

Anejo 2. Estudio de alternativas. Apéndice 3. Selección de alternativas. Análisis multicriterio



## Índice

1. Introducción .....	1
2. Selección de criterios.....	1
2.1. Criterios funcionales.....	1
2.1.1. Velocidad .....	1
2.1.2. Afecciones a los usuarios .....	2
2.1.3. Puntuación criterios funcionales .....	2
2.2. Criterios ambientales.....	2
2.3. Criterios Económicos.....	2
2.4. Criterios territoriales.....	2
2.4.1. Permeabilidad y conectividad de la red.....	2
2.4.2. Coordinación con el planeamiento .....	3
2.5. Criterio de seguridad viaria .....	3
3. Análisis de alternativas .....	3
4. Análisis de sensibilidad y robustez de la selección .....	4
5. Resumen y conclusiones.....	4



## 1. Introducción

El objetivo del análisis multicriterio no es solo seleccionar la mejor alternativa entre las estudiadas, sino también aportar los argumentos objetivos en los que se fundamenta esta decisión, indicando la importancia relativa de cada uno de los criterios adoptados.

El análisis consiste en el uso de indicadores para evaluar el comportamiento de cada una de las alternativas en todos los aspectos que se consideren relevantes para su construcción y vida útil de la infraestructura. Estos indicadores son valores numéricos representativos del comportamiento de la alternativa en el ámbito asociado al indicador.

La puntuación obtenida para los distintos indicadores se pondera según los distintos pesos asignados, de acuerdo a la importancia relativa estimada para cada uno. Finalmente, para la selección de la alternativa óptima se utiliza el método Pattern, en el cual se obtiene la valoración de las alternativas como suma ponderada de los criterios por sus pesos, siendo la suma de estos últimos la unidad.

Entendemos que los resultados obtenidos están sujetos a la valoración realizada por parte del equipo redactor y se necesita algún tipo de validación. En este sentido, se realiza un análisis de sensibilidad y robustez, los cuales permiten valorar el comportamiento de la puntuación en caso de errores en la distribución de los pesos del análisis multicriterio.

## 2. Selección de criterios.

En este apartado se definen los criterios analizados para escoger la alternativa más favorable. Para cada uno de los criterios se asignará un valor entre 0 y 10, siendo el valor más favorable el 10 i el más desfavorable el 0. En el caso de considerar que para algunos criterios la puntuación obtenida sea la misma para las 2 alternativas, este no se considerará en el análisis, porque no generaría ningún efecto diferenciador entre las alternativas planteadas.

Para cada uno de los criterios se definen uno o distintos indicadores, a ser posible cuantificables a partir de características físicas de la alternativa. En caso de no ser cuantificables, se asignarán valores numéricos a las distintas posibilidades que pueda tomar el indicador, de forma cualitativa.

En el caso de criterios con distintos indicadores, se asignará un peso a cada indicador i se realizará la media ponderada para obtener la valoración del criterio.

Los criterios analizados para el estudio de alternativas son los siguientes:

- Criterios funcionales
- Criterios ambientales

- Criterios económicos
- Criterios territoriales
- Criterio de seguridad viaria

A continuación, se define cada uno de los criterios y los indicadores utilizados para su valoración.

### 2.1. Criterios funcionales

Los criterios funcionales analizan las características de la carretera, en cuanto al servicio ofrecido a los usuarios, los indicadores analizados son los siguientes:

- Velocidad
- Riesgos técnicos de construcción y mantenimiento
- Afecciones a los usuarios
- Población a la que da servicio

Entre estos indicadores, se considera que los "riesgos técnicos de construcción y mantenimiento" y la "población a la que da servicio", obtendrán la misma puntuación. El trazado y la tipología de la carretera es la misma para todas las alternativas.

#### 2.1.1. Velocidad

En este apartado se valora la velocidad de circulación de los vehículos según la alternativa escogida. En los dos casos la velocidad máxima permitida será de 70-80 km/h en tramos interurbanos y de 50 km/h en tramos urbanos. La diferencia de velocidad de circulación, y en consecuencia del tiempo de viaje recae en la presencia de un mayor número de glorietas en la alternativa A, que reduce la velocidad media del recorrido, en todo caso, el tiempo de viaje no será muy distinto entre alternativas, y así queda reflejado en su puntuación, que se realiza de forma cualitativa.

Alternativa 0: La velocidad de circulación se encuentra limitada por las limitaciones a 60 km/h impuestas en las curvas pronunciadas. La puntuación máxima se establecería para una carretera convencional sin limitaciones de velocidad, más que la establecida en la normativa. En este sentido, se punta la alternativa 0 con un 8.

Alternativa A: La velocidad de circulación media en la alternativa A estará limitada por la presencia de glorietas y la mayor integración de la vía en la trama urbana. Se establece una puntuación de 6.

Alternativa B: La velocidad de circulación en la alternativa B, será ligeramente mayor a la de la Alternativa A, por la cual se establece una puntuación de 7.

### 2.1.2. Afecciones a los usuarios

Actualmente la señalización de la carretera no supone ninguna restricción a los giros a la izquierda, ni desde la calzada hacia los distintos accesos, ni para acceder a la calzada. En este indicador entendemos las afecciones a los usuarios como las restricciones a la circulación que se añaden a los usuarios.

Alternativa 0: La calzada actual no tiene ningún tipo de restricción en cuanto a accesos a la calzada, se asigna una puntuación de 10.

En las dos alternativas planteadas se limitan los giros a la izquierda en algunas intersecciones y accesos.

Alternativa A: La limitación de los giros a la izquierda en la alternativa A, no supone una afección de importancia a los usuarios, ya que la inclusión de 6 glorieta garantiza los cambios de sentido a poca distancia de los accesos y también facilita la incorporación a la carretera en las intersecciones donde se planifica una glorieta. Se establece una puntuación de 9.

Alternativa B: En este caso la posibilidad de realizar un cambio de sentido no se encuentra tan próxima, y en consecuencia la afección a los usuarios será mayor, se establece una puntuación de 8.

### 2.1.3. Puntuación criterios funcionales

Se realiza la mediana de los dos indicadores utilizados para conseguir la puntuación de los criterios funcionales:

Alternativa 0: 9

Alternativa A: 7,5

Alternativa B: 7,5

## 2.2. Criterios ambientales

El acondicionamiento de una carretera existente minimiza los impactos potenciales de una actuación de mejora de carretera, al tratarse de una opción menos invasiva sobre el medio receptor que otras actuaciones de nuevo trazado o variantes.

Si bien cabe considerar que la implementación de una senda ciclable a lo largo de todo el recorrido aumenta considerablemente la ocupación sobre el territorio, también aumentamos la posibilidad de disminuir los desplazamientos en vehículo motorizado, al obtener una alternativa segura para la utilización de la bicicleta o realizar los desplazamientos andando.

Teniendo en cuenta el criterio ambiental, las dos alternativas se consideran idénticas, sin variaciones en cuanto a la afección sobre el territorio, al no considerarse un factor determinante, se rechaza el uso de este criterio para el análisis multicriterio.

## 2.3. Criterios Económicos

La mejor alternativa según el criterio económico será aquella que consiga una mayor rentabilidad (TIR).

Para la obtención de la valoración según este criterio, nos basamos en el Estudio de Rentabilidad Económica incorporado en el apéndice 2 del presente documento.

	VAN	TIR
Alternativa A	-1.223.412,18 €	3,5%
Alternativa B	-2.455.150,35 €	2,3%

Tabla 1. Resultados ERE

La alternativa 0 no aparece en el estudio de rentabilidad, pero se le asignará la menor puntuación porque las dos alternativas tienen una rentabilidad positiva, y la no actuación no aprovecharía los beneficios que generaría la nueva infraestructura.

Según los datos obtenidos en el Estudio de Rentabilidad, se establece una puntuación de 1 a 10 en comparación con la tasa de descuento del 5% utilizada para el estudio de rentabilidad, y que correspondería a la alternativa 0, con una valoración de 5. Las puntuaciones obtenidas son las siguientes:

Alternativa 0

Alternativa A: 3,5

Alternativa B: 2,3

## 2.4. Criterios territoriales

### 2.4.1. Permeabilidad y conectividad de la red

La permeabilidad y conectividad de la red valora la facilidad de acceso a la carretera desde los caminos y carreteras secundarias.

## 2.4.2. Coordinación con el planeamiento

En este apartado se tienen en cuenta la coordinación con el planeamiento de cada una de las alternativas. A lo largo de la carretera actual encontramos diversas edificaciones ubicadas en las inmediaciones de la carretera. Si bien solo se clasifica como urbano en el planeamiento, el tramo final, aproximadamente entre el Pk 17+300 y el 18+860, un tramo de 1560 metros.

En este tramo encontramos tramos de suelo urbano intercalados entre tramos de transición de crecimiento y transición de armonización. Además, como se observa en la imagen siguiente, la carretera también dispone de una franja de reserva, de aproximadamente 20 metros a cada lado.

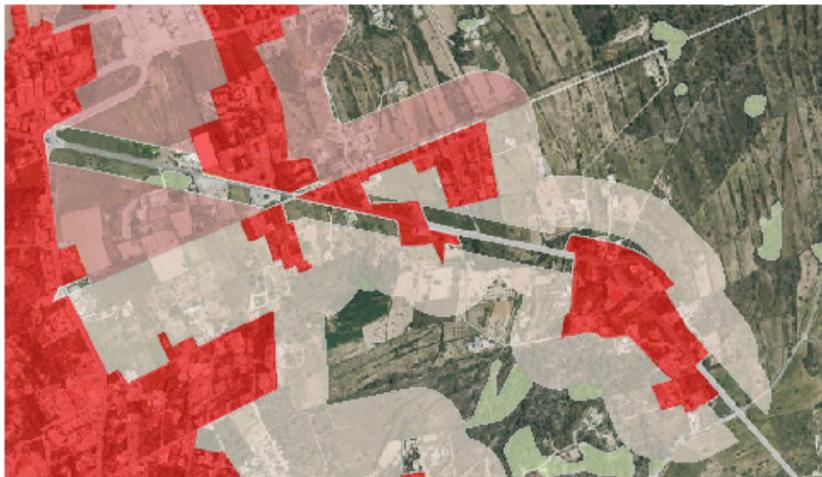


Figura 1. Extracto del planeamiento en la llegada a Sant Antoni (en rojo, suelo urbano).

Para la valoración de este criterio se tiene en cuenta el % del tramo que se acondiciona como travesía, eliminando el carácter interurbano de la carretera actual.

Alternativa 0: La carretera actual tiene tipología de carretera convencional y en el tramo urbano se limita a dar accesos a las fincas a nivel de calzada. Teniendo en cuenta la tipología de la calzada en el tramo urbano, se valora la alternativa con un 0.

Alternativa B: En la alternativa B, todo el tramo indicado se urbaniza con aceras a ambos lados, para garantizar la seguridad de los usuarios, pero se mantienen los arcenes, manteniendo una calzada con características de carretera convencional. Se valora la alternativa con un 5.

Alternativa A: La alternativa A tiene la misma tipología que la alternativa B, excepto en el tramo más urbanizado, entre los PK 17+300 y 17+960, 660 metros. A partir de la valoración de la alternativa B y el porcentaje de tramo urbano respecto al total, se establece una puntuación de 7.

## 2.5. Criterio de seguridad viaria

El mejor indicador para la valoración del criterio de seguridad viaria es la reducción del número de accidentes, y las consecuentes víctimas. La valoración de la disminución de accidentes se ha realizado en el estudio de rentabilidad.

Atendiendo a que la valoración del criterio económico se basa en el estudio de rentabilidad, no se tiene en cuenta el criterio de seguridad viaria en el análisis multicriterio para no contabilizar más de una vez el beneficio conseguido en cuanto a reducción de accidentes.

## 3. Análisis de alternativas

Para los distintos criterios enumerados en el apartado anterior, se realizará una ponderación según la importancia relativa entre ellas. En concreto se asignará un peso a cada criterio entre 0 y 1, de tal forma que la suma de todos los pesos sea la unidad.

Siguiendo las hipótesis establecidas en el apartado anterior, los criterios de seguridad viaria y ambientales no se tienen en cuenta en el análisis multicriterio, por considerarse redundante con el económico y no discriminatorio respectivamente.

Los pesos utilizados para los criterios analizados son los siguientes:

Criterio	Peso
Funcional	0.3
Económico	0.4
Territorial	0.3

Tabla 2. Pesos criterios

La elección de los pesos de los criterios es uno de los condicionantes más importantes del resultado del análisis multicriterio; la elección de un peso u otro puede decantar la balanza entre las distintas alternativas.

El criterio económico se ha considerado el más importante, representando un 40% del total, este porcentaje se ha escogido teniendo en cuenta que las 2 alternativas consisten en el acondicionamiento de la carretera existente

y soluciones muy similares. Esta similitud entre las distintas alternativas hace conveniente aplicar el peso más relevante al criterio económico, el cual también incorpora implícitamente el criterio de seguridad viaria.

Los criterios funcionales y territoriales se contabilizan con un 30% del peso cada uno, porque se consideran criterios semejantes y con una misma importancia relativa para la elección de la mejor alternativa.

El resultado de la aplicación de las puntuaciones establecidos en los apartados anteriores y los pesos se resume en la tabla siguiente:

Criterio	Peso	Alternativa 0	Alternativa A	Alternativa B
Funcional	0.3	9,00	7,50	8,00
Económico	0.4	5,00	3,50	2,30
Territorial	0.3	0,00	7,00	5,00
	Puntuación	4,70	5,75	4,82

Tabla 3. Puntuaciones alternativas

#### 4. Análisis de sensibilidad y robustez de la selección

Se comprueba la sensibilidad de la selección a la variación de los pesos asignados a cada uno de los factores.

El bajo número de alternativas no hace necesario el análisis numérico de las alternativas para argumentar la solidez de la solución escogida.

Como se puede observar, para que la solución ganadora no fuera la alternativa A, sería necesario dar el peso más importante al criterio funcional, en el cual las alternativas 0 y B tienen mayor puntuación.

Se ha analizado el peso necesario, del criterio funcional, para que la alternativa ganadora no fuese la A, manteniendo los otros dos criterios con igual peso. Para que la alternativa 0 resultase ganadora el peso a asignar sería del 70% y para la alternativa B aumenta al 80%.

Estos valores tan elevados no son adecuados para un análisis multicriterio, en el cual los distintos criterios deben tener unos pesos similares, para garantizar que se tienen en cuenta todos los indicadores para obtener la solución.

Con estas consideraciones se considera correcta la solución obtenida.

#### 5. Resumen y conclusiones

Como se puede observar en la tabla 2, la alternativa con mejor valoración a resultado ser la alternativa A.

La alternativa A, corresponde a la solución con mayor implantación de glorietas que, si bien penaliza ligeramente el tiempo de recorrido por la EI-700, mejora significativamente la seguridad vial y la conexión con las otras carreteras y accesos.