



ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN FERROVIARIA EN EL  
AEROPUERTO DE GIRONA – COSTA BRAVA.

ANEJO 21. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS



ANEJO 21. ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	1
2.1	Alternativa 1.....	1
2.2	Alternativa 2.....	2
3.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	3
3.1	Descripción general de la metodología de análisis.....	3
3.1.1	Determinación de los criterios de valoración.....	3
3.1.2	Obtención de indicadores.....	4
3.1.2.1	Medio Ambiente.....	4
3.1.2.2	Inversión.....	4
3.1.2.3	Funcionalidad.....	4
3.1.2.4	Vertebración territorial.....	4
3.1.3	Obtención del modelo.....	5
3.1.4	Análisis multicriterio.....	5
3.1.4.1	Análisis de Robustez.....	5
3.1.4.2	Análisis de Sensibilidad.....	5
3.1.4.3	Análisis de Preferencias.....	6
3.2	Análisis de alternativas.....	6
3.2.1	Obtención de indicadores.....	6
3.2.2	Modelo numérico y análisis.....	14
4.	RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	15
4.1	Metodología del análisis multicriterio.....	15
4.1.1	Criterios.....	15
4.1.2	Análisis y resultados.....	15
4.2	Conclusiones del análisis.....	16



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento se enmarca en el “Estudio Informativo de la Nueva Estación ferroviaria en el aeropuerto de Girona - Costa Brava” y tiene como objeto identificar y realizar un análisis comparativo de las distintas alternativas propuestas con el fin de seleccionar aquellas que presentan un mayor nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y que, en consecuencia, se propondrán para su desarrollo en fases posteriores a nivel de proyecto de construcción.

Para llevar a cabo este análisis, se ha recurrido a técnicas de análisis multicriterio, aplicando los métodos descritos en el presente anejo.

El Estudio Informativo propone **dos alternativas** de estación correspondiente a dos esquemas funcionales ferroviarios: La ampliación de PAET actual para incorporar los andenes de estación en su interior (Alternativa 1) y la estación en prolongación del PAET (Alternativa 2) donde la estación y sus andenes se sitúan posteriormente a las vías de apartado del PAET. Explícitamente:

- ALTERNATIVA 1. Ampliación del PAET
- ALTERNATIVA 2. Estación en prolongación y pasarela peatonal

La alternativa “0” correspondería con la opción de mantener la situación actual y no hacer ninguna actuación. No obstante, esta alternativa no puede ser incorporada al análisis comparativo debido a que la construcción de la estación no proviene de una necesidad ferroviaria de la línea actual sino de la necesidad de dotar al Aeropuerto de Girona – Costa Brava de una infraestructura que permita cumplir sus expectativas de crecimiento, conforme a la Propuesta de Revisión del Plan Director sometido a información pública con fecha 17 de diciembre de 2021. Particularmente, el Plan Director del Aeropuerto manifiesta la necesidad de una conexión entre la futura estación de tren de alta velocidad y el edificio de la terminal que permita la conexión directa de los pasajeros que accedan al aeropuerto a través de la estación, consiguiendo una mejor conectividad del aeropuerto con la Ciudad Condal. Siendo por tanto esta necesidad la que promueve el presente estudio informativo, no procede incluir la alternativa “0” en el mismo.

Es por ello que el presente Análisis Multicriterio se centra en comparar entre sí las dos alternativas propuestas para la nueva estación de alta velocidad en el aeropuerto de Girona – Costa Brava, descartando de partida el estado actual en el análisis por no cumplir el propósito perseguido por la actuación.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

### 2.1 Alternativa 1

La alternativa 1 consiste en ampliar el PAET de Vilibí de Onyar con nuevas vías y andenes para configurar la nueva estación, la cual dispondrá de 6 vías para el tráfico pasante y estacionamiento y apartado de trenes, y 2 vías adicionales para servicios en lanzadera desde Barcelona. Se configuran dos andenes de 400 metros en vías laterales y un andén único de 220 metros para los tráficos en lanzadera. En el exterior de las vías de estación se incorporan dos vías de 750 metros para el apartado de trenes y mantenimiento funcional del PAET. La estación y su urbanización se sitúan lateralmente al oeste de la línea y el acceso y su conexión con la terminal del aeropuerto se realiza a través de la carretera GIV-5343 mediante un servicio de autobuses propios.

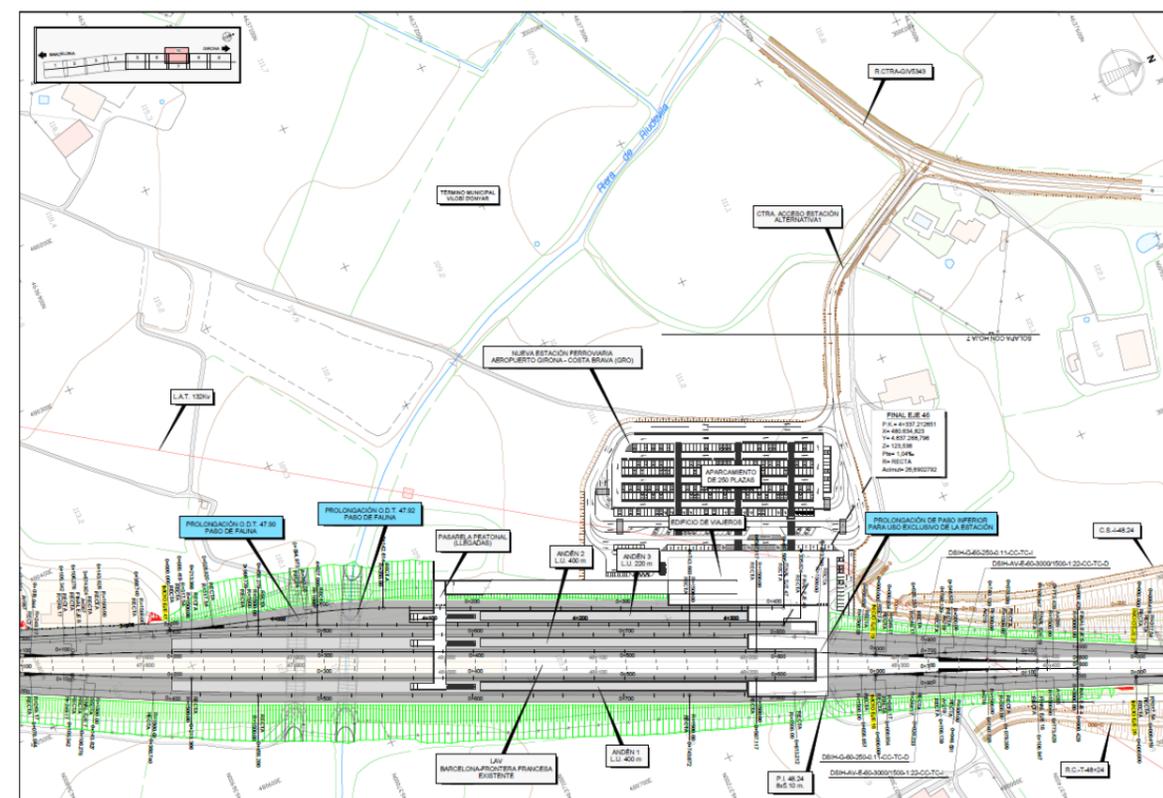


Figura 1. Plano de estación y urbanización Alternativa 1

Funcionalmente, la estación permite la parada de tráficos pasantes de la línea de alta velocidad, conexión de servicios en lanzadera con Barcelona sin cizallamiento de la vía y apartado y estacionamiento de trenes (PAET).

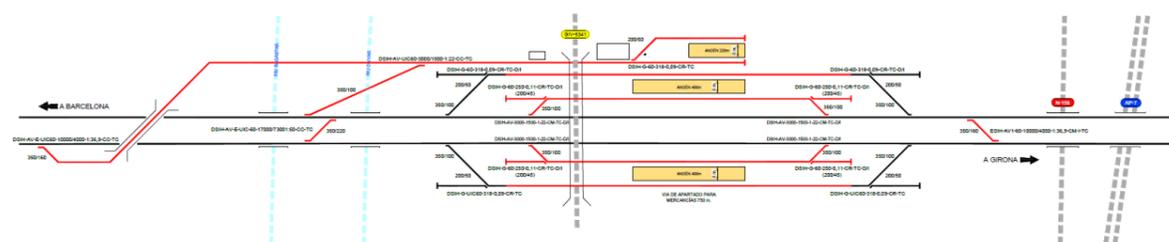


Figura 2. Esquema funcional de la alternativa 1

## 2.2 Alternativa 2

La alternativa 2 consiste en prolongar las vías de apartado del PAET de Vilobí para configurar la estación en las proximidades del aeropuerto, incorporando los desvíos, mangos y andenes correspondientes. La nueva estación dispondrá de 4 vías para el tráfico pasante y 2 vías adicionales para servicios en lanzadera desde Barcelona. Se incluyen dos andenes de 400 metros en vías pasantes y un andén único de 220 metros para los tráficos en lanzadera. Las vías del PAET tienen una longitud de apartado superior a los 750 metros, permitiendo la parada y estacionamiento de trenes lentos sin interferencia con los tráficos de estación.

La estación y su urbanización se sitúan lateralmente, al oeste de la línea (lado aeropuerto), y la conexión con la terminal se materializa a través de una pasarela peatonal de 493 metros de longitud dotada de pasillos rodantes. El acceso viario a la estación se realiza a través de la carretera GIV - 5343.

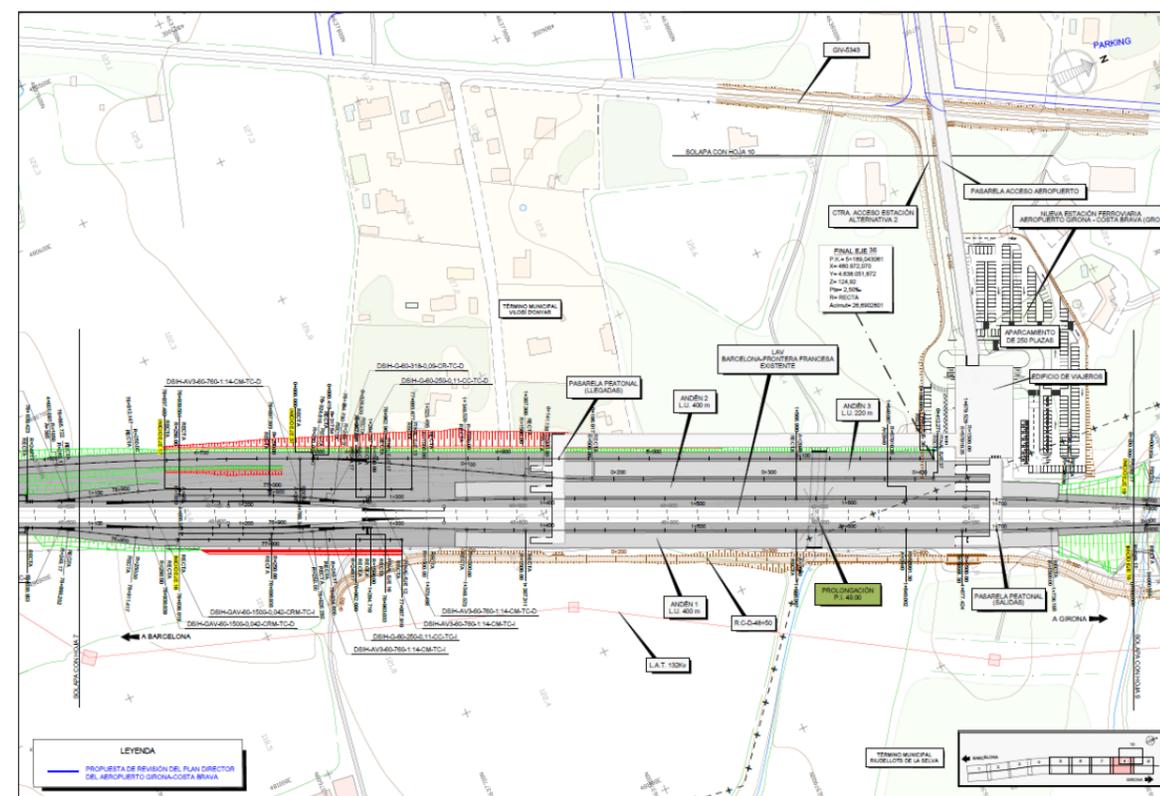
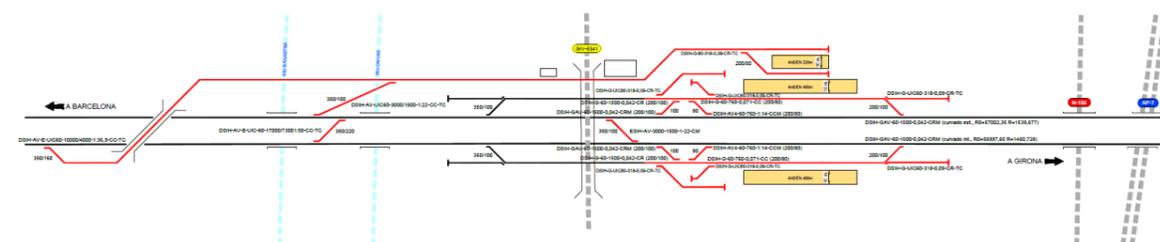


Figura 3. Plano de estación y urbanización Alternativa 2

Funcionalmente, la estación permite la parada de tráficos pasantes de la línea de alta velocidad, conexión de servicios en lanzadera con Barcelona sin cizallamiento de la vía y apartado y estacionamiento de trenes (PAET). Esta alternativa permite incluso la inversión de marcha de trenes con cizallamiento de vía desde ambos andenes pasantes.



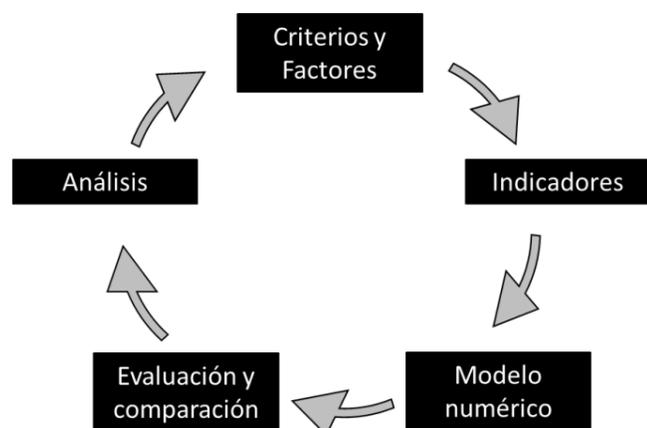
Esquema funcional de la alternativa 2

### 3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

#### 3.1 Descripción general de la metodología de análisis

La metodología de análisis que conduce a la selección de la alternativa óptima se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios, factores y conceptos más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y del grado de integración en el medio de cada alternativa.
- Obtención de los indicadores que permitan la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a estos criterios.
- Obtención del modelo numérico que permite sintetizar las valoraciones parciales en un solo índice aplicando coeficientes de ponderación o pesos que permitan graduar la importancia de cada criterio.
- Aplicación de procedimientos de análisis basados en el modelo numérico obtenido y que, empleando diversos criterios de aplicación de pesos, permitan la evaluación y comparación de alternativas.



Las actuaciones llevadas a cabo en cada una de las fases de este proceso se describen seguidamente.

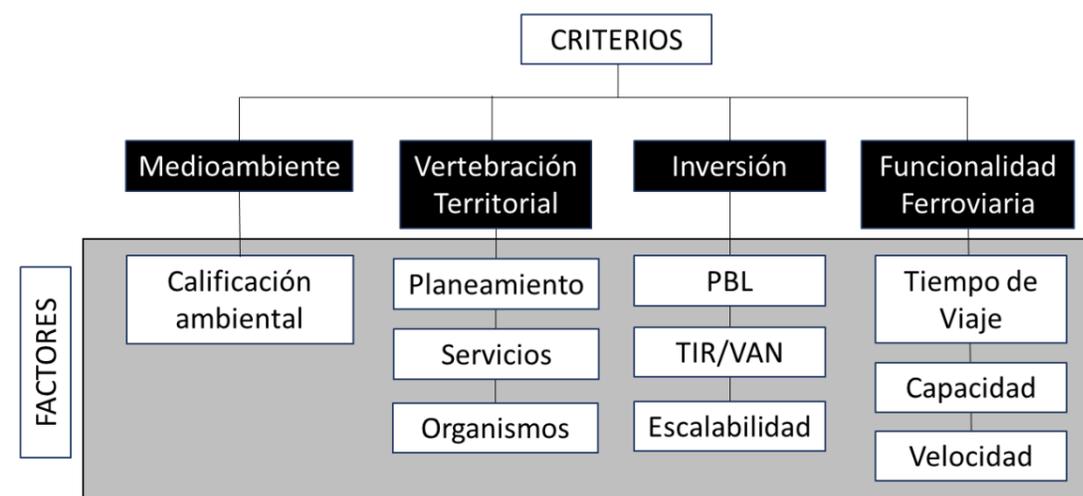
##### 3.1.1 Determinación de los criterios de valoración

Atendiendo a los objetivos fijados para la actuación y a las características del medio social y ambiental en que ésta se desarrolla, se ha estimado conveniente valorar las alternativas considerando los siguientes criterios:

- Medio Ambiente
- Inversión
- Funcionalidad
- Vertebración Territorial

Para valorar la idoneidad de cada alternativa con respecto a cada uno de estos criterios, se ha deducido un parámetro único, cuyos valores oscilan en todos los casos entre 0 y 1, deducidos a partir de la evaluación de diversos factores y (en algunos casos) conceptos simples escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración por métodos cuantitativos. Los factores y conceptos simples adoptados dentro de cada criterio se desarrollan en los apartados correspondientes para cada una de las soluciones analizadas. La gradación en criterios, factores y conceptos simples permite una aproximación progresiva a cada alternativa propuesta y a la vez una simplificación de la valoración de las mismas mediante la obtención de una sola puntuación por alternativa para cada criterio. El esquema de gradación adoptado es:

- **Criterio** (Medioambiente, Vertebración territorial, Funcionalidad, Inversión)
- **Factor** (Planeamiento, criterios geotécnicos, Distancia a BIC, PEM, etc. cada uno dentro del criterio que le corresponda).
- **Concepto** Simple (m de trazado que discurre por suelo urbano, % de reutilización de excavaciones, etc. cada uno dentro del factor que le corresponda)



Ejemplo de factores para el análisis

A los criterios, factores y conceptos se les asigna unos pesos de ponderación entre 0 y 1, siendo la suma de todos ellos igual a la unidad, y cuyos criterios de cálculo son los siguientes:

- En los criterios valorados directamente con un solo indicador numérico no sintético (por ejemplo, la inversión), o en aquellos cuyo valor indicador no dé diferencias apreciables entre

alternativas, se asigna valor 1 a la óptima y el valor de las demás se obtiene restando a 1 una cantidad proporcional (con o sin factor amplificador) a la diferencia porcentual que tienen con la óptima.

- En los criterios valorados con un indicador que no se corresponde de forma directa con una magnitud medible, puede alternativamente utilizarse el método anterior (adecuado si las alternativas presentan valores de indicador muy homogéneos), o un escalado que asigne valor 1 a la alternativa óptima, 0 a la pésima, y valores intermedios proporcionales al valor del indicador en el resto de alternativas.

### 3.1.2 Obtención de indicadores

La modelización numérica requiere la utilización de unos índices desprovistos en la medida de lo posible de subjetividad, que definan cuantitativamente el comportamiento de las alternativas con respecto a cada criterio. Dado que estos índices suponen en algunos casos una síntesis de diversos factores que intervienen en la caracterización, se ha considerado necesario desarrollar la obtención de los indicadores en dos niveles:

- **Nivel 2:** en él se produce la caracterización de los factores a través de su valor deducido o medido y, cuando el factor sea compuesto, a través de un índice que sintetiza las aportaciones de sus componentes, empleando cuando sea necesario pesos basados en factores objetivos para graduar el nivel de influencia de cada uno de estos factores compuestos.
- **Nivel 1:** en él se produce la homogeneización de los valores obtenidos para cada índice, situándolos todos en la misma escala [0,1] mediante un escalado proporcional, de acuerdo con uno de los dos métodos descritos en el apartado anterior.

El proceso de modelización para cada criterio se describe seguidamente.

#### 3.1.2.1 Medio Ambiente

La descripción detallada del proceso de obtención de los parámetros medioambientales se encuentra en el Estudio de Impacto Ambiental del presente documento. Los factores estudiados en el nivel 1 y 2 han sido:

- Calidad del aire y cambio climático
- Ruido y vibraciones
- Geología y geomorfología
- Suelos
- Hidrogeología
- Aguas superficiales
- Vegetación y hábitats de interés

- Fauna
- Espacios naturales de interés
- Medio perceptual
- Patrimonio cultural
- Factores sociales y económicos

Con estos factores se ha obtenido una calificación final medioambiental, que representa más grado de afección medioambiental cuanto menor sea su valor.

En el Nivel 1 estos valores se han escalado, obteniendo valores finales comprendidos en el intervalo [0,1].

#### 3.1.2.2 Inversión

Se ha considerado como indicador fundamental la evaluación financiera conjunta, medido a través de la estimación realizada del Valor Actualizado Neto (VAN). Se ha preferido este indicador frente al Presupuesto Base de Licitación (PBL) por representar mejor el beneficio de la inversión en su conjunto más allá del coste inicial de la infraestructura.

En el nivel 1 se ha efectuado el escalado directo (dado que la alternativa es tanto más favorable cuanto mayor VAN obtenga).

#### 3.1.2.3 Funcionalidad

Se emplean indicadores que resultan representativos de los rasgos diferenciadores de cada alternativa en cuanto a funcionalidad. Entre estos factores se ha elegido como representativos para la valoración de alternativas:

- Versatilidad (andenes pasantes con inversión de marcha)
- Limitación de velocidad (por vía principal)
- Dificultad constructiva (nº de aparatos de vía)
- Mercancías peligrosas (parada en estación)

En el nivel 1 se ha efectuado el escalado directo/inverso según el indicador sea favorable o desfavorable.

#### 3.1.2.4 Vertebración territorial

Se emplean los indicadores que resultan más representativos respecto al cumplimiento de los objetivos del planeamiento y la afección en superficie de las alternativas. Particularmente, se establecen los siguientes factores de comparación:

- Captación de demanda (nº viajeros)
- Rentabilidad socioeconómica (VAN)
- Ocupación (m<sup>2</sup>)

### 3.1.3 Obtención del modelo

Los índices anteriores, que definen la valoración parcial de las alternativas con respecto a los cuatro criterios considerados, suponen el primer paso para la obtención de un modelo numérico que pueda emplearse como herramienta básica del análisis multicriterio.

El modelo obtenido está basado en la matriz numérica que se emplea en el **método PATTERN** (Planning Assistance through Technical Evaluation of Relevance Numbers), que permite sintetizar las valoraciones obtenidas por las alternativas para cada criterio en un sólo parámetro llamado **IP (Índice de Pertinencia)**, cuyos valores están comprendidos en el intervalo [0,1], correspondiendo el 1 a la óptima y el 0 a la pésima, mediante la aplicación de pesos o coeficientes de ponderación, creando un modelo que permite la comparación directa. De esta forma, se obtiene una matriz alternativas – criterios con la que se obtiene el IP para cada alternativa de la siguiente forma:

$$IP_i = \frac{MAX - \sum_j \beta_j a_{ij}}{MAX - MIN}$$

Donde:

$a_{ij}$  es la calificación obtenida por la alternativa  $i$  para el criterio  $j$

$\beta_j$  es el coeficiente de ponderación del criterio  $j$ , cumple la condición  $\sum \beta_j = 1$

MAX es el valor máximo de  $\sum \beta_j \cdot a_{ij}$  de entre los obtenidos por todas las alternativas.

MIN es el valor mínimo de  $\sum \beta_j \cdot a_{ij}$  de entre los obtenidos por todas las alternativas.

Con este modelo se pueden desarrollar diversos métodos de análisis multicriterio que, empleando diferentes criterios de aplicación de pesos, permitan alcanzar los objetivos del proceso de análisis de alternativas.

### 3.1.4 Análisis multicriterio

Tras la obtención del modelo numérico se plantea la necesidad de evaluar las alternativas de forma global, empleando procedimientos que permitan aplicar los coeficientes de ponderación necesarios sin distorsionar los resultados. Estos procedimientos son los siguientes:

- **ANÁLISIS DE ROBUSTEZ:** consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios comprendidos en el modelo numérico anterior, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima. Este procedimiento es el más desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve qué alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados. Para este análisis se ha empleado una aplicación informática desarrollada por SAITEC.
- **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:** consiste en aplicar el mismo procedimiento que en el análisis de robustez pero limitando los valores posibles de cada peso a un cierto rango, de manera que se evita tomar en consideración en el análisis ponderaciones extremas que podrían distorsionarlo. Para el presente análisis se ha establecido un rango de ponderaciones comprendida entre el 10 % y el 50 %.
- **ANÁLISIS DE PREFERENCIAS:** es el método PATTERN tradicional, y consiste en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación según una prelación establecida.

La metodología aplicada en cada procedimiento se describe a continuación:

#### 3.1.4.1 Análisis de Robustez

Para efectuar el análisis de robustez se ha partido del modelo numérico desarrollado anteriormente, sin coeficientes de ponderación. Este modelo se ha tratado con una aplicación informática que le aplica todas las posibilidades de combinación de pesos (es decir, aquellas cuya suma es 10), en incrementos de una unidad.

En este caso establecemos que los pesos ( $\beta_j$ ) cumplirán:

$$\begin{cases} \beta_i \in [0,10] \\ \Delta \beta_i = 1 \\ \sum_i \beta_i = 10 \end{cases}$$

El resultado que se obtiene es el número de veces que cada alternativa obtiene la máxima calificación.

#### 3.1.4.2 Análisis de Sensibilidad

Al igual que en el análisis de robustez, se han aplicado todas las combinaciones posibles de pesos a los diferentes criterios, pero limitando el rango de variación de éstos al intervalo [1,5], de manera tal que se evitan las valoraciones en las cuales algún criterio recibe peso 0 y aquellas en las que algún criterio tiene una ponderación superior al 50 %.

En este caso establecemos que:

$$\begin{cases} \beta_i \in [1,5] \\ \Delta\beta_i = 0,2 \\ \sum_i \beta_i = 10 \end{cases}$$

El incremento aplicado a las combinaciones de pesos ha sido 0,2.

### 3.1.4.3 Análisis de Preferencias

El último procedimiento de análisis aplicado, llamado habitualmente **método PATTERN**, tiene en cuenta el orden de importancia relativa entre criterios más apropiados para las características de la actuación, señalado al principio de este apartado. Al igual que en otros casos, se aplican al modelo numérico los pesos que se deducen de las siguientes preferencias:

- Inversión ..... 2 (0,24)
- Medio Ambiente ..... 3 (0,16)
- Vertebración territorial ..... 1 (0,48)
- Funcionalidad ..... 4 (0,12)

El resultado permite asegurar el diagnóstico dado para cada alternativa por los demás análisis con respecto al grado de cumplimiento de los objetivos de la actuación y su nivel de integración en el entorno.

## 3.2 Análisis de alternativas

### 3.2.1 Obtención de indicadores

#### MEDIO AMBIENTE

Para la valoración de los impactos, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones, en función del grado de definición existente en esta fase del estudio de todos los elementos asociados a la plataforma y estación ferroviaria.

En la construcción de la plataforma ferroviaria se realizarán una serie de actuaciones ligadas, tanto a la fase de construcción (obras), como a la fase de explotación. Estas acciones pueden generar impactos sobre los factores ambientales anteriormente identificados.

Dentro de cada fase de proyecto, las acciones potencialmente impactantes serán principalmente:

#### Fase de Construcción:

- Desbroce y despeje de vegetación.

- Movimientos de tierras y excavaciones.
- Demoliciones.
- Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria.
- Construcción de la plataforma y estación ferroviaria (incluyendo su urbanización).
- Construcción de infraestructuras menores (viaductos, pasos inferiores, drenajes, etc.).
- Ejecución de viales de acceso a la estación, pasarela peatonal y reposición del caminos de servicio.
- Instalaciones auxiliares de obra.
- Implantación de la catenaria.
- Zona de acopio de materiales (residuos, etc.).
- Préstamos y vertederos.

#### Fase de Explotación:

- Presencia de la plataforma y estación ferroviaria.
- Catenaria.
- Explotación ferroviaria.
- Labores de mantenimiento de la plataforma y estación ferroviaria.

Una vez conocidos los impactos que las distintas alternativas de trazado producen sobre los distintos elementos del medio identificados, tanto en fase de construcción, como en fase de explotación, se procede a comparar los trazados analizados, con el fin de seleccionar la alternativa óptima desde el punto de vista ambiental.

Se presenta a continuación la tabla resumen correspondiente a las alternativas de trazado, donde se refleja el valor global del impacto para cada una de ellas, según la metodología empleada, explicada en el Estudio de Impacto Ambiental.

	FASE DE CONSTRUCCIÓN		FASE DE EXPLOTACIÓN	
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
<b>1. CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO</b>				
Calidad del aire	MODERADO	COMPATIBLE	POSITIVO	POSITIVO
Huella de carbono	COMPATIBLE	COMPATIBLE	POSITIVO	POSITIVO
<b>2. RUIDO Y VIBRACIONES</b>				
Calidad acústica	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE
Calidad vibratoria	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO	COMPATIBLE	COMPATIBLE
<b>3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA</b>				
Riesgos geológicos	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO	COMPATIBLE	COMPATIBLE
Cambio en las formas del relieve	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>4. SUELOS</b>				
Cantidad de suelo: pérdida de suelo	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
Composición del suelo: contaminación, artificialización y otros	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE
<b>5. HIDROGEOLOGÍA</b>				
Impactos sobre la hidrogeología	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>6. AGUAS SUPERFICIALES</b>				
Hidrología superficial: escorrentía, drenaje, etc.	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
Calidad de las aguas superficiales, contaminación, etc.	MODERADO	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>7. VEGETACIÓN</b>				
Abundancia, densidad y productividad	COMPATIBLE	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
Hábitats de Interés Comunitario (HIC)	COMPATIBLE	MODERADO	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>8. FAUNA</b>				
Modificación de hábitat y/o dispersión y aislamiento de poblaciones	COMPATIBLE	MODERADO	COMPATIBLE	COMPATIBLE
Mortalidad directa o inducida	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE

	FASE DE CONSTRUCCIÓN		FASE DE EXPLOTACIÓN	
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Especies protegidas y/o amenazadas	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>9. ESPACIOS NATURALS DE INTERÉS</b>				
Afección a Espacios Naturales de Interés	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>10. MEDIO PERCEPTUAL</b>				
Calidad intrínseca del paisaje	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
Visibilidad (cuenca visual)	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO	MODERADO	MODERADO
<b>11. PATRIMONIO CULTURAL</b>				
Patrimonio cultural arqueológico, arquitectónico y paleontológico	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO
<b>12. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS</b>				
Influencia en la economía local	POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO
Molestias a la población	COMPATIBLE	SEVERO	MODERADO	COMPATIBLE
Compatibilidad con la estructura del territorio	NO SIGNIFICATIVO	NO SIGNIFICATIVO	COMPATIBLE	COMPATIBLE

*Matriz resumen de valoración de impactos en las alternativas analizadas.*

De la valoración realizada, en primer lugar, hay que indicar que el presente proyecto se encuentra en una zona con una capacidad de acogida elevada, dado el alto nivel de antropización y transformación de su entorno, embebido en torno a los ejes principales de comunicación (viarios, ferroviarios y aeroportuario) y paralelo a la vía actual de alta velocidad. Por ello, la potencial afección que puede producir el proyecto sobre el medio ambiente del entorno se verá se minimizada.

Globalmente, cabe concluir que las dos alternativas planteadas son viables desde el punto de vista ambiental, siendo más favorable a nivel ambiental la Alternativa 1 frente a la Alternativa 2.

Los impactos severos y moderados se concentran principalmente en la fase de construcción, pasando casi todos ellos a ser compatibles o nulos en la fase de explotación en ambas alternativas.

Durante la fase de construcción, la alternativa 2 presenta unos impactos algo mayores que la Alternativa 1, en algunos de los factores ambientales analizados.

En primer lugar, respecto a la vegetación, en la alternativa 2, el impacto sobre la abundancia, diversidad y productividad vegetal será mayor, debido a que la afección directa sobre las formaciones vegetales, y especialmente sobre formaciones vegetales de mayor interés (pinares y quercíneas) será mayor en esta alternativa. En segundo lugar, aunque ambas alternativas afectan a los Hábitat de Interés Comunitario 920A y 9540, la superficie afectada por la alternativa 2 a los HIC será mayor. No obstante, ninguno de ellos es prioritario ni está ubicado dentro de espacios pertenecientes a la Red Natura 2.000. En tercer lugar, en cuanto a la fauna, el impacto sobre la modificación de hábitat y/o dispersión y aislamiento de poblaciones, será mayor en la alternativa 2, debido a que también afectará a una mayor superficie de biotopos faunísticos de interés.

Sin embargo, se ha detectado que en la alternativa 1 que el impacto producido por la contaminación de la calidad del aire será moderado, mientras que en la alternativa 2 será compatible, debido principalmente a que el volumen total de movimiento de tierras será casi el doble en esta alternativa (422.939,92 m<sup>3</sup> frente a 233.225,92 m<sup>3</sup> en la alternativa 2).

Por otro lado, durante la fase de obras, se han detectado algunos impactos moderados sobre la geomorfología e hidrología superficial en ambas alternativas. Respecto a la geomorfología, los movimientos de tierras y excavaciones para la apertura de préstamos, ampliación de la línea, ejecución de la nueva estación, etc., generarán cambios en las formas del relieve importantes durante la fase de obras en ambas alternativas.

En cuanto a la hidrología superficial, ambas alternativas tendrán un impacto moderado sobre la hidrología superficial debido a que la plataforma proyectada en ambas alternativas cruzará 4 cauces (con jerarquía) mediante infraestructuras de paso (viaductos y obras de drenaje transversal). Además, uno de ellos, el río Onyar, río de mayor entidad, está considerado el

conector ecológico “Planas aluviales del Onyar (Cod. 117)”, “Cinturón Verde del Área Urbana de Girona” y “Área de Interés Faunístico y Florístico Nº 1413”. No obstante, el presente Estudio Informativo propone la prolongación de las obras de paso de la propia LAV en servicio, y no la ejecución de nuevas infraestructuras de paso, por lo que la afección sobre la hidrología superficial será menor.

En cuanto a los impactos severos detectados durante la fase de construcción, únicamente se ha valorado como severo para la alternativa 2, las molestias a la población principalmente porque será necesario la demolición de 3 viviendas de uso residencial. En cambio, para la alternativa 1 no será necesario la demolición de ninguna edificación residencial.

Durante la fase de explotación, la mayoría de los impactos son compatibles o nulos. La única diferencia entre las alternativas es el impacto producido por las molestias a la población debido al riesgo de apartado y estacionamiento de mercancías peligrosas dentro de la estación, que se da en la alternativa 1.

Por otro lado, se ha detectado un impacto moderado en ambas alternativas sobre la visibilidad paisajística, ya que las actuaciones proyectadas en ambas alternativas se ubican mayoritariamente sobre zonas visibles desde diferentes puntos de interés paisajístico.

En la fase de explotación, también aparecen magnitudes positivas ya que se prevén mejoras en la creación local gracias a la puesta en marcha de la nueva estación ferroviaria. Además, la nueva estación dotará al Aeropuerto de Girona – Costa Brava de una infraestructura que permita cumplir sus expectativas de crecimiento, conforme a la revisión de su Plan Director sometido a información pública con fecha 17 de diciembre de 2021. Particularmente, permitirá la conexión entre la futura estación de tren de alta velocidad y el edificio de la terminal que permita la conexión directa de los pasajeros que accedan al aeropuerto a través de la estación, consiguiendo una mejor conectividad del aeropuerto con la ciudad condal.

Igualmente, el impacto sobre la calidad del aire y cambio climático será positivo para ambas alternativas, ya que la nueva estación ferroviaria supondrá un aumento del tráfico ferroviario, lo que redundaría en una disminución del tráfico rodado de carretera y consecuentemente, en una mejora de la calidad del aire. Además, dado que es previsible que aumente la demanda del número de viajeros de este aeropuerto, la ejecución ambas alternativas, supondrá una mejora de la huella de carbono, respecto al escenario que no se ejecute una nueva estación, ya que esta demanda de viajeros en vez de ser transferida al transporte por carretera (autobús y al vehículo privado), será transferida a un transporte ferroviario colectivo y menos contaminante, que generará una menor huella de carbono.

Como conclusión final, hay que señalar que, aunque las dos alternativas generarían impactos sobre el medio de la zona, los impactos detectados pueden ser minimizados o corregidos mediante la puesta en marcha de las medidas protectoras y correctoras.

Los valores establecidos en cada caso son los siguientes:

MAGNITUD DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
POSITIVO	1
NO SIGNIFICATIVO	0
COMPATIBLE	-1
MODERADO	-3
SEVERO	-5

Con estos valores se trata de penalizar los impactos severos y moderados frente a los compatibles, ponderando además los factores valorados.

Se adjunta tabla con las puntuaciones de los valores globales:

	PONDERACIÓN	FASE DE CONSTRUCCIÓN				PONDERACIÓN	FASE DE EXPLOTACIÓN			
		ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO	VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO		VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO	VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO
<b>1. CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO</b>										
Calidad del aire	2	-3	-6	-1	-2	3	1	3	1	3
Huella de carbono	2	-1	-2	-1	-2	3	1	3	1	3
<b>2. RUIDO Y VIBRACIONES</b>										
Calidad acústica	3	-1	-3	-1	-3	3	-1	-3	-1	-3
Calidad vibratoria	2	0	0	0	0	2	-1	-2	-1	-2
<b>3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA</b>										
Riesgos geológicos	2	0	0	0	0	3	-1	-3	-1	-3
Cambio en las formas del relieve	3	-3	-9	-3	-9	3	0	0	0	0
<b>4. SUELOS</b>										
Cantidad de suelo: pérdida de suelo	1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	0	0
Composición del suelo: contaminación, artificialización y otros	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
<b>5. HIDROGEOLOGÍA</b>										
Impactos sobre la hidrogeología	2	-1	-2	-1	-2	1	0	0	0	0
<b>6. AGUAS SUPERFICIALES</b>										
Hidrología superficial: escorrentía, drenaje, etc.	3	-3	-9	-3	-9	1	0	0	0	0
Calidad de las aguas superficiales, contaminación, etc.	3	-3	-9	-3	-9	1	0	0	0	0
<b>7. VEGETACIÓN Y HÁBITATS DE INTERÉS</b>										
Abundancia, densidad y productividad	2	-1	-2	-3	-6	1	0	0	0	0
Hábitats de Interés Comunitario	2	-1	-2	-3	-6	1	0	0	0	0
<b>8. FAUNA</b>										
Modificación de hábitat y/o dispersión y aislamiento de poblaciones	2	-1	-2	-3	-6	3	-1	-3	-1	-3
Mortalidad directa o inducida	2	-1	-2	-1	-2	3	-1	-3	-1	-3

	PONDERACIÓN	FASE DE CONSTRUCCIÓN				PONDERACIÓN	FASE DE EXPLOTACIÓN			
		ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO	VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO		VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO	VALOR IMPACTO	VALOR PONDERADO
Especies protegidas y/o amenazadas	2	-1	-2	-1	-2	3	0	0	0	0
<b>9. ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS</b>										
Afección a espacios naturales de interés	3	-1	-3	-1	-3	1	0	0	0	0
<b>10. MEDIO PERCEPTUAL</b>										
Calidad intrínseca del paisaje	2	-1	-2	-1	-2	3	0	0	0	0
Visibilidad (cuenca visual)	2	0	0	0	0	3	-3	-9	-3	-9
<b>11. PATRIMONIO CULTURAL</b>										
Patrimonio cultural arqueológico, arquitectónico y paleontológico	3	-1	-3	-1	-3	1	0	0	0	0
<b>12. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS</b>										
Influencia en la economía local	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2
Molestias a la población	3	-1	-3	-5	-15	3	-3	-9	-1	-3
Compatibilidad con la estructura del territorio	1	0	0	0	0	1	-1	-1	-1	-1
<b>TOTAL</b>			<b>-61</b>		<b>-81</b>			<b>-26</b>		<b>-20</b>

Matriz de valoración de impactos con la ponderación en las alternativas analizadas.

Una vez conocidos los impactos que las distintas alternativas producen sobre los distintos elementos del medio identificados, tanto en fase de construcción, como en fase de explotación, se procede a compararlas, con el fin de seleccionar la alternativa óptima desde el punto de vista ambiental.

Se presenta a continuación la tabla resumen correspondiente a cada alternativa, donde se refleja el valor global del impacto para cada una de ellas, según la metodología descrita.

ALTERNATIVA	VALOR GLOBAL
Alternativa 1	-87
Alternativa 2	-101

Como se puede observar, el valor de los impactos de la Alternativa 2 será mayor durante la fase de obras. Sin embargo, durante la fase de explotación, será mayor el valor de los impactos de la Alternativa 1.

En cualquier caso, analizando el valor global de cada alternativa, desde el punto de vista medioambiental, la Alternativa 1 es más favorable que la Alternativa 2.

Nivel 1	Alternativa 1   Alternativa 2	
Medioambiente	1,00	0,84
Nivel 2	↑   ↑	
Medioambiente	-87,00	-101,00

### INVERSIÓN

Derivado del análisis de rentabilidad, se deduce que en la alternativa 1 es relevante la inversión en los autobuses de conexión entre la estación y la terminal, mientras en la alternativa 2 es relevante el mantenimiento y consumo de los pasillos rodantes de la pasarela peatonal. Resultado de la evaluación de los flujos de caja, se concluye que, desde la perspectiva del inversor global, la alternativa 1 tiene un VAN negativo mientras la alternativa 2 positivo.

A la vista del VAN obtenido para cada alternativa, se considera que resulta más favorable la alternativa 2 que la alternativa 1.

Nivel 1	Alternativa 1   Alternativa 2	
VAN	0,00	1,00
Nivel 2	↑   ↑	
VAN (Mill. Euros)	-42,49	29,23

### FUNCIONALIDAD

Según los conceptos elegidos para la valoración de la funcionalidad, la alternativa 2 presenta mejores valores de funcionalidad, permitiendo la inversión de marcha desde ambos andenes (para tráficos pasantes cizallando la vía) quedando el PAET fuera de la estación. En contraposición, la alternativa 1 tiene una mayor velocidad de paso por vía directa (limitada por el CVM a 245 km/h) y menor complejidad constructiva al incorporar un menor número de aparatos de vía. Se incluye en la siguiente tabla los valores de los indicadores por alternativa:

	Conceptos			
	Versatilidad	Velocidad vía principal	Nuevos aparatos de vía (nº)	Mercancías Peligrosas
Alternativa 1	1	245	15	-1
Alternativa 2	2	200	24	0

Traduciendo lo indicado a valores numéricos para cuantificar la funcionalidad:

	Conceptos normalizados				
	Versatilidad	Limitación velocidad	Nuevos aparatos de vía (nº)	Mercancías Peligrosas	Suma ponderada
	0,4	0,1	0,3	0,2	
Alternativa 1	0,50	1,00	1,00	0,00	0,30
Alternativa 2	1,00	0,82	0,40	1,00	0,68

A la vista de lo indicado y de los resultados obtenidos se considera que desde el punto de vista funcional la alternativa más ventajosa es la alternativa 2.

Nivel 1	Alternativa 1	Alternativa 2
Funcionalidad	0,44	1,00
Nivel 2	0,30	0,68
Funcionalidad		

Nivel 1	Alternativa 1	Alternativa 2
Afección	0,60	1,00
Nivel 2	0,58	0,97
Afección		

**VERTEBRACIÓN TERRITORIAL**

En la vertebración territorial se ha valorado el mayor cumplimiento de los objetivos del estudio y del planeamiento. Particularmente una mayor captación de viajeros del aeropuerto que representa un mejor cumplimiento de los objetivos de la Propuesta de Revisión del Plan Director del Aeropuerto de Girona; una mayor rentabilidad socioeconómica como objetivo de la actuación objeto de estudio y una menor afección territorial, en relación con el planeamiento urbanístico.

Alternativas	Alt 1	Conceptos		
		Captación Demanda (Mill. pax)	Rentabilidad socioeconómica (Mill. €)	Ocupación (m2)
	Alt 1	2,770	5,15	107.810
	Alt 2	3,095	157,25	116.821

Respecto de lo anterior, la alternativa 2 cumple mejor con los objetivos con una mayor captación y rentabilidad socioeconómica. En contraposición, la alternativa 1 tiene una menor ocupación de la infraestructura. La valoración ponderada de estos conceptos es la siguiente:

Alternativas	Alt 1	Conceptos normalizados			Suma ponderada
		Captación Demanda	Rentabilidad socioeconómica	Ocupación	
	Alt 1	0,3	0,4	0,3	0,58
	Alt 2	1,00	1,00	0,92	0,97

A la vista de la vertebración territorial de las alternativas, se considera que resulta más favorable la alternativa 2.

**3.2.2 Modelo numérico y análisis**

Según la metodología descrita anteriormente, se ha elegido los siguientes criterios y factores en el modelo, con sus correspondientes pesos:

CRITERIOS	FACTORES		
MEDIOAMBIENTE	0,16	Calificación Medioambiental	1
INVERSIÓN	0,24	VAN	1
FUNCIONALIDAD	0,12	Versatilidad	0,4
		Limitación velocidad	0,1
		Dificultad constructiva	0,3
		Mercancías peligrosas	0,2
VERTEBRACIÓN TERRITORIAL	0,48	Captación de demanda	0,3
		Rentabilidad socioeconómica	0,4
		Ocupación	0,3

Asimismo, se han obtenido las siguientes valoraciones de los indicadores definidos y valores normalizados:

	Valoraciones de indicadores			
	MEDIOAMBIENTE	INVERSIÓN	FUNCIONALIDAD	VERTEBRACIÓN TERRITORIAL
Alternativa 1	1,00	0,00	0,44	0,60
Alternativa 2	0,84	1,00	1,00	1,00

	Valoraciones normalizadas de indicadores			
	MEDIOAMBIENTE	INVERSIÓN	FUNCIONALIDAD	VERTEBRACIÓN TERRITORIAL
	0,16	0,24	0,12	0,48
Alternativa 1	1,00	0,00	0,00	0,00
Alternativa 2	0,00	1,00	1,00	1,00

Con los valores de los indicadores y pesos asignados se obtienen los siguientes análisis de robustez, sensibilidad y preferencias:

ROBUSTEZ	Nº máximos	%
Alternativa 1	56	18,24%
Alternativa 2	251	81,76%
Total	307	100%
Combinaciones usadas	286	

SENSIBILIDAD	Nº máximos	%
Alternativa 1	66	1,42%
Alternativa 2	4576	98,58%
Total	4642	100%
Combinaciones usadas	4576	

PERTINENCIA	Medio ambiente	Inversión	Funcionalidad	Vertebración Territorial	Valoración	Valoración (0,1)
Peso	0,16	0,24	0,12	0,48		
Alternativa 1	1	0	0	0	0,16	0,19
Alternativa 2	0	1	1	1	0,84	1,00

#### 4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

##### 4.1 Metodología del análisis multicriterio

La metodología de análisis se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y del grado de integración en el medio de cada alternativa.
- Obtención de los indicadores numéricos que permitan la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a estos criterios.
- Obtención del modelo numérico que permite sintetizar las valoraciones parciales en un solo índice aplicando coeficientes de ponderación o pesos que permitan graduar la importancia de cada criterio.
- Aplicación de procedimientos de análisis basados en el modelo numérico obtenido y que, empleando diversos criterios de aplicación de pesos, permitan la evaluación y comparación de alternativas.

##### 4.1.1 Criterios

Se ha estudiado el comportamiento de cada alternativa atendiendo a los siguientes criterios:

- **Medio Ambiente** (calidad del aire, ruido y vibraciones, geología y geomorfología, suelos, hidrogeología, aguas superficiales, vegetación y hábitats de interés, fauna, espacios naturales de interés, medio perceptual, patrimonio cultural y factores sociales y socioeconómicos).
- **Inversión** (Evaluación financiera conjunta).
- **Funcionalidad** (Versatilidad, limitación de velocidad, dificultad constructiva y mercancías peligrosas).
- **Vertebración territorial** (Captación de demanda, rentabilidad socioeconómica y ocupación).

Los componentes del análisis han sido escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración por métodos cuantitativos.

##### 4.1.2 Análisis y resultados

La herramienta principal de análisis ha sido el modelo numérico matricial empleado habitualmente en el método PATTERN, que permite sintetizar las valoraciones obtenidas por las alternativas para cada criterio en un sólo parámetro llamado IP (Índice de Pertinencia), cuyos valores están comprendidos en el intervalo [0,1] (siendo 0 el pésimo y 1 el óptimo) mediante la aplicación de pesos o coeficientes de ponderación.

Con este modelo se han llevado a cabo los siguientes análisis:

- **ANÁLISIS DE ROBUSTEZ:** consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima. Este procedimiento es el más desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve que alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados, aunque incluye en el análisis combinaciones extremas de valoración.

El análisis de los resultados pone de relieve la igualdad de las alternativas, no siendo relevante este análisis para el estudio de dos únicas alternativas.

- **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:** Consiste en aplicar combinaciones de pesos válidas restringidas a un rango determinado para cada criterio, de manera que queden fuera del análisis combinaciones que sobreponderan o infraponen excesivamente algún factor, distorsionando el análisis. En este caso los pesos de cada criterio han oscilado en el rango que va del 10% al 50%.

El análisis de los resultados pone de relieve la igualdad de las alternativas, no siendo relevante este análisis para el estudio de dos únicas alternativas.

- **ANÁLISIS DE PREFERENCIAS:** Es el método PATTERN habitual, consiste en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación. Este orden de prelación ha sido: Inversión - - Medio Ambiente - Afección territorial - Funcionalidad.

El análisis de preferencias o PATTERN otorga la calificación óptima a la Alternativa 2 respecto de la alternativa 1.

## 4.2 Conclusiones del análisis

Según las valoraciones obtenidas en los cuatro criterios aplicados, se observa que la alternativa 1 es mejor en términos ambientales, particularmente por menores molestias a población y afección a hábitats de interés, así como una mayor sencillez constructiva, velocidad de paso por vía directa y ocupación territorial.

Por otro lado, la alternativa 2 es mejor en términos de inversión, funcionalidad y vertebración territorial. Destacan en esta alternativa un menor movimiento de tierras, una mayor captación de viajeros del aeropuerto, posibilidad de inversión de marcha desde ambos andenes (pasantes), separación del PAET y estación, y mayor rentabilidad socioeconómica.

En relación con lo anterior, puede concluirse que, si bien las dos alternativas planteadas resultan viables según los requerimientos ambientales y ferroviarios de diseño, el análisis señala a la **ALTERNATIVA 2** (estación en prolongación) como la solución óptima, atendiendo a criterios medioambientales, funcionales, económicos y territoriales.