



## **Modelización de un sistema territorial “urbano-rural” para la evaluación de su sostenibilidad. Aplicación a una zona representativa del País Vasco.**

A. Urzelai\*, M. Olazábal, G. García, O. Santa Coloma, K. Herranz, B. Abajo, J.A. Acero, E.Feliu, I. Aspuru

LABEIN - Tecnalía, Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 700, 48160 Derio (Bizkaia), Spain

\*arantzazu@labein.es

### **Resumen**

El desarrollo de una base de conocimiento común y sólida que permita la máxima objetividad y transparencia en la evaluación de la sostenibilidad dentro del proceso de toma de decisiones, constituye uno de los pilares básicos para su implementación en el planeamiento estratégico y la gestión del territorio. La caracterización del sistema ecológico-ambiental, económico, social e institucional que es objeto de gestión constituye un paso clave en el conocimiento de la red de relaciones que subyace al funcionamiento del sistema y de las interacciones responsables de potenciales sinergias. La traducción de esta información en modelos conceptuales y matemáticos constituye una herramienta útil en el desarrollo de indicadores de sostenibilidad eficaces y relevantes, enfocados desde las necesidades de gestión. En este trabajo se presenta el modelo conceptual que define los componentes e interacciones de un sistema urbano-rural representativo del País Vasco, así como su marco de evaluación.

**Palabras-clave:** modelo conceptual, sostenibilidad, gestión del territorio.

## 1 Introducción

La evaluación integrada de la sostenibilidad es un campo de investigación relativamente reciente, para el cual no existe todavía un marco teórico-metodológico desarrollado (De Marchi et al. 2000; Eggenberger y Partidário, 2000). Sin embargo, existe una serie de requisitos esenciales que deben considerarse al diseñar el marco común para abordar la evaluación de la sostenibilidad. Si partimos del objeto mismo de la evaluación, la definición de sostenibilidad que aparece formulada por primera vez en el ámbito político, en el informe que presenta la Comisión de las Naciones Unidas en 1987 (conocido como el Informe Brundtland), define el desarrollo sostenible como “*aquel que satisface las necesidades de las sociedades actuales sin poner en peligro la capacidad de las sociedades futuras de satisfacer las suyas*”. La ambigüedad de esta y otras definiciones, por su falta de concreción en cuanto a los objetivos del desarrollo sostenible (¿qué es lo que debe ser sostenible? / ¿en qué grado?), ha sido la razón de numerosas críticas al concepto. Por ello, si queremos abordar la evaluación de la sostenibilidad debemos optar por una definición más operativa del concepto (Paskaleva, 2000). En este sentido, podemos decir que la “sostenibilidad” implica la preservación en el tiempo de determinadas condiciones (ambientales, sociales y económicas) que presentan un valor deseable en relación a un “sistema” dinámico concreto (Costanza y Patten, 1995). Las condiciones que representan dicho valor deberán ajustarse a los principios, criterios o metas generales de sostenibilidad adoptados a nivel del ámbito territorial considerado (véanse “documentos marco de estrategias para el desarrollo sostenible a las diferentes escalas y niveles de la Administración”) pero variarán en función del contexto específico de aplicación; es decir, del sistema en evaluación y de los valores asignados por los agentes implicados a la preservación de los diferentes componentes y elementos del sistema.

Por otro lado, la evaluación de la sostenibilidad debe tener como objetivo proporcionar información relevante y sólida para la toma de decisiones. Por tanto debe considerar la integración de los criterios y elementos que definen el marco de evaluación de forma coherente con el marco de planificación y con el contexto social del sistema que es objeto de evaluación.

De acuerdo a estas premisas, Brindsmead (2005) plantea un marco metodológico para la evaluación integrada de la sostenibilidad en el que distingue las siguientes funciones de integración:

- *Integración descriptiva*: comprende la comprensión y descripción integrada del sistema en estudio, y de los componentes y procesos que lo estructuran. Incluye la descripción de las relaciones causa-efecto, la modelización o la representación prospectiva de la evolución del sistema.
- *Integración evaluativa*: comprende la selección de los criterios de evaluación y la integración de los mismos en relación a los objetivos de gestión.
- *Integración estratégica*: comprende la integración de las diferentes potenciales acciones

de respuesta frente a las posibles desviaciones del sistema de los criterios de sostenibilidad establecidos, en estrategias integradas que se constituyan en alternativas de gestión del sistema descrito. Esta integración debe potenciar que se plasmen las sinergias positivas entre las diferentes acciones propuestas.

- *Integración social*: comprende la integración del proceso de evaluación en sí mismo dentro del contexto social, político e institucional, integrando las visiones y objetivos de todos los agentes implicados desde los inicios del proceso.

Entendiendo que para alcanzar la sostenibilidad hay que garantizar la correcta articulación e interacción entre los sistemas ecológico-ambiental, social y económico, que la verdadera interacción entre estos sub-sistemas se produce en el territorio, y que el marco en el que ha de desarrollarse esa articulación es el de la gobernanza (coordinación horizontal y vertical, participación ciudadana, etc.), el presente trabajo ha tenido por objeto estudiar la articulación de las funciones de integración mencionadas con una propuesta de metodología para la evaluación de la sostenibilidad en la gestión del territorio. Dicha metodología se ha aplicado a un sistema urbano-rural representativo del País Vasco, en el que la presencia del medio natural es determinante de su estructura. El trabajo presenta los resultados de las fases de definición del modelo conceptual de relaciones causa-efecto y del marco de evaluación del caso de estudio considerado.

## 2 Metodología

### 2.1 Propuesta metodológica

Las fases de la propuesta metodológica para el desarrollo de un modelo de evaluación de la sostenibilidad aplicado a la gestión del territorio se presentan en la figura 1. La fase inicial de diseño del marco de evaluación, en el que se establece el alcance de la evaluación (sus objetivos así como límites del sistema en estudio), es clave en el desarrollo de las fases posteriores. El análisis de las fuerzas motrices y de las presiones a través de la participación de todos los agentes implicados constituye uno de los “inputs” de esta fase en la que se establece igualmente el contexto estratégico y social de la evaluación. Las fases posteriores incluyen la elaboración del modelo descriptivo del sistema (asociado al análisis del estado), la elaboración del modelo de evaluación (ligado al análisis del impacto) y la elaboración del módulo para el análisis prospectivo de las diferentes alternativas de gestión, que permite evaluar la idoneidad de las respuestas. Todas estas fases están fuertemente interrelacionadas y pueden retroalimentarse entre sí a lo largo de todo el proceso de diseño e implementación de los modelos.

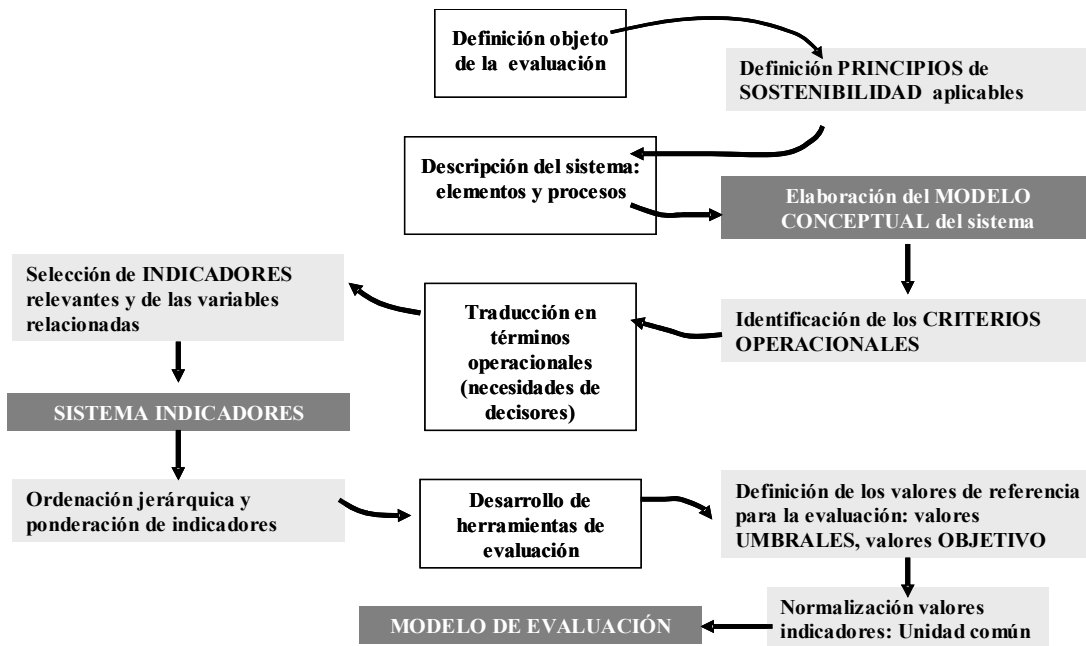


Figura 1: Metodología para la elaboración de un modelo de evaluación de la sostenibilidad

## 2.2 Elaboración del “modelo descriptivo” del sistema

La caracterización del sistema ecológico-ambiental, social, económico e institucional que es objeto de gestión constituye un paso clave en el proceso de evaluación de la sostenibilidad de dicho sistema. Dicha caracterización implica subdividir sucesivamente el sistema en sus diferentes componentes con el objeto de trazar la red de relaciones que subyace al funcionamiento del sistema, así como las relaciones causa-efecto o interacciones responsables de potenciales deficiencias o sinergias en el sistema (Settle et al., 2002).

El “modelo descriptivo” del sistema en estudio es una representación simplificada de dicha realidad que lo caracteriza en aquellos aspectos considerados relevantes para los objetivos del estudio (es decir, para la toma de decisiones en la gestión del territorio). Su función es proporcionar descripciones predictivas de la respuesta del sistema a diferentes alternativas de gestión. En su forma más simplificada se corresponden con “modelos conceptuales cualitativos”, y en las más elaboradas con “modelos informáticos de simulación”. La tabla 1 presenta las etapas del proceso de construcción de un modelo descriptivo.

	Etapas		Tipo modelo
a)	Selección de los componentes (elementos y procesos) del sistema y de los sub-elementos.		
b)	Identificación de las relaciones entre los diferentes componentes y descripción cualitativa (naturaleza y intensidad relativa).	→	Modelo conceptual cualitativo
c)	Caracterización de los elementos y procesos (naturales y antrópicos) seleccionados.		
d)	Caracterización cuantitativa de las relaciones causa-efecto entre componentes.		
e)	Simulación matemática y análisis de coherencia interna.	→	Modelo matemático
f)	Codificación del modelo matemático mediante un lenguaje o software de programación.	→	Modelo informático

*Tabla 1: Etapas del proceso de elaboración del modelo descriptivo del sistema*

La participación de los gestores, agentes implicados y ciudadanía en las etapas a) y b) del proceso de construcción es fundamental para asegurar la máxima integración del conocimiento científico, el conocimiento experto local y las inquietudes de los agentes implicados desde las etapas más tempranas del diseño, lo que aporta legitimidad al resultado de este proceso.

### **2.3 Elaboración del “modelo de evaluación” del sistema**

La función del modelo de evaluación integrada de la sostenibilidad del sistema es determinar el grado de consecución de los objetivos de sostenibilidad previamente definidos a través de una estrategia de gestión dada o comparar la adecuación a dichos objetivos de diferentes alternativas. El proceso de evaluación se soporta en la determinación de una serie de criterios que permiten comparar las diferentes opciones y en el uso de indicadores y de medidas asociadas que determinan el grado de cumplimiento respecto a los objetivos o criterios establecidos para cada indicador (umbrales de aceptabilidad u otros).

Por tanto, la construcción del modelo de evaluación integrada implica, en primer lugar, la identificación de aquellos indicadores que reflejen el valor de los objetivos de gestión identificados y sean significativos respecto a los procesos y dinámica del territorio en estudio (van der Werf y Petit, 2002). En segundo lugar, la evaluación integrada debe implicar la definición de un modelo de integración de los indicadores que permita su evaluación conjunta. Las técnicas de Análisis Multicriterio (MCA) constituyen las herramientas más utilizadas (DTLR, 2001; Gómez y Barredo, 2005; Hill et al., 2005). La integración es resultado de dos procesos: la agregación sucesiva de los indicadores en indicadores combinados siguiendo una

estructura jerárquica, y en la ponderación relativa de estos indicadores a los diferentes niveles de agregación, en respuesta a los pesos específicos asignados a los mismos (Schmidt et al., 2005). Esta ponderación puede basarse en las preferencias otorgadas por los agentes implicados en el objeto de la evaluación (agentes sociales, gestores, comunidad científica, etc.) o en información de tipo “objetivo” resultante de la aplicación de análisis coste–beneficio, análisis de riesgos o análisis de impactos. La figura siguiente (figura 2) muestra de forma simplificada los elementos y estructura del modelo de evaluación y su relación con el modelo descriptivo del sistema.

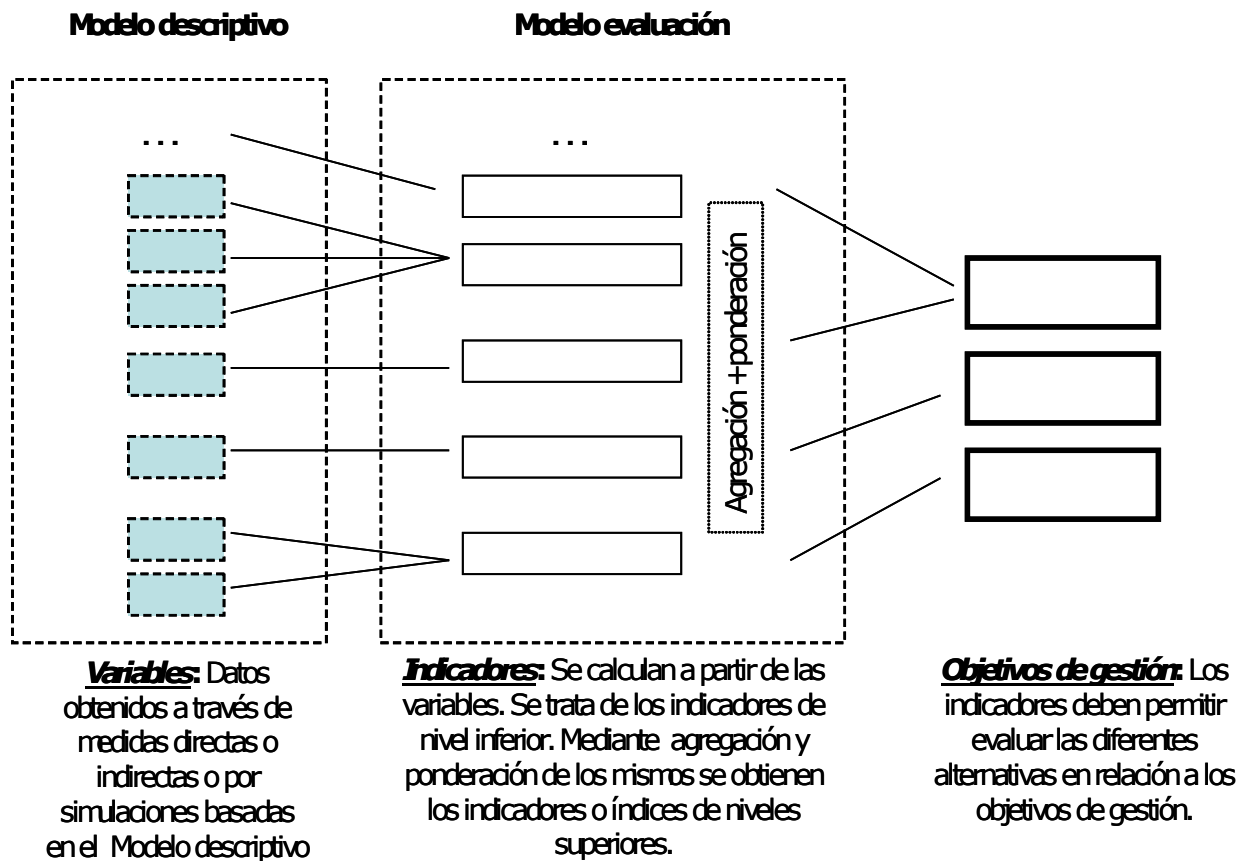


Figura 2: Relación entre el modelo de evaluación y el modelo descriptivo del sistema

### 3 Resultados y conclusiones

Este apartado expone los resultados correspondientes a la elaboración del modelo descriptivo del sistema y del modelo de evaluación en nuestro caso de estudio. Ambos modelos se han desarrollado desde las necesidades de la toma de decisiones y proporcionan información relevante para la evaluación de las consecuencias de las diferentes alternativas de gestión.

La construcción del modelo descriptivo ha comprendido las siguientes actividades. En primer lugar, la selección de los componentes del sistema y sus sub-elementos se ha basado en el análisis DPSIR del área de estudio que ha permitido identificar las fuerzas motrices y presiones más significativas (ver tabla 2). A este análisis le ha seguido la identificación de los

componentes dentro de los sub-sistemas ecológico-ambiental, social y económico más susceptibles a las presiones identificadas. La selección de los componentes y descripción de las interacciones entre los mismos se ha apoyado en técnicas participativas para la creación de una visión común y compartida. Se realizó una sesión aplicando técnicas de “juego de rol” que permitió la elaboración del modelo conceptual relativo al sistema en estudio.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Crecimiento de la <b>urbanización</b>: urbanización intensiva en zonas costeras, urbanización del medio rural.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Cambios en las actividades y funciones del uso del suelo</b> y del territorio en el medio rural. La tendencia a trabajar crecientemente en las ciudades está cambiando el carácter de las zonas rurales, eliminando el concepto tradicional del área rural, compacta y homogénea.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Crecimiento de las <b>demandas asociadas al turismo</b>.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Incremento de la <b>superficie destinada a las infraestructuras de transporte</b>, asociado al incremento del uso del vehículo privado.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Incremento de la artificialización del territorio y <b>pérdida de la biodiversidad</b>.</li></ul>

*Tabla 2: Relación de las principales presiones identificadas.*

La figura 3 representa el modelo elaborado. Cada componente del modelo representa a uno (o varios) de los elementos y/o procesos más relevantes para la caracterización del sistema en estudio, en relación al objetivo de la toma de decisiones. En nuestro caso de estudio tales componentes incluyen:

- Ecosistemas terrestres: estructura, función y distribución espacial.
- Sistema hidrológico: calidad y recursos disponibles.
- Identidad cultural y social a través de los elementos, usos y disfrute del medio natural y agroecosistemas.
- Sector económico, relacionado con la explotación directa del medio natural y los agroecosistemas.
- Transporte, como determinante de la distribución de usos del suelo.

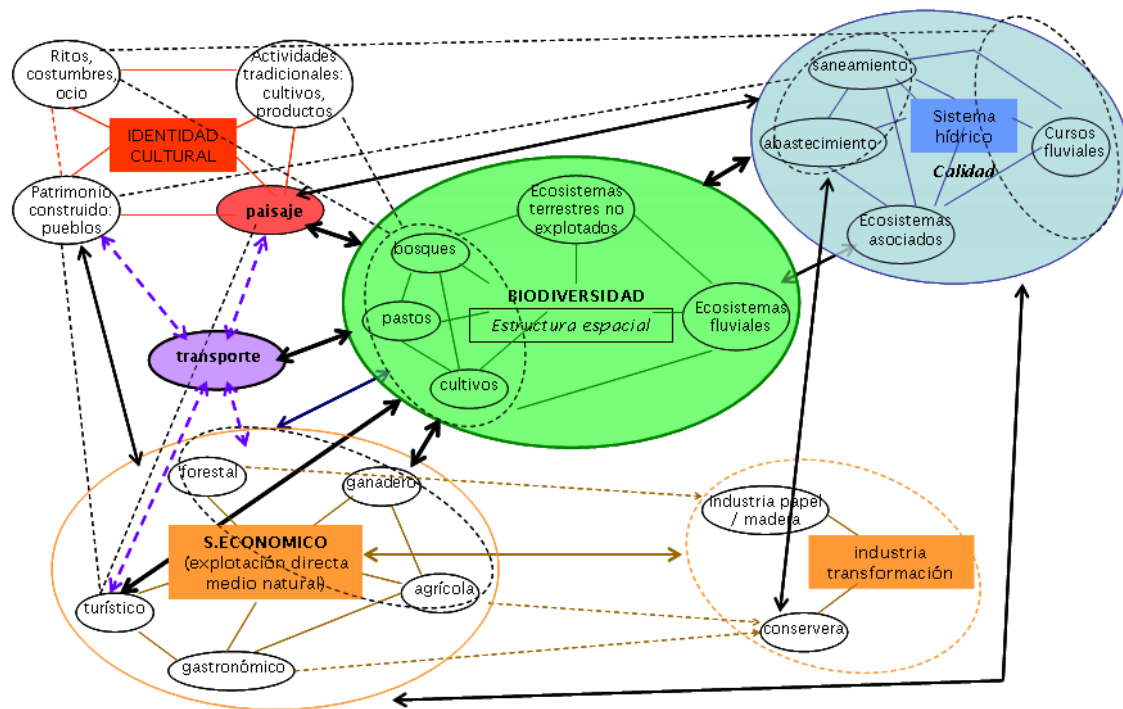


Figura 3: Modelo conceptual descriptivo del sistema en estudio

La formulación matemática de la dinámica de cada uno de estos componentes (y sus subcomponentes) y de las interacciones entre los mismos se basa en el estado del arte del conocimiento científico sobre el proceso en cuestión. Dicho conocimiento se traduce habitualmente en modelos simplificados que proporcionan una información de salida asociable al modelo y criterios de evaluación establecidos (véase apartado siguiente). En el caso que nos ocupa se han identificado como variables de interés para caracterizar la evolución del sistema en relación a los componentes que lo describen, las siguientes:

- Distribución de los usos del suelo:
  - o Porcentaje de superficie ocupada por suelo urbano.
  - o Porcentaje de suelo ocupado por infraestructuras de transporte.
  - o Porcentaje de suelo sellado respecto del total (por tipos de uso: urbanización, infraestructuras de transporte, industrias, otras actividades económicas, otras infraestructuras).
  - o Porcentaje de suelo ocupado por segunda residencia.
  - o Porcentaje de superficie ocupada por áreas de especial protección (LICs, etc.).
  - o Porcentaje de superficie ocupada por bosques, pastos y suelos agrícolas.
  - o Porcentaje de superficie ocupada por vegetación de ribera y humedales.



- Biodiversidad e integridad de los ecosistemas:
  - o Grado de fragmentación de hábitats.
  - o Superficie de la red de corredores ecológicos afectada por las infraestructuras / urbanización.
  - o Porcentaje de superficie ocupada por espacios naturales protegidos, áreas de interés ecológico o áreas especialmente sensibles a la intervención por infraestructuras / urbanización.
  - o Porcentaje de superficie ocupada por hábitats de especies amenazadas.
  - o Identificación espacial de las áreas de interés.
  - o Índices de Biodiversidad (por tipologías de usos del suelo).
  - o Índices de distribución de especies indicadoras, etc.
  - o Porcentaje de especies amenazadas.
- Conservación del paisaje:
  - o Índice de calidad paisajística.
  - o Índice de diversidad paisajística.
  - o Superficie de paisajes naturales.
  - o Superficie de paisajes culturales.
  - o Superficie de paisaje afectada por impactos visuales negativos.
- Mantenimiento de los recursos hídricos:
  - o Índice BMWP.
  - o Concentración de contaminantes en las aguas.
  - o Caudal medio estacional.
  - o Grado de artificialización de los cauces fluviales.
  - o Consumo de agua: por habitante, por sectores.
- Estructura social de la población:
  - o Pirámide de población en función de edad y sexo.
- Funcionamiento sectores económicos:
  - o Estructura de población activa en función de edad, sexo, formación.
  - o Tasa de ocupación: Porcentaje de la población ocupada respecto a la población

activa de cada sector y por sexo.

- Índice de temporalidad de contratación: en función del tipo de contrato (parcial, temporales, por obra...).
  - Producción por superficie de los distintos tipos de cultivo.
  - Porcentaje de ingresos generados por el sector respecto a los ingresos totales.
  - N° y porcentaje de agricultores a tiempo parcial.
  - Grado de pluriactividad de los grupos familiares de las explotaciones agrarias.
  - Participación del turismo en la renta de las explotaciones agrarias.
  - N° de explotaciones con producción certificada de calidad / % respecto al total.
  - Distribución de las explotaciones según categorías de calidad reconocidas (DO, IGP etc.).
- Valoración económica del mantenimiento del medio natural:
- Inversiones públicas y privadas derivadas de la conservación de la fauna y flora, y cumplimiento de los objetivos propuestos.
  - Estimación del valor de las funciones y servicios de los ecosistemas naturales o seminaturales (contribución a conservación de recursos hídricos, calidad del aire, fertilidad del suelo, protección del suelo frente a la erosión, productividad agroecosistemas, valor recreacional del territorio, valor cultural, valor educativo, etc.).
- Movilidad y accesibilidad:
- N° Usuarios del transporte público.
  - Accesibilidad a los servicios públicos y al transporte comunitario: Distancia media de acceso a transporte público, frecuencias de servicios.
  - Transporte privado: en función del número de vehículos circulantes por vías urbanas e interurbanas.
  - Porcentaje de uso de vehículo privado de un solo ocupante (por tipos de usuarios, uso, etc.).
  - Accesibilidad a servicios (sanidad, educación, asistencial...) en función de distancia a los servicios y frecuencia.
  - Accesibilidad de los lugares de trabajo en zonas periurbanas.
  - Accesibilidad de las áreas de baja población (zonas de dispersión geográfica).
  - Tiempos máximos de recorrido entre territorios.

- Tiempos de recorrido entre poblaciones pequeñas.
- Tiempos de recorrido entre poblaciones pequeñas y los núcleos principales.

Los valores que toman estas variables pueden determinarse a través de medidas directas o indirectas basadas en información disponible (en el caso de escenarios actuales) o través de procesos de simulación basados en la modelización matemática del sistema (en el caso de escenarios futuros y estudios de alternativas). En la construcción del modelo matemático se utilizará un software especializado en la creación de modelos. Se está estudiando la posibilidad de trabajar con el programa (VENSIM, VENSIM® PLE versión 5) que permite la simulación con datos cuantitativos.

El modelo conceptual desarrollado propone estructurar la gestión sostenible de dicho territorio en torno a los siguientes componentes y objetivos de gestión:

- 1) la gestión de los ecosistemas terrestres desde la preservación de la biodiversidad y de su estructura espacial;
- 2) la gestión del agua y de los ecosistemas asociados, con especial énfasis en el mantenimiento de la dinámica hídrica, mejora de la calidad y gestión de la demanda;
- 3) la protección de elementos de la identidad cultural y social (productos típicos, actividades de ocio, paisaje);
- 4) la minimización del impacto del sector económico sobre la explotación del medio natural, dentro de los márgenes de resiliencia de los ecosistemas afectados;
- 5) la interacción de estos sub-sistemas entre sí y con las infraestructuras de transporte, a través de la optimización de los modos de transporte.

La tabla 3 establece la correspondencia entre los componentes que caracterizan el sistema, los objetivos de gestión y los indicadores de evaluación. A partir de las variables descriptivas seleccionadas, se han identificado 18 indicadores que se mencionan a continuación. La definición del modelo de agregación y ponderación de este sistema de indicadores se encuentra en fase de desarrollo. La metodología se basa en la aplicación del análisis multicriterio para la evaluación integrada de los aspectos sociales, económicos y medioambientales, incorporando las visiones y preferencias de todos los agentes implicados. Se ha optado por el método de jerarquías analíticas de Saaty.

COMPONENTES	OBJETIVOS DE GESTIÓN	INDICADORES
<b>Ecosistemas terrestres</b>	Gestión de los ecosistemas terrestres desde la preservación de la biodiversidad y de su estructura espacial	1. Intensidad de artificialización del suelo
		2. Consumo de suelo "verde" respecto a la superficie total del territorio
		3. Fragmentación de hábitats
		4. Identificación de áreas de protección de ecosistemas naturales / seminaturales
		5. Biodiversidad
<b>Recursos hídricos</b>	Gestión del agua y de los ecosistemas asociados, con especial énfasis en el mantenimiento y mejora de la calidad y gestión de la demanda	6. Índice de Calidad de las aguas
		7. Conservación de los cauces fluviales y de la red de drenaje natural
		8. Ecoeficiencia en el uso del agua
<b>Identidad cultural y social</b>	Estructura social y protección de elementos de la identidad cultural (productos típicos, actividades de ocio, paisaje);	9. Estructura social
		10. Calidad paisajística
		11. Calidad de los productos agroalimentarios autóctonos
<b>Sector económico</b>	Optimización del aprovechamiento de la explotación del medio natural, dentro de los márgenes de resiliencia de los ecosistemas afectados	12. Empleabilidad por sectores
		13. Rendimiento económico
		14. Especialización económica vs. diversificación de las actividades productivas
		15. Valoración económica de los servicios de los ecosistemas
<b>Transporte y accesibilidad</b>	Optimización de los modos de transporte	16. Oferta de transporte
		17. Accesibilidad por transporte público
		18. Calidad de servicio del transporte público

*Tabla 3: Relación entre los objetivos de gestión y los indicadores de evaluación.*

A modo de conclusión, queremos resaltar que la descripción de la dinámica del sistema objeto de evaluación en respuesta a las diferentes alternativas (modelo descriptivo) y la evaluación prospectiva de los resultados de dichas alternativas (modelo de evaluación), son procesos distintos pero no independientes. Los aspectos a considerar en un modelo descriptivo dependen

de los criterios de evaluación implícitos en los objetivos de gestión. Dichos criterios se seleccionan en función de los aspectos del funcionamiento del sistema más directamente afectados por las alternativas de gestión.

La metodología presentada se ha concebido desde esta óptica de integración del modelo que define el sistema y su modelo de evaluación, y permitirá a los responsables en la planificación y desarrollo territorial el planteamiento y análisis prospectivo de posibles escenarios y la evaluación de las implicaciones económicas, sociales y medioambientales asociadas a cada uno de estos escenarios y actuaciones, en definitiva el análisis integrado de la sostenibilidad.

El diseño e implementación de un marco de análisis de este tipo requiere la aplicación de técnicas y metodologías de muy diversa índole (técnicas participativas, técnicas AMC, análisis coste-beneficio, gestión de datos, aplicaciones para la construcción de modelos cualitativos y cuantitativos, etc.) por lo que también desde el punto de vista científico-técnico debe concebirse desde una perspectiva multidisciplinar e integradora. La propuesta presentada (García et al., 2006), combina diferentes métodos y técnicas de análisis. Se ha concebido como un sistema de ayuda a la toma de decisiones, desde una perspectiva múltiple que considera tanto herramientas para el análisis integrado de los factores ambientales, económicos y sociales que afectan a la gestión del territorio, como herramientas que faciliten los procesos de consulta y participación social en sus diferentes niveles de implicación.

## Referencias bibliográficas

- Brinsmead, T.S. (2005). *Integrated Sustainability Assessment: Identifying Methodological Options*. Report presented to the Joint Academies Committee on Sustainability of the National Academies Forum, Australia. <<http://www.naf-forum.org.au/papers/Methodology-Brinsmead.pdf>>.
- Costanza, R., Patten, B.C. (1995: Defining and predicting sustainability. *Ecological Economics*, 15, p: 193-196.
- De Marchi, B., Funtowicz, S., Lo Cascio, S., Munda, G. (2000). Combining participative and institutional approaches with multicriteria evaluation. An empirical study for water issues in Troina, Sicily, *Ecological Economics* , 34, p: 267-82.
- DTLR. (2001). *Multi Criteria Analysis: A Manual*. <<http://www.dtlr.gov.uk/about/multicriteria/index.htm>>.
- Eggenberger, M., Partidário, M.R. (2000). Development of a framework to assist the integration of environmental, social and economic issues in spatial planning. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 18, p: 201-207.
- García, G., Urzelai, A., Santa Coloma, O. (2006). Development of an Integrated Decision Support System for Sustainable Spatial Planning and Management. *I Proceedings of the International Conference on Informatics for Environmental Protection*. Graz (Austria), 5-8 september.
- Gomez, M., Barredo, J.I. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Ra-Ma, SA.
- Hill, M.J., Braaten, R., Veitch, S.M., Lees, B.G., Sharma, S. (2005). Multi-criteria decision analysis in spatial decision support. The ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis. *Environmental Modelling and Software*, 20, p: 955-976.

- Paskaleva, K. (2000). Operationalizing Integrative Sustainability in National Policy Frameworks. *TA-Datenbank-Nachrichten*, 2, p: 14-20.
- Schmidt, M, João, E., Albrecht, E. (2005). *Implementing Strategic Environmental Assessment*. Springer.
- Settle, C., Crocker, T.D., Shogren, J.F. (2002). On the joint determination of biological and economic systems. *Ecological Economics*, 42, p: 301-311.
- van der Werf H. M.G, Petit, J. (2002). Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, p: 131-145.
- VENSIM® PLE, versión 5. Ventana Systems, Inc. <<http://www.vensim.com/>>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto OIKOS - “Sistemas de Decisión para la Gestión Integrada y Sostenible del Territorio”, financiado por el programa SAIOTEK del Gobierno Vasco.