

# Aplicación de técnicas multicriterio y coste-beneficio a la evaluación de proyectos relacionados con el transporte ferroviario de mercancías

Isabel García Gutiérrez<sup>1</sup>, Gil Gutiérrez Casas<sup>2</sup>, Carlos Mataix Aldeanueva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>EPS Universidad Carlos III, Avenida de la Universidad, 30. 28911 Leganés (Madrid), [igarcia@ing.uc3m.es](mailto:igarcia@ing.uc3m.es)

<sup>2</sup>EPS Universidad Carlos III, Avenida de la Universidad, 30. 28911 Leganés (Madrid), [gilgut@ing.uc3m.es](mailto:gilgut@ing.uc3m.es)

<sup>3</sup>ETSI Industriales, UPM, José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid, [carma@ingor.upm.es](mailto:carma@ingor.upm.es)

## RESUMEN

*Se presenta un análisis comparativo de la aplicabilidad de dos enfoques metodológicos, el análisis coste-beneficio y las técnicas de decisión multicriterio, a la evaluación cuantitativa de decisiones relacionadas con infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías. En primer lugar, se realiza una comparación general de ambos enfoques metodológicos y, a continuación, se particulariza el análisis comparativo al caso de evaluación de diversos tipos de decisiones relacionadas con infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías.*

**Palabras Clave:** Transporte ferroviario de mercancías, coste-beneficio, multicriterio.

## 1. Introducción.

En la actualidad es cada vez más frecuente la necesidad de considerar factores de muy diversa naturaleza en la toma de decisiones de las organizaciones. Estos factores pueden ser económicos, tecnológicos, medioambientales, relacionados con la seguridad de las personas, etc. Su combinación complica el análisis cuantitativo de las alternativas de decisión existentes, más aún si se tiene en cuenta que algunos de los factores que típicamente intervienen en la decisión, como por ejemplo los factores ambientales, son difíciles de cuantificar y de comparar.

Esta circunstancia se da con especial intensidad en el entorno que es objeto de estudio en esta ponencia: la evaluación de decisiones relacionadas con infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías, donde se conjugan aspectos de índole económica, social y medioambiental. En Europa se han hecho intentos de formalizar metodologías para la evaluación de las decisiones de planificación de transportes y planificación ferroviaria, fundamentalmente, en la evaluación de nuevas infraestructuras. La Conferencia Europea de Ministros de Transportes, organización intergubernamental encargada entre otras tareas de favorecer la coordinación de los transportes en Europa, publicó en 1992 el informe de un estudio dedicado a la revisión de varias metodologías de evaluación de infraestructuras de transportes utilizadas en países europeos. La conclusión general del estudio es que se necesita poner al día las metodologías utilizadas en los distintos países para que estas permitan evaluar de acuerdo con las orientaciones políticas actuales, es decir, considerando las preocupaciones e intereses sociales hacia nuevos terrenos como el cuidado del medio ambiente, la internalización de los costes, la gestión del territorio, etc. Como el propio informe subraya en las conclusiones: “Es necesario recurrir a un enfoque en la evaluación de las inversiones en términos de balance social y no únicamente en términos micro-económicos o de economía de la empresa. Hay mucho que hacer, por tanto, en la gestión de conflictos y en el análisis de las consecuencias para diferentes grupos de la población o de actores” [1].

Para llevar a la práctica este tipo de evaluación existen actualmente dos enfoques: el análisis coste-beneficio y la decisión multicriterio. Ambos tienen en común que tratan de apoyar la toma de decisiones teniendo en cuenta todas sus facetas, no únicamente las de rentabilidad económica, aunque difieren en que abordan esta tarea desde perspectivas distintas. De hecho, la Comisión Europea editó en 1996 una guía sobre la utilización del análisis coste-beneficio y la decisión multicriterio para la evaluación de las infraestructuras ferroviarias. En esta guía se revisan las metodologías de evaluación utilizadas en los países de la Unión Europea y se proporcionan directrices generales para la evaluación, aunque se renuncia a proponer una metodología cerrada y única para todos los países [2].

En España, el Ministerio Transportes Turismo y Comunicaciones editó en 1987 un manual para la evaluación de las infraestructuras de vía ancha [3], que fue actualizado en 1989. En 1992 se realizó un estudio para la actualización de este manual con el objetivo principal de ampliar su aplicación a las infraestructuras de alta velocidad. El citado manual sigue siendo utilizado en la actualidad como referencia en estudios de evaluación de infraestructuras ferroviarias. Así lo atestigua su aplicación práctica a la evaluación de trazados de alta velocidad; véase, por ejemplo, el análisis socio económico de la línea de alta velocidad Córdoba-Málaga, publicado por la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía [4].

Hasta el momento, el análisis coste-beneficio ha sido el método más utilizado para valorar políticas y proyectos de carácter público [5]. No obstante, muchos autores destacan las ventajas que tienen los métodos multicriterio en presencia de criterios difíciles de traducir a unidades monetarias, como ocurre en el caso de ciertos factores ambientales presentes en las decisiones que aquí se consideran (véase, por ejemplo, Barba-Romero [6] y van der Berg [7]).

Con el objetivo de determinar cuál es la herramienta más adecuada de análisis cuantitativo para evaluar las decisiones relacionadas con infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías, se ha efectuado un estudio comparativo de los dos enfoques metodológicos que, como se ha señalado, se aplican con más frecuencia en este tipo de decisiones: el análisis coste-beneficio y las técnicas de decisión multicriterio. Estas técnicas se han comparado de acuerdo con el siguiente esquema:

- En una primera etapa, desde un punto de vista general, se han revisado y se han extraído conclusiones sobre sus características diferenciales.
- La caracterización resultante se ha empleado para analizar las implicaciones de la utilización de cada uno de los dos enfoques para evaluar distintos tipos de decisiones relativas a infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías.
- Por último, se han extraído conclusiones sobre las ventajas del análisis coste-beneficio y de la decisión multicriterio en función de las características de la decisión analizada.

## **2. Comparación entre los enfoques coste-beneficio y multicriterio.**

En primer lugar es necesario subrayar una diferencia de carácter general entre los dos enfoques relativa a su ámbito de aplicación: la decisión multicriterio adopta una perspectiva más amplia que el análisis coste-beneficio, dado que se puede aplicar a cualquier situación en la que el decisor perciba que no es adecuado reducir el examen de las alternativas a un solo

criterio. El análisis coste-beneficio, en cambio, tiene como objetivo calcular la utilidad social de un proyecto, programa o política.

Por otra parte, otra diferencia de carácter general entre ambos enfoques radica en el hecho de que el análisis coste-beneficio es una metodología única, claramente estructurada, que proporciona diversas herramientas que permiten valorar la amplia variedad de factores que surgen en los casos reales; mientras que bajo la denominación de decisión multicriterio se engloba un conjunto de técnicas o métodos independientes. La elección de aplicar uno u otro método multicriterio dependerá de las características de la situación objeto de decisión (estructura y naturaleza de los criterios del decisor, grado de definición de las alternativas consideradas...), ya que probablemente se encontrarán unos métodos que se adapten mejor que otros a dichas características.

Tras estas dos observaciones preliminares, la comparación entre el análisis coste-beneficio y la decisión multicriterio se ha estructurado en torno a cuatro áreas:

- El enfoque básico.
- El punto de vista que se adopta para el análisis de alternativas de decisión.
- La forma de medir los factores de decisión.
- El modo en que se agregan los citados factores.

Como resultado del análisis comparativo de estos dos enfoques se puede extraer una serie de diferencias respecto a las cuatro áreas indicadas. En la Tabla 1 se presenta un esquema que resume las principales diferencias encontradas. Algunas de las fuentes consultadas para la elaboración de este esquema se citan en el apartado de referencias.

|                                    | <b>Coste-beneficio</b>                        | <b>Multicriterio</b>  |
|------------------------------------|---|---|
| <b>Enfoque básico.</b>             | Optimización de una función de utilidad.      | Satisfacción de facetas en conflicto.   |
| <b>Punto de vista.</b>             | “La sociedad”.                                | Un decisor.   |
| <b>Medida de los factores.</b>     | Valores de mercado.<br>Unidades monetarias.   | Diversidad de medidas posibles de acuerdo con la naturaleza de los factores.  |
| <b>Agregación de los factores.</b> | Valor actual neto de la suma de los factores. | Diversas formas de agregación posibles en función del decisor y la situación. |

Tabla 1: Comparación de los enfoques coste-beneficio y multicriterio

### **3. Decisiones relativas a las infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías analizadas mediante coste-beneficio y técnicas multicriterio.**

Dependiendo de su trascendencia, las decisiones que se consideran en esta ponencia se corresponden en la práctica con distintos niveles de decisión. Los responsables de tomar la decisión pueden pertenecer a organizaciones diferentes según la decisión de que se trate. Así, por ejemplo, la compra de una nueva grúa para una terminal de transporte combinado operada por RENFE, sería competencia de la propia compañía; mientras que la aprobación de un plan para la construcción de una línea férrea dedicada al transporte de mercancías sería

competencia del Ministerio de Fomento, aunque esta decisión fuese informada por un conjunto de técnicos pertenecientes a organismos relacionados con el sector. En todo caso, estas decisiones se caracterizan por tener un alcance amplio y afectar a un número elevado de personas y organizaciones.

Las decisiones relativas a las infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías se pueden agrupar en dos grandes categorías en función del organismo encargado de tomar la decisión:

- Decisiones que son competencia de alguna Administración Pública.
- Decisiones que se consideran fuera de la competencia de la Administración Pública.

Las decisiones del primer tipo suelen tener una repercusión social considerable, por ejemplo, debido a su impacto ambiental, a su repercusión sobre el equilibrio regional, etc. La aprobación de un plan para la construcción de una línea férrea dedicada al transporte de mercancías pertenecería a este tipo de decisiones. Las decisiones del segundo tipo, por ejemplo, la compra de una nueva grúa para una terminal de transporte combinado operada por RENFE, no se considera que tengan un impacto social notable y su responsabilidad recae sobre la empresa correspondiente, en este caso, RENFE.

A continuación, siguiendo el mismo esquema utilizado para la comparación de los enfoques coste–beneficio y multicriterio, se presenta una discusión sobre la idoneidad de estos dos enfoques para la evaluación de las decisiones relativas a las infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías. Para las decisiones del primer tipo (las que son competencia alguna Administración Pública) se ha tomado como referencia el manual para la evaluación de las infraestructuras editado por el Ministerio Transportes Turismo y Comunicaciones, MTTC (véase la referencia [3]). Esta discusión se ha articulado en torno a las tres facetas de las que aparecen en la Tabla 1 que tienen consecuencias prácticas directas sobre la metodología de evaluación: el punto de vista, la medida de los factores y la agregación de los factores.

### **3.1 Punto de vista.**

El análisis *coste–beneficio* sólo tendría sentido para evaluar las decisiones del primer tipo (las que son competencia de alguna Administración Pública), por estar este enfocado al cálculo del valor social de los proyectos. La responsabilidad de realizar un análisis coste–beneficio recaería sobre la Administración Pública correspondiente.

En el manual del MTTC se consideran los efectos de los proyectos sobre tres grupos de afectados: los operadores del servicio, los clientes del servicio y el resto de la sociedad. De la misma forma, el análisis coste–beneficio exige que se tengan en cuenta los efectos del proyecto sobre el conjunto de la sociedad. En la actualidad, si se tienen en cuenta los cambios organizativos que se han producido en el sector y la tendencia hacia su liberalización, se pueden ampliar los grupos que típicamente podrían verse afectados por una decisión de este tipo:

- Empresas operadoras ferroviarias públicas (RENFE) o privadas.
- Ente gestor de infraestructuras ferroviarias (GIF) dependiente del Ministerio de Fomento.

- Operadores logísticos.
- Clientes finales del servicio de transporte ferroviario de mercancías.
- Empresas relacionadas con el sector del transporte.
- Trabajadores relacionados con el sector ferroviario y con otros modos de transporte.
- Ciudadanos en general.

El análisis *multicriterio* se orienta a la valoración de decisiones con dimensiones independientes en conflicto, por lo que en principio se podría utilizar para evaluar los dos tipos de decisiones que se distinguieron anteriormente; en el primer tipo, el análisis lo debe realizar una Administración Pública y, en el segundo, la empresa gestora correspondiente. Sin embargo, la utilidad del análisis multicriterio varía según el tipo de decisión:

- Por un lado, para el primer tipo de decisiones (las que son competencia de alguna Administración Pública) es más probable que sea necesario valorar una amplia diversidad de factores en conflicto (rentabilidad económica, seguridad de las personas, medio ambiente...), difíciles de resumir en un único valor, por lo que la evaluación mediante una técnica multicriterio puede ser de gran utilidad. En el segundo tipo de decisiones, los factores a considerar tendrán menor diversidad y estarán relacionados fundamentalmente con la rentabilidad de la decisión, por tanto, la utilización de la decisión multicriterio sería en ese sentido menos crítica.
- Por otro lado, los objetivos de la evaluación para los dos tipos de decisiones consideradas son distintos. Mientras que la evaluación de las decisiones que no son competencia de la Administración Pública tiene como objetivo principal determinar qué alternativa es más beneficiosa para los objetivos de la empresa; la evaluación de las decisiones que son competencia de la Administración Pública cumple, además, una función de justificación ante la sociedad del empleo de los fondos públicos. En este sentido, la objetividad de la evaluación parece ser una característica particularmente deseable para este tipo de decisiones. No obstante, la decisión multicriterio no es normativa, como lo es el análisis coste–beneficio, con respecto a qué factores deben intervenir en la evaluación, lo que ha podido contribuir a la relativamente baja difusión de la decisión multicriterio en la evaluación de proyectos públicos.

Para superar esta última dificultad bastaría con definir una metodología de evaluación multicriterio en la que se especificase el conjunto de afectados cuyos criterios han de ser considerados en la evaluación. Sin embargo, la flexibilidad del punto de vista que ofrece la decisión multicriterio puede aprovecharse para utilizar la metodología de evaluación como una herramienta de generación de alternativas consensuadas entre los distintos grupos de implicados, en lugar de como mera justificación de una decisión tomada desde la Administración Pública.

En efecto, parece que el desarrollo de los ferrocarriles en Europa en los próximos años pasa por la disminución de la protección estatal y el aumento de la competencia en el sector. En estas condiciones, los criterios de diseño del nuevo sistema deberían ser más permeables a los condicionantes impuestos por otros grupos influyentes, aunque estos no estén directamente implicados en el proceso de toma de decisiones. El éxito o el fracaso de un plan de promoción de la utilización de los ferrocarriles en lugar del transporte por carretera, por ejemplo, dependerá del grado de adecuación de los servicios ofrecidos a las necesidades de los clientes finales, aunque estos no tengan ningún poder de decisión sobre la implantación del plan.

Naturalmente, es posible apoyar el plan mediante incentivos (exenciones de impuestos, ayudas...), sin embargo, cuanto mayor sea el uso de incentivos mayor será la dependencia del plan de la ayuda estatal. De esta manera, la necesidad de justificar una decisión de inversión, en un contexto de intensa intervención estatal, por ejemplo en términos de incremento del beneficio social, se sustituiría por la necesidad de intervenir de la forma más eficiente posible, por la vía de financiar las inversiones que responden a los objetivos de la Administración Pública a la vez que son aceptadas por un amplio sector de los afectados por la decisión.

Puesto que, al menos algunos de los implicados en las decisiones consideradas tienen una estructura de objetivos y criterios de decisión compleja, se podría apoyar la búsqueda de soluciones que gocen de un amplio consenso, mediante la aplicación sucesiva de varios modelos de decisión multicriterio representativos de los principales puntos de vista en conflicto. Estos modelos podrían dar como preferida la misma alternativa o alternativas distintas. En el caso de obtener alternativas distintas se tendría un punto de partida para la negociación de una nueva solución (posiblemente distinta de las consideradas inicialmente) que contase con el apoyo de la mayoría o que, al menos, incluyese medidas compensatorias para los afectados más desfavorecidos por el proyecto.

### **3.2 Medida de los factores.**

Para analizar la medida de los factores se ha tomado como referencia únicamente el primer tipo de decisiones, por ser estas las que normalmente exigen la consideración de un abanico más amplio de factores diferentes. En el manual del MTTC se recogen tres grupos de factores que deben incluirse en la evaluación de inversiones en infraestructuras: para la evaluación financiera (determinan el flujo de ingresos y gastos durante el ciclo de vida del proyecto), para la evaluación económica (costes y beneficios que pueden expresarse en unidades monetarias y que afectan a los usuarios del servicio y al resto de la comunidad: tiempo de viaje, seguridad y comodidad) y para la evaluación social (efectos sociales no incluidos en el segundo grupo, relacionados con la equidad de los proyectos y difícilmente traducibles a unidades monetarias: aspectos redistributivos, impactos medioambientales, efectos sobre la generación de empleo y el consumo energético...).

El enfoque que se utiliza en el manual para valorar los factores es semejante al análisis *coste-beneficio*, en la medida en que sugiere que se haga mediante su valor de mercado o su equivalente, siempre que sea posible. Para los factores que estén sujetos a transacción comercial, se utilizará el precio de mercado; para los factores que no estándolo se pueda estimar su valor en unidades monetarias (por ejemplo, el valor de los tiempos de transporte o de los daños personales), se sugiere utilizar este valor, aunque requiere proporcionar como complemento su valor en unidades físicas o indicadores. Sólo en el caso de que no se considere realista la estimación de un valor económico, se evalúan los factores únicamente en unidades físicas o indicadores.

La ventaja de la utilización de esta forma de medir el valor de los factores es que proporciona una referencia estable que permite comparar los proyectos entre sí y a lo largo del tiempo. Por otra parte pretende evitar la toma de decisiones en función de intereses personales u otros argumentos externos al proyecto. Este enfoque tiene, en cambio, otros inconvenientes y riesgos. Por un lado, da una imagen excesivamente simplificadora y de objetividad sobre cuestiones complejas y subjetivas. Por ejemplo, el valor de la reducción en un determinado

porcentaje del riesgo de accidente mortal es esencialmente subjetivo, sin embargo, el hecho de que figure en una tabla transmite la sensación errónea de que es un valor objetivo.

Por otra parte, de acuerdo con el fundamento teórico del análisis coste–beneficio, los valores de los factores son específicos del proyecto y de su contexto (han de medirse de acuerdo con el criterio subjetivo de los afectados del proyecto), por lo que, en general, los valores de los factores calculados para un proyecto no son válidos para otro. No obstante, la valoración de los factores en estos términos es muy costosa y es una práctica frecuente trasladar las valoraciones de proyectos anteriores a otros proyectos, incluso si ocurren en países diferentes. Como conclusión se puede decir que el criterio de aceptar un proyecto por el mero hecho de que arroje un valor actual neto positivo en un análisis coste–beneficio debería considerarse poco fiable en la práctica.

A pesar de lo anterior, hay determinados casos en los que el enfoque coste–beneficio puede ser el más indicado, por ejemplo, para establecer la compensación de la Administración Pública a RENFE por la provisión de servicios de interés social que no son rentables para la empresa ferroviaria, dado que esta compensación se transfiere en unidades monetarias.

El uso de las herramientas de cuantificación de factores que ofrecen las técnicas *multicriterio* sería útil tanto para los factores de evaluación económica como para los factores de evaluación social. De hecho, en el manual se considera la posibilidad de utilizar para los factores de evaluación económica (tiempo de viaje, seguridad y comodidad) mediciones en unidades físicas o indicadores en lugar de las valoraciones monetarias. En el caso de utilizar este tipo de técnicas, sería conveniente establecer estándares para el cálculo de los distintos factores, de forma que se favoreciese la estabilidad en su valoración.

### **3.3 Agregación de los factores.**

En lo que se refiere a la agregación de los factores, en el manual del MTTC se opta por mantener la evaluación como un vector de medidas sin reducirlas a un valor único. La adaptación del enfoque *coste–beneficio* a la forma de evaluación propuesta en este manual sería complicada, dado que los criterios de evaluación que se utilizan proceden del plan de transporte a ocho años donde se analizan y se concretan para cada modo de transporte los objetivos fijados por la Administración Pública en política general y política de transportes. El análisis coste–beneficio, en cambio, mide el valor de los proyectos independientemente de los objetivos políticos, en función de los “valores de mercado” proporcionados por los propios afectados por el proyecto, por lo que, en principio, no tendría cabida bajo este enfoque la introducción de factores de ponderación relacionados con la equidad como se prevé en el manual.

Un análisis *multicriterio* resultaría más susceptible de ser adaptado a este tipo de metodología, aunque requeriría una selección cuidadosa del método y de los parámetros correspondientes, de forma que se pudieran reflejar los compromisos entre objetivos resultantes de la orientación política fijada, si se tratase de decisiones del primer tipo, y los objetivos empresariales, si se tratase de decisiones del segundo tipo. Por otra parte, una vez elegida una alternativa, parece más sencillo valorar la importancia de los factores individuales que han llevado a seleccionar la alternativa como la mejor, si estos factores están medidos en unidades adecuadas a su naturaleza que si han sido traducidos a unidades monetarias.

#### 4. Conclusiones.

En la Tabla 2 se resumen las principales consecuencias de la comparación efectuada entre los dos enfoques de evaluación de decisiones relativas a las infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías: coste-beneficio y multicriterio. Se puede afirmar que los dos enfoques estudiados tienen ventajas diferenciadas, aunque se deben utilizar con cautela y sin olvidar las limitaciones inherentes a sus hipótesis básicas.

A pesar de que en la evaluación de este tipo de decisiones se han usado tradicionalmente técnicas de tipo coste-beneficio, y de que en determinados casos puede ser apropiada la combinación de ambos enfoques, dicha evaluación reúne condiciones de diversidad de implicados, heterogeneidad de factores, dificultad de reducir a una unidad homogénea y necesidad de incorporar objetivos de equidad, que hacen atractiva la utilización de un enfoque multicriterio.

|                                    | <b>Coste-beneficio</b>   | <b>Multicriterio</b>   |
|------------------------------------|--|--|
| <b>Punto de vista.</b>             | “La sociedad”: empresas operadoras, GIF, operadores logísticos, clientes finales, empresas relacionadas, trabajadores, ciudadanos... | Representación multidecisor multicriterio del proceso de toma de decisiones.   |
| <b>Medida de los factores.</b>     | Cálculo de las compensaciones por la prestación de servicios de interés social.  | Estandarización del cálculo de los valores no monetarios mediante técnicas multicriterio (tiempo de viaje, seguridad, comodidad, impacto ambiental y social...). |
| <b>Agregación de los factores.</b> | La evaluación se realiza según las preferencias en términos de “valores de mercado” de los afectados del proyecto.                   | El procedimiento de agregación permitiría incorporar objetivos políticos relacionados con la equidad de las alternativas.  |

Tabla 2: Aplicación de los enfoques coste-beneficio y multicriterio a la planificación ferroviaria

#### Referencias.

- [1] CEMT, (1992), “*Evaluer les investissements en infrastructures de transport*”, (Paris: Service des Publications de l’OCDE).
- [2] DGTransport, (1996), “*Cost-benefit and multi-criteria analysis for rail infrastructure*”, (Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities).
- [3] Dirección General de Infraestructuras de Transporte, (1987), “*Manual de evaluación de inversiones en ferrocarriles de vía ancha*”, (Madrid: Ministerio de Transportes Turismo y Comunicaciones).
- [4] Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía, (1998), “Análisis socioeconómico de la línea de alta velocidad Córdoba-Málaga”, Colección Pablo Olavide.
- [5] Fugitt, D. y Wilcox S.J., (1999), *Cost-Benefit Analysis for Public Sector Decision Makers*, (Westport, Connecticut: Quorum Books).
- [6] Barba-Romero, S. y Pomerol, J.C., (1997), *Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica*, Colección de Economía, (Universidad de Alcalá: Madrid).
- [7] van der Berg, J.C.J.M. y otros (2000) “Alternative models of individual behavior and implications for environmental policy”, *Ecological Economics*, 32, pp. 43-61.