garantice el alcance de dicho objetivo.

Se espera que este estudio de alternativas sirva para elegir la solución más idónea con la intención que pueda ser desarrollada en más profundidad como Proyecto de construcción en un futuro próximo.

Valencia, 22 de junio de 2020

La autora del estudio

Ángela Jiménez Rollón