

METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE INVERSIONES EN LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN DE TRANSPORTE

Eva María Pino Hernández

Técnico Sénior en G.A. Economía y Política del Transporte, INECO, España

Esther Durán Corchado

Gerente Técnico Sénior en G.A. Economía y Política del Transporte, INECO, España

Cristina Barbero Ruiz

Técnico especialista de planificación de explotación ferroviaria, ADIF Alta Velocidad,
España

María Ángeles Hernández Martín

Técnico G.A. Asistencias técnicas en cliente. INECO, España

RESUMEN

Tras la publicación del Libro Blanco del Transporte (2011) surgen múltiples directivas europeas proponiendo reformas estructurales en el sector para fomentar su eficiencia. En materia de inversiones, buscan optimizar la labor de los administradores de infraestructura, tanto a nivel técnico como presupuestario y financiero. Estas directivas se han ido incorporando progresivamente al ordenamiento jurídico español, donde el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) es el organismo que establece las directrices generales de planificación del transporte mediante la elaboración planes estratégicos. La planificación pormenorizada se detalla en planes directores, sectoriales o programas de actividad, en los que generalmente intervienen los gestores de infraestructura.

Actualmente, el desarrollo de estos instrumentos incide en la importancia de identificar las inversiones más urgentes y priorizar las actuaciones a desarrollar. En este sentido, el presente artículo describe una metodología para priorizar actuaciones en transporte con el fin de optimizar las inversiones en dicho sector.

La metodología consta de dos fases: una priorización inicial basada en un análisis multicriterio a tres niveles: a nivel estratégico (nivel 1), donde se planifican actuaciones globales, de carácter de red, y se tiende a priorizar corredores, nodos o ámbitos territoriales sin llegar a priorizar actuaciones concretas; y en planes directores o sectoriales, priorizando actuaciones que pueden ser muy dispares (nivel 2) o de la misma naturaleza (nivel 3). Por tanto, se trata de una metodología aplicable a diferentes instrumentos de planificación combinando niveles según las características propias de cada uno de ellos.

La segunda fase consiste en un contraste de los resultados obtenidos en el análisis multicriterio por un grupo de expertos que, con una visión crítica e integradora, apliquen criterios de priorización no contemplados en la fase previa y consideren posibles solapes en la planificación a distintos niveles y con otras planificaciones previas en el ámbito de estudio, permitiendo perfeccionar la priorización y facilitando la posterior estimación de recursos y plazos de implementación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Origen y antecedentes

Con la publicación en 2011 del “Libro Blanco de Transporte, hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte”, la Comisión Europea comienza a establecer las bases para la creación de un entorno común de transporte a nivel europeo. En el caso del transporte ferroviario, estas bases se han ido concretando en los denominados “Paquetes Ferroviarios” y, finalmente, en la Directiva 2012/34 RECAST que señala la necesidad de mejorar las condiciones de inversión en el sector como uno de sus objetivos fundamentales.

En España, la Ley 38/2015 del Sector Ferroviario, que resulta de la transposición de la Directiva RECAST, establece la necesidad de que los Estados miembros redacten una Estrategia Indicativa para el desarrollo de la red ferroviaria y que los administradores de infraestructuras aprueben un Programa de Actividad para un periodo no inferior a cinco años. En este sentido, actualmente se está trabajando en la elaboración del Programa de Actividad de Adif y Adif AV. Para el desarrollo de éste y de otros instrumentos de planificación ferroviaria, cada vez adquiere mayor importancia el poder identificar las inversiones más necesarias y priorizar el conjunto de actuaciones previstas en la red ferroviaria. Por este motivo, Adif solicitó a Ineco su colaboración para la elaboración de una metodología que permitiera priorizar, de forma práctica y objetiva, las inversiones correspondientes a las actuaciones ferroviarias contempladas en diferentes programas de necesidades de inversión. La metodología desarrollada y los criterios de priorización fueron definidos de manera conjunta y consensuada entre Ineco y Adif, aplicando dicha metodología con éxito a distintos planes directores y al conjunto de la red ferroviaria convencional.

A raíz de este trabajo, surge la necesidad de ampliar el alcance y el ámbito de aplicación de la metodología propuesta a otros territorios y a otros niveles de planificación, incluso para la priorización de actuaciones previstas en otros modos de transporte, no sólo en transporte ferroviario.

1.2 Marco general y objetivos

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una propuesta metodológica que, de forma práctica y basada en una serie de criterios objetivos y medibles, permita la priorización de inversiones no sólo de carácter ferroviario, sino que sea igualmente aplicable para priorizar actuaciones que afectan a otros modos de transporte. La metodología desarrollada será especialmente útil en la elaboración de planes directores, planes sectoriales u otros instrumentos de planificación, siempre y cuando contemplen actuaciones específicas que lleven aparejadas partidas de inversión.

En España, el organismo que establece las directrices en materia de planificación de transporte es el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) a través de la elaboración de los planes estratégicos de infraestructuras a nivel nacional. En este sentido, en julio de 2005 se aprobó el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) para el periodo 2005-2020, donde se indicaban las prioridades para el desarrollo de las políticas sectoriales en materia de infraestructuras. Sin embargo, debido a la coyuntura socioeconómica de los años siguientes a la aprobación del PEIT, fue necesaria la reconfiguración de dicha planificación con la inclusión de nuevos objetivos, aprobando en 2015 el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI), cuyo plazo de vigencia finaliza en 2024.

El PITVI contempla un conjunto de actuaciones concretas en los distintos modos de transporte, definidas como resultado de materializar las nuevas directrices de eficiencia y sostenibilidad y de mejora de la seguridad del sistema de transporte en su conjunto. La valoración económica de dichas actuaciones según la distribución de recursos prevista hasta 2024 entre los distintos programas de actuación definidos (Programa de Regulación, Supervisión y Control, Programa de Gestión y Prestación de Servicios, y Programa de Actuación Inversora) y por modo de transporte se muestra de forma resumida en la siguiente imagen.

Valoración económica de las actuaciones del PITVI [Millones de € constante de 2012]		
Carreteras	36.439	26%
Ferrocarriles	61.302	44%
Aeropuertos y navegación aérea	7.222	5%
Puertos	6.788	5%
Ayudas al transporte	15.899	11%
Inversión ajena puertos	6.575	5%
Inversión privada carreteras	4.030	3%
Total transportes	138.255	100%

Tabla 1 – Estimación económica de las actuaciones del PITVI en infraestructuras y transportes, 2012-2024, por modos y conceptos

Sin embargo, en el PITVI no se detalla la valoración económica ni el plazo de ejecución previsto para cada una de ellas, ni de forma individualizada ni por bloques o subprogramas de actuaciones. Por tanto, el Plan no muestra expresamente una priorización de las actuaciones que contempla, aunque sí establece entre sus directrices la necesidad de *“adoptar una evaluación sistemática de las actuaciones para una eficaz priorización y racionalización de las inversiones, incorporando mecanismos de análisis coste-beneficio y previsiones de rentabilidad económica, financiera y social”*.

En España también se elaboran planes estratégicos sectoriales que desarrollan la planificación estratégica de infraestructuras y/o servicios de transporte, pero de un elemento concreto del sistema. Generalmente, los planes estratégicos sectoriales son documentos que establecen los objetivos y las directrices a seguir, pero que no recogen actuaciones de carácter muy concreto. A nivel nacional destacan, por ejemplo, la Estrategia Logística de España o la Estrategia Indicativa del desarrollo, mantenimiento y renovación de la infraestructura ferroviaria del MITMA, esta última en cumplimiento a lo establecido en la Ley 38/2015 del Sector Ferroviario y que actualmente se encuentra en proceso de redacción. De forma análoga, la nueva Ley de Carreteras 37/2015, que también persigue adaptar la ordenación del transporte por carretera a la normativa comunitaria siguiendo criterios de seguridad y eficiencia en la asignación de recursos, establece la necesidad de elaborar un Plan estratégico de las carreteras del Estado que, como instrumento técnico-jurídico de política sectorial de carreteras, recoja las previsiones y los objetivos a cumplir, así como las prioridades de actuación.

Un escalón por debajo en la planificación del transporte se encuentran los planes directores o sectoriales para un modo de transporte y/o un territorio concreto. En estos documentos ya intervienen los propios gestores de la infraestructura y contemplan actuaciones más concretas que generalmente llevan asociadas partidas de inversión. Los Planes Directores de los puertos de titularidad estatal, por ejemplo, son elaborados por las propias Autoridades Portuarias, quienes definen las necesidades de desarrollo del puerto durante un horizonte temporal determinado y su valoración económica, entre otros aspectos. En el sector ferroviario, Adif establece en sus Planes Directores las actuaciones e inversiones previstas en la red ferroviaria de un determinado territorio por anualidades o periodos concretos.

Finalmente, la planificación más pormenorizada, tanto a nivel nacional como regional, se desarrolla en programas de actuación o programas de actividad, en los que se detallan actuaciones, generalmente a corto plazo y muy concretas, que llevan aparejadas partidas de inversión. En estos casos, además del MITMA y los propios gestores de la infraestructura de transporte, pueden intervenir otras Administraciones Públicas autonómicas o locales y organismos asociados.

En cualquier caso, en todas las etapas e instrumentos de planificación comentados se incide cada vez más en la importancia de racionalizar la asignación de recursos y priorizar las acciones a desarrollar. Pero tanta variedad de planes, ámbitos y agentes que intervienen en estos procesos, sumado a la diversidad de modos y servicios de transporte, suponen en muchos casos un conjunto de actuaciones tan heterogéneo que dificulta en gran medida su priorización, haciendo que la toma de decisiones sea verdaderamente compleja.

Por todo lo anterior, el presente trabajo define una metodología para priorizar inversiones en el sector transporte que sea capaz de adaptarse a las diferentes casuísticas, de modo que pueda aplicarse en múltiples instrumentos de planificación y a diferentes sectores del sistema tan sólo realizando algunos ajustes.

2. METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE INVERSIONES

Tras analizar algunos antecedentes sobre procesos de priorización de actuaciones desarrollados en diferentes instrumentos de planificación con el objetivo de analizar las metodologías empleadas en dichos documentos e identificar todos los criterios utilizados, se ha propuesto una metodología para la priorización de las inversiones en transporte que consta de dos fases:

- I. Priorización de actuaciones mediante un análisis multicriterio a tres niveles:
 - Nivel 1: Priorización entre corredores, nodos o ámbitos territoriales
 - Nivel 2: Priorización de actuaciones de distinta índole
 - Nivel 3: Priorización de actuaciones de la misma naturaleza

- II. Contraste de los resultados del análisis multicriterio por un grupo de expertos

A continuación se describen cada una de las fases metodológicas.

2.1 Fase I - Priorización mediante análisis multicriterio a partir de indicadores

En una primera fase se realiza una priorización de las actuaciones contempladas en el Plan en base a un análisis multicriterio. La categorización de las actuaciones que se puede llevar a cabo a tres niveles distintos:

Nivel 1. Priorización de corredores, nodos o ámbitos territoriales.

Se trata de una priorización especialmente útil para infraestructuras lineales. Permite valorar la ejecución de un conjunto de actuaciones previstas sobre una determinada vía o línea ferroviaria, o bien la ejecución de una nueva infraestructura, priorizando unos corredores frente a otros. En este caso no se evalúan actuaciones específicas, como podría ser la electrificación de un determinado tramo ferroviario o el desdoblamiento de un tramo de carretera, sino que se estudia la conveniencia de actuar sobre una carretera o línea ferroviaria concreta con respecto a actuar en otras, categorizándola con mayor o

menor prioridad. El resultado es un listado de corredores, carreteras o líneas ferroviarias, catalogados según el orden de prioridad para actuar sobre ellos atendiendo a una serie de criterios generales que evalúan la relevancia del corredor, tramo o trayecto en el conjunto de la red, independientemente del cúmulo y tipo de actuaciones que deban desarrollarse en cada caso (criterios de priorización de categoría 1).

El nivel 1 de priorización es aplicable tanto a corredores íntegros como a trayectos más concretos. A modo de ejemplo, en el “Programa de Necesidades de Inversión en las Líneas de Galicia y Asturias y sus conexiones” de Adif se realiza una priorización de grandes itinerarios ferroviarios conformados por subtrayectos. Más adelante se detallan las diferentes categorías de criterios de priorización empleados y los que aplican en cada caso. Este nivel de priorización también es válido en caso de querer valorar en qué nodos logísticos o de transporte (puertos, terminales intermodales, etc.) es prioritario actuar, o incluso entre distintos ámbitos territoriales, si bien conviene señalar que en estos casos no todos los criterios de priorización establecidos en el análisis multicriterio aplican, por lo que el resultado no es tan riguroso como en el caso de las infraestructuras lineales.

Nivel 2. Priorización de actuaciones de distinta índole.

Como se ha comentado anteriormente, existe una gran diversidad no sólo de instrumentos y agentes que intervienen en los procesos de planificación, sino también de tipologías de actuaciones a programar. No obstante, en el marco de un plan director o un plan sectorial se contempla generalmente todo tipo de actuaciones y en ocasiones resulta interesante poder catalogarlas según su orden de prioridad, independientemente de su tipología.

A modo de ejemplo, el PITVI cataloga las actuaciones previstas en el horizonte del Plan (año 2024) en 22 categorías, tal y como se muestra en la figura adjunta.





			
TRANSPORTE POR CARRETERA	TRANSPORTE FERROVIARIO	TRANSPORTE AÉREO	TRANSPORTE MARÍTIMO
Nuevas infraestructura. Mejora de la red de gran capacidad. Acondicionamientos red convencional. Variantes de población y supresión de travesías. Circunvalaciones. Plataformas metropolitanas. Accesos a puertos. Accesos directos a aeropuertos. Actuaciones en entorno urbano. Red viaria a desarrollar mediante convenios de colaboración.	Nuevas inversiones en cercanías. Nuevas inversiones en red convencional. Nuevas inversiones en alta velocidad. Accesibilidad a estaciones. Actuaciones de integración urbana del ferrocarril.	Actuaciones de ampliación de capacidad. Actuaciones de adecuación a normativa. Actuaciones de reposición, mantenimiento y mejora de la operatividad. Actuaciones para la ampliación y remodelación de las zonas comerciales de los principales aeropuertos, para la mejora de los ingresos comerciales. Otras actuaciones a medio y largo plazo consideradas.	Actuaciones con puesta en servicio en el horizonte del PITVI. Otras actuaciones singulares previstas.

Fig. 1 – Clasificación de las actuaciones que contempla el PITVI (2012-2024)

Cada una de estas categorías es, a su vez, divisible en múltiples tipologías de actuaciones. Tan sólo en el modo ferroviario, las necesidades de inversión en la red pueden deberse a actuaciones de tipo infraestructural, duplicaciones de vía, renovaciones de catenaria, mejoras en los sistemas de señalización, etc.

Por tanto, en ocasiones se precisa estudiar si resulta más prioritario realizar, por ejemplo, la electrificación de una línea en un trayecto ferroviario determinado o la duplicación de vía en otro trayecto ferroviario. Incluso en un mismo trayecto, puede ser necesario analizar si resulta más conveniente la electrificación de la línea o la actualización del sistema de control y gestión del tráfico.

Para estos supuestos se diseñó un segundo nivel de priorización en la propuesta metodológica, en el que intervienen tres categorías de criterios de priorización. Por un lado, un conjunto de criterios generales (criterios de priorización de categoría 2) que catalogan los corredores, tramos o trayectos atendiendo a la complejidad y relevancia del conjunto de actuaciones que en ellos deben llevarse a cabo. Por otro lado, un conjunto de criterios específicos para llevar a cabo la priorización de actuaciones encaminadas a la mejora de prestaciones (criterios de priorización de categoría 3) o a la reposición y gestión de activos (criterios de priorización de categoría 4). Las diferentes categorías de criterios de priorización empleados se detallan en el apartado 3.2.

Nivel 3. Priorización de actuaciones de la misma naturaleza.

Con este tipo de priorización se evalúan y clasifican actuaciones de la misma tipología, resultando especialmente útil en el desarrollo de programas de actuaciones específicos, como programas para la reparación/conservación de carreteras.

En estos supuestos, el proceso de priorización funciona de manera muy similar al nivel 2. Por un lado, se clasifican los corredores por orden de prioridad atendiendo a un conjunto de criterios generales (criterios de priorización de categoría 2) que evalúan la complejidad y relevancia de las actuaciones a desarrollar. Por otro lado, dentro del conjunto de criterios para la mejora de prestaciones (criterios de priorización de categoría 3) o para la reposición y gestión de activos (criterios de priorización de categoría 4) se aplican aquéllos específicos para la tipología de actuaciones que se están evaluando.

Conviene señalar que no todos los documentos e instrumentos de planificación que priorizan actuaciones lo hacen siguiendo estrictamente uno de estos tres niveles. Por ejemplo, el “Programa de Necesidades de Inversión en las Líneas de Galicia y Asturias y sus conexiones” de Adif determina en una primera fase cuáles son los trayectos ferroviarios prioritarios, para después clasificar las actuaciones a realizar en cada trayecto según su tipología y priorizar sus inversiones en diferentes horizontes temporales.

En cambio, el documento “Seguridad en carreteras convencionales: un reto prioritario de cara al 2020” de la Asociación Española de la Carretera, también analizado en el estudio de antecedentes, prioriza aquellos tramos que soportan mayores niveles de tráfico y que tienen un índice de peligrosidad superior a la media con relación a determinados tipos de accidentes. Sin embargo, las actuaciones propuestas, cuya tipología responde a las causas que producen esos tipos de accidentes mayoritarios, no se priorizan unas sobre otras.

En la figura 2 se muestra una clasificación tipo de los instrumentos de planificación del transporte generalmente utilizados.

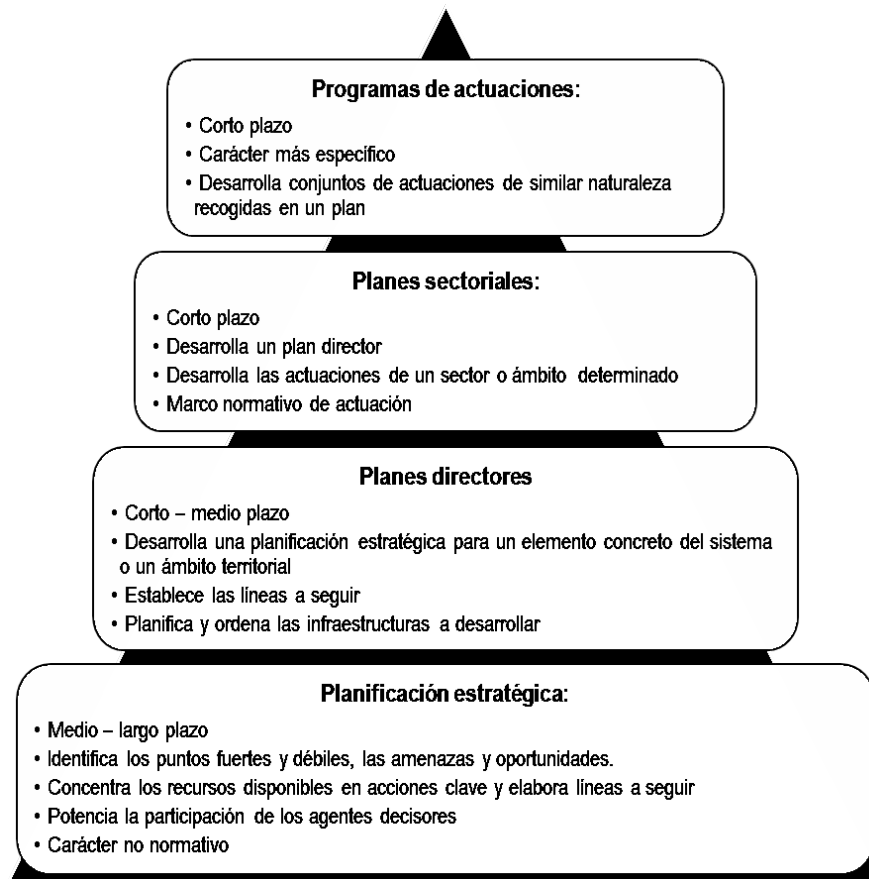


Fig. 2 – Instrumentos de planificación del transporte. Fuente: Planificación y explotación del transporte. Universidad Europea de Madrid.

Tal y como se ha comentado en la introducción, a nivel estratégico, donde se planifica actuaciones de carácter global de red, se tiende a priorizar tramos de carreteras o trayectos/líneas ferroviarias (nivel 1), sin llegar a priorizar actuaciones concretas.

En los planes directores o sectoriales, lo habitual es priorizar unas acciones sobre otras, dentro de un conjunto de actuaciones que pueden ser muy dispares (nivel 2) o todas de la misma naturaleza (nivel 3) porque previamente han sido debidamente clasificadas.

Mientras que en el caso de planes específicos o programas de actuaciones, se prioriza actuaciones que son todas ellas de la misma tipología y responden, por tanto, a criterios de priorización muy específicos (nivel 3). No obstante, tanto en los planes directores o sectoriales como en los planes específicos o programas de actuaciones, se considera de especial interés introducir una primera fase en el proceso en la que se realice una priorización también de trayectos o líneas ferroviarias.

Por tanto, en base a las características propias de cada instrumento de planificación, se propone seguir el siguiente esquema para la priorización de inversiones en transporte mediante análisis multicriterio por niveles:

ANÁLISIS MULTICRITERIO POR NIVELES		
	Priorización por multicriterio (paso 1)	Priorización por multicriterio (paso 2)
Planificación estratégica	Nivel 1: Priorización de corredores, tramos o líneas	
Planes directores y/o sectoriales	Nivel 1: Priorización de corredores, tramos o líneas	Aplicar uno de los siguientes niveles de priorización: <ul style="list-style-type: none"> • Nivel 2: Priorización de actuaciones de distinta índole • Nivel 3: Priorización de actuaciones según su tipología
Programas de actuaciones	Nivel 1: Priorización de corredores, tramos o líneas	Nivel 3: Priorización de actuaciones de la misma tipología

Tabla 2 – Priorización de inversiones mediante análisis multicriterio por niveles

La fase I de la propuesta metodológica descrita ha sido trasladada a una hoja de cálculo para simplificar su aplicación práctica. La herramienta tiene múltiples funcionalidades que se irá detallando en posteriores apartados. No obstante, conviene señalar que para una mejor visualización de la priorización resultante y su posterior tratamiento resulta conveniente la representación gráfica del análisis multicriterio por niveles en mapas o esquemas mediante códigos de colores.

2.2 Fase II - Contraste de los resultados por un grupo de expertos

Tras la priorización mediante análisis multicriterio de la Fase I, se debe realizar un contraste de los resultados obtenidos por un grupo de expertos con amplia experiencia en planificación de transporte. Dicho contraste deberá llevarse a cabo cubriendo al menos los siguientes aspectos:

- Análisis crítico e integración de las priorizaciones anteriores (niveles 1, 2 y 3).
- Identificación de solapes con otras planificaciones existentes, descartando aquellas actuaciones incluidas en otros planes.
- Análisis de la urgencia de las actuaciones priorizadas.
- Análisis de resistencias y propuestas de soluciones.
- Categorización final de actuaciones por orden de prioridad:
 - Actuaciones estratégicas (prioridad alta)
 - Actuaciones relevantes (prioridad media-alta)
 - Actuaciones ordinarias (prioridad media-baja)
- Estimación de recursos y propuesta de plazos de implantación.

3. PRIORIZACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO

3.1 Lógica y etapas de la priorización mediante análisis multicriterio

En el ámbito del transporte, el análisis multicriterio se emplea generalmente para emitir un juicio comparativo entre distintos proyectos o medidas heterogéneas. Por tanto, puede contribuir a la evaluación de un programa o de una política concreta valorando los efectos que sus acciones ya ejecutadas han generado con relación a diferentes criterios. Sin embargo, en los procesos de planificación, las alternativas o actuaciones a evaluar todavía no se han ejecutado. En estos casos el análisis multicriterio permite evaluar otros aspectos, tales como la necesidad de actuación en determinados territorios/elementos del sistema, o la capacidad que las distintas acciones contempladas tienen para alcanzar unos determinados objetivos. En definitiva, facilita la toma de decisiones y contribuye a definir el contenido de los programas y las asignaciones de los recursos entre las distintas acciones contempladas durante el proceso de planificación.

En el caso que nos ocupa, en la primera fase del estudio se ha planteado una priorización de actuaciones basada en un análisis multicriterio de múltiples etapas:

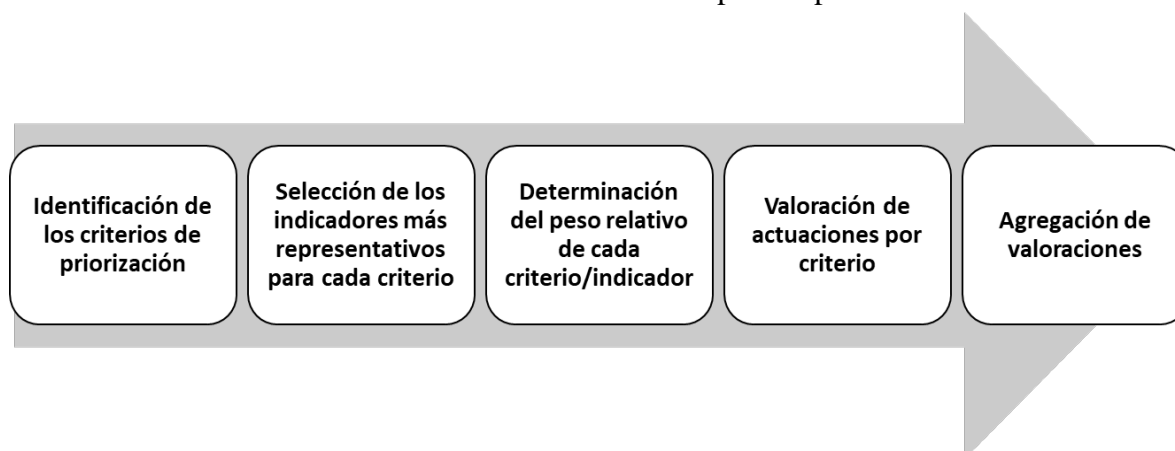


Fig. 3 – Etapas del análisis multicriterio para la priorización de actuaciones, fase I.

El análisis parte de la identificación de los criterios de priorización a considerar, los cuales deben definirse antes de realizar el análisis a partir de unas reglas consensuadas entre todos los agentes que intervienen en el proceso de planificación para contemplar todos los puntos de vista. Los criterios no deben resultar redundantes aunque es inevitable que exista cierta relación entre muchos de ellos. En cualquier caso, deben conformar uno o varios conjuntos coherentes que por sí solos conduzcan a resultados objetivos y admisibles. En el siguiente apartado se detallan las categorías en las que se clasifican los criterios empleados atendiendo al nivel de priorización donde se emplean y los objetivos que persiguen, así como los bloques en los que a su vez se desagregan.

La segunda etapa consiste en seleccionar, para cada uno de los criterios identificados en el punto anterior, uno o varios indicadores asociados que permitirán poder medir su progresión y realizar una valoración numérica del mismo. Estos indicadores han de ser evaluables y se consideran de tres tipos distintos: cuantitativos, cualitativos o dicotómicos.

Los indicadores cuantitativos se miden de acuerdo con sus parámetros de cálculo y se clasifican en base al rango en el que se encuentren. Algunos ejemplos son la intensidad media diaria (IMD) de una carretera, el número de circulaciones programadas en un tramo ferroviario o la demanda esperada con el desarrollo de una determinada actuación. Los indicadores cualitativos se miden según el grado de incidencia en cada actuación, como por ejemplo la definición de la facilidad de ejecución de una actuación (que podría ser baja, media o alta). Por su parte, los indicadores dicotómicos se miden de acuerdo con la existencia o no de un atributo en las distintas actuaciones y, por tanto, se clasifican en “sí” o “no”.

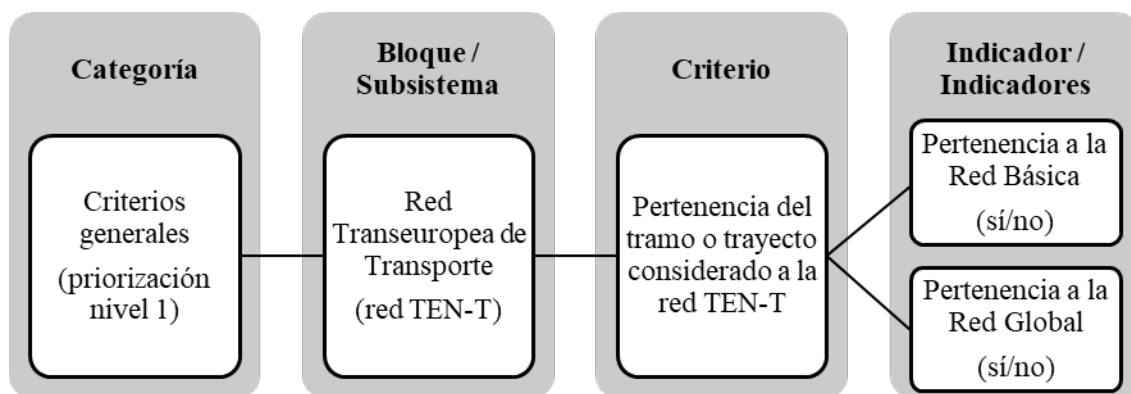


Fig. 4 – Ejemplo de categorización de criterios de priorización e indicadores asociados

La siguiente etapa consiste en determinar el peso relativo de cada indicador. Como la metodología desarrollada contempla cerca de una centena de indicadores, se ha optado por asignar un peso a cada una de las categorías de criterios y, dentro de cada categoría, se ha asignado un peso a cada bloques o subsistemas, para finalmente asignar un peso a cada uno de los indicadores que lo componen, de modo que el peso relativo de cada indicador se obtiene como resultado de todos los anteriores. En este punto conviene señalar que, al tratarse de una metodología adaptable a diferentes instrumentos de planificación, modos de transporte, etc., el número de criterios que aplica en cada caso puede variar sustancialmente.

No obstante, la herramienta está diseñada de modo que el cálculo del peso relativo de cada indicador se ajusta al número de criterios finalmente contemplados en el análisis.

En la cuarta etapa del análisis, para cada elemento analizado (corredor, tramo de carretera o trayecto, actuación, etc.) se da respuesta a cada uno de los indicadores que aplican, asignándoles valores numéricos independientemente del tipo de indicador de que se trate (cuantitativo, cualitativo o dicotómico), homogeneizando la puntuación en un intervalo de 1 a 10. De esta forma se consigue que todos los indicadores tengan una puntuación equivalente.

Para poder llevar a cabo este proceso ha sido necesario recurrir a distintas modalidades de calificación atendiendo a la naturaleza de cada parámetro. Concretamente, se han empleado 4 modalidades distintas, que son:

- **Calificación gradual positiva:** se aplica a indicadores cuantitativos en los que se priorizan aquellos trayectos que adquieren valores más altos, como por ejemplo en el caso del número de circulaciones existentes o de la demanda esperada.

En estos casos se otorga la calificación más alta (10 puntos) al valor máximo de todos los obtenidos para el conjunto de elementos analizados y una calificación de 0 puntos al valor más bajo, distribuyendo la calificación del resto en función del valor de datos que se le haya otorgado. Para ello se ha empleado la siguiente expresión:

$$\text{Calificación} = \frac{(V_i - V_{\min}) \times 10}{(V_{\max} - V_{\min})} \quad (1)$$

Siendo V_i el valor otorgado a cada uno de los trayectos.

- **Calificación gradual negativa:** se aplica a parámetros cuantitativos en los que se priorizan aquellos trayectos en los que se adquieren valores más bajos, como por ejemplo los parámetros relacionados con la inversión requerida.

En estos casos se otorga la calificación más alta (10 puntos) al valor mínimo, y una calificación de 0 puntos al valor más alto, distribuyendo la calificación del resto de tramos/trayectos en función de su valor asignado, en base a la siguiente expresión:

$$\text{Calificación} = \frac{(V_{\max} - V_i) \times 10}{(V_{\max} - V_{\min})} \quad (2)$$

Siendo Vi el valor otorgado a cada uno de los trayectos.

- **Calificación dicotómica**, que se emplea en el caso de indicadores de tipo dicotómico formulados de tal manera que la respuesta es única y se corresponde con un “sí” o un “no”. En estos casos se otorga la máxima calificación (10 puntos) a los trayectos cuya respuesta es “sí” y 0 puntos a aquellos cuya respuesta es “no”. Para que esta modalidad de calificación sea efectiva hay que ser muy cuidadoso a la hora de definir los criterios dicotómicos, de modo que para todos ellos la respuesta “sí” corresponda a un mayor grado de prioridad.
- **Calificación específica:** se aplica a criterios cualitativos y también a aquellos criterios cuantitativos o dicotómicos cuyos valores posibles responden a distintas categorías o bien no se adaptan a las modalidades de calificación anteriormente comentadas. Por ejemplo, el nivel de saturación de un tramo ferroviario responde a cuatro categorías concretas (rojo, naranja, amarillo o verde) y cada una de ellas llevará asociada una calificación distinta. Lo mismo sucede con el nivel de servicio de las carreteras, escala cualitativa sobre las condiciones de circulación en relación a su capacidad, que abarca desde el nivel A (flujo libre) hasta el nivel F (congestión).

El objetivo de esta fase es llegar a otorgar a cada elemento analizado una puntuación por criterio. Gracias a estas calificaciones se pueden priorizar territorios, corredores, tramos de carreteras o líneas ferroviarias, además de poder comparar actuaciones entre sí.

En la última etapa del análisis debe comprobarse que las valoraciones se expresan de forma homogénea y sobre todo si diversas maneras de dirigir la operación conducen a resultados similares o, por el contrario, exageradamente dispares. Por ejemplo, que una acción ocupe el primer lugar en la priorización y el último en otra tan sólo modificando la escala de algunos parámetros. Finalmente, se procede a la agregación de las valoraciones. Existen distintos métodos (la suma ponderada, el producto ponderado, las relaciones de superación, etc.), aunque en la metodología propuesta se ha optado por el más sencillo, la suma ponderada, pero adaptando el cálculo al número de criterios finalmente contemplados en el análisis, como se ha comentado con anterioridad.

La herramienta desarrollada muestra los resultados en una o varias tablas de valoración (dependiendo de si la priorización se ha abordado a uno o varios niveles) que permiten sintetizar los resultados obtenidos por acción respecto de cada criterio y en su conjunto.

		Trayecto1	Trayecto2	Trayecto3	Trayecto4	Trayecto5
PRIORIZACIÓN NIVEL 1 (criterios Categoría 1)		3,9	2,2	3,0	6,6	5,5
PRIORIZACIÓN NIVEL 2		4,0	3,7	2,7	4,4	3,4
Valoración según criterios generales (criterios Categoría 2)		6,2	6,3	1,7	3,4	5,6
Valoración según criterios Upgrade (criterios Categoría 3)	Mejoras globales	0,7	0,7	1,0	0,8	0,5
	Infraestructura	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4
	Vía	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4
	Electrificación	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4
	Control, gestión del tráfico y teleco.	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4
	Estaciones viajeros	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
	Terminales mercancías	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
Valoración según criterios Upgrade		3,4	3,7	5,1	3,9	2,7
Valoración según criterios de reposición y gestión de activos (criterios Categoría 4)	Infraestructura	0,6	0,3	0,3	1,4	0,5
	Vía	0,6	0,3	0,3	1,4	0,5
	Electrificación	0,6	0,3	0,3	1,4	0,5
	Control, gestión del tráfico y teleco.	0,6	0,3	0,3	1,4	0,5
Valoración según criterios Reposición y gestión de activos		2,3	1,2	1,3	5,7	1,9

Tabla 1 – Ejemplo de tabla de resultados de priorización (niveles 1 y 2) para un plan director ferroviario que contempla múltiples trayectos.

3.2 Criterios de priorización

Tal y como se ha comentado con anterioridad, se han definido distintas categorías de criterios atendiendo al nivel de priorización planteado y a los objetivos que pretenden evaluar:

- Categoría 1 de criterios generales para la jerarquización por corredores, tramos de carretera o trayectos ferroviarios atendiendo a su relevancia. Son empleados exclusivamente para llevar a cabo la priorización de nivel 1.
- Categoría 2 de criterios generales para la jerarquización por corredores, tramos de carretera o trayectos ferroviarios, pero en este caso atendiendo al conjunto de actuaciones contempladas en cada caso. Se trata de la primera valoración que se obtiene en los niveles de priorización 2 y 3 cuando se comparan actuaciones a desarrollar en distintos corredores, tramos o trayectos.
- Categoría 3 de criterios específicos para llevar a cabo la priorización de actuaciones encaminadas a la mejora de prestaciones, bien de distinta índole (nivel de priorización 2) o de la misma naturaleza (nivel de priorización 3).
- Categoría 4 de criterios específicos para llevar a cabo la priorización de actuaciones encaminadas a la reposición y gestión de activos, bien de distinta índole (nivel de priorización 2) o de la misma naturaleza (nivel de priorización 3).

Estas categorías se componen de una serie de criterios que, a su vez, se agrupan en bloques o subsistemas que garantizan que todos los conceptos necesarios para evaluar correctamente las actuaciones han sido tenidos en cuenta.

Así, la **Categoría 1** (criterios generales para jerarquización por corredores atendiendo a la relevancia del corredor) se subdivide en cuatro bloques:

- ✓ **Red europea:** engloba criterios que valoran la pertenencia o no del nodo, tramo o trayecto a la Red Transeuropea (red TEN-T), distinguiendo entre red Básica perteneciente a algún corredor (Mediterráneo o Atlántico) o a sus propuestas de ampliación, Red básica, Red Global y otras y, en el caso de infraestructuras lineales, la existencia o no de tráficos transfronterizos en dicho tramo o trayecto.
- ✓ **Conectividad:** en infraestructuras lineales, conjunto de criterios que consideran si el tramo o trayecto conecta o no con la red TEN-T, con alguna carretera de alta capacidad, con algún eje ferroviario de Alta Velocidad o con nodos logísticos importantes.
- ✓ **Demanda:** se trata de un conjunto de criterios que valoran aspectos relacionados con la demanda. Comprende la demanda actual y potencial, distinguiendo entre viajeros y mercancías, el tráfico actual y el grado de saturación de la infraestructura.
- ✓ **Seguridad:** criterios principalmente relacionados con el número de accidentes e incidencias registrados en el tramo o trayecto considerado.

La **Categoría 2** (criterios generales para jerarquización por corredores atendiendo a la complejidad y relevancia de las actuaciones que en ellos deben desarrollarse) se divide en:

- ✓ **Complejidad de ejecución:** contempla criterios relacionados con la complejidad técnica de las actuaciones a desarrollar y con las afecciones que éstas podrían ocasionar al servicio prestado.
- ✓ **Madurez:** engloba criterios que miden la compleción de las actuaciones previstas en términos de inversión y de financiación comprometida con respecto a la inversión total prevista, bien por fondos europeos, por el Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria o por convenios con CCAA y Ayuntamientos, entre otros.
- ✓ **Funcionalidad:** conjunto de criterios de distinta índole que buscan medir la funcionalidad de las actuaciones a desarrollar. Engloba la demanda esperada, tanto de viajeros como de mercancías, el ahorro en los tiempos de viaje que supondría actuar sobre ese tramo o trayecto y la mejora de conectividad, entendida como la mejora de la conexión con la red TEN-T, con carreteras de alta capacidad, con ejes ferroviarios de Alta Velocidad o con nodos logísticos importantes. Asimismo, incluye el criterio “efecto red”, que trata de evaluar la repercusión que las actuaciones previstas podrían tener sobre el resto de la red. Por ejemplo, en el caso de la puesta en servicio de un nuevo tramo ferroviario, los efectos que tendría sobre la explotación

de la red ferroviaria asociada, como podrían ser la introducción de nuevos servicios o la descongestión de líneas ferroviarias paralelas.

- ✓ Sostenibilidad: engloba criterios de rentabilidad económica-financiera (inversión total, TIR, VAN y relación entre el VAN y la inversión realizada) y de sostenibilidad ambiental (emisiones y ruido).
- ✓ Territorio: valora aspectos relacionados con la cohesión y el reequilibrio territorial, como el incremento de población atendida o la conexión entre ciudades importantes.
- ✓

La **Categoría 3** se divide en:

- ✓ Mejoras globales: incluye criterios relacionados con mejoras de capacidad o mejoras de la velocidad de circulación.
- ✓ Infraestructura: engloba criterios para valorar la necesidad de desarrollar actuaciones de tipo infraestructural.
- ✓ Otros criterios específicos sectoriales: incluye criterios para medir la necesidad de desarrollar actuaciones relacionadas con aspectos más concretos del modo de transporte analizado: en transporte ferroviario, por ejemplo, criterios específicos de actuaciones de vía (duplicaciones o variantes de vía, adaptaciones de carga por eje para el transporte de mercancías, implantación de ancho UIC...), de electrificación, de instalaciones, etc.

Por último, la **Categoría 4** contempla criterios que miden el nivel de riesgo derivado del estado de los elementos que componen el sistema de transporte, así como otros criterios relacionados con la gestión de sus activos. Se divide en bloques atendiendo a cada uno de los subsistemas que lo conforman. Por ejemplo, en el modo ferroviario hay un bloque para infraestructura, otro para vía, otro para electrificación y otro para instalaciones de control de mando y señalización (CMS).

Como se ha comentado anteriormente, cada uno de estos bloques que forman las categorías engloba una serie de criterios que se desarrollan a través de uno o más indicadores. Éstos permiten priorizar la importancia de las diversas actuaciones a realizar, teniendo en cuenta tanto el marco general de implantación de las mismas como las afecciones que las nuevas acciones pueden generar.

4. CONCLUSIONES

En los actuales procesos de planificación, en línea con las directrices europeas que buscan el fomento de la eficiencia en materia de inversiones, está cobrando cada vez mayor importancia la labor de identificar las inversiones más urgentes y priorizar las actuaciones a desarrollar, en especial cuando se trata de inversiones en transporte.

En este sentido, el presente artículo describe una metodología para priorizar actuaciones en transporte en base a los resultados de un análisis multicriterio que puede llevarse a tres niveles: a nivel estratégico, priorizando, por ejemplo, unos corredores sobre otros, a nivel sectorial priorizando todo tipo de actuaciones, independientemente de su tipología, o a nivel específico, priorizando unas actuaciones sobre otras en el marco de un programa de actuaciones común.

La propuesta metodológica presentada es por tanto adaptable a diferentes instrumentos de planificación, e incluso a distintos modos de transporte. No obstante, del estudio realizado se concluye que en todos los casos es recomendable involucrar a todos los agentes implicados en el proceso de definición y selección de los criterios de priorización que serán utilizados en el análisis, de modo que puedan conformarse uno o varios conjuntos coherentes que por sí solos conduzcan a resultados objetivos y admisibles. Dichos criterios no deben resultar redundantes, aunque es inevitable que exista cierta relación entre muchos de ellos, en algunos casos incluso contradictorias, y deben ser mediable y evaluables mediante un conjunto asociado de indicadores que permitan estudiar su progresión.

El planteamiento inicial del presente trabajo, correspondiente a la Fase I de la metodología propuesta, buscaba tratar de objetivar la aplicación de estos criterios, desarrollando una metodología para priorizar inversiones en base a un análisis multicriterio que, como también sucede en otros procedimientos usados con el mismo fin, suele contar con cierto grado de subjetividad.

No obstante, los resultados de esta primera etapa deben considerarse con cierta prudencia, si va a servir de apoyo a la toma de decisiones en materia de planificación del transporte.

En un análisis multicriterio como el planteado no se pueden eliminar totalmente los factores subjetivos. Por ello, en la segunda fase se plantea la realización de un contraste de los resultados obtenidos por un grupo de expertos con amplia experiencia en planificación de transporte que realicen un análisis crítico de la priorización resultante, con el objetivo de identificar sinergias y solapes con otras planificaciones existentes, y considerar otros factores no incluidos en la fase de análisis multicriterio por ser difíciles de valorar, como la aceptación social de las actuaciones propuestas, los compromisos políticos preexistentes, o la elaboración de un análisis de urgencia.

REFERENCIAS

PLAN DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA - PITVI (2012-2024), Ministerio de Fomento (2015), en la actualidad Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA), España.

PLAN ESTRATÉGICO DE INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTE (PEIT) PARA EL PERIODO 2005-2020, Ministerio de Fomento (2005), en la actualidad Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA), España.

LIBRO BLANCO DE LA COMISIÓN EUROPEA «HOJA DE RUTA HACIA UN ESPACIO ÚNICO EUROPEO DE transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible», COM (2011) 144 final, de 28 de marzo de 2011.

DIRECTIVA 2012/34/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 21 DE NOVIEMBRE DE 2012 por la que se establece un espacio ferroviario europeo único, Diario Oficial de la Unión Europea (2012).

LEY 38/2015, DE 29 DE SEPTIEMBRE, DEL SECTOR FERROVIARIO, Boletín Oficial del Estado «BOE» núm. 234, de 30 de septiembre de 2015, páginas 88533 a 88634, Jefatura de Estado, España.

LEY 37/2015, DE 29 DE SEPTIEMBRE, DE CARRETERA, Boletín Oficial del Estado «BOE» núm. 234, de 30 de septiembre de 2015, páginas 88476 a 88532, Jefatura de Estado, España.