

02-015

SOCIAL AND CULTURAL IMPACT ON CIVIL ENGINEERING PROJECTS

González Vázquez, Xesus Pablo; Marey Pérez, Manuel; Lamosa Quinteiro,
Santiago; Barrasa Rioja, Martín
Escuela Politécnica Superior de Lugo. USC

From engineering the point of view, environment means those that affect and condition in the short or long term to every living human being. This includes the natural, social and cultural values in the study area. There are different standard methods to evaluate environmental impacts, however frequently focused on the "natural" valuation, leaving aside the "social" and especially the "cultural" valuation. In this communication we describe a new methodology developed for evaluating these (social and cultural) civil engineering impacts. The methodology is based on the use of indicators, together with the definition of multicriteria coefficients and aggregation equations. Results in each engineering project numerical coefficients for each alternative evaluated. Also, as a additional result, this methodology returns a "to-do" list with the minimization and correction actions to improve, as well as its magnitude.

Keywords: *evaluation; impact; environment; social; cultural*

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL Y CULTURAL DE LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

Desde el punto de vista de la ingeniería se entiende el medio ambiente como el entorno que afecta y condiciona a corto o largo plazo a los seres vivos en general y a las personas en particular. Esto comprende los valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar, potencialmente afectados por un determinado proyecto. Existen distintas metodologías de aplicación para la realización de estos estudios, sin embargo es frecuente que se centren en la valoración "natural", dejando de lado la valoración "social" y sobre todo la "cultural". En la presente comunicación se describe una metodología desarrollada para la evaluación de dichos impactos (social y cultural) producidos por los proyectos de ingeniería civil. La metodología se basa en la utilización de indicadores, junto con la definición de coeficientes multicriterio y ecuaciones de agregación. El resultado final, para cada proyecto evaluado, es un coeficiente numérico tanto para la alternativa cero (situación sin proyecto), como para las distintas alternativas. Además, como resultado de su aplicación, en función de la alternativa seleccionada, la metodología devuelve los aspectos socioculturales en los cuales las medidas de minimización y corrección de impactos del proyecto deben incidir, así como su magnitud.

Palabras clave: *evaluación; impacto; ambiente; social; cultural*

Correspondencia: Martín Barrasa Rioja martin.barrasa@usc.es

1. Introducción

El medio ambiente, desde el punto de vista de la ingeniería es el entorno que afecta y condiciona a corto o largo plazo a los seres vivos en general y a las personas en particular. Esto comprende los valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar, potencialmente afectados por un determinado proyecto.

Desde hace muchos años, los proyectistas han incluido en los proyectos de ingeniería civil distintos estudios ambientales. Sin embargo es frecuente que se centren en la valoración "natural", dejando de lado la valoración "social" y sobre todo la "cultural".

En la presente comunicación se describe una metodología basada en el análisis multicriterio para la evaluación de dichos impactos (social y cultural) producidos por los proyectos de ingeniería civil.

El Análisis Multicriterio, desarrollado en la década de los 60, comprende a su vez una serie de metodologías que se caracterizan principalmente por su capacidad de manejar problemas de toma de decisiones donde existen múltiples objetivos, criterios, participantes y alternativas. En los últimos años ha existido un creciente interés en Europa por su aplicación a la evaluación de la sostenibilidad ambiental (Cardín y Álvarez, 2011, 2012).

La elección de la metodología multicriterio para este estudio se basa en la necesidad de una metodología que logre combinar las distintas dimensiones, objetivos, actores y escalas que se hallan envueltos en el proceso de toma de decisiones, sin sacrificar la calidad, confiabilidad y consenso en los resultados.

Una de las características principales de las metodologías multicriterio es la diversidad de factores que se logran integrar en el proceso de evaluación. La particularidad de la metodología multicriterio está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única, de modo que se pueden comparar los elementos y establecer ordenes de prioridad.

2. Objetivos

La puesta en práctica de esta metodología para la evaluación de impactos sociales y turísticos está enfocada fundamentalmente sobre la eficiencia, en bienes y servicios repercutidos sobre la sociedad.

Uno de los riesgos que se corre con el uso de este método es que la tendencia a cuantificar dichos efectos sobreenfatice aquellos que son valorizables, aún cuando otros efectos intangibles no cuantificados pueden ser tanto o más importantes.

Por este motivo se le presta especial atención a aquellos criterios (indicadores) subjetivos y por eso se introducen técnicas prospectivas, como las técnicas Delphi, en el propio establecimiento de criterios.

El objetivo de este estudio, por lo tanto es la utilización de indicadores, junto con la definición de coeficientes multicriterio y ecuaciones de agregación; para conseguir, en cada proyecto evaluado, un coeficiente numérico tanto para la alternativa cero (situación sin proyecto), como para las distintas alternativas. Este coeficiente numérico debe permitir evaluar desde el punto de vista social y turístico el impacto del proyecto en el entorno.

Además, se pretende que esta metodología ponga de manifiesto también los aspectos socioculturales en los cuales las medidas de minimización y corrección de impactos de los proyectos deben incidir, así como su magnitud.

3. Metodología

Tal y como se puede deducir del epígrafe anterior, la aplicación del análisis multicriterio al presente estudio comprende en realidad un conjunto de técnicas, modelos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones (Belton y Stewart, 2002).

Desde el punto de vista de la evaluación de impactos sociales y turísticos, la metodología ideal sería aquella que permita incorporar todos los efectos del proyecto (Rodríguez-Couso, Teijido, Alvarez, 2006). Dado que esto no siempre es posible (hay factores que no son medibles), se suele agregar a la función multicriterio un listado de “beneficios” y “costes” no cuantificables, por ejemplo: efecto en la descentralización, impactos ambientales no mensurables, efectos redistributivos, etc.

De este modo, el modelo multicriterio aplicado a este proyecto (Figura 1) permitirá agregar los efectos del proyecto bajo una métrica común. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Definir el alcance territorial de la evaluación.
2. Se deben definir los criterios, en términos de indicadores intermedios, y sus respectivas restricciones.
3. Si se opta interpolar datos para algunos indicadores se deben definir los métodos de cálculo.
4. Utilización técnicas prospectivas para la valoración de determinados criterios; por ejemplo técnicas Delphi.
5. Modelización de las preferencias.
6. Definición del catálogo de metadatos asociado a estos indicadores
7. Representación de los resultados
8. Propuesta de medidas correctoras y de minimización de impactos en función de los resultados anteriores

3.1 Unidad territorial considerada

La metodología se ha diseñado para utilizar como unidad territorial el Municipio. Siguiendo la nomenclatura NUTS, corresponde con el nivel NUTS-5 o LAU-2.

La utilización del NUTS-5 como unidad territorial para esta metodología proporciona una serie de ventajas, determinantes para su elección:

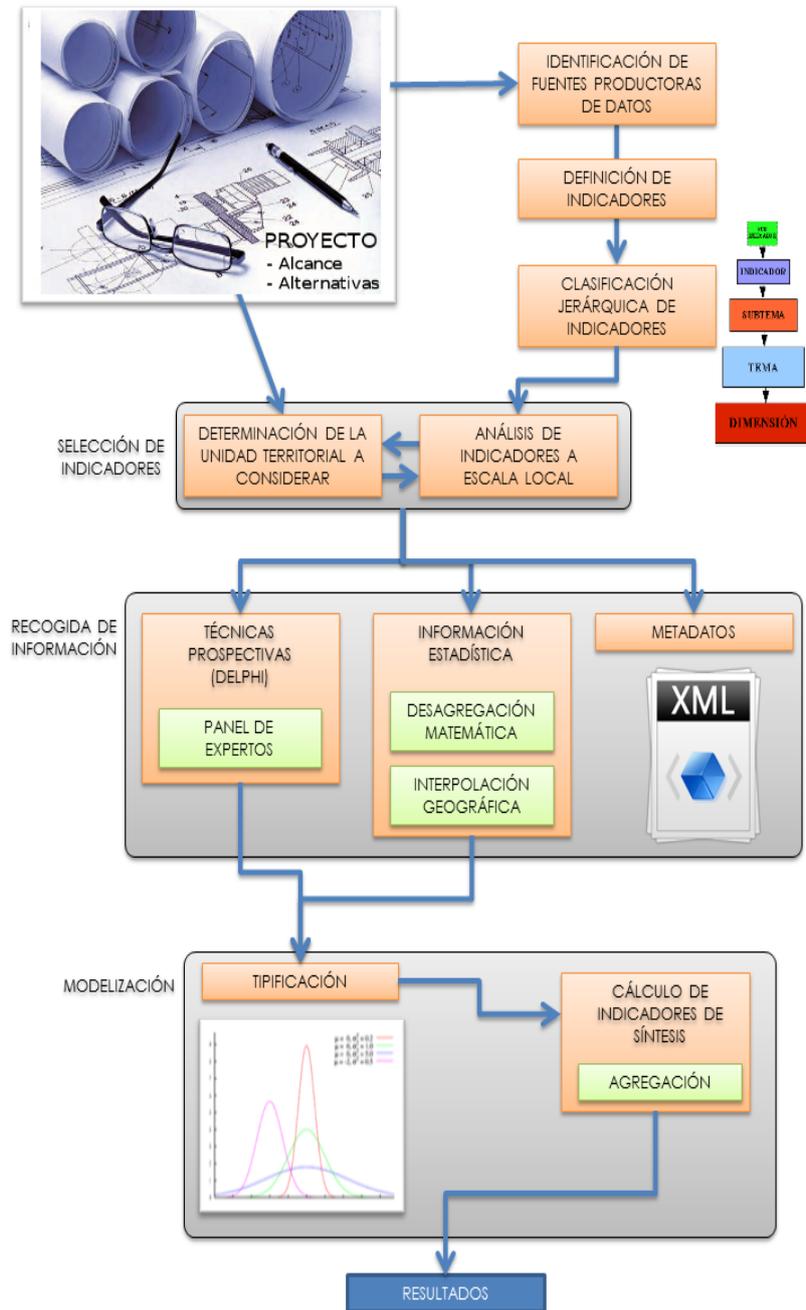
- Escenario de importantes relaciones funcionales (industria, servicios, etc.).
- Tamaño de población considerable (generalmente > 1000 habitantes) y con centralidad urbana.
- Compuesta por los límites municipales, que son base de numerosas operaciones estadísticas del INE, IGE, etc..

Entre los inconvenientes más destacables están:

- En numerosas ocasiones la ubicación de las obras de ingeniería civil está en las divisorias intermunicipales, por lo que los efectos/impactos de los mismos son compartidos por más de un municipio.
- Algunos efectos positivos de las obras de ingeniería civil, como son las repercusiones económicas (directas) por el valor del suelo son aún más localizados que el propio

municipio, redundando en unos propietarios afectados puntuales. Otros efectos económicos positivos son indirectos y sus beneficiarios están dispersos.

Figura 1: Esquema metodológico



3.2 Determinación de indicadores

En el contexto de los objetivos de este trabajo, los indicadores son los representantes más fieles de la realidad para evaluar si las regiones son más o menos sensibles a determinados impactos causados por los parques eólicos. Además, constituyen una guía para definir las políticas territoriales, útiles en la determinación de las medidas de minimización y corrección de impactos.

Por lo tanto, no es difícil comprender la magnitud de la importancia de los indicadores y el éxito de los sistemas de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de las regiones en general y de los proyectos en particular.

Las principales ventajas que poseen los indicadores son la capacidad que tienen de transformar la información cualitativa sobre la sociedad y el turismo, en información cuantitativa útil para evaluar el territorio, a la vez que presentan de forma sintética las transformaciones territoriales y las interrelaciones entre diversas dimensiones.

Además de que los indicadores sean visualmente atractivos, fácilmente accesibles, y concluyentes de la realidad del territorio (Roy, 1990), nuestra experiencia nos muestra que los sistemas de indicadores deben tener además otras restricciones y límites relacionados con los principios básicos de los indicadores, tales como:

- Disponibilidad y temporalidad de la información.
- Comparabilidad entre escalas espaciales.
- Cuáles y cuántos indicadores son necesarios para la mejor demostración del estado del territorio.

En relación a este último aspecto, un número elevado de indicadores ofrece una visión más completa de la realidad, pero en general, la información se pierde en detalles de menor importancia, al mismo tiempo que medir individualmente todos los diferentes elementos del territorio puede no ser decisivo para determinar si una determinada actuación se mueve hacia la sostenibilidad o no.

Es conveniente, por lo tanto, para resumir en unas pocas líneas, y sobre la base de la literatura y nuestras experiencias, cuales son aquellos elementos que definen la calidad de un indicador. Así, un buen indicador es, por lo tanto, aquel que:

- Se calcula en base a una fórmula o un algoritmo, o bien se refiere a datos disponibles.
- Es fácil de interpretar, es decir, es sintético.
- Permite evaluar las tendencias globales, es decir, es representativo.
- Refleja las modificaciones (buen nivel de sensibilidad).
- Le permite comparar diferentes objetivos y límites, en un contexto local, municipal o regional.

En general, los indicadores tradicionales, como las tasas de empleo, el crecimiento económico, la delincuencia o la contaminación del aire miden tan sólo los cambios producidos en un sector de la sociedad, sin mostrar ninguna relación entre todos los temas relacionados con la sostenibilidad. Así que cuando se presentan de forma individual los aspectos económicos y sociales, existe el riesgo de que los problemas identificados dentro de cada esfera sean tratados de forma aislada. Este punto de vista conduce a un enfoque viciado de los problemas: se limitan a resolver el problema de forma particular sin considerar sus relaciones con el sistema global, pudiendo la resolución de un problema empeorar otro problema inherente. También existe el vicio, a veces político, a veces técnico, de dar prioridad a una perspectiva a corto plazo, en lugar de una perspectiva a largo plazo, que no es más que un aplazamiento de la responsabilidad y de la solución final del problema.

3.3 Técnicas prospectivas

Para aquellos indicadores de los que no se puede extraer información estadística que cumpla las características prefijadas, es necesario aplicar otras técnicas de obtención de información. En concreto los esfuerzos se deben centrar en el método Delphi, del que se constatan numerosas experiencias positivas.

El método Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos por lo general, son llevadas a cabo de manera anónima, en sucesivas rondas con el objeto de conseguir el máximo consenso tratando al mismo tiempo de lograr la máxima autonomía por parte de los participantes en las dimensiones que comprende la investigación.

De esta manera, la realización de este método, comprende la aplicación de cuestionarios sucesivos con el fin de poner de manifiesto la convergencia de opiniones y deducir eventuales consensos. En su conjunto el método permitirá, por medio del juicio intuitivo emitido por los expertos, determinar la percepción que se tiene de la situación actual y prever las transformaciones más importantes que se deberían dar en el transcurso de los próximos años en el caso de llevarse a cabo la implantación de un parque eólico en el municipio estudiado.

3.4 Modelización

Una vez recogida toda la información necesaria para cada indicador, y manipulada convenientemente, según las reglas descritas en los epígrafes anteriores, llega el momento de modelizar las preferencias, esto quiere decir, aplicar los múltiples criterios para la obtención de resultados.

Los resultados se valoraron desde dos puntos de vista distintos:

- En primer lugar, se analiza el valor de los indicadores de forma individual. Para ello, aunque no es imprescindible, sí es recomendable, realizar un procedimiento previo de tipificación. La tipificación consiste en la homogenización de los valores de todos los indicadores a una escala que se encuentra entre 0 y 1.
- En segundo lugar se calcularán indicadores de síntesis, mediante la agregación ponderada de una serie de indicadores (Díaz, Marey, Riveiro, Alvarez, 2010).

3.5 Metadatos

Una vez finalizada la recopilación y manipulación de los datos, cabe ahora dar el enfoque necesario a los datos, es decir, a la información que contiene los indicadores. Para tal objeto, se determinan los campos de información asociados a los datos, denominados genéricamente “metadatos”.

La aplicación de los estándares nacionales e internacionales es fundamental hoy en día cuando se documenta la información levantada, por lo que se deben seguir las normas marcadas, sobre todo la directiva INSPIRE, sobre la información geográfica.

Idealmente, las estructuras y definiciones de metadatos deben tener su referencia en un estándar. Un beneficio de los estándares es que se han generado a través de un proceso de consulta (con otros “expertos”) y ofrecen una base a partir de la cual pueden desarrollarse perfiles nacionales u orientados de acuerdo a determinadas materias. Existen dos estándares de metadatos que son amplios en su alcance y uso, y proveen detalle para todos los niveles de metadatos antes mencionados:

- La ISO 19115 “Metadata” define el estándar de metadatos con el objetivo de que todos los datos se puedan compartir y ser leídos tanto por los generadores como los usuarios. El fin de la ISO 19115 es desarrollar una estructura específica que defina los datos geográficos. El desarrollo de perfiles nacionales de ISO 19115, orientados hacia materias concretas, fomentará el intercambio de información, usando una semántica común. Describe el perfil de los elementos que van a formar parte de los metadatos.

- La ISO 19139 es la norma que define cómo se deben codificar los metadatos que vienen determinados por la ISO 19115. Tal codificación debe realizarse sobre XML, formato que permitirá una correcta exportación y lectura de los metadatos. XML es una metodología de codificación ampliamente aceptada, con soporte internacional de “software”. Incluye un lenguaje de refuerzo con reglas estructurales consolidadas por medio de un archivo de control para validar la estructura del documento. Por otro lado, el uso de XML, junto con hojas de estilo para producir presentaciones estandarizadas de contenido, permite un formato de intercambio estructurado y una presentación flexible.

Otra norma a destacar en materia de metadatos es la ISO 15836:2003 “The Dublin Core Metadata Element Set” en la cual también se definen una serie de elementos que deberán formar parte de los metadatos referidos a información.

4. Caso de estudio

Como ejemplo de aplicación de la metodología anterior, se ha utilizado el Concello de Paradela.

El ayuntamiento de Paradela tiene una extensión de 121,1 km² y se sitúa al suroeste de la provincia de Lugo. En dicho municipio se estudia el proyecto de construcción de un parque eólico.

Para la presentación de los resultados de la metodología descrita anteriormente se ha optado por la elaboración de gráficas en tres niveles distintos:

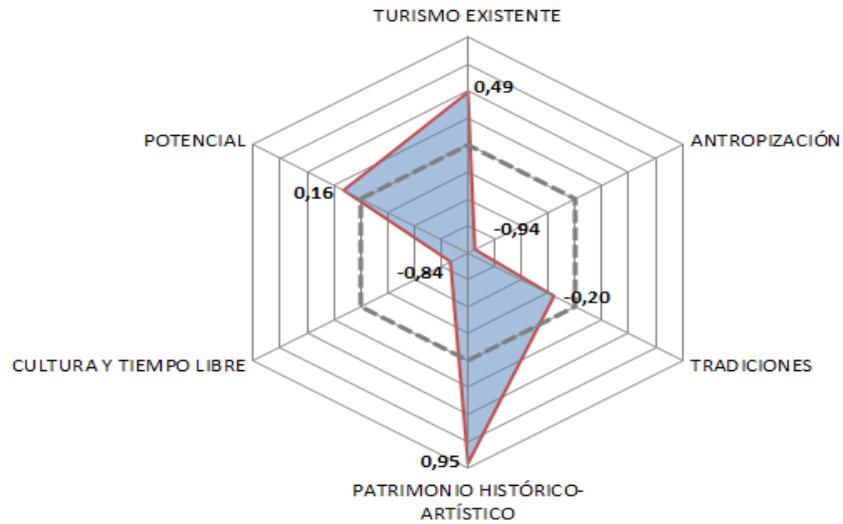
- Gráficas radiales para la caracterización del proyecto. En dichas gráficas se representan las puntuaciones (tipificadas) de los indicadores. Sirven para ver el perfil o la sensibilidad del territorio frente al impacto del nuevo proyecto.
- Gráfica de barras verticales para representar el impacto del proyecto en el territorio. Para ello se calculan dos indicadores temáticos.
- Gráfica de barras horizontales para representar comparativamente las medidas correctoras que se deben aplicar.

4.1 Sensibilidad

El gráfico radial presenta desde el origen de coordenadas la posición alcanzada por las distintas variables. A partir de ese origen, se pueden establecer radios cuya lejanía del centro de coordenadas dependen del valor del indicador de síntesis considerado para el caso de estudio. De esta forma se pueden determinar los grados de concentración o dispersión de las variables que lo contienen.

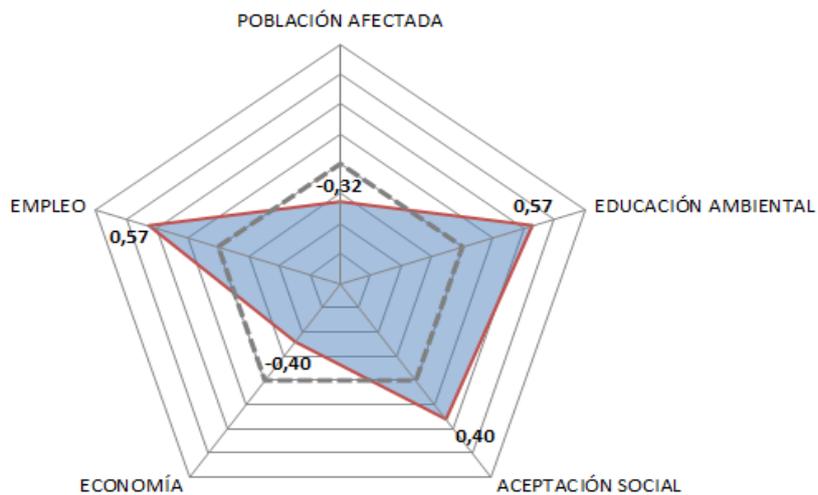
En la Figura 2 se muestra la representación gráfica de la sensibilidad frente al impacto turístico, indicando con la línea a trazos el valor medio para los municipios limítrofes al estudiado, y la escala corresponde con una desviación de $\pm 0,25$ sobre la media.

Figura 2: Sensibilidad frente al impacto turístico



Sin entrar en mayor detalle, la Figura 2 muestra que la zona de estudio presenta mayor turismo que el entorno, además, es un turismo sensible por la naturaleza y las características propias del turismo rural, con poca antropización. Sin embargo, paradójicamente, aunque la zona de estudio está bajo el amparo de diferentes indicaciones geográficas protegidas, celebra muy pocas fiestas y romerías populares, manifestándose un valor para el indicador de síntesis del tema “tradiciones” inferior al entorno. El indicador de síntesis de “patrimonio” es muy significativo respecto al entorno. Para la elaboración de este gráfico se han considerado 50 indicadores.

Figura 3: Sensibilidad frente al impacto social



Los indicadores de impacto social, tipificados, puntuados y agrupados en los cinco temas que se muestran en la Figura 3 arrojan como resultado la baja sensibilidad frente a este impacto, por ser un número bajo de población afectada, por poseer educación ambiental superior a la media de la región, predisposición/aceptación del proyecto y repercusión en el

empleo. Por el contrario la ejecución del proyecto podría producir una devaluación económica.

4.2 Valoración del impacto

Para la valoración del impacto se agregan los indicadores temáticos en cada una de las dimensiones, realizando su correspondiente ponderación, al tiempo que se considera su contribución positiva (+) o negativa (-) en el indicador de síntesis de cada dimensión (Snyder, 2003).

Así, la función multicriterio para cada una de las dimensiones es:

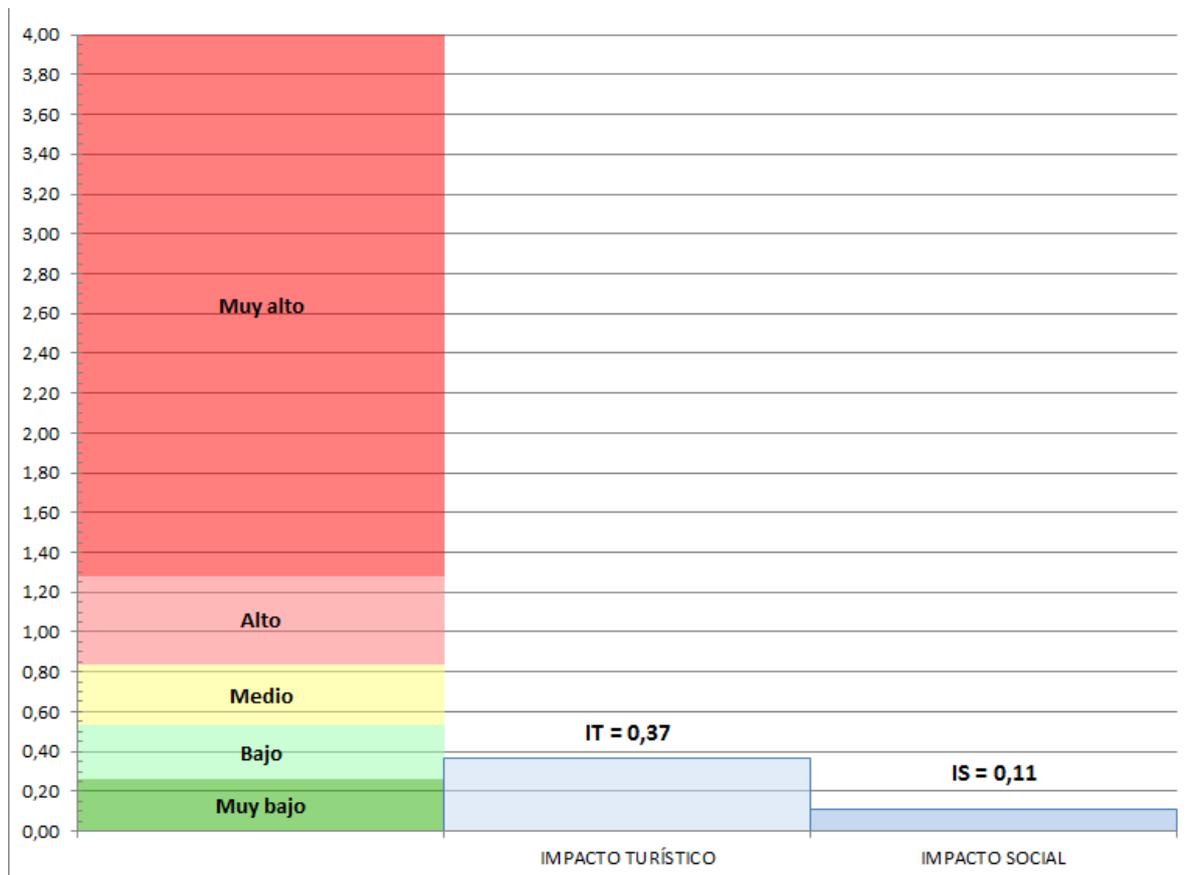
(1)

Donde:

- IS_{Di} Indicador de síntesis para cada dimensión
- C_j Coeficiente (+) o (-) para ponderar cada indicador temático
- IS_j Puntuación para cada indicador temático

En la Figura 4 se muestra gráficamente el resultado de los impactos en cada una de las dos dimensiones.

Figura 4: Cuantificación de los impactos



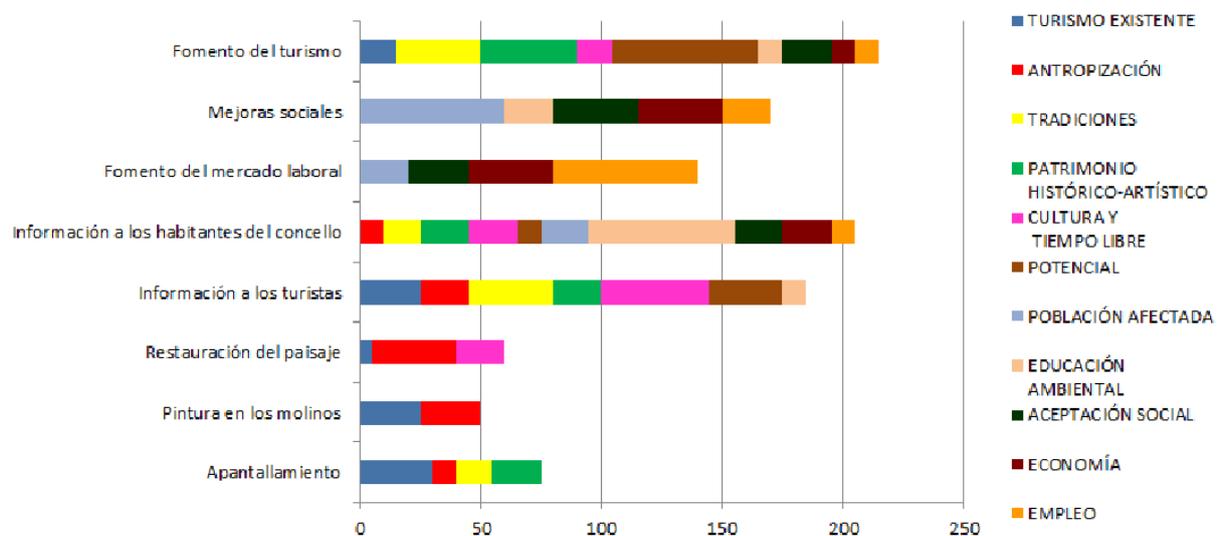
A partir de la gráfica anterior se deduce la escasa incidencia que tendría la construcción del parque eólico desde el punto de vista social y turístico.

Esta valoración del impacto permitiría en un futuro establecer una asignación presupuestaria dedicada a la ejecución de medidas correctoras y de minimización de impactos.

4.3 Medidas correctoras y de minimización

En base al resultado emanado de los indicadores temáticos, se puede construir la gráfica de la Figura 5, en donde se muestra la contribución de cada impacto a cada una de las medidas correctoras que se deben llevar a cabo.

Figura 5: Cuantificación de los impactos



En la Figura 5, la magnitud de cada medida correctora se valora en puntos básicos con el único objetivo de poder establecer prioridades comparativas entre las distintas actuaciones. La cuantía económica que se debe invertir en las medidas correctoras en su conjunto se determinaría por la magnitud del impacto, determinado en el epígrafe anterior.

5. Conclusiones

A continuación se indican las conclusiones del presente estudio:

- La metodología empleada, basada en el análisis multicriterio, se muestra apta para este tipo de estudios, con buena sensibilidad a cambios y alto poder discriminante.
- La bondad de los resultados es proporcional a la calidad de los indicadores que entran a formar parte de la evaluación, por lo que se considera ésta la fase más crítica de su aplicación.
- El método Delphi se considera adecuado para la prospección de información, sin necesidad de ejecutar un análisis cuantitativo mucho más costoso y difícil de ejecutar.
- La representación de resultados mediante indicadores de síntesis y diagramas radiales permiten un acceso inmediato a la caracterización, y por lo tanto facilita el análisis y agregación de la información.
- La metodología es aplicable a diferentes ámbitos territoriales y a otras zonas geográficas.

6. Referencias

- Santa María Beneyto, M.J. (1999). *Medio Ambiente en Europa*. Retos para un desarrollo sostenible. Publ. Univ. Alicante.
- Belton, V., Stewart, T., 2002. *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
- Cardín, M., Álvarez, C.J. (2011). Criterios e indicadores de sostenibilidad para el desarrollo rural. *Spanish Journal of Rural Development*: 2(2), 81-96
- Cardín, M., Álvarez, C.J.(2012). Model for Decision-Making in Agricultural Production Planning. *Computers and Electronics in Agriculture* 82, 87-95
- Diaz ER, Marey MF, Riveiro JA, Alvarez CJ (2010) Preservation of Spatial Information in Rasterization Processes: A Practical Approach Using Real Categorical Data and Landscape Metrics *Giscience & Remote sensing* 47(3), 425-442
- Rodríguez-Couso, M., Tejjido, M., Alvarez, C.J., 2006. Rural Development in Galicia (North–West Spain). *Outlook on Agriculture* 35 (3), 183–189.
- Roy, B., 1990. Decision-aid and decision making. *European Journal of Operational Research* 45 (2–3), 324–331.
- Snyder, K., 2003. Tools for community design and decision-making. In: Geertman, S., Stillwell, J. (Eds.), *Planning Support Systems in Practice*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 99–120.

