

# Investigación

## Lógica Borrosa para la Evaluación de la Sostenibilidad

### Fuzzy Logic to Measure Sustainability

Raúl Martín Bonilla y Luis Garmendia Salvador

Revista de Investigación



Volumen VIII, Número 1, pp. 005-014, ISSN 2174-0410

Recepción: 1 Sep'17; Aceptación: 1 Feb'18

1 de abril de 2018

#### Resumen

En la evaluación de la sostenibilidad se tiene en cuenta el impacto que cualquier actuación produce en factores sociales, culturales, económicos y medioambientales. Este trabajo presenta el desarrollo de una metodología y un software usando lógica borrosa para la evaluación de la sostenibilidad social, económica y medioambiental de proyectos para llegar a conseguir una evaluación global de la sostenibilidad.

**Palabras Clave:** Impacto Ambiental, Lógica Borrosa, Soft Computing, Sostenibilidad Medioambiental, Sostenibilidad Social, Sostenibilidad Económica.

#### Abstract

The measure of sustainability takes into account the impact that social, economic and environmental factors can produce. This job presents the development of a methodology and software using fuzzy logic for the evaluation of social, economic and environmental sustainability of projects to pretend to come by a global sustainability evaluation.

**Keywords:** Environmental Impact, Fuzzy Logic, Soft Computing, Environmental Sustainability, Social Sustainability, Economic Sustainability.

## 1. Introducción: Sostenibilidad y lógica borrosa

*El futuro está en nuestras manos, juntos, debemos asegurarnos de que nuestros nietos no tendrán que preguntarnos por qué no logramos hacer lo correcto dejándoles sufrir las consecuencias.*

Ban Ki-moon, Secretario General de las Naciones Unidas, 2007.

El agotamiento de los recursos, el crecimiento de las zonas pobladas y el incremento de la población hacen que la sociedad tenga que preocuparse por la evolución del planeta a corto y medio plazo [16 - 20]. Esto, añadido a los efectos del cambio climático, hace que se estén

tomando medidas a nivel mundial en la evaluación de la sostenibilidad de proyectos [9, 10]. Tradicionalmente, los estudios y análisis de proyectos se realizan desde el punto de vista a las empresas y lo que más les preocupa es la sostenibilidad económica. Sin embargo, un ciudadano cuando oye hablar de sostenibilidad suele pensar en el medio ambiente [3, 6]. Existen cuatro dimensiones de sostenibilidad: económica, social, cultural y medioambiental.

No sólo interesa que el proyecto tenga buenas expectativas y reporte un crecimiento económico a medio o largo plazo, sino que interesa que el impacto social que pueda representar dicho proyecto sea favorable, y que el impacto del mismo no sea nada agresivo, o simplemente, que no sea desfavorable a los recursos del medio ambiente. En otras palabras, evaluar si el proyecto es o no sostenible [1, 11].

La UNESCO, en su proyecto GAP (Programa de Acción Mundial) para la Educación en Desarrollo Sostenible (EDS) pretende:

Reorientar la educación y el aprendizaje para que todos puedan adquirir conocimientos, habilidades, valores y actitudes que los empoderen y les permitan contribuir a un futuro sostenible.

Fortalecer la educación y el aprendizaje en todas las agendas, programas y actividades que promuevan el desarrollo sostenible. [15]

La sostenibilidad es un criterio esencial en la calidad de un proyecto. Sólo aquellos proyectos que introduzcan cambios equitativos y aborden de forma duradera las causas de la vulnerabilidad estructural contribuirán a generar sistemas de sustento y un desarrollo humano también sostenible. Para lograrlo es preciso que las instituciones públicas, la comunidad o las familias destinatarias se impliquen y asuman la responsabilidad en el mantenimiento o gestión de las infraestructuras y bienes creados (que los bosques sean conservados, los sistemas de irrigación mantenidos, las carreteras reparadas, etc.).

La ejecución de un proyecto puede producir impactos no solo en la economía (propia de la empresa), sino en la economía de la zona, en el día a día de las personas, en el medio ambiente. Estos impactos se miden a través de unos indicadores. Existen métricas para medir la sostenibilidad de un proyecto [8]. Aun así, es complicado llegar a la conclusión de si un proyecto es o no sostenible, con un sí o un no. Se deben elegir bien los indicadores para calcular el impacto producido en los factores sociales, culturales, económicos y medioambientales.

Todas estas evaluaciones no siempre tienen valores concretos, de ahí la inclusión de la lógica borrosa en la estimación del impacto producido en un factor (a través de los indicadores) y a partir de los datos obtenidos de impactos en los factores, poder llegar a un resultado de sostenibilidad, primero, en cada una de las dimensiones, y después, para la sostenibilidad global. Esta inclusión de la lógica borrosa es una tecnología muy apropiada para la evaluación de la sostenibilidad, de ahí que sea el elemento principal de nuestro estudio.

Hemos desarrollado un sistema en Java, y hemos utilizado la herramienta XFuzzy 3.0 para el diseño inicial de los conjuntos borrosos y para la implementación del motor de inferencia con reglas [5]. Debido a la gran cantidad de combinaciones posibles en algunas de las reglas, se ha tenido que realizar un desarrollo propio de generación de reglas y almacenarlas en ficheros de librerías para no saturar el sistema.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: El primer apartado es una introducción de por qué aplicar la lógica borrosa a la sostenibilidad. En la siguiente sección se hace una

introducción a la sostenibilidad y la evaluación de proyectos. El punto tres habla de los conjuntos borrosos que cubren las variables lingüísticas del sistema. El apartado cuarto explica qué operadores, reglas y métodos de defuzzyficación se utilizan en el estudio. En el quinto se muestra la evolución de la lógica borrosa en la sostenibilidad, que es una visión de futuro de la aplicación de la lógica borrosa a la sostenibilidad. Luego se comentan las conclusiones obtenidas durante este estudio y se termina con la bibliografía.

## 2. Evaluación de la sostenibilidad

Hasta ahora, la evaluación de la sostenibilidad de un proyecto se realiza basándose en la evaluación del impacto ambiental, mediante métodos manuales y poco automatizados. Una de las metodologías más utilizadas es la matriz de Leopold, que consiste en una matriz donde en las columnas hay 100 acciones y en las filas 88 factores ambientales. De los cruces se obtienen los impactos producidos en los factores ambientales. En cada evaluación de un impacto se marca, en una celda partida en dos, la magnitud del impacto, con una puntuación de 0 a 10, y en la inferior la importancia también en una escala de 0 a 10. De la suma producida se obtiene el impacto sobre cada uno de los factores ambientales, y sumando por columnas, el impacto por cada acción.

Existen otros métodos de evaluación de sostenibilidad de proyectos, pero no hemos encontrado ningún método informático estándar que evalúe la sostenibilidad de un proyecto. Este trabajo desarrolla un estudio de cómo se puede evaluar la sostenibilidad de cualquier tipo de proyecto o actividad y desarrolla una aplicación para resolver estos cálculos. La lógica borrosa se adapta a la evaluación de la sostenibilidad aplicando magnitudes de importancia y de impacto, cualitativas y cuantitativas de las acciones que se producen en los factores. Con esta tecnología hemos resuelto esta evaluación de sostenibilidad, y no sólo la evaluación del impacto ambiental de un proyecto, sino la evaluación de la sostenibilidad de un proyecto en cada una de las dimensiones y de forma global.

En este estudio se unifica la dimensión social y cultural. Para ver si un proyecto es sostenible, primero hay que evaluar la sostenibilidad social, económica y medioambiental del proyecto, y con estos tres resultados, se determina la sostenibilidad global.

En la Evaluación de Impacto Ambiental [2] se definen las acciones que produce el proyecto, los factores a los que afectan y qué indicadores los representan, para que el usuario pueda realizar la evaluación del impacto producido por estas acciones. De esta manera, el usuario asigna valores a los indicadores para la valoración cualitativa y cuantitativa, y con ambas, se evalúa el impacto producido en un factor medioambiental, social o económico.

La evaluación de los diferentes proyectos se realiza con la misma herramienta. Un usuario configura habilitando qué factores son los afectados y qué efectos hay que tener en cuenta. Esta configuración se hace teniendo en cuenta el tipo de estudio que se va a realizar, el destinatario del estudio, la zona geográfica donde se realiza el proyecto, aspectos sociales de la zona, nivel económico... Se tiene en cuenta las condiciones del hábitat donde se va a implantar el proyecto

para asignar diferentes pesos a los factores que hay que evaluar. El cálculo de la evaluación de cualquiera de los tres ámbitos se realiza de la misma forma, tomando como base la normativa existente para la Evaluación de Impacto Ambiental: primero hemos obtenido los diferentes factores sociales, medioambientales y económicos sobre los que puede afectar un proyecto. Una vez identificado el proyecto e indicado el tipo, se habilitarán los efectos que son potencialmente impactos. Dentro de cada efecto, el usuario debe asignar los valores a los diferentes indicadores según el daño o beneficio causado para evaluar la magnitud. El siguiente paso es evaluar la importancia, a partir de sus propiedades (extensión, recuperabilidad, signo, periodicidad, reversibilidad, momento, acumulación, intensidad, persistencia y efecto).

La aplicación recoge los datos asignando valor a los indicadores que se solicitan, y a partir de ahí se obtiene la importancia y la magnitud, y a partir de estos valores se obtiene el impacto producido en cada uno de los factores de cada ámbito. Con estas valoraciones de los impactos, se obtiene la sostenibilidad por ámbitos, sostenibilidad social, económica y medioambiental, y a partir de estos tres datos, la sostenibilidad global del proyecto, pudiendo ver de manera sencilla, los puntos mejorables de los proyectos.

Este sistema de evaluación de la sostenibilidad ofrece la posibilidad de definir los indicadores para las dos valoraciones que definen el impacto en un factor, que son las valoraciones cualitativas y cuantitativas. Con el fin de construir una herramienta válida para cualquier tipo de proyecto o actividad, existe un apartado de configuración en el que se puede definir qué indicadores usar y asociarlos a los diferentes factores del ámbito social, económico y medioambiental. Además, para cada tipo de proyecto, se puede indicar el peso de cada indicador y de cada factor, pues, por ejemplo, no se deben tener en cuenta en la misma medida los mismos indicadores y factores para la construcción de un puente sobre un río, que para la construcción de una fábrica de cerveza en un polígono industrial a 200 metros del núcleo urbano.

Este análisis aplica lógica borrosa en todos los cálculos internos. Desde la entrada en la interfaz hasta la evaluación del resultado. La entrada no es un valor exacto, sino que es una barra de desplazamiento o *slice*. Pretende llevar la herramienta al máximo rendimiento de la lógica borrosa, y así obtener los máximos beneficios de esta tecnología matemática y evitar una entrada numérica donde se requeriría la participación de un experto. De esta forma, los datos introducidos son valores aproximados, aunque ciertos. A partir de estas entradas, se aplica la lógica borrosa para el cálculo de la magnitud, de la importancia, de la sostenibilidad de cada uno de los ámbitos o dimensiones y la sostenibilidad global [4].

Según el tipo de actividad a analizar, es posible añadir nuevos indicadores y factores dentro de cada ámbito. El sistema incorpora estos nuevos indicadores y factores, creando conjuntos borrosos para las etiquetas lingüísticas que lo caracterizan y mostrándoselos al usuario para que éste pueda realizar una valoración dentro de la lógica borrosa, quedando resuelto el problema de la ambigüedad y falta de cotas en la valoración de los indicadores. El cálculo de la magnitud del impacto (evaluación cuantitativa) se realiza igualmente con una operación borrosa entre los conjuntos borrosos de los indicadores. Dependiendo del número de indicadores, que puede ser

diferente de un tipo de proyecto a otro (puentes, túneles, centros comerciales...), se aplican unas reglas u otras, variando incluso la manera de aplicar dichas reglas, pudiendo agrupar los indicadores y obteniendo el resultado en forma de árbol.

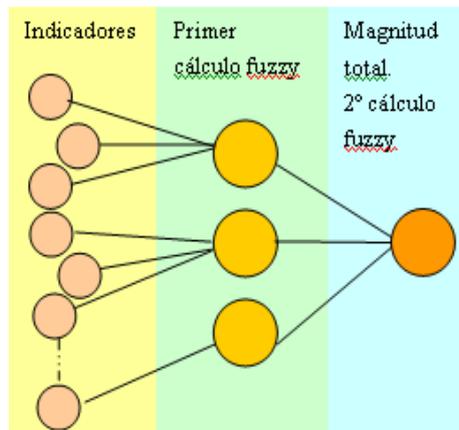


Figura 1. Cálculo de la magnitud del impacto en un factor

Para la evaluación cualitativa (importancia) de un impacto sobre un factor, se tiene como referencia la Evaluación de Impacto Ambiental, valorando las propiedades definidas en la Ley [9, 10] (extensión, recuperabilidad, signo, periodicidad, reversibilidad, momento, acumulación, intensidad, persistencia y efecto), de las cuales todas menos el signo son variables lingüísticas. El signo, bajo la pregunta de “Es beneficioso” se utiliza para darle sentido positivo o negativo a los valores. Además de estos valores, en este trabajo hemos incorporado otras variables lingüísticas a tener en cuenta: espacios nacionales protegidos, patrimonio cultural, superación de niveles críticos de indicadores que catalogan el proyecto directamente como “No Sostenible”.

El resultado de la sostenibilidad se muestra con los términos lingüísticos: compatible, moderado, severo y crítico, dando como resultado un informe, que se puede descargar en formato PDF. En dicho informe se exponen las diferencias de usar unos operadores u otros. El sistema permite utilizar varios tipos de operadores (producto y mínimo de Zadeh, y operadores de Lukasiewicz), los diferentes tipos de implicación (S-implicación, residuada y QM-implicación), y método de defuzzyficación, para poder comparar unos resultados con otros, convirtiendo esta herramienta, no sólo en una herramienta útil para la evaluación de proyectos, sino en una herramienta potente para el estudio de la lógica borrosa. En cada una de las entradas, se representa gráficamente el grado de pertenencia de cada entrada a los conjuntos borrosos.

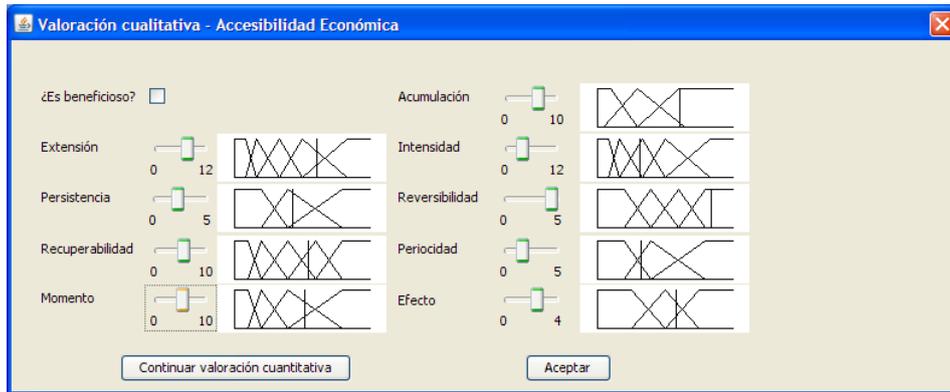


Figura 2. Fragmento de pantalla de la aplicación en la parte en que se ve el grado de pertenencia de cada valor a los conjuntos borrosos definidos en el sistema.

### 3. Conjuntos borrosos

Nuestro estudio calcula a partir de los indicadores introducidos por el usuario y que varían según el tipo de proyecto, la magnitud del proyecto. Para ello, las entradas son conjuntos borrosos permitiendo datos no concretos y subjetivos. Para el cálculo de la importancia (cualitativos) se sigue el mismo criterio, aunque en este caso, las entradas a evaluar son fijas siguiendo el criterio de Evaluación de Impacto Ambiental tal y como hemos comentado anteriormente. A partir de la magnitud y de la importancia se continúan haciendo inferencias borrosas para obtener el impacto en los factores y las sostenibilidades parciales, hasta llegar a la sostenibilidad global. En cada uno de estos datos de entrada y salida de estas inferencias, tenemos conjuntos borrosos perfectamente definidos y adaptados a las necesidades de las correspondientes evaluaciones.

Se definen conjuntos borrosos sobre los indicadores, su magnitud, su importancia y salidas de sostenibilidad (compatible, moderado, severo y crítico). Hacemos una descripción de algunos de estos cálculos y mostramos sus conjuntos borrosos.

En la operación de cálculo de la magnitud, cada indicador se mide con los conjuntos borrosos definidos en la Figura 3 y el resultado nos da el valor de la magnitud, que será entrada de la siguiente operación "cálculo de impacto en un factor".

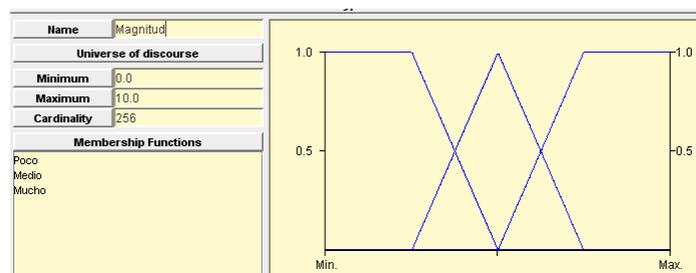


Figura 3. Conjuntos borrosos para los términos lingüísticos son "Poco", "Medio" y "Mucho" de un indicador.

En la operación que evalúa el impacto producido por las acciones del proyecto en un factor, intervienen como entrada la magnitud y la importancia. Esta se calcula a partir de sus parámetros (signo, momento, extensión, efecto, persistencia, recuperabilidad, reversibilidad, extensión, acumulación y periodicidad), cada uno con sus conjuntos borrosos, y obteniendo la importancia. Con la importancia y la magnitud, se obtiene el impacto producido en dicho factor.

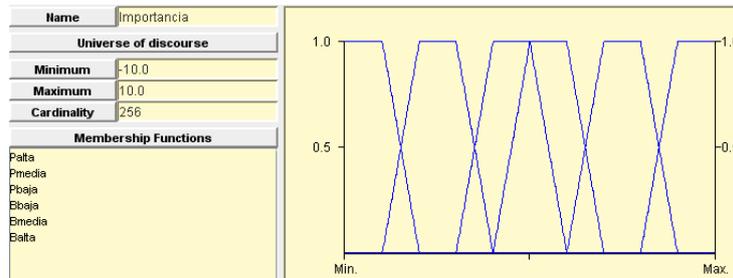


Figura 4. Conjuntos borrosos de la variable lingüística Impacto. Los términos lingüísticos son "Palta" (perjuicio alto), "Pmedia", "Pbaja", "Bbaja" (Beneficio bajo), "Bmedia" y "Balta". Con el fin de utilizar la variable "signo" y usarlo como constante multiplicativa (-1, +1), se ha asignado a BBaja(0.0) y PBaja (-0.001).

Una vez que se ha calculado el impacto, el sistema realiza la siguiente operación, que consiste en el cálculo de la sostenibilidad parcial a partir del impacto en cada uno de los factores. Así, se calcula la sostenibilidad social a partir de los impactos producidos en cada uno de los factores sociales. Lo mismo en el ámbito del medio ambiente y del ámbito económico.

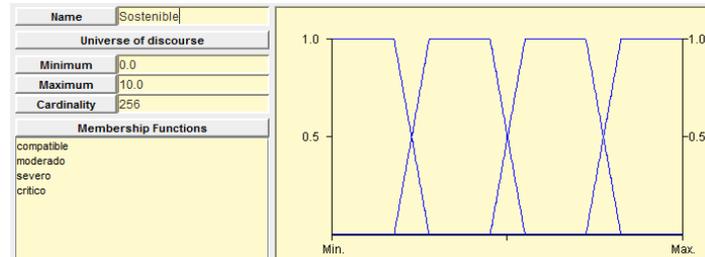


Figura 5. Conjuntos borrosos de la variable lingüística Sostenibilidad para evaluar si es "Compatible", "Moderado", "Severo" y "Crítico". Son las cuatro posibles respuestas a si un proyecto es sostenible

## 4. Operadores, Reglas y defuzzyficación

Para definir la intersección y unión de conjuntos borrosos (las premisas de las reglas son conjunciones de varios conjuntos borrosos), se utilizan las t-normas y t-conormas, estudiadas por Karl Menger [7] en "Statistical Metrics", y posteriormente axiomatizadas por B. Schweizer y A. Sklar [12].

Los operadores utilizados por Zadeh [14] para definir la intersección de conjuntos borrosos son el mínimo y el producto. Nosotros hemos incluido el operador de Lukasiewicz por satisfacer propiedades algebraicas diferentes.

Se puede seleccionar qué operadores utilizar en la evaluación. Además, en el informe de resultado se muestra una comparación de los resultados obtenidos en las operaciones de cálculo de importancia e impacto con los diferentes operadores.

Para las implicaciones también se utilizan distintos operadores. En la aplicación se puede escoger entre operadores de implicación residual de t-normas, S-implicaciones y QM-implicaciones [13].

Desde la aplicación, también se puede seleccionar el método de defuzzyficación que se utiliza en nuestro sistema. Gracias a la defuzzyficación, podemos, a partir del conjunto borroso que representa el resultado, obtener un valor nítido y dar un valor a cada resultado de cada operación borrosa. Los métodos de defuzzyficación que hemos utilizado son: centro de masas, medio de los máximos, primer máximo y último máximo

La definición de las reglas del motor de inferencia se implementa utilizando la herramienta XFuzzy. En este paso, nos hemos encontrado con el problema del gran número de reglas en algunas operaciones debido al uso de muchos conjuntos borrosos para una variable lingüística o por el número de variables utilizadas en las premisas. Para solventar este problema, se ha realizado en tres pasos: primero se ha creado una herramienta para establecer todas las reglas y guardarlas en un archivo; en el segundo paso se modifica el resultado obtenido de XFuzzy y se adapta para que lea las reglas del fichero, y el tercer paso es la técnica de descomposición de tamaño, en la que se han dividido los cálculos para combinarlos hasta llegar a un resultado final.

Este trabajo desarrolla un mecanismo automático por el que según el número de indicadores que están habilitados por cada tipo de proyecto, se generan las reglas automáticamente. El mecanismo consiste en, si son menos de 5 indicadores, se generan reglas para resolver estas operaciones con lógica borrosa. Si son mayores que cinco, se simplifican en cálculos de menor tamaño.

## 5. Evolución de la Lógica Borrosa en la Sostenibilidad

Este proyecto es un punto de partida. Actualmente aplica operadores de Zadeh y Lukasiewicz. Utilizar la lógica borrosa en este proyecto, aparte de facilitar los cálculos y permitir entradas subjetivas y no concretas, (y también las salidas) permite explotar el uso de la lógica borrosa y utilizar otros operadores de agregación como son OWA (Ordered Weighted Averaging). Esta tecnología podría optimizar los resultados obtenidos aplicando estos operadores de agregación, no sólo en el cálculo de la magnitud a partir de los indicadores, sino también en el cálculo de la sostenibilidad a partir del impacto en los factores dando más peso a unos factores u otros en función del tipo de proyecto.

Otra utilidad importante de la lógica borrosa y relacionada también con la sostenibilidad es en cartografía. Se pueden georeferenciar y localizar en un mapa todas las evaluaciones de los proyectos, pudiéndose llegar a hablar de regiones más o menos sostenibles.

## 6. Conclusiones

En este trabajo se presenta una metodología para la evaluación de la sostenibilidad social, económica y medioambiental de proyectos y de esta manera obtener una sostenibilidad global. Tradicionalmente la evaluación de proyectos se realiza solo desde el punto de vista económico o medio ambiental. El impacto en los ámbitos sociales y culturales es nulo. El hecho de que en el cálculo de la sostenibilidad se utilizan términos ambiguos ha favorecido el uso de la lógica borrosa frente a los métodos tradicionales de análisis de impacto. Se aplica la lógica borrosa a cada uno de los cálculos que se realizan en el análisis global de la sostenibilidad: valoración de indicadores, la evaluación cuantitativa y cualitativa del impacto que produce un proyecto en los diferentes factores medioambientales, sociales y económicos.

La posibilidad de un cálculo de sostenibilidad de proyectos que sea universal es una idea que de momento es lejana. No obstante el poder acercarse a ella puede convertir a un proyecto en una herramienta imprescindible de acuerdo a la idea de sostenibilidad global de la Agenda 21, en las Cumbres de la Tierra y en las Conferencias Europeas sobre Ciudades Sostenibles.

Destacar que la lógica borrosa en este proyecto abre la puerta a aplicar nuevas tecnologías de lógica borrosa como son los operadores de agregación de Yager optimizando el resultado. La aplicación de la lógica borrosa a un sistema de información geográfica es otro punto de especial interés a abordar usando diferentes operadores de agregación.

El software realizado se puede descargar para su uso en:  
<https://ramarbo.000webhostapp.com/analisisSostenibilidad.jar>

## Referencias

- [1] BAYLIS, J. y SMITH, S. *La globalización de la política mundial*, 454-455, Oxford University Press, USA, 2005.
- [2] GALLEGO, E.; GONZÁLEZ DE PAULA, L.; GARMENDIA, L. y GARMENDIA, A. *Método de decisión borrosa de si un efecto es impacto ambiental y su carácter*. Jornadas internacionales de Didáctica de las Matemáticas en Ingeniería. ETSI Caminos, UPM, Madrid, 2009
- [3] GARMENDIA, A.; SALVADOR, A.; CRESPO, C. y GARMENDIA, L. *Evaluación de impacto ambiental*, Prentice Hall, USA, 2005.
- [4] GÓMEZ, R. A. *Lógicas no clásicas: principios y fundamentos*. Universidad EAFIT Escuela de Ciencias y Humanidades. Colección Académica, 2006.
- [5] IMSE CENTRO NACIONAL DE MICROELECTRÓNICA. *Herramientas de CAD para Lógica Difusa. XFuzzy. 3.0*. <http://www.imse.cnm.es>.
- [6] MARTÍN, R. Directores: GARMENDIA, L.; CARO, R.; GARMENDIA, A. *Gestión de la Sostenibilidad utilizando Lógica Borrosa. Trabajo Fin de Máster de Investigación en Informática*. Facultad de Informática, UCM, Madrid, 2011.
- [7] MENGER, K. *Statistical Metrics*. En: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, USA, 1942.

- [8] *Primera Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles*. Carta de Aalborg, 1994
- [9] *Real Decreto 1131/1988*, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental, España, 1988.
- [10] *Real Decreto Legislativo 1/2008*, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, España, 2008.
- [11] *Sexta Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles*. Conferencia de Aalborg +10, 2004. <http://www.aalborgplus10.dk>
- [12] SCHWEIZER, B. y SKLAR, A. *Probabilistic Metric Spaces*, North-Holland, Amsterdam, 1983.
- [13] TRILLAS, E. y VALVERDE, L. *On mode and implication in approximate reasoning*. In *Approximate reasoning in expert systems*, 157-166, Ed. Gupta, M. M., North-Holland, 1985.
- [14] ZADEH, L. A. *Fuzzy sets*. En *Proceedings of the IEEE (Information and Control)*, Vol. 8, pp. 338-353, 1965.
- [15] UNESCO, [www.unesco.com](http://www.unesco.com)
- [16] COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO. *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza, 1988.
- [17] ANNE H. EHRLICH AND PAUL R. EHRLICH. *Optimum Human Population Size* Gretchen C. Daily University of California (Berkeley) Stanford University, July 1994
- [18] BROWN, L. R. Y MITCHELL, J. *La construcción de una nueva economía*. En Brown, L. R., Flavin, C. y French, H. *La situación del mundo 1998*. Barcelona: Ed. Icaria. 1988
- [19] FOLCH, R. *Ambiente, emoción y ética*. Barcelona: Ed. Ariel.
- [20] SARTORI, G. Y MAZZOLENI, G. *La Tierra explota. Superpoblación y Desarrollo*. Madrid: Taurus, 2003

**Sobre los autores:**

*Nombre:* Raúl Martín Bonilla

*Correo Electrónico:* rmb2000@gmail.com

*Institución:* Facultad de Informática (Universidad Complutense de Madrid), España.

*Nombre:* Luis Garmendia Salvador

*Correo Electrónico:* lgarmend@fdi.ucm.es

*Institución:* Facultad de Informática (Universidad Complutense de Madrid), España.