

---

## **ANEJO Nº16.- ANÁLISIS MULTICRITERIO**



**ÍNDICE**

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- METODOLOGIA.....	1
2.1.- Descripción de los Objetivos .....	2
2.2.- Determinación de los Indicadores .....	2
2.3.- Calificación de Indicadores .....	3
2.4.- Ponderación .....	3
2.5.- Matriz de Valoración de Alternativas .....	4
2.6.- Análisis Comparativo de Alternativas .....	4
3.- VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	4
3.1.- Indicadores del Objetivo Funcional .....	4
3.1.1.- Tiempos de Viaje .....	4
3.1.2.- Calidad del Trazado .....	5
3.1.3.- Ampliación de andenes.....	6
3.1.4.- Captación de la Demanda (Cobertura Poblacional) .....	7
3.2.- Indicadores del Objetivo Ambiental .....	9
3.3.- Indicadores del Objetivo de Afecciones .....	14
3.3.1.- Afección al Planeamiento Urbanístico .....	14
3.3.2.- Afección a Edificaciones Existentes.....	16
3.4.- Indicadores del Objetivo Económico .....	18
4.- COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	18



## 1.- INTRODUCCIÓN

A lo largo del presente “Estudio Informativo de la Línea Ferroviaria Valencia – Alicante (Tren de la Costa)” se ha realizado un análisis del territorio entre Valencia y Alicante, estudiando posibles corredores que acojan una infraestructura de conexión entre ambas ciudades por la costa.

En fases anteriores del Estudio, realizadas a escala 1:25.000, se realizó una caracterización del área de estudio, estudiando diferentes alternativas de trazado para la futura conexión ferroviaria.

En todo este proceso se analizaron alternativas con diferentes objetivos y alcances, finalizando con la selección de las alternativas, por tramos, más favorables para su estudio detallado en la última de las fases de estudio a escala 1:5.000, que es en la que nos encontramos actualmente.

Tras haber llevado a cabo la optimización de los trazados analizados en la Fase I se ha realizado posteriormente un estudio detallado de cada alternativa resultante y en el presente documento se va a proponer una de ellas, en el tramo incluido dentro del presente Expediente, como la más adecuada para finalmente conformar un trazado completo desde Cullera hasta Gandía.

En una actuación de infraestructura territorial como una línea ferroviaria, los objetivos que se persiguen son varios y heterogéneos, y el grado de satisfacción que alcanza cada alternativa con respecto a esos objetivos es evidentemente distinto. Con este planteamiento, la elección de la alternativa más conveniente prácticamente nunca resultará ser un proceso inmediato ni evidente.

El análisis multicriterio es un conjunto de técnicas de evaluación de proyectos que permite contribuir a fundamentar la selección en el caso de tener que ponderar objetivos múltiples. A continuación, se realiza la descripción del proceso metodológico que se ha empleado en el análisis multicriterio del presente Estudio Informativo para la selección de la alternativa más favorable del tramo 0 incluido dentro del presente Expediente.

## 2.- METODOLOGÍA

Para la elección de la alternativa más favorable, se va a utilizar un método de tipo agregación total, en el que se obtiene la valoración de las alternativas como la suma ponderada de valoraciones parciales dadas desde el punto de vista de una serie de objetivos.

Cada uno de estos Objetivos se multiplicará por un peso determinado. La alternativa finalmente propuesta será aquella que consiga el mayor valor tras la aplicación de los diferentes índices analizados.

Se trata de un método cuantitativo que permite determinar las alternativas más adecuadas entre varias planteadas.

Para la realización de este proceso de análisis comparativo de alternativas se han seguido los siguientes pasos:

- Definición de objetivos perseguidos con la actuación, que las diferentes alternativas satisfarán en distinto grado. El grado de satisfacción de cada uno de estos objetivos se mide por medio de su correspondiente factor de evaluación.
- Dada la generalidad que expresan los objetivos perseguidos, y para objetivar al máximo la evaluación del grado de cumplimiento de los mismos por parte de las distintas alternativas, se establecen para cada factor diferentes indicadores de evaluación.
- A continuación se evalúa el efecto de cada alternativa sobre cada indicador, estableciendo los criterios de ponderación de cada uno de ellos dentro del objetivo al que pertenecen. Estos indicadores deben calificar dicho efecto sobre una escala homogénea para todos los criterios. En este caso dicha escala se ha definido de 0 a 10, asignando el valor 0 a aquellos efectos estimados como los más desfavorables en cada caso, y el valor 10 a los más favorables. Aplicando los criterios de ponderación a las escalas

para cada indicador, se obtienen las puntuaciones totales para cada grupo de objetivos.

- A partir de las puntuaciones totales anteriores, se debe realizar la ponderación de los diferentes objetivos, indicando con dichos pesos qué factores deben tener preponderancia en el cómputo global del análisis comparativo de alternativas.
- Con los criterios de ponderación definidos y los valores de los diferentes indicadores obtenidos para cada una de las alternativas se elabora la matriz de valoración de alternativas, en la que se expresa para cada alternativa la evaluación de cada objetivo, según la escala homogénea definida, así como cuáles son las alternativas más favorables según el análisis comparativo.

### 2.1.- Descripción de los Objetivos

Como ya se ha comentado, el primer paso debe ser el establecimiento de los objetivos que se pretende alcanzar, y que vienen determinados, para el caso de una infraestructura pública como la conexión ferroviaria definida dentro del presente Estudio Informativo, por las distintas expectativas o exigencias que la sociedad se plantea ante una inversión de este tipo.

Estos objetivos pueden concretarse en los siguientes:

- **Objetivo Funcional:** La sociedad espera que la actuación que se realice sea la que ofrezca el mejor servicio al usuario.
- **Objetivo Ambiental:** La sociedad espera que la actuación que se realice genere el mínimo impacto sobre el medio ambiente.
- **Objetivo de Afecciones:** La sociedad espera que la actuación que se realice genere la mínima afección territorial sobre el ámbito que atraviesa.
- **Objetivo Económico:** La sociedad espera que la actuación que se realice posea la mayor rentabilidad económica.

### 2.2.- Determinación de los Indicadores

Como puede apreciarse, dada la generalidad de los objetivos perseguidos, se hace necesaria la selección de unos indicadores que permitan evaluar el grado de cumplimiento de los mismos.

Estos indicadores deben ser representativos del objetivo perseguido, pero a la vez lo más concretos posible. Además, deben ser independientes y evitar la redundancia. Es deseable además que sean fácilmente aplicables (que se puedan hacer operaciones con ellos).

La selección de los indicadores de evaluación constituye el punto más importante de todo este proceso, ya que caracterizarán a las distintas alternativas, y conseguirán destacar las diferencias reales entre ellas en orden al cumplimiento de los objetivos establecidos.

A continuación, se enumeran todos ellos, indicando a qué objetivo corresponden.

#### **Objetivo Funcional**

- Tiempos de viaje
- Calidad de trazado
- Ampliación de andenes
- Captación de demanda (Cobertura poblacional)

#### **Objetivo Ambiental**

- Calidad atmosférica
- Geomorfología
- Hidrología
- Vegetación
- Fauna
- Paisaje

- Espacios protegidos
- Ruido y Vibraciones
- Usos del suelo
- Patrimonio cultural

**Objetivo de Afecciones**

- Planeamiento urbanístico
- Edificaciones existentes

**Objetivo Económico**

- Coste de inversión

**2.3.- Calificación de Indicadores**

Una vez seleccionados los indicadores se trata de establecer una metodología para evaluar el grado de cumplimiento de cada alternativa con respecto a cada indicador. Dicha evaluación debe ser homogénea, y según se ha dicho, en nuestro caso se ha realizado sobre una escala de 0 (valor más desfavorable) a 10 (valor más favorable).

Las distintas variables contempladas en los indicadores podrán ser cuantificables o no cuantificables. En cualquier caso los indicadores expresarán el grado de satisfacción en la escala antes dicha mediante funciones numéricas de transformación.

**2.4.- Ponderación**

En el análisis comparativo de alternativas existe una doble ponderación. En primer lugar es necesario ponderar el grado de participación de cada indicador en la consecución del objetivo definido. Mediante la aplicación de esta ponderación a las escalas homogéneas (de 0 a 10) obtenidas para cada indicador, se deduce la puntuación total para cada uno de los objetivos.

En segundo lugar, debe ponderarse el mayor o menor interés o expectativa social respecto a los distintos objetivos perseguidos.

En el caso del presente Estudio Informativo se han utilizado los pesos específicos aplicados a cada uno de los objetivos perseguido que aparecen a continuación:

ANÁLISIS COMPARATIVO	RANGO (Mín-Máx)	PESO
Objetivo Funcional	0-10	0,250
Objetivo Ambiental	0-10	0,300
Objetivo de Afecciones	0-10	0,150
Objetivo Económico	0-10	0,300
<b>TOTAL</b>	<b>0-10</b>	<b>1,000</b>

Dentro de cada uno de los objetivos, los pesos asignados a los diversos indicadores son los que se muestran a continuación.

OBJETIVO	INDICADOR	RANGO (Mín-Máx)	PESO
<b>FUNCIONAL</b>	Tiempo de viaje	0-10	0,300
	Calidad del trazado	0-10	0,100
	Ampliación de andenes	0-10	0,100
	Captación de demanda (Cobertura Poblacional)	0-10	0,500
	<b>MEDIA PONDERADA</b>	<b>0-10</b>	<b>1,000</b>
<b>AMBIENTAL</b>	Calidad atmosférica	0-10	0,090
	Geomorfología	0-10	0,090
	Hidrología	0-10	0,090
	Vegetación	0-10	0,080
	Fauna	0-10	0,100
	Paisaje	0-10	0,160
	Espacios protegidos	0-10	0,165
	Ruido	0-10	0,050
	Vibraciones	0-10	0,050
	Usos del suelo	0-10	0,060
	Patrimonio cultural	0-10	0,065
	<b>MEDIA PONDERADA</b>	<b>0-10</b>	<b>1,000</b>
<b>AFECCIONES</b>	Planeamiento urbanístico	0-10	0,350
	Edificaciones existentes	0-10	0,650
	<b>MEDIA PONDERADA</b>	<b>0-10</b>	<b>1,000</b>
<b>ECONÓMICO</b>	Coste de inversión	0-10	1,000
	<b>MEDIA PONDERADA</b>	<b>0-10</b>	<b>1,000</b>

## 2.5.- Matriz de Valoración de Alternativas

Con los indicadores descritos, y por aplicación para cada una de las alternativas, se obtendrá la matriz de valoración de alternativas, y con los pesos establecidos anteriormente se tendrá:

Indicadores	Peso	Valoración Alt. 1		....	Valoración Alt. n		
		Sin peso	Con peso		Sin peso	Con peso	
1	Funcionales	$P_1$	$a_{11}$	$P_1 \cdot a_{11}$	....	$a_{1n}$	$P_1 \cdot a_{1n}$
2	Ambientales	$P_2$	$a_{21}$	$P_2 \cdot a_{21}$	....	$a_{2n}$	$P_2 \cdot a_{2n}$
3	Afecciones	$P_3$	$a_{31}$	$P_3 \cdot a_{31}$	....	$a_{3n}$	$P_3 \cdot a_{3n}$
4	Económicos	$P_4$	$a_{41}$	$P_4 \cdot a_{41}$	....	$a_{4n}$	$P_4 \cdot a_{4n}$
<b>TOTAL</b>			$\sum a_{i1}$	$\sum P_i \cdot a_{i1}$	....	$\sum a_{in}$	$\sum P_i \cdot a_{in}$

Donde:

$P_i$  = pesos asignados a cada objetivo.

$a_{ij}$  = valor del indicador del aspecto  $i$  para la alternativa  $j$ .

## 2.6.- Análisis Comparativo de Alternativas

Como ya se ha mencionado, se emplea un método cuantitativo de agregación total, en el que se obtiene la valoración global de las alternativas a partir de la matriz de valoración, asignando un peso a cada objetivo, y obteniendo un único indicador global que caracteriza a cada alternativa como la suma ponderada de los criterios por sus pesos, siendo la suma de dichos pesos la unidad.

Las alternativas finalmente propuestas, por tramos, serán aquellas que consigan la mayor puntuación global.

## 3.- VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

### 3.1.- Indicadores del Objetivo Funcional

Bajo esta denominación se recogen todos aquellos aspectos relacionados con la funcionalidad y la prestación del servicio de la nueva línea ferroviaria. Están estrechamente vinculados con los parámetros de diseño de la nueva infraestructura.

Para la comparación de las alternativas estudiadas desde este punto de vista, se han analizado los siguientes aspectos (con sus correspondientes indicadores de evaluación):

- Tiempos de viaje
- Calidad del trazado
- Ampliación de andenes
- Captación de demanda

#### 3.1.1.- Tiempos de Viaje

El tiempo necesario para trasladarse entre el punto inicial y final de una nueva infraestructura ferroviaria resulta ser uno de los parámetros fundamentales a tener en cuenta para analizar la funcionalidad de ésta. Además, éste será el valor que permitirá valorar en cierto modo la competitividad de este transporte público frente a otros modos, como el vehículo privado.

Se recoge en el Anejo 11 del presente Estudio Informativo un análisis de velocidades y tiempos de recorrido de cada una de las alternativas, calculados con el programa informático de simulación de tráfico ferroviario TRAIN-SM. Los resultados obtenidos son los que presentan en las siguientes tablas:

Es preciso indicar que para la Alternativa 0 (de no actuación) se han utilizados los actuales tiempos de viaje de Intercity Madrid – Gandía que no hacen parada en las estaciones intermedias del tramo.

TRAMO 0.- CORREDOR ACTUAL - DUPLICACIÓN DE VÍA			
ALTERNATIVA	TIEMPO IDA (min)	TIEMPO VUELTA (min)	TIEMPO MEDIO (min)
0A	11' 52''	11' 51''	11' 51''
0B	11' 54''	11' 54''	11' 54''
ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)	23'	23'	23'

Una vez determinados los tiempos de viaje para cada una de las alternativas, resulta necesario establecer cuales van a ser los tiempos de viaje considerados como extremos de la ley lineal que permiten transformar los valores representativos de cada una de las alternativas a una puntuación entre 0 y 10.

En este caso, los valores extremos de la ley lineal de transformación que permiten transformar los valores representativos de cada una de las alternativas a una puntuación entre 0 y 10 son:

- Valor más favorable. Se toma como valor más favorable (Puntuación 10) el correspondiente a una reducción del 25% del mínimo de los tiempos obtenidos en cada tramo individualmente.
- Valor más desfavorable. Se toma como valor más desfavorable (Puntuación 0) el correspondiente a un incremento del 25% del máximo de los tiempos medios obtenidos en cada tramo individualmente.

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador tiempo de viaje para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente:

TRAMO 0.- CORREDOR ACTUAL – DUPLICACIÓN DE VÍA		
ALTERNATIVA	TIEMPO MEDIO (min)	PUNTUACIÓN
0A	11' 51''	8,51
0B	11' 54''	8,48
ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)	23'	2,90

### 3.1.2.- Calidad del Trazado

Resulta necesario valorar qué beneficios aporta cada una de las alternativas de trazado al tráfico de viajeros. En el presente apartado se va a valorar la calidad del trazado de cada una de las alternativas estudiadas.

Para ello, se ha optado por realizar una valoración global de los respectivos trazados que tenga en cuenta la calidad tanto en planta como en alzado.

Para la **valoración de la calidad en planta** se establecen rangos de radios de las alineaciones circulares por la importancia de los mismos y su influencia directa en la velocidad de circulación del material móvil.

Así, resultan los siguientes escalones con sus correspondientes coeficientes de ponderación.

Radio R (m)	Coefficiente de ponderación
$R < 500$	1
$500 \leq R < 1.500$	2
$1.500 \leq R < 2.500$	3
$2.500 \leq R < 3.500$	4
$R > 3.500$ y Rectas	5

Para cada una de las alternativas se obtiene la longitud parcial correspondiente a cada rango de radios, que posteriormente se multiplica por el coeficiente de ponderación correspondiente y, tras sumar las cantidades resultantes de los 5

rangos, se divide entre la longitud total para obtener un valor representativo de la alternativa entre 1 y 5.

A mayor valor resultante, mejor será su trazado en planta.

Por lo que respecta a la **valoración del trazado en alzado**, se ha considerado la pendiente longitudinal, pues representa el parámetro esencial mediante el cual se pueden comparar las alternativas, estableciendo, al igual que se hizo con el trazado en planta, unos rangos de valores con sus correspondientes coeficientes de ponderación. Dichos rangos y coeficientes se recogen en la siguiente tabla.

Pendiente Longitudinal P(‰)	Coficiente de ponderación
$P \geq 25$	1
$15 < P < 25$	2
$5 < P \leq 15$	3
$0 < P \leq 5$	4
$P = 0$	5

Al igual que en el análisis de trazado en planta, se han obtenido las longitudes parciales de cada una de las alternativas para cada rango de pendientes, las cuales se multiplican por los correspondientes factores de ponderación, posteriormente se ha sumando y dividiendo por la longitud total de la misma, calculándose la valoración entre 1 y 5 relativa a cada uno de ellos. Los valores mayores corresponderán a los mejores trazados. Con el objetivo de lograr una valoración global de la calidad del trazado, se ponderan las valoraciones de planta y alzado y longitud según los siguientes pesos.

Criterio	Peso
Planta	0,5
Alzado	0,5

Lógicamente, la valoración obtenida está comprendida entre 1 (valor más desfavorable) y 5 (valor más favorable), por lo que deberá realizarse la correspondiente transformación lineal para obtener puntuaciones entre 0 y 10, como con el resto de indicadores.

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador de calidad del trazado para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente, datos obtenidos de Anejo N°3 “Trazado y Secciones Tipo”:

Es preciso indicar que para la Alternativa 0 (de no actuación) se han utilizados mismos parámetros que la Alternativa 0A ya que ésta presenta un trazado geométrico paralelo al actual en toda la zona de actuación.

TRAMO 0.- CORREDOR ACTUAL – DUPLICACIÓN DE VÍA		
ALTERNATIVA	RESULTADO	PUNTUACIÓN
0A	4,24	8,10
0B	4,10	7,75
<b>ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)</b>	4,24	<b>8,10</b>

### 3.1.3.- Ampliación de andenes

Todas las nuevas estaciones incluidas en el Estudio Informativo se han definido con andenes de 210 metros de longitud, sin embargo, se tiene pensado que realicen parada los futuros servicios del Tren de la Costa que en composición doble requerirían de andenes de 400 m.

Para poder valorar con este criterio a las alternativas definidas dentro del tramo 0 se va a valorar la posibilidad de ampliación de los andenes de la estación de Xeraco ya que es la única estación definida dentro del tramo con diferentes configuraciones de vía según las dos alternativas desarrolladas, a pesar de que en esta estación solo pararán trenes de cercanías que no requerirían andenes de 400 metros.

La puntuación de cada una de las alternativas seguirá el siguiente criterio:

- Si el diseño de la estación permite una futura ampliación de sus andenes hasta los 400 metros y sus escapes se sitúan cerca de la estación, se valorará con 10 puntos.
- Si el diseño de la estación permite una futura ampliación de sus andenes hasta los 400 metros pero sus escapes no se sitúan cerca de la estación, se valorará con 5 puntos.
- Si el diseño de la estación no permite una futura ampliación de sus andenes hasta los 400 metros, debido a las altas afecciones que se producirían en el entorno en donde se ubicaría, se valorará con 0 puntos.

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador de ampliación de andenes para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente, recordando que la justificación de la ampliación de los andenes y la ubicación de los escapes, una vez realizada la ampliación de andenes, se ha realizado dentro del Anejo N°9 “Análisis Funcional y Estaciones”:

Es preciso indicar que la Alternativa 0 (de no actuación) se ha puntuado a través de un 0 considerando que, al no realizarse ninguna actuación, no podrían ampliarse los andenes de la estación de Xeraco.

<b>TRAMO 0.- CORREDOR ACTUAL – DUPLICACIÓN DE VÍA</b>		
<b>ALTERNATIVA</b>	<b>POSIBILIDAD DE AMPLICACIÓN – ESTACIÓN DE XERACO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
<b>0A</b>	SI (ESCAPES CONJUGADOS LEJOS DE LA ESTACIÓN)	<b>5</b>
<b>0B</b>	SI (ESCAPES CONJUGADOS CERCA DE LA ESTACIÓN)	<b>10</b>
<b>ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)</b>	---	<b>0</b>

#### 3.1.4.- Captación de la Demanda (Cobertura Poblacional)

Para poder diferenciar unas alternativas de otras según un criterio relacionado con la demanda se va a utilizar como indicador un parámetro que estará relacionado tanto como la cobertura poblacional al que dan servicio cada una de las alternativas

definidas como los medios de transporte planteados para dar acceso a las citadas estaciones desde los núcleos de población.

En primer lugar se va a calcular la cobertura poblacional al que se da servicio en un radio de 1.500 centrado en cada una de las estaciones definidas.

Con el resultado de cobertura se obtiene porcentaje respecto a la población total de los municipios a los que da servicio la estación. Estos municipios, según los tramos de actuación son los siguientes:

- Tramo 0.- Término Municipal de Xeraco

Al porcentaje de cobertura poblacional se le incrementará en un 15% del valor obtenido (al resultado de cobertura poblacional) si la alternativa se localiza en las afueras del núcleo de población al que da servicio representando el porcentaje de la población que accedería a la estación mediante vehículo privado.

De la misma forma, al porcentaje de cobertura poblacional se le incrementará otro 15% del valor obtenido (al resultado de cobertura poblacional) si la estación tiene acceso a los núcleos de población, tanto a los que da servicio como a los ubicados en los alrededores, a través de la línea TRAM existente en la zona de actuación.

Finalmente, los tres porcentajes obtenidos se suman y se multiplica por 10 para obtener un valor de 0 a 10 obteniéndose de esta manera una puntuación del indicador de Captación de la Demanda para cada una de las alternativas tal y como se indica en la tabla siguiente:

Es preciso indicar que para la Alternativa 0 (de no actuación) se han utilizados mismos resultados que la Alternativa 0A ya que ambas tienen la misma ubicación para la estación de Xeraco.

ALTERNATIVAS	COBERTURA POBLACIÓN RADIO 1.500 m (hab.) (1)	POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO (hab.) (2)	PORCENTAJE COBERTURA (3)=(1)/(2)	ACCESO A TRAVÉS DE TRANSPORTE PRIVADO (+15%) (4)=(3)x15%	ACCESO A TRAVÉS DE LA LÍNEA TRAM (+15%) (5)=(3)x15%	VALORACIÓN (6)=(3)+(4)+(5)	PUNTUACIÓN (6)*10
<b>0A</b>	3.777	5.881 (XERACO)	64%	0,00%	0,00%	<b>64%</b>	<b>6,42</b>
<b>0B</b>	4.131	5.881 (XERACO)	70%	0,00%	0,00%	<b>70%</b>	<b>7,02</b>
<b>ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)</b>	3.777	5.881 (XERACO)	64%	0,00%	0,00%	<b>64%</b>	<b>6,42</b>

*Resultados del indicador de "Captación de la Demanda (Cobertura poblacional)"*

### 3.2.- Indicadores del Objetivo Ambiental

El componente ambiental juega un papel importante a la hora de valorar las alternativas planteadas. Por ese motivo, se ha optado por incluir en el presente análisis comparativo de alternativas los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental del presente Estudio Informativo.

La comparación de las alternativas estudiadas se ha realizado mediante la asignación de un valor final a cada una de ellas, que resulta de la suma de cada uno de los impactos generados por ella sobre los distintos aspectos del medio, según los siguientes criterios.

VALOR	DENOMINACIÓN
10	IMPACTO NO SIGNIFICATIVO
9 – 7	IMPACTO COMPATIBLE
6	IMPACTO MODERADO
5 – 4	IMPACTO MODERADO
3 – 2	IMPACTO SEVERO

Asimismo, se ha asignado un peso a cada elemento del medio, jerarquizándose de mayor a menor ya sea por su calidad ambiental, por las restricciones de uso que se imponen sobre los mismos, por la dificultad de llevar a cabo medidas de corrección o compensación, y por la importancia o mayor conflictividad socioeconómica.

De este modo, los pesos asignados a cada uno de los aspectos del medio estudiado son:

ASPECTO DEL MEDIO	PESO
CAMBIO CLIMÁTICO	0,90
MOVIMIENTO DE TIERRAS	0,40
PRÉSTAMOS-VERTEDEROS	0,25
PELIGROSIDAD GEOMORFOLÓGICA	0,25
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	0,50
RIESGO DE INUNDACIÓN	0,40
VEGETACIÓN	0,35
TERRENOS FORESTALES ESTRATÉGICOS	0,45
OCUPACIÓN DE LOS HÁBITATS PARA LA FAUNA	0,50
FAUNA - PERMEABILIDAD	0,50
AFECCIÓN UNIDADES DE PAISAJE	0,40
PAISAJES PROTEGIDOS	0,40
PAISAJE - INTRUSIÓN VISUAL	0,40
PAISAJE - INTERVISIBILIDAD	0,40
ESPACIOS PROTEGIDOS - RED NATURA	0,70
OTROS ESPACIOS PROTEGIDOS	0,55
HABITATS DE INTERES COMUNITARIO	0,40
CONFORT DE LA POBLACIÓN – INCIDENCIA ACÚSTICA	0,50
CONFORT DE LA POBLACIÓN – VIBRACIONES	0,50
USOS PRODUCTIVOS	0,60
PATRIMONIO CULTURAL	0,65
<b>SUMA TOTAL:</b>	<b>1,000</b>

A continuación se presenta la tabla resumen de valoración de las distintas alternativas en función de los impactos generados, teniendo en cuenta tanto la fase de construcción como la de explotación, obteniendo como resultado final un valor que indica la idoneidad ambiental de cada una de las alternativas analizadas.

En este sentido, según establece la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental en su ANEXO VI. Estudio de impacto ambiental y criterios técnicos, se indica como:

- Impacto ambiental compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras.

- Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Así la clasificación de los impactos para el conjunto de las alternativas ha sido la siguiente a no ser que no se produzca ninguna afección en cuyo caso se clasifica como Impacto no Significativo:

CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS	
CAMBIO CLIMÁTICO	MODERADO
MOV.TIERRAS	SEVERO
PRÉSTAMOS-VERTEDEROS	SEVERO
PELIGROSIDAD GEOMORFOLÓGICA	SEVERO
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	MODERADO
RIESGO DE INUNDACIÓN	SEVERO
VEGETACIÓN	MODERADO
TERRENOS FORESTALES ESTRATÉGICOS	MODERADO
OCUPACIÓN DE LOS HÁBITATS PARA LA FAUNA	MODERADO
FAUNA - PERMEABILIDAD	MODERADO
PAISAJE - AFECCIÓN UNIDADES DE PAISAJE	MODERADO
PAISAJES PROTEGIDOS	SEVERO
PAISAJE - INTRUSIÓN VISUAL	MODERADO
PAISAJE - INTERVISIBILIDAD	MODERADO

CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS	
ESPACIOS PROTEGIDOS- RED NATURA	SEVERO
OTROS ESPACIOS PROTEGIDOS	SEVERO
HABITATS DE INTERES COMUNITARIO	MODERADO
CONFORT DE LA POBLACIÓN – INCIDENCIA ACÚSTICA	MODERADO
CONFORT DE LA POBLACIÓN – VIBRACIONES	MODERADO
USOS PRODUCTIVOS	MODERADO
PATRIMONIO CULTURAL	SEVERO

Tal como puede observarse se han dividido los aspectos analizados en dos tipos de impactos. El criterio empleado ha sido la recuperación del medio ante la actuación y posible impacto sobre el mismo. Así, dada su mayor relevancia se han considerado impactos severos los siguientes:

- El movimiento de tierras y la generación de tierras implicarán un cambio en la morfología del terreno que si bien se paliará con la aplicación principalmente de medidas correctoras encaminadas a la integración paisajística de la actuación, en ningún caso éstas implicarán la restauración de la morfología original (a excepción del relleno de los préstamos), si bien éste implicará un periodo dilatado como indica la propia Ley.
- El riesgo de inundación, ya que dada la zona en la que nos encontramos la introducción de una infraestructura de las características que nos ocupan implicará un riesgo, reducido mediante los correspondientes estudios de inundación y drenaje, si bien, potencialmente el riesgo de inundación cuenta con diversos niveles, en general altos, para el ámbito de estudio.
- La ocupación sobre zonas catalogadas como Red Natura 2000, otros espacios protegidos, incluidos los paisajes protegidos, dada su especial protección e incompatibilidad con una infraestructura como la que nos

ocupa se ha considerado también severa. Dado que las ocupaciones observadas de estos espacios se producen principalmente en sus límites, coincidiendo en algunos casos con infraestructuras ya existentes.

- El patrimonio cultural, dado que la afección a un yacimiento implica como mínimo su desplazamiento. En el caso de las vías pecuarias éstas si pueden reponerse manteniendo su continuidad por lo que el impacto en este tipo de casos sería menor y moderado.

En relación al resto de aspectos considerados moderados, tal como se establece en la propia Ley, si bien se precisan medidas preventivas y correctoras, éstas no serán intensivas, si bien requerirán de cierto tiempo para su recuperación.

A continuación se muestra una tabla con los resultados que se obtienen por alternativa, tabla que se obtiene del Estudio de Impacto Ambiental elaborado dentro del presente Estudio Informativo:

		0A	0B	Alternativa 0 (No actuación)
<b>CALIDAD ATMOSFERICA</b>	<b>Cambio Climático</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	<b>Movimiento de Tierras</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Préstamos - Vertederos</b>	SEVERO	SEVERO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Peligrosidad Geomorfológica</b>	SEVERO	SEVERO	NO SIGNIFICATIVO
<b>HIDROLOGÍA</b>	<b>Hidrología Superficial</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Riesgo de Inundación</b>	SEVERO	SEVERO	NO SIGNIFICATIVO
<b>VEGETACIÓN</b>	<b>Vegetación</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Terrenos Forestales Estratégicos</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
<b>FAUNA</b>	<b>Ocupación de los Hábitats</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Permeabilidad</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
<b>PAISAJE</b>	<b>Afección Unidades de Paisaje</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Paisajes Protegidos</b>	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Intrusión visual</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Intervisibilidad</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
<b>ESPACIOS PROTEGIDOS</b>	<b>Red Natura</b>	SEVERO	SEVERO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Otros Espacios Protegidos</b>	SEVERO	SEVERO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Habitats de Interes Comunitario</b>	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>RUIDOS Y VIBRACIONES</b>	<b>Incidencia acústica</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
	<b>Vibraciones</b>	NO SIGNIFICAIVO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>Usos del suelo</b>	<b>Usos Productivos</b>	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO
<b>Patrimonio Cultural</b>	<b>Patrimonio Cultural</b>	SEVERO	SEVERO	NO SIGNIFICATIVO

A partir de los impactos generados en cada uno de los aspectos y en cada una de las alternativas, se valora con el máximo valor del intervalo del impacto a la alternativa con menor afección y con el mínimo a la alternativa que produzca una mayor afección.

La puntuación del Objetivo Ambiental para cada una de las alternativas definidas es la que se indica en la tabla siguiente:

		Ponderación	0A	0B	Alternativa 0 (No actuación)
<b>CALIDAD ATMOSFERICA</b>	<b>Cambio Climático</b>	<b>0,9</b>	6,00	4,00	10,00
<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	<b>Movimiento de Tierras</b>	<b>0,4</b>	3,00	2,00	10,00
	<b>Préstamos - Vertederos</b>	<b>0,25</b>	3,00	2,00	10,00
	<b>Peligrosidad Geomorfológica</b>	<b>0,25</b>	2,00	3,00	10,00
<b>HIDROLOGÍA</b>	<b>Hidrología Superficial</b>	<b>0,50</b>	4,00	6,00	10,00
	<b>Riesgo de Inundación</b>	<b>0,40</b>	2,50	2,50	10,00
<b>VEGETACIÓN</b>	<b>Vegetación</b>	<b>0,35</b>	6,00	4,00	10,00
	<b>Terrenos Forestales Estratégicos</b>	<b>0,45</b>	6,00	4,00	10,00
<b>FAUNA</b>	<b>Ocupación de los Hábitats</b>	<b>0,50</b>	6,00	4,00	10,00
	<b>Permeabilidad</b>	<b>0,50</b>	6,00	4,00	10,00
<b>PAISAJE</b>	<b>Afección Unidades de Paisaje</b>	<b>0,40</b>	6,00	4,00	10,00
	<b>Paisajes Protegidos</b>	<b>0,40</b>	10,00	10,00	10,00
	<b>Intrusión visual</b>	<b>0,40</b>	6,00	4,00	10,00
	<b>Intervisibilidad</b>	<b>0,40</b>	4,00	6,00	10,00
<b>ESPACIOS PROTEGIDOS</b>	<b>Red Natura</b>	<b>0,70</b>	2,00	3,00	10,00
	<b>Otros Espacios Protegidos</b>	<b>0,55</b>	2,00	3,00	10,00
	<b>Habitats de Interes Comunitario</b>	<b>0,40</b>	10,00	10,00	10,00
<b>RUIDOS Y VIBRACIONES</b>	<b>Incidencia acústica</b>	<b>0,50</b>	4,00	6,00	10,00
	<b>Vibraciones</b>	<b>0,50</b>	10,00	10,00	10,00
<b>USOS DEL SUELO</b>	<b>Usos Productivos</b>	<b>0,60</b>	6,00	4,00	10,00
<b>PATRIMONIO CULTURAL</b>	<b>Patrimonio Cultural</b>	<b>0,65</b>	3,00	2,00	10,00
		<b>MEDIA</b>	<b>5,11</b>	<b>4,59</b>	<b>10,00</b>

### 3.3.- Indicadores del Objetivo de Afecciones

Bajo esta denominación se recogen todos aquellos aspectos relacionados con la afección que la futura infraestructura ferroviaria realiza sobre el entorno en el que se asentará. Es importante valorar la afección que las alternativas van a realizar sobre el territorio que atraviesan.

Para la comparación de las alternativas estudiadas desde este punto de vista, se han analizado las siguientes características (con sus correspondientes indicadores de evaluación):

- Afección al planeamiento urbanístico
- Afección a edificaciones existentes

#### 3.3.1.- Afección al Planeamiento Urbanístico

Para la inserción del nuevo trazado hay que tener presente el planeamiento urbanístico establecido en la zona, por lo tanto se ha procedido a la identificación de las distintas categorías de planeamiento interceptadas, que son:

- Suelo Urbano.
- Suelo Urbanizable.
- Suelo No Urbanizable.

En el ámbito de estudio podemos encontrar Suelo No Urbanizable Protegido, aunque reducido a pequeñas manchas. Dicha categoría no se encuentra afectada por los trazados propuestos.

Se ha procedido a la medición de los m<sup>2</sup> de ocupación de las distintas alternativas sobre cada uno de los citados elementos de planeamiento ponderando cada una de estas ocupaciones por los siguientes pesos:

- Suelo Urbano                      60%
- Suelo Urbanizable                30%

- Suelo No Urbanizable            10%

Por otro lado, es importante diferenciar si las alternativas realizan la afección a través de tramos en tierras, en viaductos, pantallas, falsos túneles o túneles. Para ello, se ha realizado la siguiente ponderación de las afecciones según estas categorías:

- Tramos en Tierras                      50%
- Tramos en Viaductos                10%
- Tramos en Pantallas                25%
- Tramos en Falsos Túneles        15%
- Tramos en Túneles                    0%

Una vez determinadas las superficies de ocupación de las distintas alternativas ponderadas con los pesos mostrados anteriormente resulta necesario establecer cuáles van a ser los valores considerados como extremos de la ley lineal que permiten transformar los valores representativos de cada una de las alternativas a una puntuación entre 0 y 10.

En este caso, los valores extremos de la ley lineal de transformación que permiten transformar los valores representativos de cada una de las alternativas a una puntuación entre 0 y 10 son:

- Valor más favorable. Se toma como valor más favorable (Puntuación 10) el correspondiente a una reducción del 25% del mínimo de las mediciones ponderadas obtenidas en cada tramo individualmente.
- Valor más desfavorable. Se toma como valor más desfavorable (Puntuación 0) el correspondiente a un incremento del 25% del máximo de las mediciones ponderadas obtenidas en cada tramo individualmente.

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador de Afección al Planeamiento Urbanístico para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente:

	Suelo No Urbanizable (Peso 10%)		
	0A	0B	Alternativa 0 (No actuación)
Tierras (Peso 50%)	494.804 m2	566.321 m2	0 m2
Viaductos (Peso 10%)	2.976 m2	3.536 m2	0 m2
Túnel (Peso 0%)			
Falso Túnel (Peso 15%)			
Pantallas (Peso 25%)			
<b>TOTAL (No Urbanizable)</b>	<b>247.700</b>	<b>283.514</b>	<b>0</b>

	Suelo Urbanizable (Peso 30%)		
	0A	0B	Alternativa 0 (No actuación)
Tierras (Peso 50%)	8.756 m2	10.536 m2	0 m2
Viaductos (Peso 10%)			
Túnel (Peso 0%)			
Falso Túnel (Peso 15%)			
Pantallas (Peso 25%)			
<b>TOTAL (Urbanizable)</b>	<b>4.378</b>	<b>5.268</b>	<b>0</b>

	Suelo Urbano (Peso 60%)		
	0A	0B	Alternativa 0 (No actuación)
Tierras (Peso 50%)	5.423 m2	25.967 m2	0 m2
Viaductos (Peso 10%)	337 m2	276 m2	0 m2
Túnel (Peso 0%)			
Falso Túnel (Peso 15%)			
Pantallas (Peso 25%)			
<b>TOTAL (Urbano)</b>	<b>2.745</b>	<b>13.011</b>	<b>0</b>

	0A	0B	Alternativa 0 (No actuación)
<b>TOTAL</b>	27.730	37.738	0
MAXIMO x 1,25	47.173		
MINIMO x 0,75	0		
<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>4,12</b>	<b>2,00</b>	<b>10,00</b>

Resultados del indicador de "Afección al Planeamiento Urbanístico"

### 3.3.2.- Afección a Edificaciones Existentes

Dado que el entorno de actuación presenta una alta concentración de urbanizaciones es importante valorar las afecciones que las distintas alternativas realizan sobre edificaciones existentes.

En este sentido se ha valorado la afección directa que las alternativas realizan sobre las edificaciones existentes dentro de la zona de ocupación directa de las alternativas o dentro de la franja de ocho metros correspondiente a la zona a expropiar. Esta afección se ha denominado "Afección Directa".

Destacar, no obstante, que esto **no supone una expropiación obligatoria** de este número de edificaciones, tan solo indica la existencia de una edificación dentro de la franja de ocho metros, siendo objeto de los proyectos constructivos que se redacten en fases posteriores los que definen las edificaciones realmente a expropiar.

Posteriormente se ha procedido a la medición (número de edificaciones afectadas) de las edificaciones existentes dentro de una banda de 100 metros, las cuales resultarían perjudicadas por la existencia de la futura infraestructura debido a la generación de ruidos, las molestias provocadas durante la ejecución de las obras, etc... esta afección se ha denominado "Afección Indirecta".

Con estos condicionantes se ha realizado, en primer lugar, una valoración de las alternativas debido a la Afección Directa tomando como valor más favorable aquel en el que no se produce ninguna afección a ninguna edificación y como valor más desfavorable el supuesto de una afección de 3 casas por kilómetro.

Posteriormente se realiza una segunda puntuación de las alternativas teniendo en cuenta la Afección Indirecta descrita anteriormente, tomando como valor más favorable aquel en el que no se produce ninguna afección a ninguna edificación y como valor más desfavorable el supuesto de una afección de 20 casas por kilómetro.

Con el objetivo de lograr una valoración global de las afecciones a edificaciones existentes, se ponderan las puntuaciones de la afección directa e indirecta según los siguientes pesos.

- Afección Directa      80%
- Afección Indirecta    20%

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador de afección a edificaciones para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente:

<b>TRAMO 0.- CORREDOR ACTUAL - DUPLICACIÓN DE VÍA</b>										
<b>ALTERNATIVA</b>	<b>LONGITUD (Km)</b>	<b>AFECCIÓN DIRECTA (ud)</b>	<b>MAXIMO (3 CASAS/1.000 m)</b>	<b>MINIMO 0 CASAS</b>	<b>PUNTUACIÓN PARCIAL (1)</b>	<b>AFECCIÓN INDIRECTA (ud)</b>	<b>MAXIMO (20 CADA 1.000 m)</b>	<b>MINIMO 0 CASAS</b>	<b>PUNTUACIÓN PARCIAL (2)</b>	<b>PUNTUACIÓN FINAL (1)+(2)</b>
<b>0A</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>8,89</b>	<b>233</b>	<b>480</b>	<b>0</b>	<b>5,15</b>	<b>8,14</b>
<b>0B</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>81</b>	<b>0</b>	<b>8,77</b>	<b>223</b>	<b>540</b>	<b>0</b>	<b>5,87</b>	<b>8,19</b>
<b>ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>77</b>	<b>0</b>	<b>10,00</b>	<b>0</b>	<b>513</b>	<b>0</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>

Resultados del indicador de "Afección a Edificaciones Existentes"

### 3.4.- Indicadores del Objetivo Económico

Indudablemente, es necesario analizar cada una de las diversas alternativas desde el punto de vista económico. Es importante conocer el coste de la inversión inicial.

Con objeto de valorar las alternativas desde el punto de vista económico, se ha analizado el indicador del Coste de inversión.

El coste de inversión incluye el correspondiente a la obra civil que se ha obtenido en el Anejo Nº 16.- Valoración Económica de las Alternativas. En este caso, se ha optado por comparar los presupuestos totales antes de aplicar el IVA.

En este caso, los valores extremos de la ley lineal de transformación que permiten transformar los valores representativos de cada una de las alternativas a una puntuación entre 0 y 10 son:

- Valor más desfavorable. Se toma como valor más desfavorable el correspondiente a un incremento del 50% de la máxima valoración obtenida en cada tramo individualmente.
- Valor más favorable. Se toma como valor más favorable el correspondiente a una reducción del 50% de la mínima valoración obtenida en cada tramo individualmente.

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador coste de inversión para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente:

<b>TRAMO 0.- CORREDOR ACTUAL – DUPLICACIÓN DE VÍA</b>		
<b>ALTERNATIVA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
<b>0A</b>	73.342.594,44 €	<b>4,57</b>
<b>0B</b>	90.066.838,80 €	<b>3,33</b>
<b>ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)</b>	0,00 €	<b>10,00</b>

### 4.- COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Una vez valorados todos los indicadores de los cuatro objetivos utilizados se está en disposición de obtener la matriz de valoración y el indicador global de cada alternativa, a partir del establecimiento de una ponderación de cada objetivo.

A continuación, se adjunta la matriz de valoración que se obtiene.

La ordenación de los diversos indicadores valorados dentro de la matriz presentada responde a la clasificación de estos en los cuatro objetivos definidos inicialmente (funcional, ambiental, afecciones y económico).

Para cada uno de los indicadores, aparece el peso específico que se le ha otorgado para poder determinar un valor ponderado correspondiente al objetivo al que pertenece, así como la puntuación obtenida por para ese indicador en concreto.

También aparece la valoración ponderada (“puntuación final”) de los objetivos definidos en este análisis comparativo de alternativas.

<b>TRAMO 0.- CORREDOR ACTUAL - DUPLICACIÓN DE VÍA</b>											
<b>OBJETIVO FUNCIONAL</b> <b>0,25</b>						<b>OBJETIVO AMBIENTAL</b> <b>0,3</b>	<b>OBJETIVO DE AFECCIONES</b> <b>0,15</b>			<b>OBJETIVO ECONÓMICO</b> <b>0,3</b>	<b>PUNTUACIÓN FINAL</b>
<b>ALTERNATIVA</b>	<b>SIMULACION</b> <b>0,30</b>	<b>TRAZADO</b> <b>0,10</b>	<b>ANDENES</b> <b>0,10</b>	<b>DEMANDA</b> <b>0,50</b>	<b>MEDIA PONDERADA</b>		<b>PLANEAMIENTO</b> <b>0,35</b>	<b>EDIFICACIONES</b> <b>0,65</b>	<b>MEDIA PONDERADA</b>		
<b>0A</b>	8,51	8,10	5,00	6,42	<b>7,07</b>	<b>5,11</b>	4,12	8,14	<b>6,73</b>	<b>4,57</b>	<b>5,68</b>
<b>0B</b>	8,48	7,75	10,00	7,02	<b>7,83</b>	<b>4,59</b>	2,00	8,19	<b>6,02</b>	<b>3,33</b>	<b>5,24</b>
<b>ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)</b>	2,90	8,10	0,00	6,42	<b>4,89</b>	<b>10,00</b>	10,00	10,00	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>8,72</b>