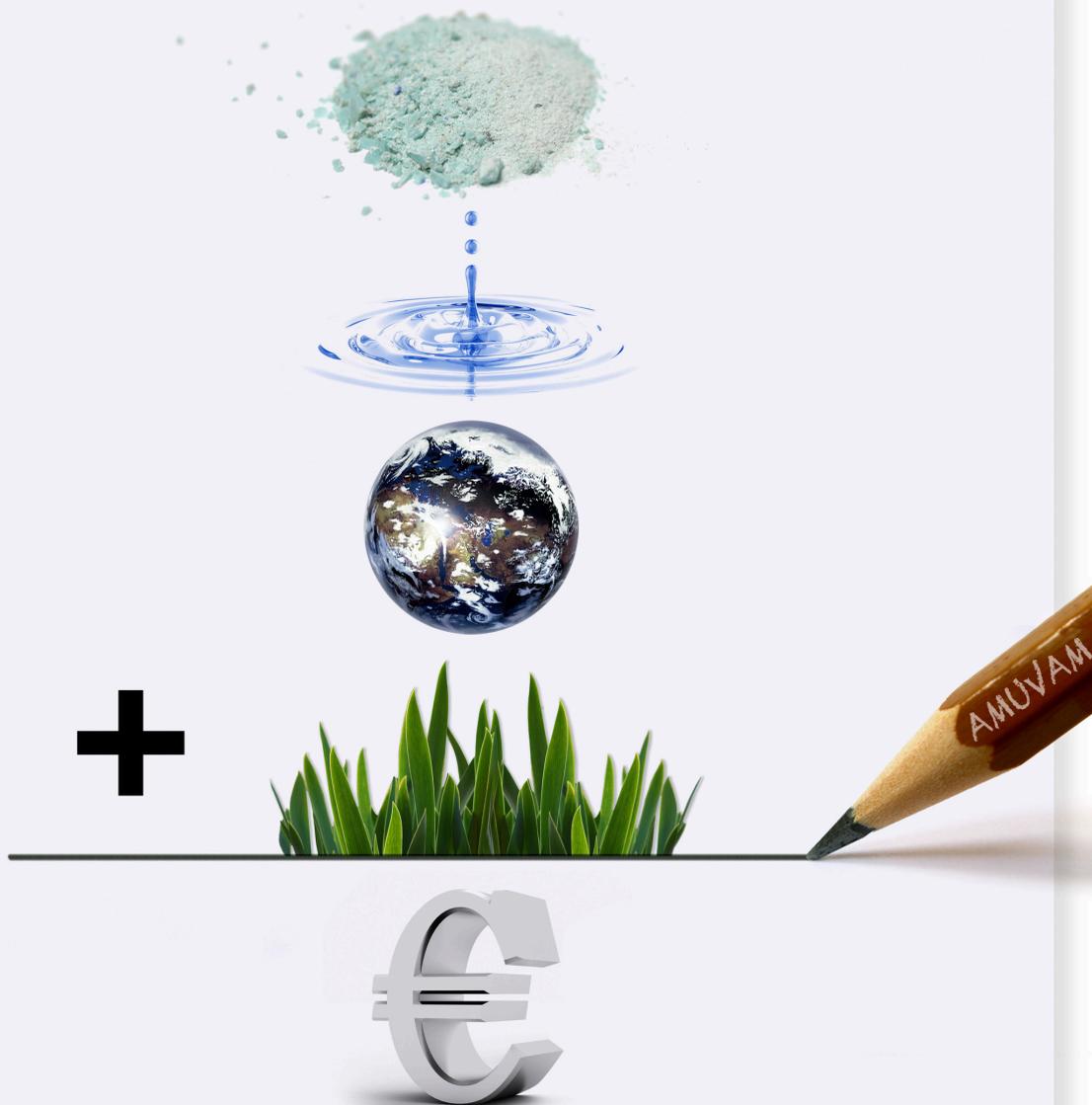


Jerónimo Aznar Bellver | A. Vicent Estruch Guitart

VALORACIÓN DE ACTIVOS AMBIENTALES

Teoría y casos

2ª edición



EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Jerónimo Aznar Bellver
A. Vicent Estruch Guitart

VALORACIÓN DE ACTIVOS AMBIENTALES

Teoría y casos

2ª edición



EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: AZNAR-BELLVER, J y ESTRUCH-GUITART, A. V. (2015) 2ª ed. *Valoración de activos ambientales: teoría y casos*. Valencia: Universitat Politècnica de València

Primera edición, 2012
Segunda edición, 2015

© Jerónimo Aznar-Bellver
A. Vicent Estruch Guitart

© de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València
www.lalibreria.upv.es / Ref.: 6057_01_02_01

ISBN: 978-84-9048-307-7 (versión impresa)

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación y, en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de la totalidad o de cualquier parte de esta obra sin autorización expresa y por escrito de los autores.



Dr. Jerónimo Aznar Bellver. Profesor Titular de Universidad. Departamento de Economía y Ciencias Sociales de la Universidad Politécnica de Valencia (España), adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, donde imparte clases así como en la Facultad de Administración de Empresas y en la Escuela de Topografía. Miembro de CEGEA. Ha publicado en diferentes revistas internacionales: EJOR, Journal of Global Optimization, JORS, Annals of Operations Research; y en publicaciones españolas: Spanish Journal of Agricultural Economics, Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, Economía Agraria y Recursos Naturales, Estudios de Economía Aplicada, etc. Colabora con distintas sociedades de Tasación (ATASA, Euroval, Tabimed). Imparte diferentes cursos y seminarios, nacionales e internacionales, en la UPV, otras Universidades y en foros profesionales como ATASA y UPAV. Ha participado en diferentes ediciones de congresos internacionales de valoración. Autor de varios manuales sobre valoración, su especialidad es la Valoración Multicriterio y la Toma de Decisiones. Actualmente sigue desarrollando la aplicación de los modelos multicriterio en activos donde su valor tiene un alto componente intangible (activos ambientales, deportistas de élite, empresas y patentes).



Dr. Vicente Estruch Guitart Profesor Titular de Universidad. Departamento de Economía y Ciencias Sociales de la Universidad Politécnica de Valencia (España), adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, donde imparte clases. También ha impartido clases en la Facultad de Económicas de la Universidad de Valencia. Ha publicado en diferentes revistas internacionales: *Journal of Water Services Research and Technology-Aqua*, *Open Environmental Sciences*, *Environmental Engineering and Management Journal* en publicaciones españolas: Spanish Journal of Agricultural Economics, Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, Economía Agraria y Recursos Naturales, Revista de Estudios Agrosociales, Investigación Agraria. Economía, etc. Ha publicado diversos libros. Imparte diferentes cursos de Doctorado, en la Universidad Politécnica de Valencia, en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría y en la Universidad Nacional de Costa Rica, Ha participado en diversos seminarios, nacionales e internacionales, en la UPV y es en la actualidad director del curso: Valoración económica de activos y recursos ambientales y priorización de políticas ambientales. Actualmente sigue desarrollando la aplicación de los modelos multicriterio en activos donde su valor tiene un alto componente intangible (activos ambientales, deportistas de élite, empresas y patentes).

PRÓLOGO

Valoración de activos ambientales en el marco de una necesaria economía con valores

Vivimos sin duda tiempos bien difíciles, como consecuencia de la crisis económica que se inició a finales del 2007 con las llamadas “*Hipotecas subprime*” y que rápidamente se extiende a nivel mundial, dando lugar a una grave crisis económica de carácter global que alcanza su momento más álgido en el año 2009, donde según Pascal Lamy, Director General de la Organización Mundial del Comercio, el flujo de las transacciones económicas mundial descendió, nada menos que el 12%, cifra que supone la mayor disminución del comercio mundial de las últimas décadas.

Pero como es bien sabido, esta crisis todavía hoy reviste una especial importancia en algunas áreas, como en la Eurozona, y muy en particular en los países del sur como España, donde nada menos que se ha llegado a triplicar la cifra del déficit público sobre el límite establecido en los llamados acuerdos de estabilidad de la Unión Económica y Monetaria, con un elevado endeudamiento público y privado y una tasa de desempleo que duplica a la media de la Unión Europea, con un elevado peso en estos últimos años en su economía en sectores como el inmobiliario, especialmente afectado en esta crisis y un sector financiero, cuyo volumen de créditos a la actividad inmobiliaria se situaba cercana al 60%, lo que ha ocasionado gravísimos problemas en sus balances financieros y por otro lado, con un tejido productivo en general de baja productividad, como consecuencia de un importante déficit tecnológico, propio de su tipología empresarial basada en PYMES en general, poco intensivas en uso de conocimiento lo que le hace poco competitivo.

En este escenario global y regional es entendible la obligada reflexión, más que sobre los sectores donde la crisis tuvo especialmente su origen, sobre las verdaderas causas, que como algunos señalan, se basan simplemente en el imperio de la codicia frente a la razón y el orden. Así el Premio Nobel de Economía, Joseph Stiglitz habla del fin del fundamentalismo del mercado, haciendo referencia a la necesidad de un mercado más ordenado y mejor regulado, algo que en relación con nuestra zona, visto el grave problema de nuestro mercado bancario, parece más que obligado (supervisión y coordinación central de un sistema bancario europeo).

Pero no se puede olvidar que estamos en una economía global que obliga a ser más competitivos y que esto se logra desde una economía basada en el conocimiento con un tejido productivo que haga un uso más intensivo del conocimiento, con una importante actividad de innovación y emprendimiento para generar riqueza y empleo, pero sobre todo y especialmente con una economía más equilibrada y plural en la que coexistan empresas públicas y privadas, tanto capitalistas,

de mercantiles tradicionales, como las llamadas de economía social, en el marco de una economía con valores, como la solidaridad, sostenibilidad y el respeto medioambiental.

Y en este punto y bajo este necesario marco, es sobre el que nos gustaría presentar esta obra, que nos habla de valoración medioambiental y que lo hace con rigor y con claridad expositiva a lo largo de los dieciocho capítulos que contiene, y que va desde una extensa revisión conceptual a la exposición de métodos valorativos, tanto tradicionales como los basados en los modernos métodos de análisis multi-criterio, que completa con aplicaciones prácticas de gran interés sobre valoración de bienes medioambientales.

Los autores, los profesores Jerónimo Aznar y Vicente Estruch, a los que conozco bien como compañeros desde hace años, en el Departamento de Economía y Ciencias Sociales de la Universitat Politècnica de València y que me honro con su amistad, son buenos conocedores de estos temas, como testimonia esta obra y sus numerosas contribuciones anteriores en artículos de revistas científicas arbitradas e indexadas de reconocido prestigio nacional e internacional, así como por su dilatada trayectoria docente impartiendo cursos y seminarios en España y más allá de nuestras fronteras.

Debemos de felicitarles por su trabajo, de enorme interés y oportunidad, bien planteado en su contenido como en su desarrollo y que estamos seguros agradecerán todos los interesados en esta temática. Por otro lado y finalmente, agradecerles su invitación a la realización de este prólogo de la obra y sobre todo el que hayan decidido editarla en nuestra Universitat, lo que engrandece nuestra oferta editorial, pues se trata como hemos puesto de manifiesto, de un excelente libro con un gran interés y oportunidad.

Juan Juliá Igual

Rector de la Universitat Politècnica de València.

Vicepresidente de la CRUE.

ÍNDICE

1. Importancia de los activos ambientales.....	11
1. Introducción.....	11
2. Definición, clasificación y servicios de los activos ambientales	11
3. Situación actual de los activos ambientales.....	12
4. Importancia de la valoración de los activos ambientales.....	14
5. Valoración de los servicios que producen los activos ambientales	16
6. Conclusiones.....	18
2. Concepto del valor y su evolución.....	19
1. Definición y análisis de valor	19
2. Evolución del concepto de valor.....	20
3. Valor Económico Total (VET)	23
1. Introducción.....	23
2. Concepto de valor.....	23
3. Valor económico total (VET).....	23
4. Principales características distintivas de la valoración ambiental.....	29
1. Introducción.....	29
2. Diferencias entre Valor Económico Total y Valor de Mercado	29
3. Criterios morales.....	32
4. Existencia de comparables.....	33
5. Métodos tradicionales de valoración ambiental.....	35
1. Introducción.....	35
2. Método de los costes evitados o inducidos.....	35
3. Método del coste de viaje	39
4. Método del valor hedónico	43
5. Método de valoración contingente.....	47
6. Conclusiones sobre los métodos tradicionales.....	50
6. Los métodos multicriterio. Proceso Analítico Jerárquico	53
1. Introducción.....	53
2. Teoría de la decisión.....	53
3. Proceso analítico jerárquico AHP (Analytic hierarchy process)	55
7. Proceso Analítico Jerárquico. Aplicación práctica	75
1. Introducción.....	75
2. Cálculo de la consistencia y del vector propio. Programa de cálculo.....	75
3. Encuesta.....	79
4. Agregación de vectores propios.....	84
5. Multiplicación de matrices	84

8. AHP aplicado a la valoración ambiental	89
1. Introducción.....	89
2. AHP aplicado a la valoración	89
3. AHP aplicado a la valoración ambiental.....	89
9. Método de actualización de rentas	95
1. Introducción.....	95
2. Método de actualización de rentas.....	95
3. Casos especiales.....	100
4. Análisis de sensibilidad al periodo	101
5. Análisis de sensibilidad a la tasa.....	103
10. La Actualización de rentas y la Tasa de actualización en valoración ambiental.....	105
1. Introducción.....	105
2. Determinación de la Tasa social de descuento	105
3. Propuestas para estimar el valor de una tasa social de descuento.....	106
4. Tasa social de preferencia temporal.....	107
5. Tasas de descuento decrecientes.....	108
6. Tasas sociales de preferencia temporal en la práctica	110
7. Conclusiones.....	112
8. Anejos.....	113
11. Método AMUVAM (Analytic Multicriteria Valuation Method).....	117
1. Introducción.....	117
2. AMUVAM.....	117
3. Ejemplo.....	119
4. Caso en que no existe VUD.....	120
5. AMUVAM agregado.....	120
6. Ejemplo. AMUVAM agregado	120
7. Resumen del capítulo.....	125
12. Programación por metas	127
1. Introducción.....	127
2. Programación por metas	127
3. Modelo de programación por metas	129
4. Programación por metas ponderadas (Weighted Goal Programming, WGO)	130
5. Programación por metas Minmax o programación por metas Chebyshev (Minmax GP)	130
6. Programación por metas extendido.....	131
7. Resolución de los modelos de GP. Programa LINGO.....	132
8. Aplicación de la GP extendida a la valoración ambiental	134

13. Aplicaciones a la valoración de Parques naturales I.....	145
1. Introducción.....	145
2. Valoración del Parque natural del Alto Tajo (comunidad de Castilla La Mancha) (2005).....	146
14. Aplicaciones a la valoración de humedales I.....	155
1. Introducción.....	155
2. Valoración del humedal Marjal Pego-Oliva (Comunidad Valenciana) (2007).....	155
15. Aplicaciones a la valoración de humedales II.....	177
1. Introducción.....	177
2. Valoración de la Marjal dels Moros (2005).....	177
16. Aplicaciones a la valoración de humedales III.....	189
1. Introducción.....	189
2. Valoración de la Albufera de Valencia.....	189
17. Valoración y priorización del paisaje de la Albufera de Valencia.....	203
1. Introducción.....	203
2. El paisaje de la Albufera de Valencia.....	203
3. Valor económico total.....	204
4. Unidades de paisaje.....	205
5. Valoración del paisaje. Obtención de los valores de los componentes de valor de existencias.....	206
6. Priorización del paisaje de la Albufera.....	208
7. Conclusiones de la priorización.....	215
18. Valoración ambiental de viñedos mediante métodos multicriterio. Aplicación a la valoración del viñedo del término municipal de Requena..	217
1. Introducción.....	217
2. Objetivo.....	218
3. Metodología.....	218
19. Bibliografía citada y de consulta.....	229

Capítulo 1. IMPORTANCIA DE LOS ACTIVOS AMBIENTALES



1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta una definición de lo que se entiende por Activos naturales, su clasificación, la importancia económica de los mismos y se justifica el interés de su valoración económica.

2. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y SERVICIOS DE LOS ACTIVOS AMBIENTALES

En el Proyecto VANE del Ministerio de Medio Ambiente se definen los Activos naturales como territorios o espacios físicos que sustentan un determinado tipo de ecosistemas y que ofrecen bienes y servicios ambientales.

En el caso de los Recursos naturales, Carlos Romero en su libro “Economía de los recursos ambientales y naturales” (Alianza Economía) los define de la siguiente forma:

“Los Recursos naturales son factores que, afectando a los procesos de producción y consumo, tienen su origen en fenómenos o procesos naturales que escapan al control del hombre”.

Como se expresa en la definición del Proyecto VANE los activos naturales ofrecen una serie de bienes y servicios a la sociedad, de los que podemos destacar los siguientes:

Producción de alimentos y materias primas (Madera, Producción agraria, Producción ganadera, Pesca etc.).

Regulación de la composición de la atmósfera.

Fijación de nutrientes (Marinos y terrestres).

Servicios culturales (Artísticos, educacionales, espirituales, científicos).

Depuración de aguas.

Regulación de cambios medioambientales (Protección de tormentas, control de inundaciones, etc.).

Reposición de aguas subterráneas.

Provisión de agua (Usos agrarios, industrial, doméstico, energético).

Servicios recreativos.

Control de la erosión.

Retención de sedimentos.

Estabilización de costas.

Conservación de la biodiversidad.

Etc.

Parte de esos servicios son fácilmente observables por ser funciones que el mercado nos ofrece información, como la producción de alimentos y materias primas, pero la mayoría de los servicios vistos anteriormente pasan desapercibidos para la sociedad por ser funciones que el mercado no detecta, aunque son de un gran valor económico y social.

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ACTIVOS AMBIENTALES

La mayoría de los activos ambientales están sufriendo una agresión importante que está provocando su paulatina degradación. Un ejemplo evidente de este hecho es la situación de los humedales, que según la Convención Ramsar, son “*Extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.*”

Se calcula que hay 570 millones de hectáreas de humedales en el mundo (fuente: The World Conservation Monitoring Centre), lo que supone el 6% de la superficie total de la tierra. Esto nos da una indicación de la importancia de estos humedales en cuanto a extensión. Pero además, se trata de activos ambientales que están produciendo servicios importantes a la humanidad como pueden ser la recarga de acuíferos, la depuración de aguas etc.

Sin embargo, los humedales son de los activos ambientales más degradados. En EE UU por ejemplo, se han destruido el 54% de los humedales (87 millones de has). En Europa se calcula que el 60% han sido destruidos, siendo las causas principales de la destrucción de humedales la desecación para uso agrícola o urbano, o la sobreexplotación de acuíferos.

Es decir, a pesar de que los activos ambientales producen una serie de servicios importantes para la sociedad, como el mercado no capta estos servicios, la sociedad no llega a percibir su verdadero valor. Nos encontramos con que, el mercado es incapaz de valorar completamente los bienes y servicios que generan los espacios naturales. Ello es debido a la existencia de los denominados fallos de mercado (bienes públicos, externalidades, indefinición de los derechos de propiedad,...). La existencia de esos fallos, provoca que el mercado no tenga en consideración todos los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas. El fracaso del mercado para incorporar en la toma de decisiones económicas

todos los valores que proporcionan los bienes y servicios generados por los ecosistemas, ha causado un uso ineficiente de los recursos naturales y ha sido un factor importante en su pérdida y degradación así como en perpetuación de inversiones y actividades que degradan el capital natural. (GBO3 2010, MA 2005)

La magnitud del problema que generan los fallos de mercado, se ha visto incrementado como consecuencia de los cambios en la percepción que la sociedad tiene del medio ambiente.

En las últimas décadas se ha incrementado la mayor consideración que los ciudadanos tienen respecto al medio ambiente (Milenium 2005, Slangen, 1994). Ello ha sido consecuencia de varios factores, de los que cabe destacar: El incremento de la renta disponible y del tiempo libre, de las mayores posibilidades de desplazamiento y de la constatación de la influencia que tiene el medio ambiente sobre la salud.

En la actualidad el incremento de la sensibilidad ambiental de los consumidores ha tenido dos efectos: Adecuación de las empresas y gobiernos a este nuevo entorno.

En el caso empresarial, la generación de fuertes incentivos privados para adecuar las estrategias empresariales al incremento de consumidores dispuestos a adquirir productos de empresas ambientalmente responsables. Ello ha provocado que las empresas necesiten transmitir esos cambios a sus potenciales consumidores, para lo cual han necesitado certificar ambientalmente sus sistemas de producción (normas ISO 14000) o sus sistemas de gestión y auditoría ambiental.

En el ámbito gubernamental este cambio ha provocado la modificación de los reglamentos ambientales existentes, haciéndolos más estrictos, y ampliando el ámbito de actuación de estos (s/c/w/46). En este sentido ha sido necesaria la creación de acuerdos multilaterales o la inclusión de cláusulas ambientales en los existentes (OMC). De los cambios legislativos habidos se pueden destacar la elaboración de la Directiva 2004/35/CEE de 21 de Abril de 2004 sobre responsabilidad ambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales. En la que se fomenta una acción preventiva y reparadora; se propone que los operadores de actividades económicas constituyan garantías financieras para hacer frente a su responsabilidad medioambiental; se recomiendan los procedimientos de evaluación de riesgo ambiental y finalmente se reconoce como daño medioambiental, el causado a las especies y sus hábitats. En el ámbito español el 24 de Octubre de 2007 se publica en el BOE 255 la Ley 26/2007 de responsabilidad medioambiental establece como objeto de protección: las aguas, el suelo, las riberas del mar y de las rías, y las especies de fauna y flora silvestre protegidas. Los rasgos más destacables de la ley son: Universaliza la obligación de prevención y reparación de daños medioambientales derivados de actividades económicas con cargo al operador: introduce un régimen administrativo de responsabilidad

medioambiental de carácter objetivo e ilimitado; Se hace extensiva a todo tipo de actividades y a todo tipo de comportamientos; Impone al operador la responsabilidad de actuar, al margen de que exista dolo, culpa o negligencia y la obligación de constituir garantías financieras a los operadores de las actividades del anexo III para hacer frente a su responsabilidad medioambiental. Posteriormente esta ley se desarrolla en el Real decreto 2090/2008 en el que se fija el régimen jurídico de las garantías financieras, se desarrollan los criterios para determinar la significatividad del daño medioambiental y la reparación del daño medioambiental y se establece la información que las Comunidades Autónomas deben facilitar las al Ministerio de Medio Ambiente.



4. IMPORTANCIA DE LA VALORACIÓN DE LOS ACTIVOS AMBIENTALES

Conocer el valor económico de los activos y recursos ambientales ayudaría a fomentar su protección y ayudaría a hacer la intervención del Gobierno más eficiente. La importancia de estimar el valor del medio ambiente es debido a:

La sociedad actual es una sociedad de mercado, de forma que la mayor referencia que tiene para calibrar la importancia de un activo es su valor monetario, por lo tanto poder llegar a determinar el valor monetario de un activo ambiental es la mejor forma de transmitir a la sociedad y que esta lo perciba, la importancia de dichos activos.

Para la propia Administración la existencia de ese valor monetario puede ser un instrumento de gestión importante ya que le permite por un lado justificar sus inversiones en dichos activos debido a su valor y por otro lado priorizar sus inversiones en dichos activos partiendo de un ranking de valores.

Por lo tanto, una de las mejores maneras de medir y transmitir la importancia de los activos ambientales sería, por tanto determinar su valor de conformidad con los elementos de que se compone y los servicios que presta (Liu et al. 2010).

Cuando hablamos de valor económico en este contexto, nos referimos a asignar un valor monetario a los bienes y servicios proporcionados por los sistemas ambientales. Este enfoque es cuestionado por algunos investigadores al considerar absurdo asignar un valor a un bien para el cual no hay ningún mercado y que nunca estará por lo tanto implicado en una transacción comercial. Otros sectores de la sociedad, principalmente los ecologistas, consideran que asignar un valor a un área natural es el primer paso hacia su privatización. Sin embargo, otros autores, como Barbier y al(1997) o Liu y al (2010), creen que la estimación del valor económico de estos activos permite que seamos capaces de medir y comparar las diferentes ventajas que ellos nos confieren. Por lo tanto, la valoración puede ser una herramienta que nos permita mejorar la gestión de esos recursos. En este sentido Azqueta (1994) indica

que la valoración de activos ambientales puede utilizarse para mejorar el uso de los recursos públicos haciendo posible repartir los fondos disponibles entre los diferentes activos y entre las diferentes iniciativas de conservación, preservación y restauración.

Por lo tanto, conocer el valor económico de un activo ambiental es vital para incrementar la eficiencia, en un sentido Paretiano, de la intervención del Gobierno, ya que es una manera de justificar y dar prioridad a las decisiones administrativas sobre el uso de los recursos y también proporciona información sobre los ámbitos propios y un reconocimiento de su importancia para la sociedad.

En términos prácticos, la valoración de los activos ambientales implica una serie de problemas, algunos de los más importantes son, en primer lugar, la dificultad de valorar elementos complejos; en segundo lugar, la falta de una representación monetaria de activos no negociables, y en tercer lugar, el problema de obtener un valor por agregación de diversos valores.

El primer problema consiste en la dificultad de evaluar activos complejos, ya que nuestra percepción es selectiva y tiende a ignorar todo aquello lo que no estemos directamente interesados. Especialmente cuando las personas consultadas no son expertos en la materia. En estos casos su opinión puede estar fuertemente influenciada por la información que reciben en el cuestionario. Por tanto, la selección de las personas de quien va a obtenerse dicha información es de vital importancia; deben ser expertos en el campo y familiarizados con los activos objeto de estudio

El segundo problema se refiere a la ausencia de valor monetario de un activo no comercializable y comprende dos aspectos; por un lado, Gregory, Lichtenstein y Slovic (op cit) concluyen que la habilidad y la fiabilidad de un experto en la comparación de los valores monetarios están relacionadas con su experiencia en el proceso. Por otro lado, Slovic, Lichtenstein y Fischhoff (1979, citado por Gregory et al., 1993) mantienen que aunque falta de un valor monetario podría provocar variaciones en valoraciones de expertos (según si el problema se plantea como una disposición al pago o al cobro), el orden de prioridades obtenidos en la comparación todavía perdura. Esta restricción puede presentar limitaciones importantes en función de la metodología de valoración utilizada.

En lo que respecta al tercer problema, este se puede producir en algunos métodos de valoración que obtienen el valor global mediante agregación del valor de las diversas funciones o valores de un activo. Ante esta situación diversos autores (Keeney y Raiffa, 1976; Fishburn, 1982; hoehn y Randall, 1989; hoehn, 1991; hoehn y loomis, 1993; Randall y hoehn, 1996) han criticado la obtención de un valor global mediante la adición de valores parciales. Sin embargo, expertos como Adamowicz et al. (1998), hanley et al. (1998), Colombo et al. (2006) y Mogas et al. (2006) plantean que cuando los valores asignados no son los valores de mercado, como en el caso de los bienes ambientales, es admisible para sumar los

valores parciales y que esto puede ser considerado como un buen valor ‘proxy’ del valor real.

A pesar de todo, la Valoración no es la panacea, sino una herramienta que nos permita recalibrar de nuevo la ‘brújula económica’ que nos ha llevado a tomar, como decisiones eficientes, decisiones que son perjudiciales tanto para el bienestar de las generación actual como de las generaciones futuras TEEB (2010).

Es importante tener en cuenta que el valor del que estamos hablando, no es un valor de mercado, ya que este no existe y en ningún momento dicho activo va a ser objeto de una transacción. El valor económico de un activo ambiental hay que entenderlo como un indicador monetario del valor que la sociedad le otorga a dicho activo y que nos va permitir conseguir los objetivos enumerados anteriormente.

5. VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS QUE PRODUCEN LOS ACTIVOS AMBIENTALES

La valoración de los servicios que producen los activos naturales es un proyecto de gran interés para un gran número de investigadores. Una de las valoraciones más conocidas es la realizada por un conjunto de autores liderados por Robert Constanza. En 1997 se publicó el artículo *The value of de world’s ecosystem services and natural capital* en la revista Nature, donde se determinaba el valor de los servicios que producen los activos ambientales en 33 billones de dólares USA.

Si este valor lo capitalizamos a una tasa del 1%, serían 38,3 billones para el año 2012.

Para tener una idea de la magnitud que tienen 38,3 billones de dólares, comparamos este valor con el Producto Interior Bruto de diferentes países también para el año 2010:

- USA → 14.6 billones de dólares
- CHINA → 5,7 billones de dólares
- Alemania → 3,3 billones de dólares
- Brasil → 2,1 billones de dólares
- España → 1,4 billones de dólares

De lo que se deduce la importancia que representan los servicios generados por los activos ambientales.

¿Y cómo se distribuye este valor? Según los mismos autores puede verse en la Tabla 1:

Tabla 1. Distribución del valor de los servicios producidos por los activos ambientales

SERVICIO	VALOR Billones \$ USA
Fijación de nutrientes (Marinos y terrestres)	17.0
Servicios culturales (Artísticos, educacionales, espirituales, científicos)	3.0
Depuración de aguas	2.2
Regulación de cambios medioambientales (Protección de tormentas, control de inundaciones, etc.)	1.8
Reposición de aguas subterráneas	1.7
Producción de alimentos y materias primas (Madera, Producción agraria, Producción ganadera, Pesca etc.)	1.4
Regulación de la composición de la atmósfera	1.3
Provisión de agua (Usos agrarios, industrial, doméstico, energético)	1.1

De acuerdo con este estudio el servicio más importante es el de fijación de nutrientes (con un valor de 17 billones de dólares USA), seguido de los servicios culturales (3 billones de dólares USA) y de la depuración de aguas (2,2 billones de dólares USA).

6. CONCLUSIONES

Podemos concluir este capítulo diciendo que los activos ambientales cada día cobran más importancia tanto para la sociedad en su conjunto, como para la propia Administración. Pero a pesar de ello las agresiones que sufren son cada vez mayores, ya que los ciudadanos en su conjunto, no son aún conscientes del elevado valor de los activos ambientales.

El llegar a determinar un Indicador de su valor económico puede ser un elemento importante para ayudar a la mayor sensibilización de la sociedad, para mejorar la gestión de la Administración y para ser la base de la nueva legislación ambiental.

Capítulo 2. CONCEPTO DEL VALOR Y SU EVOLUCIÓN



1. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE VALOR

Según el diccionario de la Real Academia Española, el acto de “Valorar” supone un proceso mediante el cual se señala o se reconoce el valor de una cosa.

Asimismo, se entiende por “Valor” el grado de utilidad o aptitud de las cosas para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar.

No obstante, esta definición genera varias dudas:

- ¿Para quién tiene valor el medio ambiente? Es decir, ¿quién tiene derecho a valorar?
- ¿Cómo abordar las implicaciones distributivas que se dan en el proceso de valoración

Para responder a la primera pregunta hemos de determinar a quién se le reconoce el derecho a que su bienestar o deleite sea tomado en consideración a la hora de determinar el valor de un bien. Por ejemplo: ante la valoración de un recurso ambiental a quién tenemos que tomar en consideración: a los propietarios, a los ciudadanos que viven en la zona, a todas las personas cuyo bienestar se ve afectado. Acto seguido, una vez definido a quien tomamos en consideración surge la duda de si les otorgamos a todas la misma relevancia. O yendo todavía más lejos, por qué solo tenemos en consideración a los seres humanos y no se tienen en consideración al resto de seres vivos del planeta (ya que un ecosistema también tiene valor para los animales).

Esta cuestión implica una determinada concepción moral con respecto a las relaciones que establecen los seres humanos con el resto de la biosfera.

Además, la definición de valor genera dudas sobre aspectos distributivos entre los humanos, es decir, genera dudas sobre la Equidad. En el proceso de valoración hemos de considerar tanto la equidad intrageneracional como la equidad intergeneracional.

La equidad intrageneracional conlleva la igualdad entre personas de la misma generación pero que habitan en distintos lugares del planeta. Nos hemos de plantear quién ha de ser tenido en cuenta a la hora de decidir sobre la gestión de los componentes de la biosfera. De ahí surgen dudas sobre si estos han de ser considerados como patrimonio local, nacional o como pertenecientes a toda la humanidad.

Por ejemplo: ¿para quién tiene valor un bosque tropical? ¿Para el propietario del bosque, para los ciudadanos del país donde se encuentra el bosque, o para todos los habitantes del planeta? Más concretamente, ¿cuánto vale la Amazonia? ¿El valor que le otorgan los habitantes de la Amazonia, el valor que genera este bos-

que para Brasil, o el valor que supone para todos los seres humanos el mantenimiento de su biodiversidad?

A la hora de definir el valor de un recurso natural no están claras estas cuestiones.

Por otro lado la equidad intergeneracional supone la igualdad de oportunidades entre diferentes generaciones: las actuales y las futuras. Y es que los miembros de las generaciones futuras tienen exactamente los mismos derechos sobre la biosfera que los de la generación presente. Ligado a esta idea se haya el concepto de Desarrollo Sostenible.

Por ejemplo: ¿las generaciones actuales tenemos la tierra en propiedad o en usufructo? Es decir, ¿La tierra nos pertenece o la tenemos que dejar en las mismas condiciones para las generaciones venideras? Esto implica el hecho de considerar o no el valor que supondrá la tierra para las generaciones futuras.

En conclusión, el valor de un bien ambiental va a estar muy relacionado con la concepción moral respecto a quien es el sujeto moral (Azqueta 2002) y la importancia que se otorgue a la equidad. Por ello, es muy posible encontrar, en una valoración, que el valor del activo varíe sensiblemente en función de la concepción moral del individuo que del valor.



2. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO VALOR

Desde el inicio de la sociedad han existido diferencias filosóficas entre valor y precio.

Ya Aristóteles planteaba el valor que tienen las cosas para las personas frente al valor de intercambio (el cual representa el precio).

Dentro de la evolución del concepto Valor, en el siglo XIX los empiristas británicos y marxistas determinan que el valor de un bien o servicio depende de su coste de producción. En el caso de los marxistas, este concepto está ligado a los costes de la mano de obra y en el caso de los empiristas británicos está ligado a los costes de capital.

No obstante, en ambas corrientes se diferencia entre valor y precio al establecer la existencia de valor de uso y de valor de cambio.

Algunos métodos de valoración se basan en esta idea del valor de producción, como es el método del coste de reposición. En este método se valoran las cosas en función de lo que cuesta producirlas. Pero esta visión de la valoración es obsoleta.

Actualmente se toma como valor de un bien o servicio, la satisfacción que esta le proporciona al consumidor. En el caso de bienes de mercado este concepto está fuertemente relacionado con el de utilidad marginal empleado en microeconomía.

¿Pero cuál es exactamente la diferencia?

Si definimos el valor como el coste de producción, el valor será un dato objetivo porque está ligado a la tecnología y al coste de los factores de producción.

Sin embargo, si consideramos el valor como la satisfacción del consumidor, el valor será una variable subjetiva.

Por ejemplo: ¿Cuánto vale una manzana?

En un caso diríamos que depende de la cantidad de insumos utilizados y del precio de estos. En este caso, el valor de la manzana estaría relacionado con la función de costes y nos indicaría el valor de los recursos que las empresas dedican a la obtención de la manzana. Por lo tanto el valor de la manzana variaría según el productor considerado, pues no todos (incluso siendo eficientes) utilizan la misma función de producción al variar para ellos los precios del capital, mano de obra y de los insumos.

Desde el otro punto de vista el valor de la manzana estará ligado a la satisfacción que al consumidor obtiene de su consumo.

En conclusión en ninguno de los dos casos tenemos un valor único, pues en un caso depende del sistema de producción utilizado y en el otro de la satisfacción obtenida en su consumo.

En teoría económica la satisfacción del consumidor esta ligada a la utilidad marginal y por lo tanto a la función de demanda. El economista Dupuit fue el primero que explicitó este concepto bajo una función de demanda. De una forma muy simple se dispone de una función de Demanda tal que la demanda de un bien es función del precio de este $D = F(p)$. Debajo de la función de demanda subyace el concepto de utilidad marginal (entendiendo ésta como el incremento de satisfacción que obtiene el consumidor debido al consumo de la última unidad), siendo la utilidad total la suma de todas las utilidades marginales, $U \text{ Total} = \sum_{i=1}^{\infty} U m g_i$.

Así, si el consumidor quiere maximizar su bienestar deberá igualar la satisfacción obtenida con el coste que ello le supone. Por lo tanto el precio que estoy, como consumidor, dispuesto a pagar por una mercancía depende de la utilidad marginal proporcionada por la última unidad. Es decir el precio de mercado refleja lo que estoy dispuesto a pagar por la última unidad consumida, y no por las anteriores.

Por lo tanto, el valor que obtengo por el consumo de un bien y el precio que pago por ellos son dos conceptos distintos, ya que el precio está ligado a la utilidad marginal y el valor está ligado a utilidad total. En este sentido nos podemos encontrar con la existencia de bienes que proporcionan una gran satisfacción pero que su precio es muy reducido. Esto es lo que a veces denominamos la paradoja del valor, lo que implica que valor y precio son dos conceptos distintos.

Por ejemplo en una sociedad sin problemas de restricciones de agua, el m³ de agua tendrá un precio muy bajo. Sin embargo, el valor del agua es muy elevado porque nos permite vivir. Si se redujera la cantidad de agua disponible y solo pudiéramos consumir 1 vaso de agua diario, ese vaso adquiriría un precio muy elevado.

En el primer caso la utilidad total proporcionada por el agua, y por lo tanto su valor, es elevado y su precio reducido, mientras que en el segundo caso el precio aumenta pero el valor disminuye.

Por último, decir que la inexistencia de precio no implica inexistencia de valor. Si la cantidad existente, es tal que puedo consumir toda la cantidad de él que desee (lo cual implica que la utilidad marginal proporcionada por ese bien es nula) el precio de mercado de ese bien será nulo.

En las valoraciones ambientales vamos a determinar siempre el valor de un activo ambiental, y no su precio. Este valor será una medida de la satisfacción que proporcionan los activos ambientales a la sociedad.

Capítulo 3. VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET)

1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se va a desarrollar el significado y composición del valor económico de un activo ambiental. Dicho valor es conocido como Valor Económico Total (VET).

2. CONCEPTO DE VALOR

En el sector de los bienes de mercado existen diversas definiciones de valoración y de los tipos de valor propuestas por diferentes autores (Alonso e Iruretagoyena (2002), Alcazar (2003), Aznar y Guijarro (2005), Ballestero (1991), Caballer (2011), Dosi (2001) Freeman (1993), González Nebreda et al (2006), Llano (2008), De Lama (2010), Pearce (1992), Prieto et Al. (1998).

Las Normas Internacionales de valoración 2007 definen la valoración como el “proceso de estimación de valor”

Entendiendo como valor:

“Representa el precio más probable que compradores y vendedores establecerán para un bien o servicio que está disponible para su compra. El valor establece un precio hipotético o teórico, que será el que con mayor probabilidad establecerán los compradores y vendedores para el bien o servicio. De modo que el valor no es un hecho, sino una estimación del precio más probable que se pagará por un bien o servicio disponible para su compra en un momento determinado”.

Tanto las definiciones de valor y valoración de los autores citados como la de las Normas Internacionales de Valoración hacen referencia a una actividad de mercado. Sin embargo, la finalidad de la valoración económica del medio ambiente no es obtener un precio de mercado sino un valor social, al valorar económicamente el medio ambiente no nos interesa su precio de mercado, ya que nadie lo va a comprar ni vender, sino el bienestar o beneficio que proporciona a dicho valor se la denomina Valor Económico Total (VET).

3. VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET)

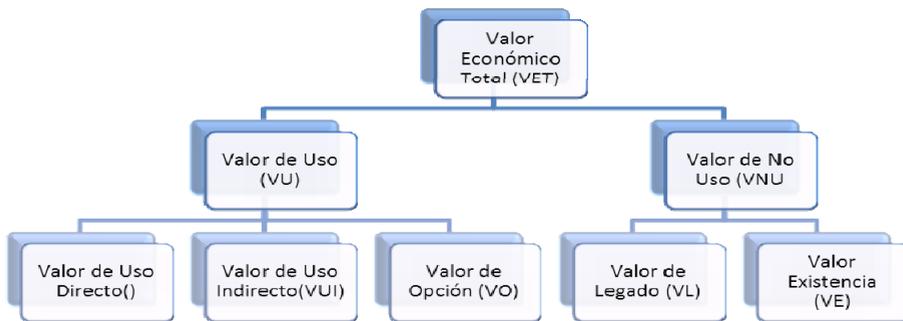
Como Valor Económico Total se conoce el conjunto de valores que contienen los activos ambientales por las distintas funciones y beneficios que producen para la sociedad.

Dentro de los valores que componen el VET nos encontramos con Valores de Uso y Valores de No Uso (Pearce and Warford, 1993; Barbier et al., 1997). Los valores de Uso a su vez comprenden el Valor de Uso Directo (VUD), el Valor de Uso



Indirecto (VUI) y el Valor de Opción/Cuasiopción. Los valores de no Uso a su vez comprenden el Valor de Existencia (VE) y el Valor de Legado.

Figura 1. El VET



El significado de cada uno de esos valores es el siguiente:

El **Valor de Uso Directo (VUD)** es el valor que tienen los bienes y servicios ambientales debido a la explotación de sus recursos, para la satisfacción de las necesidades humanas y que son valorados por el propio mercado (beneficio económico de la agricultura, ganadería, corte de madera, caza, pesca, actividades recreativas etc.). Algunos de estos bienes y servicios ambientales pueden ser considerados autoconsumo, y otros pueden ser negociados en el mercado. Sin embargo, en todos los casos, el valor de uso comercial generalmente será un proceso sencillo de obtener directamente del mercado.

Se trata por lo tanto, de funciones que realizan los activos ambientales y que sí son detectadas por el mercado (Tabla 1).

Por ejemplo, dentro de un activo ambiental como es un Parque Natural, puede haber una explotación agrícola y una explotación ganadera. Ambas actividades son funciones económicas detectadas por el mercado y comprenden el valor de uso directo de este activo ambiental.

Tabla 1. Valor de Uso Directo de los humedales. RAMSAR

La lista de productos de los humedales explotados por los seres humanos es muy larga. La explotación se lleva a cabo a todos los niveles: comercial, artesanal y de subsistencia.

El pescado consumido por 1.000 millones de personas representa su principal fuente de proteína. La mayor parte corresponde a especies marinas, dos tercios de las cuales dependen de humedales en alguna etapa de su ciclo biológico.

Los arrecifes de coral bien manejados son capaces de producir 15 toneladas de pescado y otros alimentos marinos por km² por año.

Los manglares de la Bahía Moreton (Australia), se valoraron en 4.850 dólares EE.UU. por hectárea en función de las capturas de pescado comerciable.

El arroz, una planta de humedal, es el principal alimento de 3.000 millones de personas; el sagú es la principal fuente de hidratos de carbono en algunos países de Asia.

En los EE.UU., las capturas de cangrejos, camarones y salmones se valoraron en 13 millones de dólares EE.UU. en 1991; estas especies dependen de humedales al menos durante una parte de su ciclo biológico.

El comercio internacional de pieles de cocodrilidos está valorado en 500 millones de dólares por año.

En Brasil, cada millón de hectáreas de la Reserva de Mamirauá brinda productos por un valor de 4,4 millones de dólares EE.UU. por año.

Por otro lado, los activos ambientales ejercen una serie de funciones económicas que no son detectadas por el mercado; son las funciones que determinan el **Valor de Uso Indirecto (VUI)**.

De esta forma, el VUI es el valor que tienen los bienes y servicios ambientales por sus usos no retribuidos, a veces difícilmente observables y cuantificables, que no son valorados directamente por el mercado pero que derivan de las funciones que desempeñan (Retención de nutrientes, Retención de suelo, Recarga de acuíferos, Control de crecidas/inundaciones, Apoyo a otros ecosistemas, Estabilización del clima, Fijación de CO₂, Disfrute en zonas recreativas, etc).

Este valor está constituido por una serie de funciones de gran interés y de gran trascendencia económica pero que el mercado no detecta (Tabla 2).

Tabla 2. Valor de Uso Indirecto de los humedales. RAMSAR

Las plantas y los suelos de los humedales desempeñan una función importante en la depuración del agua eliminando las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo y, en algunos casos, productos químicos tóxicos.

Los pantanos de cipreses de la Florida eliminan el 98% del nitrógeno y el 97% del fósforo que entra en los humedales con las aguas residuales antes de que éstas lleguen a las aguas subterráneas.

Muchos humedales contribuyen a recargar acuíferos subterráneos que almacenan el 97% de las aguas dulces no congeladas del mundo.

Las aguas subterráneas revisten una importancia crítica para miles de millones de personas como única fuente de agua potable.

Las aguas subterráneas son la única fuente de agua de muchos programas de regadío –el 17% de las tierras de cultivo son de regadío.

El valor de los humedales en la recarga de acuíferos con agua destinada al uso doméstico en el norte de Nigeria ha sido calculado en 4.8 millones de dólares EE.UU.

Los humedales costeros desempeñan una función crítica en muchas partes del mundo en la protección de la tierra contra las mareas de tormenta y otros fenómenos climáticos; reducen la fuerza del viento, las olas y las corrientes, y la vegetación costera contribuye a retener nutrientes.

En Malasia el valor de los manglares palustres intactos tan sólo como medio de protección contra tormentas y control de las inundaciones ha sido valorado en 300.000 dólares EE.UU. por kilómetro – el costo que supondría sustituirlos por muros de piedra.

Se ha calculado que el metro de vegetación destruida a orillas de ríos en el este de Inglaterra vale 425 dólares EE.UU. – el costo de mantener las obras de fortalecimiento de las riberas para prevenir la erosión.

El Valor de Opción/Cuasiopción (VO/O) encierra dos conceptos, por un lado es el valor que, para una persona, tiene el garantizar que en un futuro podrá disponer de dichos bienes o servicios ambientales, aunque en estos momentos no esté disfrutando de ellos y por otro lado es un valor generado por la incertidumbre del decisor al desconocer cuales son los posibles usos futuros (directos e indirectos) de los cuales podría beneficiarse y que con los conocimientos actuales son difíciles de establecer y prever ya que la tecnología y la ciencia actual no los detecta.

Por ejemplo, determinadas especies de fauna y flora que habitan en un activo ambiental pueden representar un valor en un futuro. En estos momentos se desco-

noce la importancia de estas especies para el sector de la medicina, por ejemplo, pero dentro de unos años pueden resultar fundamentales para la elaboración de un medicamento (Tabla 3).

Tabla 3. Valor de Opción CuasiOpción de los humedales. RAMSAR

La biodiversidad de los humedales es un importante reservorio de genes con un potencial económico apreciable para la industria farmacéutica y para plantas cultivadas con fines comerciales como el arroz.

En cuanto al **Valor de Existencia (VE)** es el valor que tiene un activo por el hecho de ser un recurso esencial para la conservación y desarrollo de diversas especies animales, microhábitats florísticos, sistemas naturales únicos, preservación de valores culturales, paisaje, etc.

Este es uno de los valores fundamentales de los activos ambientales ya que gracias a ellos existen una serie de especies tanto de flora como de fauna que sin la presencia de esos activos, no podrían subsistir (Tabla 4).

Tabla 4. Valor de Existencia de los humedales. RAMSAR

Más del 40% de las especies del mundo y el 12% de todas las especies animales se hallan en los humedales de agua dulce.

En algunos humedales hay poblaciones apreciables de especies endémicas – como el lago Tanganica donde hay 632 especies endémicas de animales y el río Amazonas que alberga unas 1.800 especies endémicas de peces.

Los arrecifes de coral rivalizan en diversidad biológica con los bosques tropicales húmedos; es posible que contengan el 25% de todas las especies marinas. Se estima que los arrecifes alojan a unas 4.000 especies de peces y a 800 especies de corales que forman arrecifes; es posible que el número de especies asociadas a los arrecifes se eleve a más de un millón.

Los cultivos comerciales, como el arroz, tienen un “ciclo de vida” de 10 a 15 años, al cabo del cual hace falta material genético nuevo para luchar contra los problemas de las plagas y enfermedades.

Las especies animales y vegetales de los humedales desempeñan una función en la industria farmacéutica –el 80% de la población del mundo depende de medicamentos tradicionales para satisfacer sus necesidades primarias de salud.

Por último se encuentra el **Valor de Legado (VL)**, también denominado Valor de Herencia o Valor de Futuro.

Representa el valor de legar los beneficios del activo a futuras generaciones. O lo que es lo mismo; es el valor que se le asigna a un activo por el hecho de que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlo y disfrutarlo y que por lo tanto, las futuras generaciones puedan disponer de esos activos de la misma forma que lo han hecho las generaciones anteriores y la generación actual.

Hay que señalar que hay algunos elementos del ecosistema pueden proporcionar más de un servicio. Así, un solo elemento puede encontrarse en más de un valor. Por ejemplo, la vida silvestre puede ubicarse como VUD por los ingresos que produzca la caza y al mismo tiempo considerarse como valor de existencia. Por esta razón, y otras consideraciones que veremos más adelante cuando se llegue a la metodología, es importante llegar a una descripción completa del activo a valorar y que todos los que intervengan en la valoración tengan un conocimiento exacto del mismo.

De todos los componentes del Valor Económico Total (VUD, VUI, VUP, VE, VL), el único que puede ser valorado directamente en términos monetarios es el Valor de Uso Directo (VUD) ya que es el único que detecta el mercado. Por eso, en la metodología multicriterio AMUVAM que propondremos, normalmente el VUD será considerado el valor “pívor”, a partir del cual se estimarán las valoraciones monetarias de los restantes componentes o valores del VET, ya que estos componentes del VET requieren de una valoración indirecta debido a la inexistencia de mercado para dichos valores, por lo cual no es posible su cuantificación monetaria directa.

Capítulo 4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DE LA VALORACIÓN AMBIENTAL



1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo vamos a ver las principales características que diferencian la valoración de activos ambientales de la valoración de otro tipo de activos.

Para ello vamos a analizar las siguientes cuestiones:

- Por qué el Valor Económico Total y el valor de mercado no coinciden
- Criterios morales
- Existencia de comparables

2. DIFERENCIAS ENTRE EL VALOR ECONÓMICO TOTAL Y EL VALOR DE MERCADO

En este apartado, además de estudiar por qué existen esas diferencias, vamos a determinar por qué esas diferencias hoy en día son importantes.

Por qué existen diferencias entre el VET y el valor de mercado

Las diferencias entre el VET y el valor de mercado son debidas a que el mercado sólo es capaz de valorar aquellos bienes que se transaccionan en él. Por lo tanto dado que el mercado sólo tiene en consideración los bienes y servicios incluidos en los Valores de Uso Directo que tienen mercado, es razonable la no coincidencia entre el valor de mercado de un activo ambiental y el VET que ese bien proporciona a la Sociedad. Por ello el mercado no es eficiente en la asignación de los recursos ambientales, al ser incapaz de valorar todos los costes y beneficios que generan estos bienes.

Los principales factores que justifican la ineficiencia del mercado son:

- La inexistencia o definición defectuosa de los Derechos de propiedad.
- Existencia de bienes públicos.
- Existencia de externalidades.

En el caso de los derechos de propiedad, la ineficiencia no viene generada porque el mercado sea incapaz de valorar adecuadamente los bienes, si no porque la inexistencia de derechos de propiedad, o su incorrecta definición, impiden su existencia. Para que exista un mercado es necesario que los derechos de propiedad estén definidos claramente. Es decir, para que sea posible la compra-venta primero se ha de establecer quién puede vender y quién puede comprar.

Al no estar definidos claramente los derechos de propiedad, aparecen problemas como la pesca excesiva en alta mar o la utilización de la biosfera como vertedero de CO₂. Una solución, desde un punto de vistas estrictamente económico, sería la definición de esos derechos. Esta situación es empezando a aplicarse en algunos países en el caso de los gases invernadero. En los países de la Unión Europea se están aplicando los permisos negociables, lo cual ha implicado en cierta medida se están estableciendo de forma indirecta los derechos de propiedad.

En conclusión, para que el mercado pueda actuar y asignar de forma eficiente los recursos escasos es necesario establecer los derechos de propiedad. De lo anterior no se deduce que haya que privatizar la naturaleza. Hay que diferenciar entre el establecimiento de los derechos de propiedad y la privatización de estos. Por ejemplo en España en el caso de las aguas se han establecido los derechos de propiedad y ello no ha implicado, en modo alguno, su privatización (Ley 29/1985).

Los factores que generan fallos y por tanto ineficiencia de mercado son la existencia de bienes públicos y la existencia de externalidades.

Los bienes públicos se caracterizan porque no son rivales en el consumo y ser inexcluíbles. La no rivalidad implica que si una persona lo utiliza no impide la utilización por parte de otra persona (ejemplo la contemplación de un paisaje) y la inexclusión implica que es imposible evitar su uso a ningún usuario (ejemplo sintonizar una cadena de radio). Por lo tanto no es posible discriminar a los usuarios mediante los precios. Y si no se puede cobrar, no existe incentivo para la producción de bienes públicos pues ¿qué empresa se va a plantear producir algo que no puede vender en el mercado?

Cierto es que hay algunos bienes públicos que son suministrados por el mercado, pero se trata de subproductos de una actividad económica y por tanto la producción de bienes públicos no es eficiente al no coincidir el coste marginal social de producción con el ingreso marginal social percibido. Por ejemplo, la principal actividad económica en algunos humedales es la producción de arroz, pero colateralmente como subproducto de esa actividad se mantiene la biodiversidad o el paisaje. Así el mantenimiento de la biodiversidad, que posee las características de bien público, es un subproducto de la actividad agraria. El agricultor busca maximizar su beneficio y dado que en éste sólo está influido por el valor del arroz, pues no percibe ingresos por el resto del VET, en su función de producción sólo tiene en consideración la producción de arroz y no consideran el resto de bienes y servicios que su actividad genera.

Las externalidades son otra fuente de fallos de mercado. Cuando existen externalidades, las funciones de oferta (es decir, las funciones de costes marginales) no incluyen todos los costes en que incurre la sociedad. Únicamente se incluyen los costes privados, olvidando los costes impuestos a la sociedad. En caso de tratarse

de una externalidad positiva, los beneficios considerados son tan solo los privados, sin incluir los beneficios sociales. Por tanto, si la función de oferta no recoge todos los costes, difícilmente el mercado va a ser eficiente. En el caso de los bienes ambientales la existencia de externalidades y en concreto las generadas por los bienes públicos (externalidades inagotables) son bastante habituales (mantenimiento biodiversidad, paisaje, erosión, contaminación: aire, acuíferos, etc...). En estos casos para que el mercado sea eficiente es necesaria la intervención del Estado. Por ello, en los casos que exista demanda, la intervención gubernamental esta justificada desde el punto de vista de la eficiencia.

Desde un punto de vista teórico, las diferencias entre el VET y el valor de mercado vienen dadas, porque no existe mercado para algunos bienes o porque este es incapaz de igualar el coste marginal con el ingreso marginal.

Por qué las diferencias entre el VET y el valor de mercado son ahora importantes

Las diferencias entre el VET y el valor de mercado siempre han existido, pero la importancia que la sociedad les ha otorgado se ha incrementado con el tiempo.

Ello ha sido debido, por una parte (como hemos visto en el capítulo 1) a la mayor sensibilidad ambiental existente en la Sociedad y por otra parte a que cada vez el impacto generado por las externalidades ha aumentado.

La importancia de los impactos ambientales se ha visto modificada por dos razones: el aumento de la capacidad técnica de transformación y la interrelación entre los valores del VET.

La capacidad tecnológica de la sociedad se ha visto incrementada de una forma extraordinaria con lo que actualmente somos capaces de realizar técnicamente transformaciones que hace unas décadas eran inimaginables. Actualmente somos de hacer grandes trasvases hidráulicos como son los casos de los trasvases de los ríos Amu Daria y el Sir Daria (que ha provocado la reducción del mar Aral en un 75%), presas como la presa de las Tres Gargantas situada en el curso del río Yangtsé en China, etc... O desligar la producción de los recursos existentes en la zona, como sería el caso de la concentración de granjas de cerdos en ciertas regiones, pues la alimentación se importa de otras zonas. También hemos sido capaces de incrementar la emisión de gases como el CO₂ capaces de alterar el clima de la tierra.

Esto ha provocado que la contaminación procedente de nuestros procesos industriales y de transformación supere la capacidad de asimilación del medioambiente (la capacidad que tiene el medioambiente de absorber parte de los contaminantes que emitimos los humanos).

Por tanto, están apareciendo daños y problemas ambientales que antes no existían, ya que antiguamente la capacidad técnica de transformación no superaba la capacidad de asimilación del medioambiente.

Este incremento de la capacidad técnica ha modificado la interrelación entre los valores del VET. Antiguamente, entre los Valores de Uso Directo y el resto de valores había poca relación, porque las actividades económicas para producir esos valores de uso no llegaban a impactar sobre el resto de valores, precisamente porque nuestra capacidad técnica de transformación era reducida. Así, podíamos modificar los Valores de Uso Directo sin modificar el resto de valores que componen el VET. Por ello, en términos de maximización era razonable preocuparse únicamente por el Valor de Uso Directo.

Sin embargo ahora las actividades productivas en Valores de Uso Directo están generando impactos muy importantes sobre el resto de valores del VET: el Valor de Uso Indirecto, el Valor de Uso Potencial, el Valor de Existencia y el Valor de Legado. Hoy en día, como consecuencia de nuestra elevada capacidad técnica de transformación es clave analizar las interrelaciones entre los valores del VET. Ello es debido a que en la actualidad puedo tener incrementos de utilidad por Valores de Uso Directo que generen decrementos de utilidad en el resto de valores del VET y en consecuencia el saldo neto de la sociedad sea negativo.

Resumiendo, la importancia que la sociedad otorga a las diferencias entre el VET y el valor de mercado se han incrementado como consecuencia de la evolución de la demanda ambiental y del aumento de la capacidad técnica de transformación que ha modificado la interrelación entre los valores del VET

3. CRITERIOS MORALES

En cuanto a los criterios morales, sabemos que el valor que los colectivos que conforman la sociedad otorgan a cada componente del VET es distinto.

De una forma sucinta existen tres grandes corrientes filosóficas:

- *Antropocentrismo*
- *Derechos de los seres vivos y Ética de la Tierra*
- *Antropocentrismo ampliado*

El Antropocentrismo establece que los seres humanos son los únicos que poseen un valor inmanente y el resto de organismos tienen valor en caso de que le proporcionen utilidad al ser humano.

Según las teorías Derechos de los seres vivos y Ética de la Tierra, se considera que los ecosistemas poseen un valor inmanente y por tanto todos los seres vivos han de ser tenidos en cuenta a la hora de valorar.

Finalmente, el Antropocentrismo ampliado establece que los seres humanos deben basar sus relaciones con el resto de seres vivos en el respeto, y eventualmente en la utilidad.

Esto indica que las personas cuando realizan los procesos de valoración pueden partir de códigos éticos distintos. En estos casos nos encontraríamos con que la importancia que para un determinado grupo de personas posee un determinada función o servicio que presta un bien ambiental, como por ejemplo el mantenimiento de la diversidad ambiental, puede ser muy importantes, pueden no serlo para otros grupos de personas. De ahí que puedan existir diferencias en la importancia que diferentes grupos de personas otorgan a cada uno de los componentes del VET, siendo todos ellos consistentes en su valoración. En estos casos es más interesante diferenciar los diferentes grupos (técnicas de clusterización) y presentar intervalos de valor, pues obtener valores medios, cuando existe una gran varianza aporta poca información.

4. EXISTENCIA DE COMPARABLES

Finalmente, la singularidad de los activos ambientales hace que no en todos los casos existan comparables.

Los comparables son bienes con características similares al bien objeto de valoración. De forma que conocido el valor de los bienes comparables, podemos establecer el valor de un bien determinado. Es el caso de la valoración inmobiliaria o la valoración de fincas rústicas.

Sin embargo, cuando estamos tratando de valorar un activo ambiental no suele existir un activo igual a él, o que se le asemeje lo suficiente.

Capítulo 5. MÉTODOS TRADICIONALES DE VALORACIÓN AMBIENTAL



1. INTRODUCCIÓN

El interés por encontrar el valor de un activo ambiental no es reciente, existen desde hace décadas, una serie de métodos propuestos por distintos investigadores con el objetivo de poder determinar el valor de los activos ambientales y en ese sentido veremos mas adelante como ya en el año 1947 ante una petición del Servicio de Parques Naturales de los Estados Unidos, Harold Hotelling contesta con una propuesta que es la base del método del coste de viaje y que se considera como la primera metodología propuesta para valorar algunas de las funciones de un activo ambiental.

La valoración de activos ambientales se encuentra con el importante problema de que no existe un mercado de dichos activos, para obviar este importante punto dentro de la metodología propuesta existen dos líneas una es la de construir un mercado artificial y el método más representativo de este enfoque es el de Valoración Contingente y la otra línea es un enfoque de tipo indirecto mediante la cual se analiza el efecto que tiene el activo sobre el mercado real y como métodos mas representativos de este último enfoque tenemos el método de los costes evitados o inducidos, el método del valor hedónico y el método del coste del viaje. Veamos primero los métodos del enfoque indirecto y dejamos para el final el método de Valoración Contingente.

2. MÉTODO DE LOS COSTES EVITADOS O INDUCIDOS



El Método de los costes evitados o inducidos puede aplicarse para valorar activos ambientales que están relacionados con activos de mercado. Esta relación puede darse de dos maneras:

- El bien ambiental influye en la función de producción de un determinado bien privado
- El bien ambiental interviene en la función de utilidad de las personas

CASO 1. Los bienes ambientales influyen en la función de producción de un bien privado

Existen muchas situaciones en que se da este tipo de acciones. Ejemplos de ello son;

- La calidad del agua forma parte de la productividad de la tierra.
- La producción de cemento, en su emisión de polvo, limita y determina el desarrollo vegetativo de las plantas

- La producción de aluminio, por su emisión de flúor, puede intervenir en el descenso del rendimiento ganadero

¿Cómo se puede aprovechar esta relación para calcular el valor de esos bienes o activos ambientales?

De las siguientes maneras:

- calculando el incremento de beneficios que produce la intervención de dicho activo
- calculando los beneficios que aparecen al reducir el daño ambiental
- calculando el coste de sustitución de las funciones perdidas.

A continuación veremos una serie de ejemplos sobre el cálculo del valor de bienes ambientales que forman parte de la función de producción de un bien privado.

Ejemplo 1.

Trabajo sobre el Humedal de Martebo, en la isla de Gotland (Suecia). *Fuente: Gren, I., Folke, C., Turner, K. and Bateman, I.. Primary and secondary values of wetland ecosystems, Environmental and Resource Economics 4: 55-74.*

Este es un humedal sometido a un drenaje exhaustivo. ¿Cómo se determina el valor del humedal?

Estudiando los servicios perdidos y el coste de su sustitución. Así, en este trabajo se analizan una serie de servicios que han desaparecido por ese drenaje abusivo y que ha provocado la degradación del humedal. Para suplir los servicios perdidos, ha habido que poner en marcha una serie de tecnologías de sustitución.

Se indica todo ello en la tabla 1.

Tabla 1. Servicios perdidos y Tecnologías de sustitución en el humedal de Martebo

Servicios perdidos	Tecnologías de sustitución
Reducción y desaparición de la capa de turba. Degradación de suelos	Fertilizantes artificiales
Desaparición de las fuentes de agua	Transporte de agua
Pozos secos	Canalización de agua desde fuentes lejanas
Intrusión de agua salada, contaminación por nitratos y pesticidas	Controles de calidad del agua Planta de depuración de aguas
Pérdida de fuente de alimentos	Producción agrícola Importación de alimentos
Pérdidas de pesca comercial y deportiva	Suelta de truchas y salmón criados en piscifactoría
Diversidad de especies Almacén de materiales genéticos Observación de aves, pesca deportiva, navegación y otros valores recreativos. Valores estéticos y espirituales	Se pierden

Las tecnologías que se han tenido que implantar para sustituir los servicios del humedal perdidos son:

- Para paliar la degradación de suelos se ha tenido que hacer uso de fertilizantes artificiales.
- Se ha hecho un transporte de agua y canalizaciones desde lugares alejados para suplir los servicios de fuentes de agua y pozos que había anteriormente.
- Para hacer frente a la contaminación, se han tenido que hacer controles de calidad del agua y una planta de depuración de aguas.
- La pérdida de alimentos se ha tenido que suplir mediante producción agrícola e importación de alimentos.
- La pérdida de pesca comercial y deportiva se ha tenido que suplir con suelta de truchas y salmón criados en piscifactoría.
- Los últimos servicios (diversidad especies, almacén de materiales genéticos etc.) por desgracia se han perdido definitivamente

Podemos calcular el valor de los servicios que se han perdido y por lo tanto de parte del humedal, a través del coste que hemos tenido que incurrir con las tecnologías de sustitución.

En este trabajo se ha determinado que el coste anual de sustitución de las funciones del humedal se encuentra entre 350.000 y 1.000.000 de dólares al año (del año 1994). Todo ello sin tener en cuenta el consumo de energía de las tecnologías de sustitución, que venía a ser equivalente a la capacidad de las plantas que existían en el humedal para fijar la energía solar.

Ejemplo 2.

Estudio sobre la rentabilidad de las explotaciones de producción de peces y mariscos en Taiwan. Sophia Wu Huang. *Economic Development and Cultural Change* Vol. 42, No. 1 (Oct., 1993), pp. 43-65

Estas explotaciones de peces y mariscos hacen una utilización masiva de agua procedente de acuíferos a coste cero. Esa utilización masiva produce una serie de depresiones o hundimientos del terreno, la intrusión de agua marina y una pérdida de calidad del agua.

Para poder solucionar todos estos problemas que provoca la utilización masiva de agua a coste cero, habría que situar el precio del agua entre 0.063 y 2.31 dólares/m³ (del año 1998).

Cuando esto sucede, estas explotaciones que en principio parecían muy rentables pasan a tener un Valor Actual Neto (VAN) medio negativo: - 70 dólares/ha. Y una rentabilidad económica negativa en el 50% de las explotaciones.

Ejemplo 3.

Valoración de los beneficios de un programa de estabilización y recuperación de terrenos agrícolas.

Kim S. y A Dixon. 1986. Economic valuation of Environmental Quality. Aspects of Upland Agricultural Projects in Korea. En: *Economic Valuation Techniques for the Environment. A Case Study Workbook*, ed. J.A. Dixon y M.M Hufschmidt. Baltimore. Johns Hopkins University Press

Los beneficios de dicho programa se cuantifican calculando los costes en que se incurriría reponiendo el terreno (recogida, transporte y distribución de tierra arrasada), los nutrientes perdidos y sumando la caída de productividad de la tierra.

Ejemplo 4.

Valoración del ecosistema de los bosques andino-patagónicos en Río Negro, Argentina.

Sejenovich, H. C. Acurso, O. Corvalan, I. Gómez, J.Herrera, E. Luecesole, M. Makok y C.Suárez “*Las cuentas del patrimonio natural de un ecosistema andino-patagónico de la provincia del Río Negro, Argentina*”. Inventarios y cuentas del patrimonio natural en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1991.

El valor del ecosistema es equivalente a los costes en que se habría que incurrir para sustituir las funciones ambientales que realiza dicho ecosistema.

Todos estos serían ejemplos del primer caso, cuando los bienes ambientales intervienen en funciones económicas.

CASO 2. Los bienes ambientales forman parte de la función de utilidad de las personas.

Cuando los bienes ambientales forman parte de la función de utilidad de las personas, la valoración es muy compleja ya que en la mayoría de las ocasiones los costes y beneficios son difíciles de cuantificar. Ejemplos sobre este tipo de trabajos:

- Campaña de fluoración del agua
- Impacto de la calidad del aire sobre la salud

Gerkin, S. y Stanley, L.R. *An Economic Analysis of Air Pollution and Health: The Case of St. Louis*. The Review of Economic and Statistics. LXVIII (1). Páginas 115-121. 1986.

Shechter, M. *A Comparative Study of Environmental Amenity Valuations*. Environmental and Resources Economics nº 1. Páginas 129-155. 1991.

- Beneficios de eliminar los mosquitos de la zona del Golfo de Texas (John et al. (1992)).

John, K.H.; Walsh, R.G. y Moore, C.G. *Comparison of alternative nonmarket valuation methods for an economic assessment of a public program*. Ecological Economics nº 5. Páginas 179 - 196. 1992.

3. MÉTODO DEL COSTE DEL VIAJE

El método de valoración del coste del viaje es la técnica más antigua de todas aquellas que tratan de obtener el valor de los bienes que carecen de mercado.



El origen de esta técnica se encuentra en una petición que hizo el Servicio de Parques Naturales de los Estados Unidos a diez economistas, sugiriéndoles que idearan un modelo de valoración para aquellos bienes que no están en el mercado. A esta pregunta contestaron distintos economistas y entre ellos Harold Hotelling, quien respondió a esta petición en 1947 con una carta en la que se encontraba la “esencia” de lo que posteriormente vendría a llamarse el método del coste de viaje.

Este método se aplica fundamentalmente a la valoración económica de las funciones recreativas de los espacios o áreas naturales. El valor final de las funciones recreativas se deduce de la suma de todos los costes en que se incurre para ir a visitar esos lugares. Dentro de los costes se considera.

- El precio de la entrada si la hay
- El coste monetario del viaje (transporte, estancia, comidas etc.)
- Los costes de oportunidad del tiempo dedicado a viajar y el de la estancia o sea el dinero que se ha dejado de percibir por dedicar el tiempo a conocer el activo correspondiente,

Cómo es lógico, diferentes individuos se enfrentan a diferentes costes del viaje. La respuesta de estos individuos a los distintos costes nos permite plantear la curva de demanda, cuya superficie nos indica el valor buscado.

Ejemplo

En el año 1991, en un estudio realizado por Merlo (citado en el libro de Carlos Romero; *Economía de los recursos ambientales y naturales* publicado por Alianza editorial) se planteó, mediante una serie de encuestas, la influencia que tenía el coste total de visita a un parque natural con respecto al número de personas que acudían a él.

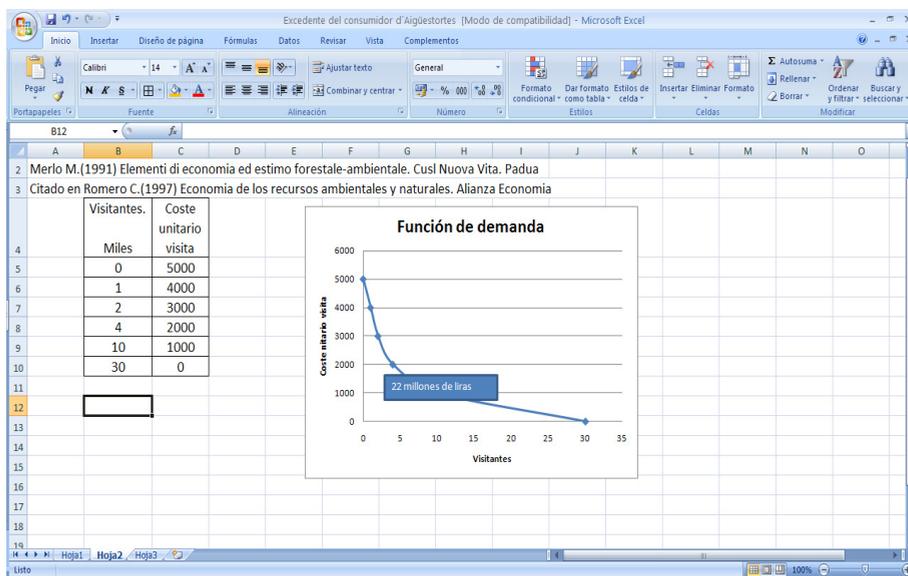
Se llegaron a las siguientes conclusiones:

Para un coste unitario de la visita de 5.000 liras, el número de visitantes era nulo. Para un coste de 4.000 liras, el parque lo visitaban 1.000 personas. Para un coste de 3.000 liras, acudían 2.000 visitantes. Y así sucesivamente, hasta que el coste unitario del viaje era de 0 liras, para el cual existían 30.000 visitantes.

Con esta información se construyó la curva de demanda (Pantalla 1). El área que comprende la curva de demanda nos da el valor recreativo de ese parque.

En el presente estudio el valor recreativo del parque fue de 22.000.000 de liras.

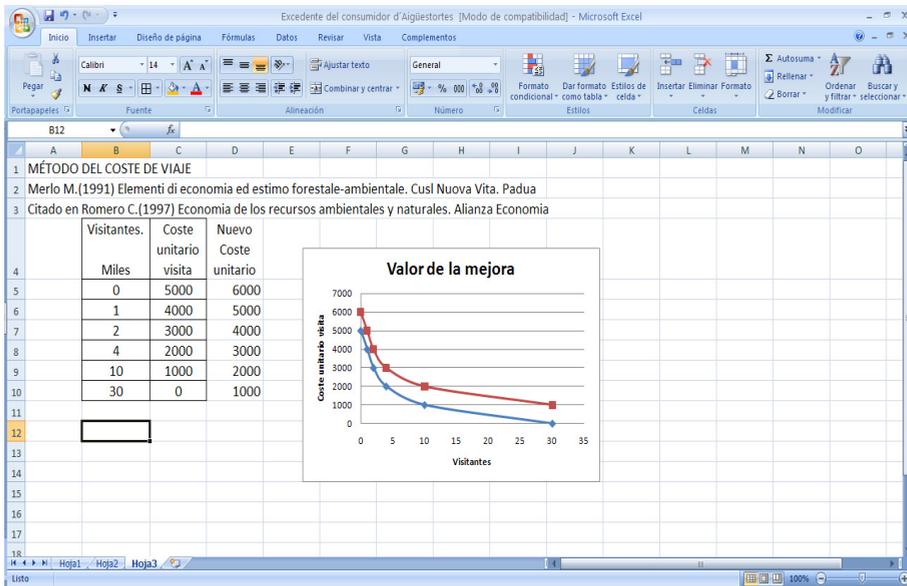
Pantalla 1. Curva de demanda de servicios recreativos



Este método también nos puede servir para calcular cuánto vale una mejora en un espacio natural.

Para ello y siguiendo con el mismo ejemplo, si ante una determinada mejora los visitantes están dispuestos a seguir acudiendo al parque a pesar de que el coste unitario se haya incrementado (en este caso el coste unitario pasaría de 5.000 a 6.000 liras, de 4.000 a 5.000 liras etc.) la nueva curva de demanda comprendería una mayor área. La diferencia entre el área de la curva de demanda primitiva y el área de la nueva curva de demanda nos indica el valor de la mejora ambiental que hemos producido (Pantalla 2).

Pantalla 2. Valor de una mejora



Otros trabajos interesantes sobre la aplicación del método del coste del viaje son:

- Bergstron, J.C., Stoll, J.R., Titre, J.P. y Wright, V.L. (1990) Economic value of wetlands-based recreation. *Ecological Economics*, 2: 129-147. Valoración de marismas por su función recreativa.
- Hellerstein, D. *Intertemporal Data and Travel Cost Analysis*. *Environmental and Resource Economics* nº 3. Páginas 193-207. 1993. Valoración de una zona de *rafting* en Minnesota.
- Ward, F.A. Efficiently Managing Spatially Competing Water Uses: New Evidence from a Regional Recreation Demand Model. *Journal of Regional Science* nº 29 (2). Páginas 229-246. 1989. Compara el valor del agua para las labores agrícolas, y como elemento recreativo, en zonas particularmente áridas (el estuario del río Pecos en Nuevo México).
- Garrido, A. Múgica, M. De Lucio J.V. y Gómez-Limón L (1996) Estudio del uso y valoración del Parque regional de la Cuenca Alta del Manzanares (Madrid) mediante el método del coste del viaje. [Gestión de espacios naturales : la demanda de servicios recreativos](#) / coord. por [Diego Azqueta Oyarzun](#), 1996, ISBN 84-481-0651-2 , págs. 105-124.

- Loureiro y Albiac (1994). “Valoración Económica de bienes medioambientales: aplicación del método del coste de viaje al Parque Natural de la Dehesa del Moncayo”, Documento de trabajo 94/7, Servicio de Investigación Agraria DGA, Zaragoza

4. MÉTODO DEL VALOR HEDÓNICO

El método del valor hedónico consiste en medir de qué forma el valor de determinados bienes de mercado son función del nivel que alcanza una determinada variable ó activo hedónico.

Es decir, consiste en determinar el valor de un activo o un recurso ambiental mediante el estudio de cómo este hace variar el valor de los bienes de mercado.

Por ejemplo:

- El ruido influye en el precio de las viviendas
- El agua influye en el precio de la tierra

A continuación vamos a analizar algunos casos de aplicación del método del valor hedónico.

Una de las primeras aplicaciones de este método nos la proporciona Bazzani, que en 1993 estudió la influencia del ruido en el valor de las viviendas (Bazzani, G. Grillenzoni, M. Malagoli, C. y ragazzoni, A. Valutazione delle Risurse Ambientali. Edagricole, Bolonia 1993.

Para ello utilizó 25 viviendas de las que se conocía su precio, superficie, edad, superficie de garaje, superficie de jardín y nivel de ruidos. Tabla 2:



Tabla 2. Información de viviendas

Vivienda	Precio. 000 Liras	Superficie. m2	Edad. Años	Garaje. m2	Jardín. m2	Ruido. Decibelios
1	112000	36	14	0	45	55
2	142000	40	9	13	0	50
3	116000	41	11	0	30	50
4	114000	41	13	0	0	30
5	112000	48	14	0	60	95
6	152000	48	10	23	0	75
7	112000	49	10	0	0	90
8	90000	50	25	0	0	85
9	122000	50	13	0	0	45
10	132000	53	14	0	0	35
11	155000	53	24	22	40	75
12	120000	53	12	0	0	35
13	184000	59	13	15	50	75
14	107000	60	20	0	0	70
15	148000	63	11	0	0	55
16	164000	64	12	0	40	40
17	165000	67	24	13	50	75
18	144000	68	22	13	0	80
19	185000	68	11	0	30	40
20	198000	74	21	18	35	35
21	196000	76	10	19	30	100
22	145000	81	24	0	30	40
23	183000	87	20	15	0	30
24	171000	87	24	15	0	85
25	200000	88	25	20	0	45

A partir de esta información se obtuvo la siguiente regresión:

$$P = -371.636 + 88.959 \ln S + 23.260 \ln(30-E) + 2.126 G + 402 J + 18.782 \ln(120-Z)$$

Como se observa en la función anterior, el precio está en función del logaritmo neperiano de todas las variables citadas anteriormente (superficie, edad, garaje, jardín y nivel de ruido), y, de ella se deduce que a mayor nivel de ruido (Z) el precio es menor.

Se puede deducir, por lo tanto, que el incremento de ruido influye en el precio de las viviendas y calcular en qué cantidad.

Otro caso de aplicación del método del valor hedónico lo constituye el estudio “Valoración del agua de riego por el método de precios quasi-hedónicos: aplicación al Guadalquivir.” *Julio Berbel y Pascual Mesa. Economía Agraria y Recursos Naturales. ISSN: 1578-0732. Vol. 7, 14. (2007). pp. 127-144.*

En este estudio se determina el valor del agua de riego a través de la diferencia de precios de la tierra. El agua se considera como una variable explicativa del precio diferencial de la tierra.

En la tabla 3 se observan las diferencias de precio entre las tierras de secano y de regadío para las distintas provincias y tipos de tierra (tierra de labor, olivar de almazara, olivar de mesa).

Tabla 3. Diferencias de precio secano-regadío. J. Berbel y P.Mesa (2007)

Diferenciales de precios regadío/secano 2004 hallados a nivel provincial por aprovechamiento

Provincia	Tierra de labor			Olivar almazara			Olivar de mesa		
	Diferencial (€)			Diferencial (€)			Diferencial (€)		
	P. mín	P. más frec.	P. Máx	P. mín	P. más frec.	P. máx.	P. mín.	P. más frec.	P. máx
CÁDIZ	15.817	16.203	16.331						
CÓRDOBA	7.658	12.488	16.038						
GRANADA	30.786	35.333	41.554	1.854	3.235	4.987			
JAÉN	6.711	9.843	11.998	10.933	14.298	18.566			
MÁLAGA	18.184	22.045	25.550						
SEVILLA	9.852	11.393	13.163	9.937	10.055	11.793	7.099	7.427	9.333

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (2007).

Al mismo tiempo se contaba con datos sobre las dotaciones de m³/ha para las tierras de regadío en cada una de las provincias Tabla 4.

Tabla 4. Dotaciones de agua de riego por comarcas. J. Berbel y P.Mesa (2007)

Asignación de dotaciones promedio de agua de riego por comarcas			
Provincia	Comarca	Área de riego (Inventario 2004)	Dotación (m ³ /ha)
CÁDIZ	Campaña de Cádiz	Campaña Jerez	3.293,80
CÓRDOBA	Campaña Baja	Campaña Baja	3.455,40
GRANADA	Guadix	Comarca de Guadix	4.390,00
	Iznalloz	Comarca Iznalloz	2.346,60
	Alhama	Comarca de Alhama	3.205,00
JAÉN	Sierra de Segura	Segura	3.465,20
	Campaña del Sur	Campaña Sur	2.334,10
	Sierra de Cazorla	Cazorla	2.428,30
	Sierra Sur	Sierra Sur	2.696,00
SEVILLA	La Sierra Norte	Sierra Norte	2.824,90
	El Aljarafe	Aljarafe	2.451,60
	Las Marismas	Norte de la Comarca de Las Marismas	4.739,30
	La Campiña	Campiña Utrera-Lebrija	3.081,60
	La Sierra Sur	Sierra Sur	3.146,60
	De Estepa	Comarca de Estepa	1.963,10

Fuente: Inventario y Caracterización de Regadíos de Andalucía. Actualización 2004.

A partir de toda esta información y partiendo de la hipótesis de que el diferencial de precios se debe exclusivamente al agua, se llega a determinar el precio del metro cúbico de agua. Como media el precio o valor mínimo del metro cúbico de agua es de 2,86 €, el valor máximo es de 4,20 € y el valor más frecuente de 3,46 €. Tabla 5.

Tabla 5. Valor del m³ del agua. J. Berbel y P.Mesa (2007)

Valor estimado de capitalización de agua de riego por aprovechamientos y promedio para la cuenca (€/m³)

Aprovechamiento	Valor mínimo	Valor más frec.	Valor máximo
Tierra de labor	2,65	3,51	4,14
Olivar almazara	3,15	3,46	4,31
Olivar mesa	2,48	2,55	3,15
Viñedo	2,42	3,31	4,99
Promedio Cuenca	2,86	3,46	4,20

Fuente: Elaboración propia.

5. MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE



Como ya se dijo en la Introducción, ante la inexistencia de un mercado de los activos ambientales, los métodos vistos anteriormente (costes evitados o inducidos, coste del viaje y valor hedónico) se basan en analizar el efecto que tiene el activo sobre el mercado real, a continuación vamos a ver el método de Valoración Contingente que para suplir esa inexistencia de mercado construye un mercado artificial.

Y para ello el Método de Valoración Contingente (MVC) valora los beneficios derivados de una mejora ambiental mediante la cantidad monetaria que los beneficiarios potenciales de dicha mejora estarían dispuestos a pagar por la misma. También, valora los costes derivados de un daño ambiental mediante la cantidad monetaria que los perjudicados potenciales aceptarían como compensación por dicho daño.

El MVC fue propuesto por Ciriacy-Wantrup en el año 1947, cuando en un estudio sobre la valoración económica de la prevención de la erosión planteó que una de las maneras de llegar a la valoración económica de este hecho sería preguntar a las personas directamente cuánto estarían dispuestos a pagar por ello. Sin embargo, este autor planteó la metodología pero no llegó a aplicarla en su trabajo.

La primera aplicación práctica del MVC la hizo Robert K. Davis en el año 1963 para determinar el valor económico de las posibilidades recreativas de los bosques de Maine.

Davis simuló un mercado mediante la técnica de situar al entrevistador en el "Puesto de un vendedor que extrae la licitación posible más alta de los usuarios, de los servicios que ofrece".

En el desarrollo de este método ha habido una serie de hitos importantes, que han sido básicos en su implantación, en esa línea está la Orden 1129 del gobierno de Reagan en 1981. Dicha Orden fijaba que todas las normas federales sobre política ambiental debían de considerar tanto los costos como los beneficios, y que solo se llevarían a la práctica aquellas cuyo valor actual fuera positivo. La mayoría de los Organismos de Protección Ambiental adoptaron el MVC para monetizar los beneficios sociales por ser un método de gran flexibilidad y generalidad.

Otro hito importante que tuvo gran trascendencia para el desarrollo de este método fue el suceso del Exxon Valdez cuando en 1989 este buque petrolero encalló en el golfo de Alaska provocando un derrame de petróleo. Este derrame fue el más grande de los ocurridos en EE.UU, más de 1.300 kilómetro de litoral fue afectado y casi 23.000 aves murieron debido a la contaminación por petróleo. Después del derrame, el Estado de Alaska encargó varios estudios para identificar el daño físico que se había ocasionado a los recursos naturales. Este estudio fue

coordinado por Richard Carson y constituye una de las aplicaciones más importantes del MVC así como de valoración ambiental. Mediante el MVC se llegó a determinar que el daño causado por el derrame de petróleo del Exxon Valdez era de 2,8 mil millones dólares. Este importante estudio puede verse en Carson, R. T., R. C. Mitchell, W. M. Hanemann, R. J. Kopp, S. Presser and P. A. Ruud (1992) "A Contingent Valuation Study of Lost Passive Use Values Resulting from the Exxon Valdez Oil Spill", Report prepared for the Attorney General of the State of Alaska, Washington

En 1993, el *National Oceanic and Atmospheric Administration* planteó a un panel de expertos presidido por los premios Nobel Kenneth Arrow y Robert Solow, si el método valoración contingente era capaz de proporcionar valores suficientemente seguros en las valoraciones de daños de recursos naturales. El panel de expertos llegó a la conclusión de que "los estudios de MVC bien dirigidos pueden llegar a cálculos de valores suficientemente seguros.....". Pero apuntaron una serie de recomendaciones para su utilización (NOAA, 1993).

- Debe utilizarse el formato de elección dicotómico (preguntar si se está dispuesto o no a pagar o percibir una determinada cantidad)
- Se debe conseguir una tasa de respuesta superior al 70% de los entrevistados
- Las entrevistas deben ser personales
- Preferentemente se debe preguntar la disposición a pagar
- Se debe hacer un análisis de sensibilidad
- Los resultados deben contrastarse con otras experiencias

Los sucesos anteriores han sido muy importantes en el desarrollo y consolidación de la metodología de valoración contingente.

La base de MVC consiste, como se ha dicho, en averiguar la Disposición a pagar o a percibir por una mejora ambiental o por sufrir un deterioro ambiental respectivamente. Para determinar dicha disposición se entrevista a una serie de ciudadanos expuestos al hecho consultado mediante un cuestionario que debe de contener:

- Información exhaustiva sobre el bien o tema a tratar
- Información sobre la modificación (mejora ó daño) objeto de estudio
- Escalas de precios con disposición a pagar ó a recibir
- Características socioeconómicas del entrevistado

Un planteamiento básico y general de la aplicación del MVC sería la valoración de una mejora ambiental. Para ello, definida y comprendida bien la mejora de la que se trata, se indica al entrevistado una cantidad de dinero para ver si estaría

dispuesto a pagar esa cantidad por la mejora ambiental. Pueden suceder dos cosas:

- a) Que acepte. En este caso, el entrevistador va incrementando la cantidad inicial hasta obtener una respuesta negativa por parte del entrevistado. Esta respuesta negativa nos indica la estimación por exceso del valor de la mejora. La anterior respuesta (que era positiva) es la estimación por defecto.
- b) Que no acepte. El procedimiento es al revés; se va disminuyendo hasta obtener una respuesta positiva que será el valor por defecto, y la anterior negativa lo será por exceso.

Existen muchos factores que pueden afectar a los resultados que se obtienen mediante este método.

En primer lugar, los entrevistados deben conocer el activo a valorar suficientemente, es decir, deben ser conocedores de aquello que se les está explicando.

El parámetro tiempo también es muy importante porque puede ser determinante para los resultados que se derivan de esta metodología. El factor tiempo puede influir en varios sentidos, por un lado, conforme va transcurriendo el tiempo desde que se produce aquello que estamos valorando disminuye la capacidad de percepción del entrevistado.

Además, también existe variabilidad si se pide una contestación en el momento en que se está siendo entrevistado, o si se pospone para que el entrevistado lo considere tranquilamente y conteste más tarde por escrito.

Otro aspecto importante es la consistencia en el tiempo de las contestaciones. Normalmente cuando se entrevista a la misma persona en momentos de tiempos distintos, las respuestas pueden ser también distintas.

Por otra parte, existe un gran porcentaje de respuestas negativas que se consideran como *respuestas protesta*. Esto se debe a que hay muchos entrevistados que consideran inadecuada la valoración de activos ambientales y se niegan a contestar este tipo de encuestas.

Por último, se pueden producir sesgos importantes en función de la cantidad a pagar o percibir de partida, de la forma de pago por la mejora (directa, a través de los impuestos etc.), de la información que se tenga, del entrevistador que realiza la encuesta, del orden en que se plantean las preguntas etc.

Las estimaciones obtenidas con la valoración contingente pueden variar enormemente., según que las preguntas se orienten hacia la medición de una disposición a pagar o una disposición a percibir.

El Método de Valoración Contingente ha sido utilizado en innumerables aplicaciones, de entre las que destacamos:

- Schulze, W.; Brookshire, D.; Walther, E.; Macfarland, K.; Thayer, M.; Witworth, R.; Ben-David, S.; Malm, W. ; Molenaar, J., The Economic Benefits of Preserving Visibility in the National Parklands of the Southwest. *Natural Resources Journal*, vol 23,1983, 149-173. Beneficios anuales de preservar la visibilidad en el Gran Cañón del Colorado = 3.500 millones \$.
- Riera, P., (1995) Beneficio social del pasillo verde ferroviario de Madrid. Editorial Noesis, Madrid.
- Nunes, P.A.L.D. and J.C.J.M. van den Bergh (2004) “Can People Value Protection against Invasive Marine Species? Evidence from a Joint TC–CV Survey in the Netherlands “, *Environment and Resource Economics*, 28, pp. 517-532.
- Loureiro, M. L., J.B. Loomis and M.X. Vázquez (2007) “Estimating the Non-Market Environmental Damages caused by the Prestige Oil Spill”, IDEGA-Universidade de Santiago de Compostela, working paper.
- Nunes, P.A.L.D. and P. Nijkamp (2007) “Contingent Valuation Method” in M. Deakin, G. Mitchell, P. Nijkamp and R. Vreeker (Eds.), *Sustainable Urban Development (Volume 2): The Environmental Assessment Methods*, Chapter 8, Routledge, UK.

6. CONCLUSIONES SOBRE LOS MÉTODOS TRADICIONALES

Como hemos visto existen varios métodos para la valoración de activos y recursos naturales y la mayoría de ellos han sido utilizados en numerosos trabajos.

Si nuestro objetivo es determinar el valor del VET y además conocer por separado el valor de cada uno de sus componentes en la mayoría de los ocasiones no se consigue y así lo ha evidenciado Alain Lambert en su trabajo “Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales”. Convención Ramsar, 2003. Donde expone los valores que determina cada uno de los métodos tradicionalmente utilizados, sus ventajas e inconvenientes (Tabla 6).

Tabla 6. Métodos tradicionales y valores que detecta. Lambert, A. (adaptado de: Barbier, E.B., M. Acreman y D. Bowler (1997), *Economic Valuation of Wetlands: A Guide for Policy Makers and Planners*, Convención de Ramsar sobre los Humedales; King D. y Mazzota (1999), sitio Web de Ecosystem Valuation (www.ecosystemvaluation.org); Stuip, M.A.M., Baker, C.J. y Oosterberg, W. (2002), *The Socioeconomics of Wetlands*, Wetlands International y Riza, Países Bajos),

MÉTODO	Aplicable a.....	Descripción e importancia	Inconvenientes y limitaciones
Método del precio de mercado	Valores de uso directo, especialmente productos provenientes de los humedales.	El valor se estima a partir del precio en los mercados comerciales (ley de la oferta y la demanda).	Las imperfecciones del mercado (subsídios, falta de transparencia) y las políticas distorsionan el precio de mercado.
Método del Costo del daño evitado, del costo de reemplazo o del costo del sustituto	Valores de uso indirecto: protección costera, erosión evitada, control de la contaminación, retención del agua, etc.	Se puede estimar el costo de la remoción del contaminante orgánico o de Cualquier otro contaminante a partir del costo de la construcción y el funcionamiento de una planta de Tratamiento de agua (costo del sustituto). El valor del control de las inundaciones se puede estimar a partir del daño que podría causar la inundación (costo del daño evitado).	Se presume que el costo del daño evitado o de los sustitutos es comparable al beneficio original. Pero muchas circunstancias externas pueden hacer cambiar el valor del beneficio original esperado y, en consecuencia, la aplicación de este método puede dar lugar a subestimaciones o sobreestimaciones. A las compañías de seguro les interesa mucho este método.
Método del costo del viaje	Recreación y turismo	Se estima el valor recreacional del sitio a partir de la suma de dinero que gasta la gente en llegar a ese lugar.	Este método sólo sirve para obtener estimaciones. Es muy fácil obtener una sobreestimación, porque es posible que el sitio en sí mismo no sea el único motivo por el cual se viaja a la zona. También es necesario contar con muchos datos cuantitativos.

Método de la estimación del precio hedónico	Algunos aspectos del valor de uso indirecto, del uso futuro y del no uso.	Se utiliza este método cuando los valores del humedal ejercen influencia en el precio de los bienes que se comercializan. El aire limpio, las grandes superficies de agua o los paisajes estéticos aumentan el precio de la vivienda o de la tierra	Este método sólo captura la <i>voluntad</i> de la gente de pagar por un beneficio percibido. Si la gente no es consciente del vínculo que existe entre el atributo ambiental y el beneficio para sí mismos, el valor no se reflejará en el precio. Este método exige un uso muy intensivo de datos
Método de la valoración contingente	Valores del turismo y del no uso.	En este método se pregunta directamente a la gente cuanto está dispuesta a pagar por servicios ambientales concretos. A menudo es la única manera de estimar el valor del no uso. También se refiere a él como "método de la preferencia indicada"	En las técnicas aplicadas en la entrevista se puede introducir varias posibles fuentes de sesgo. También es incierto si la gente en realidad está dispuesta a pagar la suma indicada en la entrevista. Es el método de valoración más controversial de los no correspondientes al mercado, pero es una de las pocas maneras de asignar un valor monetario al no uso de valores del ecosistema que no involucra compras en el mercado

Debido a esta dificultad de determinar de forma clara y completa cada uno de los valores que componen el VET, es por lo que el objetivo de este trabajo es proponer una metodología multicriterio AMUVAM (Analytic MULTicriteria VALuation Method) que nos permita determinar el valor de cada uno de los componentes del VET y por agregación de los mismos conocer el VET.

Capítulo 6. LOS MÉTODOS MULTICRITERIO. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO



1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza una breve presentación de la Teoría de la decisión y dentro de ella del área multicriterio, para poder después analizar con detalle uno de los métodos mas interesantes y fructíferos en ayuda a la toma de decisiones, como es, el Analytic hierarchy process (Proceso analítico jerárquico, AHP).

2. TEORÍA DE LA DECISIÓN

En el mundo de la empresa y las organizaciones en general, el entorno es un factor de gran importancia, la naturaleza del mismo condiciona de forma importante su desarrollo. Entendemos como entorno los factores de todo tipo que están presentes en la sociedad que rodea a la empresa y que pueden ser sociales, políticos, tecnológicos, económicos, medioambientales, etc. Estos factores hasta mediados del siglo pasado eran suficientemente previsibles, en el sentido de que cualquier decisor podría basarse en lo sucedido en el pasado más o menos reciente para prever el futuro inmediato y por lo tanto decidir dentro de un contexto de suficiente certidumbre. En la segunda mitad del siglo XX todo esto empezó a cambiar de forma muy rápida, ya que la mayoría de los factores del entorno empezaron a sufrir cambios cada vez más rápidos y profundos (fusiones y adquisiciones de empresas, exceso de capacidad productiva junto con una inadecuada distribución de esa capacidad, nuevas áreas de comercio, etc.), todo ello nos ha llevado al entorno actual, internacionalizado y globalizado, conocido como turbulento y que se caracteriza por un grado de incertidumbre alto con cambios rápidos e imprevisibles y todo ello en un contexto de permanente crisis económica. Y en ese contexto el decisor sigue enfrentándose con el problema de tomar decisiones entendiendo como tal cuando el “ser humano se enfrenta a un conjunto de alternativas excluyentes entre sí, posibles y válidas para la consecución de un determinado fin, sin que resulte evidente cuál de ellas satisface mejor sus necesidades” (Peralta *et al*, 2006).

Esta evolución del entorno ha dificultado de forma progresiva la toma de decisiones en la empresa y como fruto de ella se produjo una demanda de instrumentos de ayuda a la toma de decisiones que desembocó desde mediados del siglo pasado en una nueva área de conocimiento denominada Teoría de la Decisión que podemos definir como “Campo multidisciplinar que intenta aunar conocimientos de diferentes disciplinas como la economía, la optimización, la investigación operativa etc. Con el propósito de ayudar a los centros decisores públicos y privados tanto a entender los procesos de toma de decisiones cómo a mejorar la decisión final” (Moreno-Jiménez, 2002).

Dentro de la Teoría de la Decisión una de las ramas más fructíferas es la Teoría de la Decisión multicriterio cuya premisa esencial es que “los agentes económicos no optimizan sus decisiones en base a un solo objetivo, sino que por el contrario pretenden buscar un equilibrio o compromiso entre un conjunto de objetivos usualmente en conflicto o bien pretenden satisfacer en la medida de lo posible una serie de metas asociadas a dichos objetivos” (Romero, 1993) o sea el decisor no intenta optimizar un único objetivo o criterio (base de la teoría de la optimización del beneficio) sino lo que intenta es elegir la mejor alternativa en función de un grupo de criterios (multicriterio) que la mayoría de las veces son incompatibles entre sí.

La Teoría de la Decisión, como ya hemos dicho, empezó su desarrollo en la segunda mitad del siglo pasado, pero basándose en trabajos seminales anteriores como los de Walras, Cournot y Pareto (óptimo de Pareto) de finales del siglo XIX y principios del XX, así como trabajos de mediados del siglo XX de Koopmans (1951), Kuhn y Tucker (1951), Hitch (1953), Klahr (1958) entre otros.

Es a partir de 1960 cuando empiezan los verdaderos desarrollos de distintas metodologías, ELECTRE (Roy, 1968), STEP (Benayoun y Tergny, 1969), Programación por metas (Charnes y Cooper, 1975). En 1972 en la Universidad de Columbia en Carolina del Sur se realiza el primer congreso dedicado exclusivamente al análisis multicriterio y este puede ser considerado el momento y lugar donde definitivamente nace con fuerza el paradigma multicriterio. En esta misma conferencia se creó lo que más tarde pasó a llamarse la Sociedad Internacional de Toma de Decisiones Multicriterio. A partir de este congreso se produjo una verdadera explosión de trabajos tanto teóricos como de aplicación práctica que han sido publicados en revistas de gran prestigio como *Computers and Operations Researchs*, *European Journal of Operational Research*, *Large Scale Systems*, *Management Science*, *Journal Operational Research Society*, *Journal Global Optimization*, etc.

Los campos de aplicación son amplios, diversos y casi exhaustivos, podemos decir que en cualquier problema en que se plantee una decisión o una priorización en función de varios criterios, encontraremos aplicaciones. Del mismo modo el número de métodos propuestos para ayuda a la toma de decisiones, son muy numerosos, además de los ya enumerados anteriormente, programación por metas, ELECTRE y STEP, tenemos sin ánimo de ser exhaustivos, Suma Ponderada, Entropía, CRITIC, AHP, ANP, Método Borda, UTA, PROMETHEE, TOPSIS etc.

Algunos de estos métodos, recientemente han sido aplicados a la valoración de activos y bienes y esta aplicación ha sido desarrollada en gran parte por el Grupo de Valoración y Decisión Multicriterio de la Universidad Politécnica de Valencia aunque en estos momentos ya existen trabajos realizados por otros investigadores

y profesionales tanto de España como preferentemente de México y Costa Rica. Al ser este un libro de valoración medioambiental vamos en este capítulo a presentar AHP, como se verá, base de la metodología propuesta AMUVAM para la valoración de activos ambientales, dejando para el lector interesado en profundizar en toda la metodología multicriterio los trabajos específicos en esa materia que puede encontrar en la bibliografía.

3. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP Analytic Hierarchy Process)



El Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) es un método de selección de alternativas (estrategias, inversiones, etc) en función de una serie de criterios o variables, las cuales suelen estar en conflicto. Su autor es Thomas L. Saaty (figura 1) y fue presentado en 1980 (*The Analytic Hierarchy Proces, RWS Publications, Pittsburg*)



Figura 1. Thomas L. Saaty

La aplicación de AHP consta de los siguientes pasos:

- a) Se parte del interés que puede tener un decisor en seleccionar la más interesante, entre un conjunto de alternativas (estrategias, inversiones, activos, etc.).
- b) Se define qué criterios se van a utilizar para determinar la selección, esto es, cuáles son las características que pueden hacer más deseable una alternativa sobre otra. La representación gráfica o esquema jerárquico de un modelo sencillo de toma de decisiones con cuatro alternativas posibles y dos criterios es el que aparece en la figura 2.

Figura 2. Esquema jerárquico



Conocidas las alternativas y definidos los criterios, el primer paso es ponderar el diferente interés de cada uno de los criterios en la selección de las alternativas. Para ello se crea una matriz de comparación pareada, que se construye mediante las comparaciones dos a dos de los diferentes criterios y cuantificándose la comparación mediante una Escala fundamental propuesta por el mismo autor (Tabla 1). El vector propio de la matriz planteada nos indica la ponderación de los criterios.

Tabla 1. Escala fundamental de comparación por pares (Saaty, 1980)

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B esta fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes. Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

- c) Conocida la ponderación de los criterios se pasa a ponderar las distintas alternativas en función de cada criterio. Para ello se comparan todas las alternativas en función de cada criterio, obteniendo por lo tanto n matrices, siendo n el número de criterios y de cada una de ellas se calcula su vector propio que en cada caso nos indicará la ponderación de las distintas alternativas en función de cada criterio
- d) Resumiendo, con los dos procesos anteriores c y d se obtienen dos matrices, una matriz columna $nx1$ con la ponderación de criterios (siendo n el número de criterios) y otra matriz mxn formada por las ponderaciones de las alternativas para cada criterio (siendo m el número de alternativas).
- e) El producto de ambas matrices dará una matriz columna $mx1$ que indica la ponderación de las alternativas en función de todos los criterios y del peso o importancia de estos.

Conocidos los distintos pasos del método vamos a ver en detalle cómo se realizan.

La distinta importancia o ponderación tanto de los criterios como de las alternativas dentro de cada criterio podría llevarse a cabo mediante una cuantificación directa de todos ellos. Esto es, el centro decisor, podría determinar dentro de una escala (por ejemplo de 1 a 10), el interés de cada uno de los criterios (alternativas). Sin embargo, ser capaz de comparar a un mismo tiempo todos estos elementos (criterios, alternativas), puede en algunos casos ser bastante complejo, sobre todo, cuando el número de los mismos empieza a ser elevado. Miller¹ sitúa este

¹ Miller G.A. "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information" The Psychological Review, 1956, vol. 63, pp. 81-97.

límite en el 7 al que se denomina como el “número mágico” en cuanto que conjuntos superiores a dicho número son difíciles de manejar por la mente humana

Según Arrow y Raynaud (1986) “Tenemos que admitir que un cerebro normal no está creado para tomar decisiones complejas mediante criterios múltiples: la cantidad de información es demasiado grande como para permitir un tratamiento simultáneo. De acuerdo con la experiencia personal, estimamos que cuatro criterios y cuatro alternativas es el máximo de complejidad tratable por el ser humano”.

Para superar esta limitación en la capacidad de procesamiento, Saaty propone realizar comparaciones pareadas entre los distintos elementos, ya que el cerebro humano está perfectamente adaptado a las comparaciones de dos elementos entre sí y para ello plantea la que denomina Escala fundamental de comparación pareada vista anteriormente (Tabla 1).

Estas comparaciones por pares se realizan de la siguiente forma:

- Si dos elementos son *iguales* con respecto a un criterio, la ponderación es 1
- Si un elemento es *moderadamente* mejor que otro, la cuantificación es 3
- Si un elemento es *fuertemente* más importante o mejor que otro, la numeración es 5
- Si un elemento es *mucho más fuerte* en términos de importancia que otro, la ponderación es 7
- Si un elemento es *extremadamente* más importante o mejor que otro, su ponderación es 9
- Y siempre el elemento menos fuerte o importante o peor es 1

Con las distintas comparaciones se construyen matrices cuadradas $A_{n \times n}$ que deben cumplir las propiedades de Reciprocidad, Homogeneidad y Consistencia.

Y en todos los casos, definida la matriz de comparaciones pareadas se debe comprobar su consistencia. Esta es una de las fortalezas del método ya que de esta forma nos aseguramos que la información que vamos introduciendo en el modelo es correcta. La consistencia se mide mediante el Ratio de Consistencia, veremos con un ejemplo como se calcula. Dicho ratio tiene que ser menor de unos porcentajes determinados en función del rango de la matriz, los porcentajes aparecen en la Tabla 2.

Tabla 2. Ratio de consistencia de las matrices de comparación pareada

Rango de la matriz	Ratio consistencia
3	<5%
4	<9%
5 ó mayor	<10%

Verificada la consistencia se calcula su vector propio. Para realizar estos cálculos existen dos programas puestos a punto por el Dr. Saaty y colaboradores que pueden encontrarse en Internet como son EXPERT CHOICE y SUPERDECISIONS. También se puede conseguir una aproximación suficiente del vector propio utilizando la hoja de cálculo Excel y la función matemática MMULT del asistente de funciones, como se verá más adelante.

Cuando el vector propio obtenido sea el de la matriz de criterios le llamaremos V_c e indica el **peso o importancia relativa que cada uno de los criterios utilizados** tiene en la valoración del conjunto de alternativas sobre las cuales se va a trabajar. Cuando el vector propio obtenido sea el de la matriz de alternativas para un criterio determinado le llamaremos V_{ai} (vector columna), que indica el **peso o importancia relativa de cada una de las alternativas para el criterio i**. Se obtienen tantos vectores propios V_{ai} ($V_{a1}, V_{a2}, \dots, V_{an}$) como criterios (n), siendo el número de elementos de cada vector propio igual al número de alternativas (m).

Conocidos los distintos vectores y las matrices correspondientes el último paso es multiplicar la matriz de vectores propios de las alternativas por la matriz columna del ranking de los criterios [1]:

$$V_a * V_c = w \quad (1)$$

$$\text{Donde: } V_a = [V_{a1}, V_{a2}, \dots, V_{an}], \dim(V_a) = m * n$$

El resultado es una matriz w cuyos componentes expresan el peso relativo de cada alternativa. Este peso es el que permite ordenar las alternativas de mayor a menor interés y además cuantifica cuál es el interés de cada alternativa con respecto a las otras en función de todos los criterios y de su importancia, lo que nos permite seleccionar la mejor.

Cómo ya se ha dicho el método está contrastado empíricamente en distintas aplicaciones, prácticamente en casi todos los sectores del conocimiento:

- Sociedad
- Ciencia y Educación
- Economía y Transporte
- Localización y Asignación de Recursos
- Marketing
- Producción
- Aplicaciones ambientales
- Planificación urbana
- Sector Público
- Sanidad
- Evaluación de sistemas

- Decisión en grupo
- Resolución de conflictos internacionales
- Nuevas Tecnologías
- Valoración
- Pensamiento y Ética
- Etc.

En cualquiera de estos apartados se pueden encontrar innumerables aplicaciones de AHP para la ayuda en la toma de decisiones.

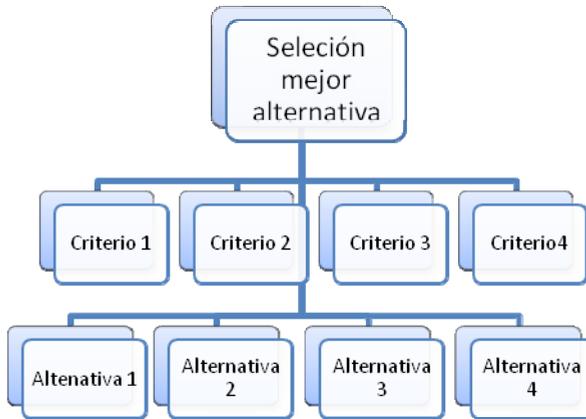
A continuación vamos a ver con un sencillo ejemplo cómo funciona el método AHP en la toma de decisiones.

Imaginemos que tenemos que elegir entre 4 alternativas y queremos escoger aquella que más nos interese. Este sería el objetivo del método AHP; la selección de la mejor alternativa.

Partimos de la base de que siempre que tomamos una decisión, la tomamos en función de una serie de criterios, es decir, no hay decisiones en vacío salvo aquellas que son muy poco importantes y las tomamos automáticamente. Por eso cuando hay que tomar una decisión de relativa importancia, siempre hay una serie de criterios que nos van a permitir tomar la decisión. Por ejemplo si decidimos comprar un automóvil nuevo, no adquiriremos el primero que veamos en una exposición sino que definiremos previamente una serie de requisitos (criterios) que van a regir nuestra compra: Tipo de combustible, tamaño, precio, color etc.

Definidas las alternativas y definidos los criterios, una estructura básica de AHP para ayuda de la toma de decisiones sería la de la figura 1:

Figura 3. Estructura de AHP para cuatro alternativas y cuatro criterios



Una vez planteado el problema lo primero que hay que hacer es preguntarse; si yo quiero seleccionar la mejor alternativa de entre estas cuatro y en función de estos cuatro criterios, ¿los cuatro criterios tienen la misma importancia? Por lo tanto el primer paso es ponderar los criterios. Para obtener dicha ponderación construiremos una matriz de comparación pareada de los criterios, utilizando en las comparaciones la escala de comparación pareada que hemos visto anteriormente (Tabla 1). Recordemos los grados de importancia al comparar un elemento con respecto a otro. Tabla 3:

Tabla 3. Escala fundamental de comparación pareada (resumida)

Igual	Moderada	Fuerte	Muy Fuerte	Extrema
1	3	5	7	9

Para aplicar esta escala empezamos por situar en una matriz los criterios, tanto en fila como en columna. Las comparaciones se realizarán siempre entre filas (numerador) y columnas (denominador).

Empezando por la primera fila y el criterio 1, vamos a ir comparando este criterio con los demás en función de su importancia y proponiendo la notación correspondiente, de la siguiente forma:

Primera comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 1 o el criterio 1: Es evidente que al ser el mismo criterio la notación es 1/1.

Segunda comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 1 o el criterio 2: Decimos el criterio 2 y su importancia es Fuerte con respecto al 1. Notación 1/5.

Tercera comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 1 o el criterio 3: Decimos el criterio 1 y su importancia es Fuerte con respecto al 3. Notación 5/1.

Cuarta comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 1 o el criterio 4: Decimos el criterio 1 y su importancia es Muy Fuerte con respecto al 4. Notación 7/1.

Con estas comparaciones podemos rellenar la primera fila de la matriz de comparación pareada (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de comparación paread

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Criterio 1	1/1	5/1	5/1	7/1
Criterio 2				
Criterio 3				
Criterio 4				

Para seguir el proceso bajamos a la segunda línea de la matriz y realizamos las comparaciones entre el criterio 2 y todos los criterios de cada columna.

Quinta comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 2 o el criterio 1: Esta comparación es la inversa de la realizada en la comparación 2 por lo que ahora la notación será la inversa o sea 1/5.

Sexta comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 2 o el criterio 2: Como es el mismo criterio Notación 1/1.

Séptima comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 2 o el criterio 3: Decimos que ambos criterios tienen la misma importancia. Notación 1/1.

Octava comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 1 o el criterio 4: Decimos el criterio 1 y su importancia es Moderada con respecto al 4. Notación 3/1.

Con estas comparaciones seguimos definiendo la matriz de comparación pareada (Tabla 5).

Tabla 5. Matriz de comparación pareada

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Criterio 1	1/1	5/1	5/1	7/1
Criterio 2	1/5	1/1	1/1	3/1
Criterio 3				
Criterio 4				

Llegados a este punto podemos observar que en la diagonal principal de la matriz todas los elementos son 1/1 ya que siempre se compara cada elemento con él mismo, y que además los elementos por debajo de esa diagonal son la inversa de los elementos por encima (Tabla 6).

Tabla 6. Matriz de comparación pareada

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Criterio 1	1/1	5/1	5/1	7/1
Criterio 2	1/5	1/1	1/1	3/1
Criterio 3			1/1	
Criterio 4				1/1

Por lo tanto para completar la matriz (Tabla 7) solo necesitamos una Novena comparación:

Qué criterio es más importante el criterio 3 o el criterio 4: Decimos el criterio 3 y su importancia es Moderada con respecto al 4. Notación 3/1.

Tabla 7. Matriz de comparación pareada completa

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Criterio 1	1/1	5/1	5/1	7/1
Criterio 2	1/5	1/1	1/1	3/1
Criterio 3	1/5	1/1	1/1	3/1
Criterio 4	1/7	1/3	1/3	1/1

Para rellenar una matriz de comparación pareada el número de comparaciones “n” a realizar depende del rango de la matriz:

$$n = \frac{R * (R - 1)}{2}$$

Siendo

n = N° de comparaciones a realizar

R =Rango de la matriz

En nuestro ejemplo al ser una matriz 4 x 4:

$$n = \frac{4 - 3}{2} = 6$$

Solamente tendríamos que hacer 6 comparaciones pareadas, que se corresponden con las comparaciones que se encuentran por encima de la diagonal principal.

Una vez hemos definida esta matriz, tendremos que comprobar su consistencia (CR) y calcular su vector propio (Tabla 8). Este cálculo puede realizarse mediante la hoja de cálculo Excel, como se verá en el punto 2 de este capítulo:

Tabla 8. Cálculo de la consistencia y el vector propio de la matriz de comparación pareada

	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	5	5	7	0,6348
B	1/5	1	1	3	0,1514
C	1/5	1	1	3	0,1514
D	1/7	1/3	1/3	1	0,0624
CR	2,77%	< 9%			1,0000

La matriz es consistente $CR = 2,77\% < 9\%$

Su vector propio es el de la Tabla 9.

Tabla 9. Vector propio de la matriz de comparación pareada

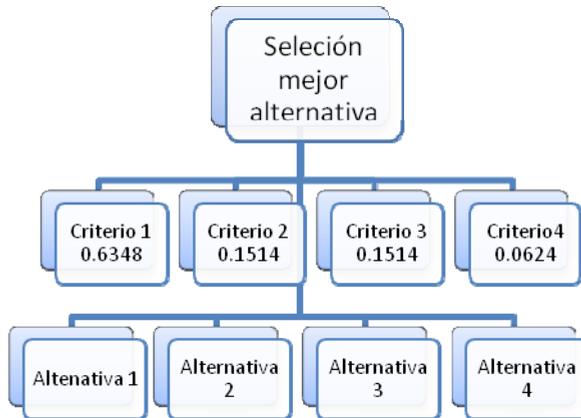
Vector propio
0.6348
0.1514
0.1514
0.0624

Este vector propio nos está indicando que la importancia de los cuatro criterios es distinta.

Así, el criterio 1 tiene una importancia del 63.48 %, el criterio 2 y 3 del 15.14%, y el criterio 4 tiene una importancia del 6.24 %.

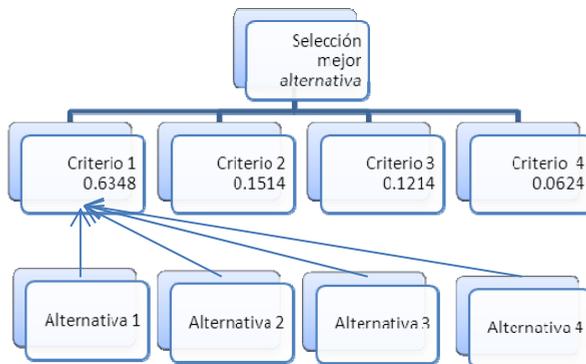
En estos momentos, dentro de la estructura de la toma de decisiones, nos encontraríamos con que ya tenemos ponderados los criterios que nos van a permitir tomar la decisión (figura 2).

Figura 4. Estructura de AHP con los criterios ponderados



Una vez ponderados los criterios, empezamos a comparar las alternativas con respecto a cada criterio.

Figura 5. Estructura de AHP para comparar las alternativas en función del criterio 1



Para ello, planteamos la matriz de comparación pareada en la cual comparamos las 4 alternativas en función del criterio 1. Figura 3.

La matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 1 sería la de la Tabla 10:

Tabla 10. Matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 1

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1/1	1/4	4/1	1/6
Alternativa 2	4/1	1/1	4/1	1/2
Alternativa 3	4/1	1/4	1/1	1/8
Alternativa 4	6/1	2/1	8/1	1/1

Tabla 11. Consistencia y Vector propio de la matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 1

	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	1/4	4	1/6	0,1169
B	4	1	4	1/2	0,2952
C	1/4	1/4	1	1/8	0,0530
D	6	2	8	1	0,5349
CR	8,07%	< 9%			1,0000

Este vector propio nos está indicando que si tuviésemos que tomar la decisión considerando solamente el criterio 1, la mejor alternativa sería la 4 ya que tiene una importancia del 53.49%. Pero recordemos que tenemos 4 criterios, por lo tanto vamos a comparar las alternativas también en función del resto de criterios.

Comparando las alternativas con respecto al criterio 2 tenemos la matriz de la Tabla 12.

Tabla 12. Matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 2

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1/1	2/1	5/1	1/1
Alternativa 2	1/2	1/1	3/1	2/1
Alternativa 3	1/5	1/3	1/1	1/4
Alternativa 4	1/1	1/2	4/1	1/1

Tabla 13. Consistencia y Vector propio de la matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 2.

	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	2	5	1	0,3786
B	1/2	1	3	2	0,2902
C	1/5	1/3	1	1/4	0,0742
D	1	1/2	4	1	0,2571
CR	7,17%	< 9%			1,0000

Si tuviésemos que tomar la decisión únicamente en base al criterio 2, la elección recaería en la alternativa 1 porque es la de mayor importancia (37,86%).

Si comparamos ahora las alternativas en función del criterio 3, tenemos la matriz de comparación pareada de la Tabla 14.

Tabla 14. Matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 3

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1/1	1/3	1/7	1/5
Alternativa 2	3/1	1/1	1/5	1/3
Alternativa 3	7/1	5/1	1/1	3/1
Alternativa 4	5/1	3/1	1/3	1/1

Tabla 15. Consistencia y Vector propio de la matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 3

	A	B	C	D	VECTOR
A	1	1/3	1/7	1/5	0,0553
B	3	1	1/5	1/3	0,1175
C	7	5	1	3	0,5650
D	5	3	1/3	1	0,2622
CR	4,44%	< 9%			1,0000

En función del criterio 3 la mejor decisión viene representada por la alternativa 3 (56,50%).

Por último pasamos a comparar las alternativas en función del criterio 4. Tabla 16.

Tabla 16. Matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 4

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1/1	1/3	1/4	1/3
Alternativa 2	3/1	1/1	1/2	1/1
Alternativa 3	4/1	2/1	1/1	2/1
Alternativa 4	3/1	1/1	1/2	1/1

Tabla 17. Consistencia y Vector propio de la matriz de comparación pareada de las alternativas con respecto al criterio 4.

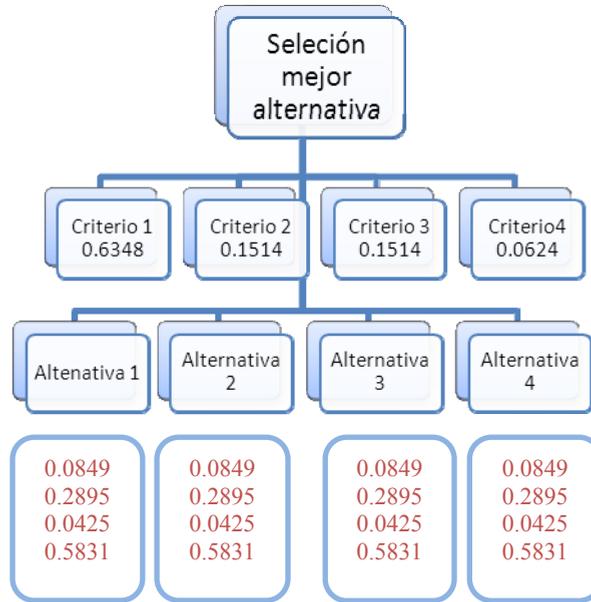
	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	1/3	1/4	1/3	0,0886
B	3	1	1/2	1	0,2389
C	4	2	1	2	0,4337
D	3	1	1/2	1	0,2389
CR	0,77%	< 9%			1,0000

En función del criterio 4 la mejor alternativa sigue siendo la alternativa 3 (43,37%).

Vemos que en función del criterio que utilicemos, la decisión es distinta. Pero el objetivo es decidir cuál es la mejor alternativa teniendo en cuenta los cuatro criterios y su importancia.

Recopilando toda la información obtenida hasta ahora tenemos la Figura 6:

Figura 6. Estructura de AHP con todas las ponderaciones



O lo que es lo mismo, como puede verse en la Tabla 18:

Un vector propio de los criterios, matriz columna que representa la ponderación de los criterios

Una matriz de vectores propios de alternativas por criterio, que representa la ponderación de las alternativas para cada criterio

Tabla 18. Matrices de la ponderación de las alternativas para cada criterio y matriz de la ponderación de los criterios

	Ponderación alternativas para cada criterio				Ponderación criterios
	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	
Alternativa 1	0.1160	0.3790	0.0553	0.0849	0.6348
Alternativa 2	0.2470	0.2900	0.1175	0.2895	0.1514
Alternativa 3	0.0600	0.0740	0.5650	0.5831	0.1514
Alternativa 4	0.5770	0.2570	0.2622	0.0425	0.0624

Como nosotros queremos tomar una decisión en función de los 4 criterios y además en función de la importancia de esos criterios, multiplicamos esas dos matrices Tabla 19.

Tabla 19. Producto de las matrices de la ponderación de las alternativas para cada criterio y la matriz de la ponderación de los criterios

	Ponderación alternativas para cada criterio				Ponderación criterios	PRODUCTO MATRICES
	Criterio1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4		
Alternativa 1	0,1160	0,3790	0,0553	0,0849	0,6348	0,1447
Alternativa 2	0,2470	0,2900	0,1175	0,2895	0,1514	0,2366
Alternativa 3	0,0600	0,0740	0,5650	0,5831	* 0,1514	0,1712
Alternativa 4	0,5770	0,2570	0,2622	0,0425	0,0624	0,4475

Al multiplicar las dos matrices obtenemos un vector columna final, Tabla 19 y 20, que nos indica el peso o ponderación de cada alternativa **en función de los 4 criterios y de la importancia de cada criterio**, y por lo tanto nos permite elegir la mejor alternativa.

Tabla 20. Vector propio final con la ponderación de las alternativas

	PONDERACIÓN ALTERNATIVAS
Alternativa 1	0.1447
Alternativa 2	0.2366
Alternativa 3	0.1712
Alternativa 4	0.4475

Este vector nos indica que la mejor alternativa (en función de los 4 criterios y de la importancia relativa de cada criterio) es la alternativa 4, que tiene una ponderación del 44.75%. La alternativa siguiente en importancia es la 2 con una ponderación del 23.66%. En tercer y cuarto lugar seleccionaríamos la alternativa 3 con un 17.12% y la alternativa 1 con un 14.47%.

Hemos visto como este modelo puede servir al decisor para elegir cuál sería la mejor de entre 4 alternativas. También puede servir en el supuesto de que un decisor se encuentre con el problema de repartir determinados recursos escasos entre 4 proyectos o alternativas, ya que el vector columna final podría ser una indicación de cómo hacer ese reparto.

Junto con el cálculo del vector propio, comprobamos la consistencia de las matrices mediante el cálculo del parámetro Ratio de Consistencia (RC, Consistency Ratio CR).

¿Qué significa decir que una matriz es consistente? Es equivalente a decir que toda la información que se ha introducido en ella es coherente y que no se producen errores como decir que

Al comparar el criterio A con el B anotar 3/1

Al comparar el criterio B con el C anotar 5/1

Y al comparar A con C anotar 1/3, ya que en función de las comparaciones anteriores A es mejor que C y la notación correcta sería 7/1 o 8/1.

Esta es una de las características importantes de AHP y que convierte a este en un método muy robusto, ya que nos permite conocer si la información que estamos introduciendo en la decisión es correcta y coherente.

Para ello, medimos el Ratio de Consistencia (CR) de las matrices de manera que podemos decir que una matriz es válida si su CR es inferior a un porcentaje determinado que varía en función de su rango, Tabla 21.

Tabla 21. Ratios de consistencia máximos en función del Rango de la matriz

Rango matriz	% máximo CR
3	5%
4	9%
>=5	10%

De acuerdo con esto, si la matriz es de rango 3 el Ratio de Consistencia deberá ser inferior al 5%. Si la matriz es de rango 4, el RC deberá ser menor que 9%. Y si se trata de una matriz de rango 5 o superior, el RC deberá ser menor que 10%.

En el supuesto de que alguna matriz sea muy inconsistente lo mejor es desecharla y no utilizarla. Si por el contrario la matriz es ligeramente inconsistente, se puede intentar mejorar su consistencia de dos formas. En primer lugar con la programación por metas, modelo planteado por el profesor Carlos Romero. En segundo lugar, como indica el mismo profesor Saaty, revisando la matriz a partir de las ponderaciones obtenidas de forma que se suele detectar rápidamente donde se encuentra la inconsistencia y esta se puede solucionar. Esta última forma es la que utilizaremos en este trabajo por ser la más común.

Capítulo 7. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO. APLICACIÓN PRÁCTICA

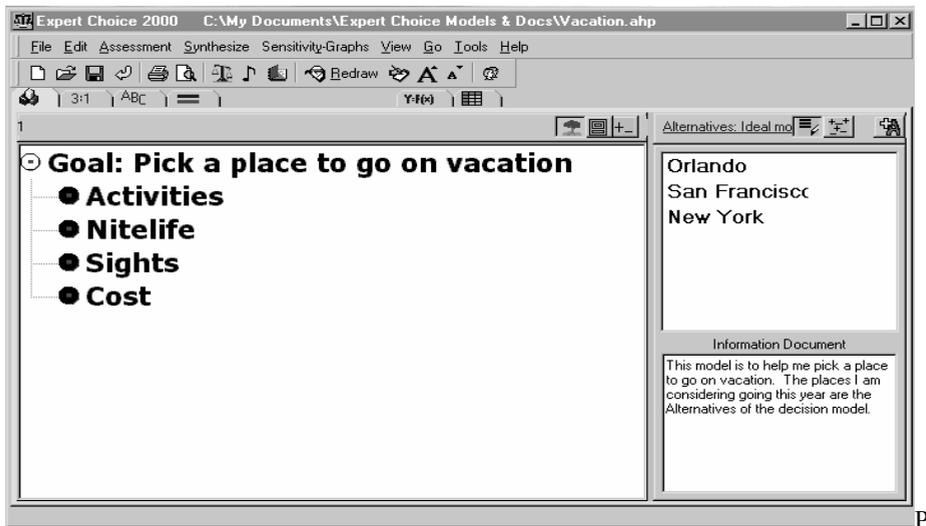
1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se ha visto como utilizar AHP como método de ayuda a la toma de decisiones, en este capítulo vamos a abordar los instrumentos y cálculos necesarios para su aplicación, como son medir la consistencia de las matrices, calcular el vector propio, la encuesta para construir las matrices de comparación pareada y la multiplicación de matrices.

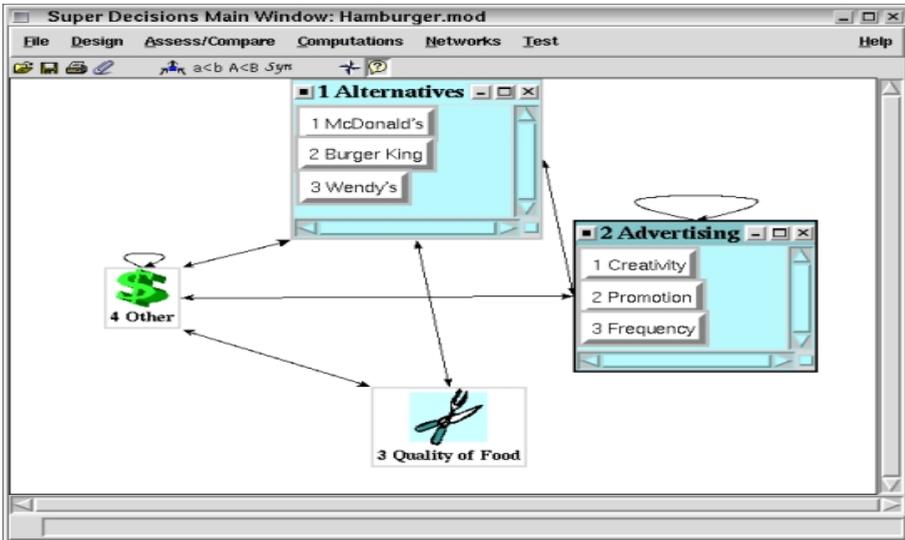
2. CÁLCULO DE LA CONSISTENCIA Y DEL VECTOR PROPIO. PROGRAMA DE CÁLCULO



Existen dos programas diseñados expresamente para el manejo de AHP y ANP (este modelo es la generalización de AHP que no se desarrolla en este trabajo), dichos programas son Expert Choice (Pantalla 1) y Superdecisiones (Pantalla 2). Ambos programas permiten plantear el problema gráficamente, construir las matrices y calcular los CR y los vectores propios y algo muy importante realizar análisis de sensibilidad.



Pantalla 1. Expert Choice



Pantalla 2. Superdecisions

El cálculo de Ratio de Consistencia y el Vector Propio puede realizarse también mediante una hoja de cálculo Excel. Pantalla 3.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Programa calculo AHP'. It displays two matrices and their corresponding consistency ratios (CR) and eigenvectors (VECTOR PROPIO).

MATRIZ 4 X 4

	A	B	C	D	VECTOR PROPIO
A	1	1/5	1/3	5	0.2256
B	5	1	1/5	1/9	0.1822
C	3	5	1	2	0.3181
D	1/5	9	1/2	1	0.2741
CR	134,38%	< 5%			1,0000

MATRIZ 5 X 5

	A	B	C	D	E	VECTOR PROPIO
A	1	9	7	8	8	0.6398
B	1/9	1	1/6	1/5	1/5	0.0304
C	1/7	6	1	1/2	1/2	0.0893
D	1/8	5	2	1	1	0.1203
E	1/8	5	2	1	1	0.1203
CR	9,60%	< 10%				1,0000

Pantalla 3. Programa en Excel para cálculo de AHP

En este caso el programa diseñado permite introducir en las celdas en blanco las comparaciones captadas mediante una encuesta y calcular fácilmente el RC y el vector propio correspondiente, sin embargo realizar análisis de sensibilidad mediante este medio es bastante complicado.

El cálculo del CR se efectúa como puede observarse en la Pantalla 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CALCULO CONSISTENCIA Y VECTOR PROPIO MATRICES 4*4							
2								
3	1,00	0,20	0,33	1,00				
4	5,00	1,00	0,50	5,00				
5	3,00	2,00	1,00	3,00				
6	1,00	0,20	0,33	1,00				
7	10,00	3,40	2,17	10,00				
8					Suma filas	Media suma filas		
9	0,1	0,05882353	0,15384615	0,1	0,41266968	0,1032		
10	0,5	0,29411765	0,23076923	0,5	1,52488688	0,3812		
11	0,3	0,58823529	0,46153846	0,3	1,64977376	0,4124		
12	0,1	0,05882353	0,15384615	0,1	0,41266968	0,1032		
13	1	1	1	1				
14								Fila total
15	1,00	0,20	0,33	1,00		0,10316742		0,4201
16	5,00	1,00	0,50	5,00		0,38122172		1,6191
17	3,00	2,00	1,00	3,00		0,41244344		1,7939
18	1,00	0,20	0,33	1,00		0,10316742		0,4201
19								
20	Fila Total		Media suma filas		COCIENTE			
21	0,4201		0,1032		4,0716			
22	1,6191		0,3812		4,2472			
23	1,7939		0,4124		4,3494			
24	0,4201		0,1032		4,0716			
25				λ maxima	4,1850			
26								
27	CI	0,06165666						
28	CR	0,06927714	6,93%		< 9%			
29								
30								
31								

Pantalla 4. Cálculo de la consistencia de una matriz

Se normaliza la matriz, se suman sus filas y se promedia el resultado (Media suma filas). Se multiplica la matriz original por el promedio obtenido (mediante MMULT) y se obtiene el vector Fila Total, Este vector se divide elemento por elemento por el vector promedio (aparece en la hoja Excel como cociente). La media de los elementos del vector cociente es la λ máxima que nos permite calcular el Índice de Consistencia (CI).

$$CI = \frac{\lambda \max - R}{R - 1}$$

Siendo R el rango de la matriz

Conocido el Índice de consistencia se calcula el Ratio de consistencia (CR)

$$CR = \frac{CI}{\text{Consistencia aleatoria}}$$

La consistencia aleatoria de la matriz varía en función del rango (Tabla 1)

Tabla 1. Consistencia aleatoria de las matrices

Rango de la matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Verificado el CR el cálculo del vector propio puede realizarse como se observa en la Pantalla 5. Dicho cálculo se realiza multiplicando la matriz por ella misma (Función MMULT), se suman las filas del resultado obtenido y se normaliza por la suma. Se sigue multiplicando la matriz hasta que en el vector normalizado los cuatro primeros decimales coinciden con el vector de la anterior multiplicación. Normalmente no se precisan más de 4 o 5 multiplicaciones.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CALCULO DEL VECTOR PROPIO							
2								
3		C1	C2	C3				
4	C1	1	4	5				
5	C2	1/4	1	2				
6	C3	1/5	1/2	1				
7								
8		C1	C2	C3				
9	C1	1,00	4,00	5,00				
10	C2	0,25	1,00	2,00				
11	C3	0,20	0,50	1,00				
12								
13	Primer producto						VECTOR PROPIO	
14		3	10,5	18		31,5	0,6852	
15		0,9	3	5,25		9,15	0,1990	
16		0,525	1,8	3		5,325	0,1168	
17						45,975		1
18	Segundo producto							
19		27,9	95,4	163,125		286,425	0,6833	
20		8,15625	27,9	47,7		83,75625	0,1998	
21		4,77	16,3125	27,9		48,9825	0,1169	
22						419,16375		1
23	Tercer producto							
24		2334,6225	7984,2966	13652,955		23971,874	0,6833	
25		682,64775	2334,6225	3992,1483		7009,4185	0,1998	
26		399,21483	1365,2955	2334,6225		4099,1328	0,1168	
27						35080,425		1
28	Cuarto producto							
29								
30		16351386	55920955	95623488		167895829	0,6833	
31		4781174,4	16351386	27960477		49093038	0,1998	
32		2796047,7	9562348,8	16351386		28709783	0,1168	
33						245698650		1

Pantalla 5. Cálculo del vector propio

3. ENCUESTA

La base de la aplicación de AHP son las comparaciones pareadas que nos permiten construir las matrices correspondientes. En la mayoría de las aplicaciones de AHP se consulta a expertos y desde luego ese es el caso de las valoraciones de activos ambientales, en las cuales la información que a través de una encuesta recogemos de un grupo de expertos es lo que nos permite construir las matrices de las cuales se deducirá por su vector propio agregado la ponderación de los componentes del VET.

Para recoger la información de los expertos se utiliza una Encuesta como la de la Tabla 2.



En dicha encuesta se va comparando la importancia que el experto concede a cada uno de los componentes del VET, teniendo en cuenta las expresiones que aparecen en la primera fila (extremadamente mas importante, mucho mas importante etc.). En la Tabla como ya conocemos el significado de las contracciones es:

VUD = Valor de Uso Directo

VUI = Valor de Uso Indirecto

VO/O = Valor de Opción- Cuasiopción

VE = Valor de Existencia

VL = Valor de Legado o Herencia

Tabla 2. Encuesta a expertos

	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	
VUD										VUI
VUD										VO/O
VUD										VE
VUD										VL
VUI										VO/O
VUI										VE
VUI										VL
VO/O										VE
VO/O										VL
VE										VL

Por lo tanto la Tabla 2 se va rellenando con las contestaciones del experto a preguntas como:

¿Entre el VUD y el VUI cual crees que es más importante dentro del Valor de este activo (Parque, humedal etc.)?

Definido cual es el más importante, por ejemplo el VUD, la siguiente pregunta es.

¿Y el VUD cuanto más importante que el VUI es? Moderadamente, Bastante, Mucho, Extremadamente?

Se señala la contestación en la celda correspondiente. En nuestro ejemplo, el experto habría contestado que el VUD es moderadamente mas importante que el VUI.

Cuando está completa la encuesta con las contestaciones se construye la matriz correspondiente.

En la Tabla 3 aparece ya la encuesta con todas las contestaciones de un experto.

Tabla 3. Contestaciones de un experto a la encuesta

	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	
VUD				X						VUI
VUD			X							VO/O
VUD						X				VE
VUD					X					VL
VUI				X						VO/O
VUI							X			VE
VUI						X				VL
VO/O							X			VE
VO/O						X				VL
VE				X						VL

Esta información se traduciría en la matriz de comparación pareada correspondiente (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de comparación pareada

	A	B	C	D	E	VECTOR PROPIO
A	1	3	5	1/3	1	0,2097
B	1/3	1	3	1/5	1/3	0,0914
C	1/5	1/3	1	1/5	1/3	0,0538
D	3	5	5	1	3	0,4560
E	1	3	3	1/3	1	0,1891
CR	4,97%	< 10%				1,0000

Verificamos que es consistente y calculamos su vector propio.

Otra forma de recoger la información del experto es mediante la Tabla 5. En la cual se le pide al experto que utilice ya directamente la notación de la Escala fundamental de comparación por pares vista en el capítulo anterior (Tabla 6)

Tabla 5. Tabla de comparaciones pareadas

Comparación	Notación
Valor Uso Directo frente a Uso Indirecto	/
Valor Uso Directo frente a Opción/Cuasiopción	/
Valor Uso Directo frente a Existencia	/
Valor Uso Directo frente a Futuro	/
Valor Uso Indirecto frente a Opción/Cuasiopción	/
Valor Uso Indirecto frente a Existencia	/
Valor Uso Indirecto frente a Futuro	/
Valor Opción/Cuasiopción frente a Existencia	/
Valor Opción/Cuasiopción frente a Futuro	/
Valor Existencia frente a Futuro	/

Tabla 6. Escala fundamental de comparación por pares

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B esta fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes. Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

En el ejemplo visto anteriormente, planteado con la Tabla 5, las contestaciones del experto sería como se refleja en la Tabla 7.

Tabla 7. Contestaciones del experto

Comparación	Notación
Valor Uso Directo frente a Uso Indirecto	3/1
Valor Uso Directo frente a Opción/Cuasiopción	5/1
Valor Uso Directo frente a Existencia	1/3
Valor Uso Directo frente a Futuro	1/1
Valor Uso Indirecto frente a Opción/Cuasiopción	3/1
Valor Uso Indirecto frente a Existencia	1/5
Valor Uso Indirecto frente a Futuro	1/3
Valor Opción/Cuasiopción frente a Existencia	1/5
Valor Opción/Cuasiopción frente a Futuro	1/3
Valor Existencia frente a Futuro	3/1



4. AGREGACIÓN DE VECTORES PROPIOS

Cuando en una valoración ambiental consultamos a diversos expertos, con las contestaciones de cada uno construimos las correspondientes matrices de comparación pareada y los distintos vectores propios obtenidos no tienen por qué ser idénticos, más bien, normalmente diferirán aunque sea levemente. Necesitamos determinar un único vector propio que sea el resultado de la agregación de todos los vectores propios, para ello calculamos la media geométrica de todos ellos. Una forma sencilla de realizar este cálculo es mediante la función media geométrica del asistente de funciones de Excel, como puede verse en el siguiente ejemplo:

En la Pantalla 5 se agrega mediante la función Media Geométrica los tres vectores propios resultado de la encuesta a tres expertos.

VECTORES PROPIOS				AGREGACIÓN		
VUD	0,6398	0,5751	0,6297	0,6389	0,6203	0,6226
VUI	0,0304	0,0383	0,0563	0,0501	0,0426	0,0427
VUP	0,0893	0,0956	0,0746	0,0752	0,0832	0,0835
VE	0,1203	0,1278	0,1197	0,1228	0,1226	0,1231
VL	0,1203	0,1632	0,1197	0,113	0,1277	0,1281
					0,9963	1,0000

Pantalla 5. Agregación mediante la Media Geométrica de cuatro vectores propios

El resultado obtenido de la agregación no está normalizado, el vector agregado suma 0.9963, por eso lo normalizamos por la suma como puede observarse en la Pantalla 5.

5. MULTIPLICACIÓN DE MATRICES

El producto de matrices puede realizarse fácilmente mediante la función MMULT del Asistente de funciones de Excel.

Cuando tenemos dos matrices que multiplicar (Pantalla 6)

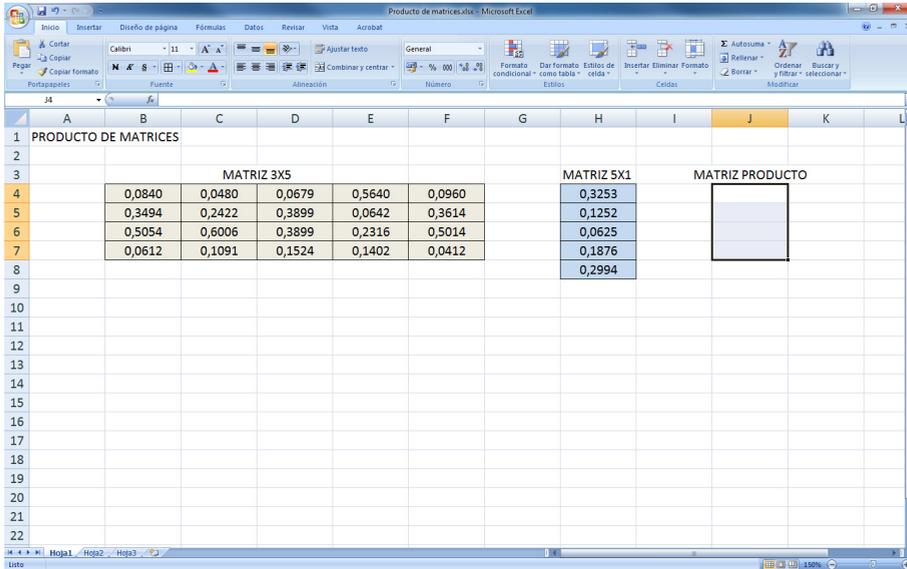
The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

MATRIZ 3X5					MATRIZ 5X1
0,0840	0,0480	0,0679	0,5640	0,0960	0,3253
0,3494	0,2422	0,3899	0,0642	0,3614	0,1252
0,5054	0,6006	0,3899	0,2316	0,5014	0,0625
0,0612	0,1091	0,1524	0,1402	0,0412	0,1876
					0,2994

The spreadsheet also contains the text "PRODUCTO DE MATRICES" in cell A1 and a selected 4x1 cell range (E14:F17) for the result.

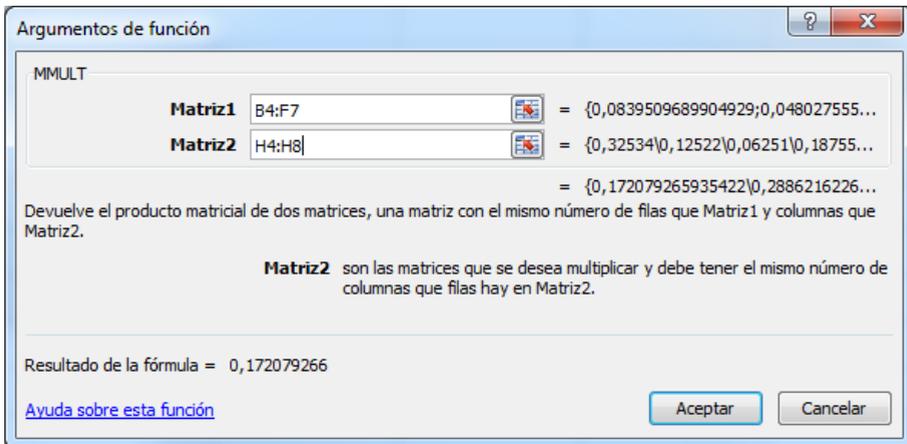
Pantalla 6. Matrices para realizar el producto

El primer paso es seleccionar el espacio donde va a salir el resultado. En este caso como es multiplicar una matriz 4X5 por otra matriz 5X1, el resultado será una matriz columna 4X1, por lo que seleccionamos una columna con cuatro celdas. Pantalla 7.

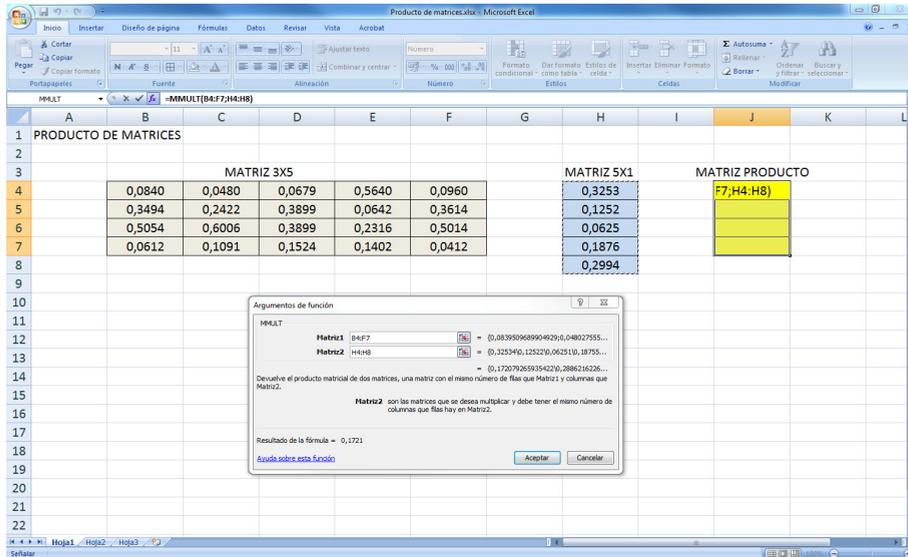


Pantalla 7. Selección de las celdas donde se ubicará el resultado

En asistente de funciones seleccionamos la función MMULT e introducimos las dos matrices 1 y 2. Pantallas 8 y 9

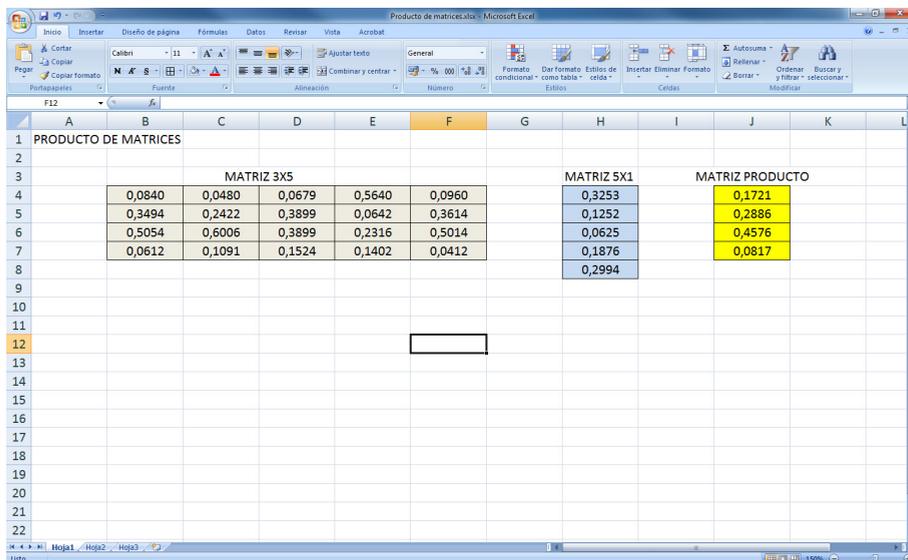


Pantalla 8. Función MMULT



Pantalla 9. Pantalla Excel con todos los datos

Para obtener la matriz producto con la función MMULT, previo aceptar hay que tener pulsadas las teclas Ctrl (Control) y Mayús ↑ (Mayúsculas). Se acepta y se obtiene la matriz columna (4X1) producto de las dos matrices, Pantalla 10.



Pantalla 10. Matriz columna producto de las dos matrices

Capítulo 8. AHP APLICADO A LA VALORACIÓN AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN

Hemos visto en los capítulos anteriores la utilización de AHP como instrumento de ayuda a la toma de decisiones y también como realizar los cálculos necesarios para su aplicación. En este capítulo vamos a estudiar cómo este método, nos puede servir también para valorar activos ambientales, siendo su función dentro de este proceso, el priorizar los componentes del VET.

2. AHP APLICADO A LA VALORACIÓN

La aplicación de AHP a la valoración de activos de mercado está suficientemente contrastada tanto a nivel académico como profesional. En este último ámbito son numerosas las aplicaciones de la metodología multicriterio en la valoración de activos agrarios y urbanos tanto en España como en algunos países iberoamericanos fundamentalmente México y Costa Rica. En el ámbito académico encontramos aplicaciones a la valoración de la programación por metas (Aznar y Guijarro, 2004, 2007 a y 2007 b), del proceso analítico jerárquico (Aznar y Caballer, 2005, Aznar *et al.*, 2011, Aznar y Estruch, 2011), del proceso analítico en red (Aragonés *et al.*, 2008, Garcia-Melón *et al.*, 2008) y de la conjunción de varias de estas técnicas (Aznar *et al.*, 2007, 2008; Aznar *et al.*, 2011; Cervelló *et al.* 2010; Guijarro y Guijarro, 2010).



3. AHP APLICADO A LA VALORACIÓN AMBIENTAL

La función de AHP en la valoración de activos ambientales va a consistir en ayudarnos a priorizar los componentes del Valor Económico Total (VET) asociado a dichos activos.

Recordemos que los componentes del VET son:

- VUD. Valores de Uso Directo
- VUI. Valores de Uso Indirecto
- VO/O. Valores de opción/cuasiopción
- VE. Valor de Existencia
- VL. Valor de legado

Para priorizar los componentes del VET podemos plantear dos modelos diferentes.

El primero sería con una sola jerarquía. Figura 1:

Figura 1. Jerarquía en un nivel de los componentes del VET



De esta forma mediante la encuesta vista en el capítulo anterior obtendríamos una matriz de comparación pareada de rango 5.

Tabla 1. Matriz de comparación pareada 5X5

	VUD	VUI	VUP	VE	VL	VECTOR PROPIO
VUD	1	9	7	8	8	0,6398
VUI	1/9	1	1/6	1/5	1/5	0,0304
VUP	1/7	6	1	1/2	1/2	0,0893
VE	1/8	5	2	1	1	0,1203
VL	1/8	5	2	1	1	0,1203
CR	9,60%	< 10%				1,0000

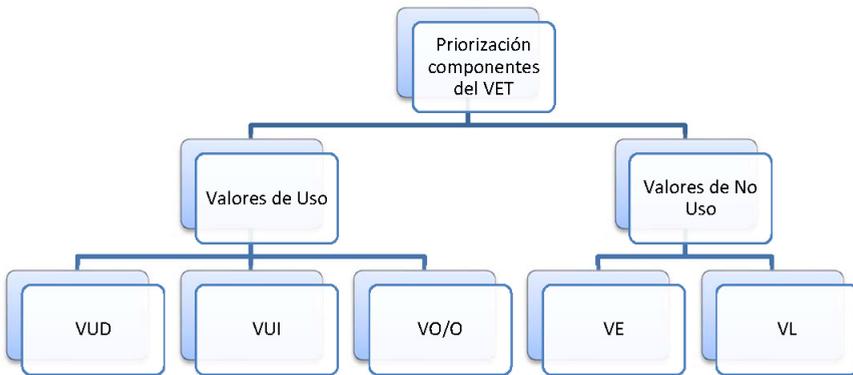
Una vez que hemos compuesto la matriz hay que comprobar si es consistente. En este caso, al ser una matriz 5 x 5 su Ratio de Consistencia debe ser menor al 10% y de hecho es así ya que el CR = 9,60%.

Comprobada la consistencia el vector propio obtenido nos es válido y como es sabido nos determina la ponderación o importancia de cada uno de los componentes del VET para el activo objeto de nuestro análisis. En este caso, el VUD tiene una importancia del 63.98%, el VUI del 3.04%, el VUP un 8.93% y la importancia del VE y del VL son iguales, del 12.03%.

Esta sería la manera de llegar a la ponderación de los componentes del VET a partir del planteamiento de una sola jerarquía.

Otra manera de priorizar los componentes del VET sería estableciendo dos jerarquías Fig. 2.

Figura 2. Jerarquía en dos niveles de los componentes del VET



Mediante el planteamiento de dos jerarquías nos encontraríamos en primer lugar con una matriz 2 x 2 correspondiente a la priorización de la primera jerarquía (Valores de Uso y los Valores de No Uso) Tabla 2.

Tabla 2. Matriz de las Valores de Uso y No Uso

	VU	VNU	VECTOR PROPIO
VU	1	4	0,8000
VNU	1/4	1	0,2000
CR	0,00%	= 0%	1,0000

En la segunda jerarquía, para la priorización de los 3 tipos de Valores de Uso habría que determinar una matriz 3 x 3. Tabla 3

Tabla 3. Matriz de los valores de Uso

	VUD	VUI	VO/O	VECTOR PROPIO
VUD	1	1/3	2	0,2297
VUI	3	1	5	0,6483
VO/O	1/2	1/5	1	0,1220
CR	0,36%	< 5%		1,0000

y para la priorización de los dos tipos de Valores de No Uso una matriz 2 x 2. Tabla 4

Tabla 4. Matriz de los valores de No Uso.

	VE	VL	VECTOR PROPIO
VE	1	3	0,7500
VL	1/3	1	0,2500
CR	0,00%	= 0%	1,0000

La Ponderación final de los componentes del VET es el resultado de multiplicar las ponderaciones de las dos jerarquías. Tabla 5.

Tabla 5. Ponderación final de los componentes del VET

VALORES	1ª Jerarquía	2ª Jerarquía	Ponderación Final
VUD	0,8000	0,2297	0,1838
VUI		0,6483	0,5186
VUP		0,1220	0,0976
VE	0,2000	0,7500	0,1500
VL		0,2500	0,0500
			1

En este caso la ponderación del VUD es de 18.38%, resultado de multiplicar la ponderación del Valor de Uso 0.8000 (primera jerarquía) por la priorización del VUD dentro del Valor de Uso 0.2297 (segunda jerarquía) y así sucesivamente con todos los componentes del VET

De acuerdo con esto, el VUI tiene una ponderación del 51.86%, el VO/O una ponderación del 9.76%, el VE del 15% y por último la ponderación del VL sería del 5%.

En ambos casos (planteamiento con una sola jerarquía y planteamiento con dos jerarquías) mediante AHP se obtiene la ponderación de los componentes del VET. Esta ponderación, como veremos mas adelante, complementada con el método de actualización de rentas, configura el método AMUVAM que nos permitirá finalmente llegar a determinar el valor económico de un activo ambiental.

NOTA:

La valoración de activos ambientales mediante el método AMUVAM ha sido desarrollada en distintos trabajos, algunos de ellos se presentaran en capítulos posteriores y publicada, como puede verse en Bibliografía, en dos trabajos de los autores de este libro.

Capítulo 9. MÉTODO DE ACTUALIZACIÓN DE RENTAS

1. INTRODUCCIÓN

Las Normas Internacionales de Valoración indican tres grandes grupos de métodos para la valoración de activos y bienes en general, son los métodos comparativos, lo de actualización de rentas y el de los costes. En este capítulo se presenta el fundamento del método de actualización de rentas que en capítulos posteriores veremos cómo complementa AHP formando el denominado método AMUVAM de valoración de activos ambientales.

2. MÉTODO DE ACTUALIZACIÓN DE RENTAS

El método de actualización de rentas es un método clásico de valoración de activos que producen rentas (activos agrarios, urbanos etc.).

El fundamento del método es que el valor de un bien económico es igual al Valor Actual de la suma de rentas futuras (beneficios, flujos de caja) que el bien genera para su propietario.

La fórmula de cálculo para actualizar esas rentas futuras es:

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(1+r)^i}$$

Siendo

- R_i = Rentas futuras generadas por el bien en el año i para su propietario
- r = Tasa de actualización que expresa la preferencia por el dinero en el tiempo del propietario
- n = Periodo durante el cual el bien va a generar beneficios

Esta fórmula nos indica que el Valor de un activo es igual a la suma de las rentas que genera, desde el año 1 hasta el año n , actualizadas a una tasa r .

Para aplicar este método a la valoración de activos en general, hay que definir, por lo tanto, tres parámetros:

- El numerador (renta, ganancia o flujos de caja)
- El denominador (tasa de interés o de actualización)
- Años de vida (en que el bien va a producir esa renta)



Veamos como estimar cada uno de esos parámetros y para ello seguimos la Orden ECO/805/2003.

Estimación de los flujos de caja.

Se entenderá por flujos de caja, los cobros menos los pagos futuros propios del inmueble objeto de valoración. Se calcularán en unidades monetarias del año a que se refiera el valor de la tasación, sin tener en cuenta, por tanto, el efecto inflacionista y se utilizarán las hipótesis más probables para determinar sus cuantías y las fechas en que se realizarán los cobros y los pagos. En los mercados inmobiliarios, que es uno de los mercados donde más se utiliza este método, se plantean varios supuestos.

- i. Flujos de caja de los inmuebles con mercado de alquileres.
- ii. Flujos de caja cuando el inmueble se encuentra arrendado.
- iii. Flujos de caja cuando el inmueble a valorar se encuentre en la fecha de la tasación ligado a una actividad económica.

Y en cada caso está reglamentado que conceptos hay que tener en cuenta para llegar a determinar los flujos de caja correspondientes.

Determinación del tipo de actualización.

También el tipo de interés tiene su normativa particular para determinarlo y debe ser adecuado al tipo de inmueble, a sus características y ubicación física, al tipo de contrato de arrendamiento (existente o previsto) y al riesgo previsible en la obtención de rentas. Este tipo de interés nominal se convertirá en real restándole la inflación esperada durante el período para el que se prevea la existencia de flujos de caja. El tipo de interés nominal elegido no debe ser inferior a la rentabilidad media anual de la Deuda del Estado con vencimiento superior a dos años, por ello a este tipo de interés se añade una prima de riesgo. Y en todo caso el tasador justificará debidamente el tipo de interés elegido, la inflación esperada y demás medios de corrección utilizados para obtener el tipo de interés real.

La elección de la tasa de descuento es uno de los puntos clave de esta metodología, ya que como veremos más adelante el valor obtenido es muy sensible a cualquier cambio en cualquiera de los parámetros que se utilizan en su cálculo. Como su determinación es trascendente pero compleja normalmente se toman como referencia los tipos de interés de los mercados financieros. En estos mercados los dos parámetros que determinan las tasas, son la seguridad y la liquidez, de forma que a mayor seguridad e igual liquidez menor tasa y a igual seguridad y mayor liquidez también menor tasa. Así tenemos que el tipo de interés de la deuda del estado suele ser inferior al de las emisiones del resto del mercado por su mayor seguridad y liquidez y dentro de la deuda los vencimientos a corto plazo de las

letras del tesoro a 3, 6 u 8 meses su tasa es inferior a la de las Obligaciones del estado con vencimientos a 10, 15 y 30 años. Las inversiones inmobiliarias suelen tener una elevada seguridad (en épocas de bonanza económica) y poca liquidez por eso en la mayoría de las ocasiones la tasa financiera a la que se referencia es la de la deuda del estado a largo plazo, que en España son las Obligaciones del estado a 30 años. En la Pantalla 1 aparecen las tasas de la deuda del estado español en los años 2008 y 2009 para los distintos tipos de deuda, letras del tesoro con vencimientos de 3, 6 y 12 meses, bonos del estado con vencimientos de 3 y 5 años y obligaciones del estado con vencimientos a 10, 15 y 30 años y como se pueda observar ante una misma seguridad la tasa aumenta conforme disminuye la liquidez.

1 TIPOS DE INTERÉS (datos diarios) **1.4 Del mercado primario de valores públicos**

Los datos mensuales corresponden al último día del mes Porcentajes

	Letras del Tesoro				Bonos del Estado		Obligaciones del Estado		
	3 meses	6 meses	12 meses	18 meses	3 años	5 años	10 años	15 años	30 años
	Tipo marginal	Tipo marginal	Tipo marginal	Tipo marginal	Tipo marginal	Tipo marginal	Tipo marginal	Tipo marginal	Tipo marginal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
08									
Ago	-	-	4,38	-	-	-	-	-	-
Sep	-	-	4,34	-	4,35	-	4,62	4,92	-
Oct	-	3,25	3,40	-	-	4,42	-	-	5,12
Nov	2,60	2,60	2,54	-	3,41	4,07	3,96	-	-
Dic	2,08	2,20	2,23	-	2,96	3,35	-	-	4,20
09									
Ene	1,33	1,48	1,45	-	3,10	3,44	-	4,50	4,85
Feb	1,06	1,16	1,30	-	2,45	3,50	3,84	-	4,96
Mar	0,84	1,01	1,30	-	2,52	3,91	4,22	-	4,96
Abr	0,81	0,92	1,27	-	2,62	3,05	4,08	4,53	-
May	0,76	0,62	0,95	-	2,05	2,88	3,72	-	4,80
Jun	0,32	1,01	1,07	-	-	3,06	4,42	-	4,92
Jul	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09 Jun 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pantalla 1. Tipos de interés de la deuda del Estado

Si partimos como referencia en el mercado inmobiliario de las tasas de las Obligaciones del estado a 30 años, esta tasa sería la nominal y para convertirla en real teniendo en cuenta la inflación prevista, se aplicaría la siguiente fórmula.

$$T_R = \frac{T_N + 1}{I_N + 1} - 1 =$$

Siendo

T_R = Tasa real

T_N = Tasa nominal

I_N = Inflación

En la figura 1 tenemos la evolución de la inflación en España desde el año 1965 y en la Pantalla 2 su evolución por meses en los años 2008 y 2009.

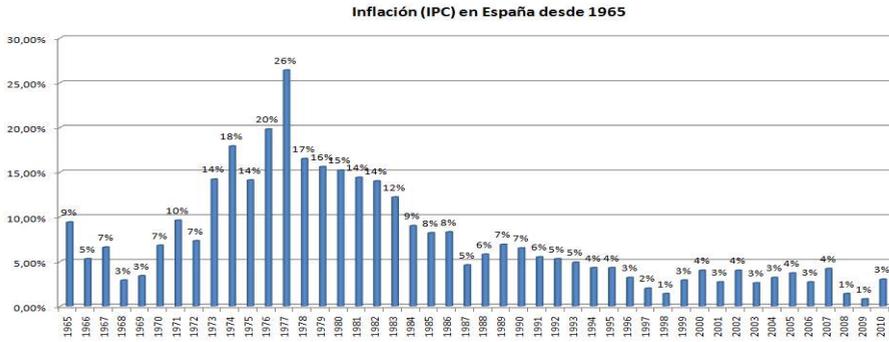


Figura 1. Evolución de la inflación en España desde 1965

		Índice general (100%)				Tasa de variación interanual (T1/T2)					Pro memoria: precios parciales por agrupamientos (base 2000)		
		Serie original	m	T	T'	Alimentos no elaborados	Alimentos elaborados	Bienes industriales sin productos energéticos	Energía	Servicios	IPSEBENE	Serie original	T
		(a)	(b)	(c)	(d)	5	6	7	8	9	10	11	12
06	M	100,0	-	3,5	2,7	4,4	3,6	1,4	8,2	3,9	2,9	108,9	-0,9
07	M	102,8	-	2,8	4,2	4,8	3,7	0,7	1,8	3,8	2,7	115,5	6,0
08	M	107,9	-	4,1	1,4	4,0	6,5	0,3	12,1	3,9	3,2	118,8	2,9
08	E-M	106,0	0,6	4,4	0,6	4,7	7,3	0,2	14,1	3,8	3,2	127,7	10,6
09	E-M	106,1	-0,0	0,0	-0,7	0,7	1,2	-0,6	-11,4	3,1	1,4	...	...
08	Feb	104,9	0,2	4,4	-0,5	5,2	7,4	0,2	13,3	3,8	3,3	122,1	7,3
08	Mar	105,6	0,9	4,5	0,4	4,7	7,4	0,3	14,1	4,0	3,4	127,4	10,5
08	Abr	107,0	1,1	4,2	1,5	4,0	7,4	0,2	13,3	3,5	3,1	130,6	8,5
08	May	107,7	0,7	4,6	2,2	4,1	7,5	0,2	16,5	3,8	3,3	133,9	15,2
08	Jun	108,3	0,6	5,0	2,8	5,1	7,7	0,1	19,2	3,9	3,3	126,3	8,6
08	Jul	107,8	-0,5	5,3	2,3	4,4	7,8	0,3	21,4	4,0	3,5	121,0	14,1
08	Ago	107,6	-0,2	4,9	2,1	4,2	7,6	0,5	17,6	4,0	3,5	115,4	6,5
08	Sep	107,5	-	4,5	2,0	3,9	6,9	0,5	14,8	4,1	3,4	110,1	-2,3
08	Oct	107,9	0,3	3,6	2,4	3,0	4,5	0,5	9,3	4,1	2,9	106,4	-8,2
08	Nov	107,5	-0,4	2,4	2,0	2,5	3,6	0,6	-0,5	4,0	2,7	110,4	-11,4
08	Dic	106,9	-0,5	1,4	1,4	1,6	3,0	0,4	-7,2	3,8	2,4	113,7	-9,7
09	Ene	106,6	-1,2	0,8	-1,2	1,3	2,5	-0,3	-8,3	3,6	2,0	...	...
09	Feb	105,6	-0,7	-1,2	2,2	1,5	2,2	-0,7	-8,1	3,3	1,6	...	...
09	Mar	105,8	0,2	-0,1	-1,1	0,8	1,2	-0,6	-11,6	3,7	1,3	...	...
09	Abr	106,8	1,0	-0,2	-0,1	-0,6	0,7	-0,7	-12,4	3,1	1,3	...	...
09	May	106,8	-	-0,9	-0,1	-0,6	-	-0,8	-15,3	2,6	0,9	...	...

Pantalla 2

Ejemplo: Calcular la tasa real partiendo de las tasa de las obligaciones del estado del segundo trimestre del 2009 y de un inflación prevista del 1%.

La media de la tasa de las Obligaciones del estado en el segundo trimestre del 2009, como solo hay dos observaciones

$$T_N = \frac{4.80 + 4.92}{2} = 4.86$$

La tasa real

$$T_R = \frac{T_N + 1}{I_N + 1} - 1 = \frac{4.86\% + 1}{1\% + 1} - 1 = 3.82\%$$

Como hemos dicho, las tasas dependen tanto de la seguridad como de la liquidez y el utilizar como punto de referencia las tasas de la deuda del estado a largo plazo obedece a este concepto, sin embargo es evidente que en la mayoría de las ocasiones tanto la seguridad como la liquidez de la deuda del estado es superior a la del inmueble, por lo que en el mercado inmobiliario se exige una prima de riesgo que varía en función del inmueble, ATASA (Asociación Profesional de Sociedades de Valoración, España) sugiere primas de riesgo entre el 3.5% y el 7%. El Ing. Loria en su curso Introducción a la valoración propone la utilización de una prima de riesgo que denomina Tasa riesgo país que es función de la tasa de los bonos a largo plazo de su país Costa Rica y de la tasa de los bonos del tesoro USA que utiliza como referencia sin riesgo.

$$T_R = TBLP_{CR} - TBT_{USA}$$

Siendo

T_R = Tasa Riesgo

$TBLP_{CR}$ = Tasa Bonos Largo Plazo de Costa Rica

TBT_{USA} = Tasa Bonos Tesoro USA

En España la Orden del 30 de Noviembre de 1994 proponía como tasas reales con la prima de riesgo ya incorporada las de la Tabla 1. En años posteriores (1997, 1999) se propusieron ligeras variaciones sobre estas tasas.

Tabla 1. Tasa propuestas por la Orden del 30 de Noviembre de 1994

Tipo de inmueble	Tasa anual mínima. Porcentaje
Viviendas primera residencia	5
Viviendas segunda residencia	9
Oficinas	7
Locales comerciales	8
Naves industriales	9
Plazas de aparcamiento	7
Fincas rústicas	4
Otros	8

Autores como Llano (2007) proponen los tipos de interés de la Tabla 2 como los utilizados en los últimos años en el mercado inmobiliario español que difieren poco de los propuestos por la Orden de 1994.

Tabla 2. Tasas propuestas por Llano

Tipo de inmueble	Tasa de interés
Vivienda habitual	4-5%
Vivienda no habitual (segunda residencia)	7-8%
Oficinas	6-7%
Locales comerciales	7-8%
Naves industriales	8-10%
Garajes	6-7%
Fincas rústicas	3-4%

Aplicar una tasa financiera en la valoración de un activo ambiental no es demasiado adecuado. Por eso veremos en el próximo capítulo toda la problemática de la tasa medioambiental.

3. CASOS ESPECIALES

Existen casos, sobre todo en valoración agraria y como veremos también en valoración de activos ambientales, en que podemos aceptar la hipótesis de encontrarnos ante una renta o flujo de caja constante, o sea que tanto los ingresos como los gastos de esos bienes anuales suelen ser suficientemente iguales en los años como para considerarlos constantes y la situación actual es la que seguirá prevaleciendo en ese bien indefinidamente. En ese caso podemos utilizar la capitalización perpetua, reduciéndose el cálculo del valor al cociente entre el Flujo constante y la tasa considerada.

$$V = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{FC}{(1+r)^i} = \frac{FC}{(1+r)} + \frac{FC}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FC}{(1+r)^i} + \dots = \frac{\frac{FC}{(1+r)}}{1 - \frac{1}{(1+r)}} \approx \frac{FC}{r}$$

Esta será la hipótesis que seguiremos, como se verá más adelante, al aplicar el método de actualización de rentas a la valoración de activos ambientales.

4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AL PERIODO

En el punto anterior hemos dicho que la hipótesis que seguiremos al aplicar el método de actualización de rentas a la valoración de activos ambientales es la de que los flujos de caja (renta) que produzca el activo a valorar los consideraremos constantes y perpetuos o sea dicho con otras palabras que el activo producirá los mismos ingresos con los mismos gastos durante un periodo de años que se extiende hasta el infinito.

Estas hipótesis pueden considerarse muy duras pero analicémoslas por partes:

En cuanto que los Flujos de caja sean constantes la hipótesis es aceptable en cuanto que al ser un activo ambiental no deben producirse cambios importantes en él por lo que tanto los Ingresos como los gastos se mantendrán con el tiempo.

El otro punto el considerar que el tiempo en que se va a producir la renta se alargue hasta el infinito, no es tan importante como puede parecer a simple vista, ya que flujos de caja actualizados a partir de unos años determinados (90-100 años), influyen muy poco en el valor total. Esto puede observarse en la Tablas 3 y 4 y en el gráfico 1 donde se puede observar que el valor de actualizar 100.000 u.m.a una tasa del 4%, crece con fuerza en los primeros 60 años, de los 60 a los 100 solo crece un 8% y a partir de estos años un 2%.

Tabla 3. Influencia del período en el VNA

PERÍODO	Flujos de Caja	Tasa	4%	PERÍODO	Flujos de Caja	VNA	PERÍODO	Flujos de Caja	VNA	
		VNA								VNA
1	100.000	96.154		34	100.000	1.841.120	67	100.000	2.319.405	
2	100.000	188.609		35	100.000	1.866.461	68	100.000	2.326.351	
3	100.000	277.509		36	100.000	1.890.828	69	100.000	2.333.030	
4	100.000	362.990		37	100.000	1.914.258	70	100.000	2.339.451	
5	100.000	445.182		38	100.000	1.936.786	71	100.000	2.345.626	
6	100.000	524.214		39	100.000	1.958.448	72	100.000	2.351.564	
7	100.000	600.205		40	100.000	1.979.277	73	100.000	2.357.273	
8	100.000	673.274		41	100.000	1.999.305	74	100.000	2.362.762	
9	100.000	743.533		42	100.000	2.018.563	75	100.000	2.368.041	
10	100.000	811.090		43	100.000	2.037.079	76	100.000	2.373.116	
11	100.000	876.048		44	100.000	2.054.884	77	100.000	2.377.996	
12	100.000	938.507		45	100.000	2.072.004	78	100.000	2.382.689	
13	100.000	998.565		46	100.000	2.088.465	79	100.000	2.387.201	
14	100.000	1.056.312		47	100.000	2.104.294	80	100.000	2.391.539	
15	100.000	1.111.839		48	100.000	2.119.513	81	100.000	2.395.711	
16	100.000	1.165.230		49	100.000	2.134.147	82	100.000	2.399.722	
17	100.000	1.216.567		50	100.000	2.148.218	83	100.000	2.403.579	
18	100.000	1.265.930		51	100.000	2.161.749	84	100.000	2.407.287	
19	100.000	1.313.394		52	100.000	2.174.758	85	100.000	2.410.853	
20	100.000	1.359.033		53	100.000	2.187.267	86	100.000	2.414.282	
21	100.000	1.402.916		54	100.000	2.199.296	87	100.000	2.417.579	
22	100.000	1.445.112		55	100.000	2.210.861	88	100.000	2.420.749	
23	100.000	1.485.684		56	100.000	2.221.982	89	100.000	2.423.797	
24	100.000	1.524.696		57	100.000	2.232.675	90	100.000	2.426.728	
25	100.000	1.562.208		58	100.000	2.242.957	91	100.000	2.429.546	
26	100.000	1.598.277		59	100.000	2.252.843	92	100.000	2.432.256	
27	100.000	1.632.959		60	100.000	2.262.349	93	100.000	2.434.861	
28	100.000	1.666.306		61	100.000	2.271.489	94	100.000	2.437.367	
29	100.000	1.698.371		62	100.000	2.280.278	95	100.000	2.439.776	
30	100.000	1.729.203		63	100.000	2.288.729	96	100.000	2.442.092	
31	100.000	1.758.849		64	100.000	2.296.855	97	100.000	2.444.319	
32	100.000	1.787.355		65	100.000	2.304.668	98	100.000	2.446.461	
33	100.000	1.814.765		66	100.000	2.312.181	99	100.000	2.448.520	
							100	100.000	2.450.500	
									Capitalización perpetua	2.500.000

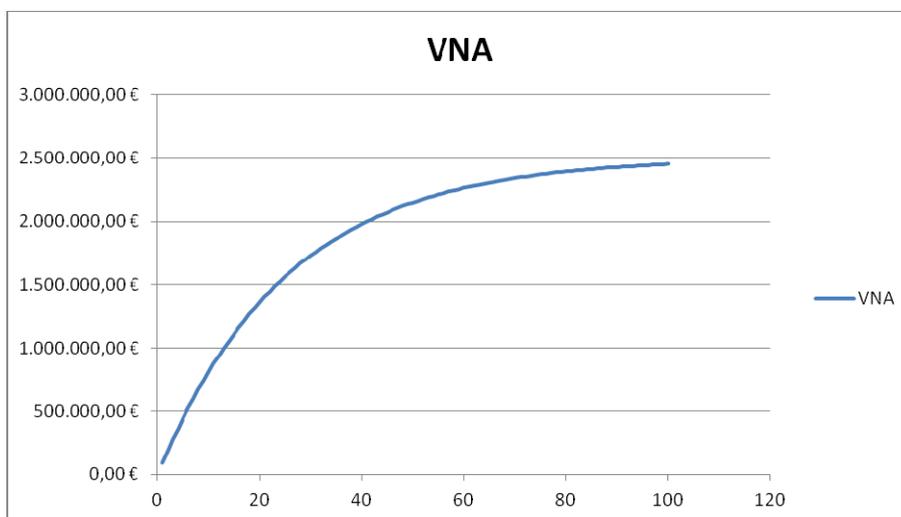


Gráfico 1. Influencia del período en el VNA

Tabla 4. Evolución del valor con el período

AÑO	VNA	Porcentaje
18	1,265,930	50.6%
30	1,729,203	69.2%
60	2,262,349	90,4%
100	2,450,500	98.1%
A.P.	2,500,000	100%

5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD A LA TASA

Como veremos en el siguiente capítulo las tasas a utilizar en la valoración de activos ambientales son diferentes a las tasas financieras e inmobiliarias vistas en este capítulo. Además varían con la localización geográfica (país) del activo y con el tiempo y estas variaciones pueden producir cambios importantes en el valor obtenido. Vamos a ver cuál es la influencia del cambio de la tasa en el valor final.

Tabla 5. Variación del valor con la Tasa y el período

PERÍODOS	FLUJO	TASAS						
		2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
1	100000	98.039	96.117	94.232	92.385	90.573	88.797	87.056
2	100000	194.156	191.347	188.609	185.941	183.339	180.802	178.326
3	100000	288.388	282.861	277.509	272.325	267.301	262.432	257.710
4	100000	380.773	371.710	362.990	354.595	346.511	338.721	331.213
5	100000	471.346	457.971	445.182	432.948	421.236	410.020	399.271
6	100000	560.143	541.719	524.214	507.569	491.732	476.654	462.288
7	100000	647.199	623.028	600.205	578.637	558.238	538.929	520.637
8	100000	732.548	701.969	673.274	646.321	620.979	597.130	574.664
9	100000	816.224	778.611	743.533	710.782	680.169	651.523	624.689
10	100000	898.259	853.020	811.090	772.173	736.009	702.358	671.008
11	100000	978.685	925.262	876.048	830.641	788.687	749.867	713.896
12	100000	1.057.534	995.400	938.507	886.325	838.384	794.269	753.608
13	100000	1.134.837	1.063.496	998.565	939.357	885.268	835.765	790.378
14	100000	1.210.625	1.129.607	1.056.312	989.864	929.498	874.547	824.424
15	100000	1.284.926	1.193.794	1.111.839	1.037.966	971.225	910.791	855.948
16	100000	1.357.771	1.256.110	1.165.230	1.083.777	1.010.590	944.665	885.137
17	100000	1.429.187	1.316.612	1.216.567	1.127.407	1.047.726	976.322	912.164
18	100000	1.499.203	1.375.351	1.265.930	1.168.959	1.082.760	1.005.909	937.189
19	100000	1.567.846	1.432.380	1.313.394	1.208.532	1.115.812	1.033.560	960.360
20	100000	1.635.143	1.487.747	1.359.033	1.246.221	1.146.992	1.059.401	981.815

Un cambio de la tasa de un punto del 4% al 5% para un período de 10 años produce una variación en el VNA de un 4,79%, de 811,090 a 772,173.

Un cambio del período de un año del 10 a 11 para una tasa del 4% produce una variación en el VNA de un 7,41%, de 811,090 a 876,048.

Un cambio de la tasa de dos puntos del 4% al 6% para un período de 10 años produce una variación en el VNA de un 9,25%, de 811,090 a 736,009.

Un cambio del período de dos años del 10 a 12 para una tasa del 4% produce una variación en el VNA de un 13,57%, de 811,090 a 938,507.

Todo esto pone en evidencia la gran sensibilidad del método a todos los parámetros que intervienen en su cálculo, con lo que el tasador deberá ser muy cuidadoso en la fijación de los mismos.

Capítulo 10. LA ACTUALIZACIÓN DE RENTAS Y LA TASA DE ACTUALIZACIÓN EN VALORACIÓN AMBIENTAL

Miriam Tarín, Jerónimo Aznar y Vicent Estruch



1. INTRODUCCIÓN

El uso de tasas de descuento de mercado para evaluar proyectos públicos, sobre todo aquellos que se extienden durante el largo plazo, está sujeto a numerosas críticas. La principal es que este tipo de tasas se basan en una serie de principios cuyo objetivo es maximizar el bienestar privado, el cual no tiene por qué coincidir con el bienestar social.



La sociedad debería tomar sus decisiones considerando aquellos factores que contribuyen a maximizar su bienestar y el de las generaciones futuras. El uso de la tasa de descuento de mercado no incorpora todos los objetivos que la sociedad persigue, pues dicha tasa es el resultado de las decisiones individuales, y la sociedad no es el mero agregado de sus individuos.

Debido a las consideraciones anteriores, actualmente existe cierto consenso sobre la necesidad de establecer una tasa social de descuento para la evaluación de proyectos públicos (Boardman *et al.*, 2008; Moore *et al.*, 2004). Prueba de ello es que en varios países europeos las autoridades gubernamentales utilizan una tasa social de descuento distinta a la de mercado. Aún así, son pocos los países que oficialmente han estimado su tasa social de descuento y la metodología utilizada no ha sido uniforme.

2. DETERMINACIÓN DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO

La tasa social de descuento puede deducirse a partir de los conceptos conocidos como preferencia temporal social y coste social de oportunidad del capital.



La tasa de preferencia temporal social es el resultado de las preferencias de la sociedad por el consumo presente frente al consumo futuro (Correa, op. cit.). De ese modo, la preferencia temporal social refleja la oferta de fondos prestables desde el punto de vista de la sociedad.



Por otro lado, cuando la sociedad renuncia a consumo presente, los recursos no consumidos producirán a través de un proceso de inversión un consumo futuro mayor (Romero, 1997). Esto representa el coste social de oportunidad del capital, también denominado tasa social de retorno de la inversión o productividad marginal social.

Si existiera un mercado de capital social que estuviera en competencia perfecta sería posible determinar la tasa social de descuento como aquella que iguala a la tasa social de preferencia temporal (TSPT) y al coste social de oportunidad



(CSOC). No obstante, este tipo de mercado es inexistente. Llegados a este punto surge la pregunta, ¿cómo establecer la tasa social? Pues no existe un mercado que nos permita medir la bondad de nuestra estimación.

3. PROPUESTAS PARA ESTIMAR EL VALOR DE UNA TASA SOCIAL DE DESCUENTO

La Tasa Social de Preferencia Temporal (TSPT) y el Coste Social de Oportunidad del Capital (CSOC) no interactúan en un mercado, y por tanto constituyen dos enfoques diferenciados para calcular la tasa social de descuento.

Establecer la tasa social a partir del coste social de oportunidad es hacer uso de un enfoque descriptivo, pues la elección de la tasa de descuento está basada en la observación de la tasa de retorno del capital invertido en un conjunto de bienes alternativos. La aplicación de este enfoque da como resultado tasas de descuento relativamente altas, que Arrow estimaba en torno al 7% para Reino Unido en 1996.

Por su parte, determinar la tasa social considerando la tasa social de preferencia temporal se corresponde con un enfoque prescriptivo, porque la selección de la tasa de descuento se realiza en función de principios éticos o reglas por los que el bienestar de las generaciones futuras es sopesado.

Algunos autores afirman que se deben combinar ambos enfoques, pues consideran que la realización de una inversión pública se hace en parte a costa de desplazar consumo y en parte a costa de desplazar inversión (Haveman, 1969; Sandmo y Dréze, 1971; Lind, 1982). De ahí que tanto TSPT como CSOC contribuyan a la determinación de la tasa social de descuento. No obstante, este enfoque significaría determinar la tasa de descuento para cada proyecto, lo que lo convierte en prácticamente inviable.

Teniendo en cuenta que la selección de la tasa de descuento es una cuestión ética, ya que determina la distribución de bienes y servicios entre generaciones (Tol, 1999) el enfoque más recomendado y habitual es el prescriptivo, determinando la tasa social de descuento en función de la preferencia temporal social (OXERA, 2002; Evans, 2006; Guo *et al.*, 2006; Boardman *et al.*, 2008; Valentim y Prado, 2008).

En definitiva, de forma general se acepta la necesidad de establecer una tasa de descuento positiva para evaluar la rentabilidad de las inversiones públicas y las propuestas van en dos líneas. La primera es determinar una tasa constante para cualquier periodo de tiempo. Se trata de la llamada tasa social de preferencia temporal. La segunda es estimar una tasa de descuento que disminuya conforme avanza el horizonte temporal, estableciendo así una tasa de descuento decreciente.

4. TASA SOCIAL DE PREFERENCIA TEMPORAL

La Tasa Social de Preferencia Temporal establece una única tasa de descuento para todo el periodo de tiempo en que se espera que aparezcan costes o beneficios. La fórmula estándar para calcular la Tasa Social de Preferencia Temporal (TSPT) fue establecida por Ramsey en 1928 (1) y se define como la suma de dos elementos: la tasa de preferencia temporal individual, y el cambio de la utilidad marginal del consumo con el tiempo (Cline, 1992; Nordhaus, 1992; Fankhauser, 1993).

$$TSPT = p + e * g \quad (1)$$

Donde:

- p: tasa de preferencia temporal individual o pura (%)
- e: elasticidad de la curva de utilidad marginal del consumo
- g: tasa esperada de crecimiento del consumo per cápita (%)

La preferencia temporal individual “p” refleja la impaciencia y el riesgo de muerte del consumidor, motivos por los que prefiere consumir hoy a mañana. A este parámetro se le suele llamar *descuento de la utilidad*, pues es la tasa a la que los individuos descuentan el bienestar futuro derivado del consumo.

El término “e*g” de la fórmula de Ramsey supone asumir la hipótesis del decrecimiento de la utilidad marginal; como en el futuro habrá un mayor nivel de consumo, la utilidad derivada de una unidad adicional de consumo será cada vez menor y por tanto está justificado descontar el bienestar de las generaciones futuras. Así, el término “e*g” constituye el *efecto riqueza*, según el cual un agente representativo asigna menor valor a una unidad adicional de consumo futuro si confía en que su renta será mayor debido al crecimiento económico (Groom *et al.*, 2005). De ahí que cuanto más esperamos tener en el futuro, menos estamos dispuestos a sacrificar hoy para obtener aún más en el futuro (Correa, 2006).

Por lo tanto, la fórmula de Ramsey implica que el futuro se descuenta por dos razones: porque los individuos prefieren consumo presente frente a consumo futuro, y porque en el futuro los individuos serán más ricos y se ha de reducir dicha inequidad de consumo en el tiempo (Boardman *et al.*, 2008).

A pesar de que existen problemas teóricos en torno a la fórmula de Ramsey, esta es la más aceptada para calcular una tasa social de descuento (European Commission, 2008; Evans, 2006).

Los parámetros de la fórmula de Ramsey se pueden estimar siguiendo diferentes aproximaciones:



La tasa de preferencia temporal pura “p” se suele determinar en base al índice de mortalidad medio de los últimos años.

La tasa esperada de crecimiento del consumo per cápita “g” se deduce de los datos históricos, ya que no es posible predecir de forma fiable la tasa de crecimiento futura. Se toma una secuencia de datos del pasado reciente, lo suficientemente larga como para mostrar la tendencia del crecimiento anual del consumo. Un enfoque alternativo es trabajar con los datos de la evolución del PIB per cápita, pues este es una manifestación de la renta per cápita. Con los datos de consumo o del PIB per cápita se calcula la tasa media anual de crecimiento per cápita.

La elasticidad de la utilidad marginal del consumo “e” es el parámetro más difícil de estimar. El método más empleado consiste en analizar la estructura de impuestos propia de cada país. Se considera que la estructura del impuesto sobre la renta está basada en el principio de *igualdad de sacrificio*, es decir, la pérdida de utilidad causada por el último euro de impuestos pagado debe ser equivalente para todos los individuos, lo que implica la igualación de la renta después de impuestos entre todos los individuos (Gutiérrez, 2006). Por ello, el grado de progresividad en la estructura tributaria proporciona una medida de “e”: Cuanto más progresiva sea la estructura tributaria, mayor será el grado de aversión social a la desigualdad de ingresos y mayor será el valor de “e” (European Commission, 2008).

5. TASAS DE DESCUENTO DECRECIENTES

Los principales argumentos a favor del uso de tasas de descuento en disminución son los siguientes.

En primer lugar, la evidencia empírica sugiere que las personas descuentan el futuro de forma hiperbólica: utilizan tasas de descuento en disminución, es decir, emplean tasas de descuento más elevadas ahora que en el futuro (Gintis, 2000; Frederick *et al.*, 2002). Ello es debido a que las personas consideran que posponer el consumo ahora es menos atractivo que posponerlo en el futuro. Es decir, los individuos somos más sensibles a un retraso que ocurre en el presente que a un retraso que ocurre en el futuro (Groom *et al.*, 2005). Esto indica que la tasa de descuento aplicada a un retraso de consumo en el presente es mayor que la aplicada a un retraso de consumo en el futuro.

En segundo lugar, Weitzman (2001) argumenta que cuando la tasa de descuento que se debe aplicar en el futuro es incierta, la tasa social de descuento socialmente efectiva debe disminuir con el tiempo hasta su valor más bajo, posiblemente cero. Así, la incertidumbre sobre la tasa a aplicar en el futuro incrementa el peso de los beneficios futuros.

Finalmente, se considera que las generaciones actuales deben tener en cuenta las necesidades de las generaciones futuras. Chichilnisky (1996) y Li and Löfgren (2000) demuestran que las tasas de descuento en disminución acaban con la tiranía del presente sobre el futuro, y a su vez no implican la tiranía del futuro sobre el presente. Por tanto, las tasas de descuento en disminución no suponen la dictadura de una generación sobre otra.

Bajo la denominación de Tasas de Descuento Decrecientes en el tiempo, en inglés Declining Discount Rates o DDRs, se engloban tres tipos de propuestas:

- Secuencia de tasas en disminución
 - Weitzman (2001)
 - Newell y Pizer (2003)
 - Green Book (Her Majesty's Treasury, 2003)
- Factor de descuento de Li y Löfgren (2000)
- Factor de descuento hiperbólico
 - Loewenstein y Prelec (1992)
 - Henderson y Bateman (1995)
 - Poulos y Whittington (2000)

Todas estas propuestas implican tasas de descuento que disminuyen con el tiempo. De esta forma, se otorga un mayor peso a los beneficios y costes que afectarán a las generaciones futuras y por tanto se aborda al menos parcialmente el problema de la equidad intergeneracional (Groom *et al.*, 2007).

La principal crítica a la que están sujetas las tasas de descuento en disminución es que pueden introducir problemas de incoherencia temporal (Strotz, 1956; Barro, 1999; Hepburn, 2003). La incoherencia temporal implica que los planes establecidos en un momento dado serán rechazados en el futuro por el mero paso del tiempo (se entiende que un plan o programa está constituido por varias inversiones que son sucesivas en el tiempo).

Como bien explica Hansen (2006), una tasa de descuento que disminuye con el tiempo será elevada los primeros años y baja más tarde (una elevada tasa de descuento del consumo representa una fuerte impaciencia, resultando en un mayor consumo y por ello una menor inversión). Esto induce a la adopción de un sistema en que los ciudadanos están dispuestos a invertir menos los primeros años del programa, estando dispuestos a invertir en mayor medida más tarde. Conforme el tiempo pasa y llega el momento “más tarde”, los ciudadanos de nuevo tendrán una tasa de descuento más alta que la que tendrán aún más tarde, y preferirán posponer los costes para los años sucesivos. Como un plan o programa político quedará concluido cuando se lleve a cabo una secuencia de inversiones, la incoherencia temporal lleva a iniciar programas pero no a acabarlos.



De lo anterior se deduce que, por motivos de incoherencia temporal, los gobiernos de las generaciones futuras pueden no estar dispuestos a perpetrar los planes que resultan óptimos para los gobiernos actuales (Horowitz, 1996).



Si se emplea una única tasa de descuento (que por tanto es constante para cualquier periodo considerado) se asegura la característica de *estacionalidad* definida por Koopmans (1960): El paso del tiempo por sí solo no tiene ninguna influencia en las decisiones de inversión. Si evaluamos un proyecto en tiempo $t_0 < t_2$ y concluimos que es óptimo invertir en él, una reevaluación en cualquier fecha posterior $t_1 < t_2$, también apoya la inversión en este proyecto. Se suele considerar que el empleo de tasas de descuento constantes es coherente temporalmente, pues en ese caso no será interrumpido un proyecto o programa por el mero paso del tiempo (Heal, 1998; Gollier, 2002).



En consecuencia, las tasas de descuento en disminución resuelven el problema de la tiranía del presente sobre el futuro, pero introducen un nuevo problema; la incoherencia temporal. Sin embargo, este problema no aparece en el caso de la valoración ambiental, pues se actualiza el valor de las rentas generadas en un año.



6. TASAS SOCIALES DE PREFERENCIA TEMPORAL EN LA PRÁCTICA

Aplicando la fórmula de Ramsey se ha determinado la tasa social de preferencia temporal (TSPT) para el año 2010. Por cuestión de disponibilidad de datos se estima la tasa social para los países que forman parte de la OCDE.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 1 Tasa de Descuento Social y tipo de interés real. Año 2010

País	p ^{**} (%)	e ^{**}	g ^{**} (%)	Tasa Descuento Social (%)	Tipo interés real
Austria	0,91	1,659	1,493	3,386	1,411
Belgium	0,97	1,46	1,283	2,839	1,156
Canada	0,73	1,724	1,528	3,362	1,466
Czech Republic	1,01	1,462	2,234	4,28	2,473
Denmark	1	1,127	1,196	2,348	0,628
Finland	0,93	1,672	1,903	4,11	1,796
France	0,84	1,17	0,97	1,978	1,589
Germany	1,03	1,466	1,124	2,674	1,606
Greece	0,97	1,791	1,698	4,008	4,38
Hungary	1,31	1,305	2,136	4,094	2,401
Iceland	0,63	1,666	1,339	2,858	-0,4
Ireland	0,64	2,908	3,448	10,67	6,939
Israel	0,53	2,391	1,827	4,903	1,991
Italy	0,97	1,382	0,519	1,687	2,496
Japan	0,9	1,317	0,693	1,81	1,846
Korea, Rep.	0,5	1,896	3,999	8,083	1,848
Luxembourg	0,76	2,072	2,233	5,387	
Mexico	0,47	2,309	1,013	2,81	0,704
Netherlands	0,81	1,401	1,632	3,1	1,719
New Zealand	0,67	2,105	1,69	4,232	2,693
Norway	0,87	1,308	1,782	3,204	1,129
Portugal	0,98	1,658	1,235	3,027	4,01
Slovak Republic	0,99	1,468	3,013	5,409	2,915
Slovenia	0,92		2,612	0,917	1,992
Spain	0,85	1,622	1,444	3,189	2,326
Sweden	0,99	1,335	1,682	3,233	1,735
Switzerland	0,81	1,509	0,683	1,838	0,933
United Kingdom	0,93	1,258	1,63	2,981	0,326
United States	0,82	1,337	1,539	2,877	1,574

*Tipo interés real calculado como el tipo de interés de los bonos a 10 años (Fte: OCDE) menos la inflación de los precios al consumo (Fte: Banco mundial) ,

**Datos de p para 2007-2010; datos de e para 2010; datos de g para 1981-2010, excepto para Eslovaquia (1984-2010), Eslovenia, Polonia y República Checa (estos últimos con 1990-2010).

Fuente: Elaboración propia a partir de World Bank (2011a, 2011b) y OCDE (2011).

Se obtiene una tasa social de descuento media para los países de la OCDE del 3.63 %. Sin embargo, el rango de variación de la tasa social es muy amplio, puesto que varía entre el 0.91% de Eslovenia y el 10.67 de Irlanda.

7. CONCLUSIONES

Existen opiniones muy diversas sobre la forma de determinar la tasa social de descuento. Ello es debido a que cada propuesta de tasa social conlleva unas concepciones éticas respecto a la equidad intergeneracional. De forma general, los expertos opinan que el uso de una tasa de descuento de valor elevado implica una situación de tiranía de la generación presente sobre la generación futura pero abogan por el uso de una tasa social de descuento positiva.

En el apartado anterior se ha estimado la tasa social para diferentes países en base a la fórmula de Ramsey (1928). De los resultados obtenidos se observa que el principal parámetro que causa la divergencia en la tasa social es la tasa esperada de crecimiento del consumo. La elasticidad de la utilidad marginal del consumo ocupa un segundo lugar. El índice de mortalidad resulta poco influyente en la tasa social de descuento, pues su nivel de correlación con esta es muy reducido. Por tanto, las tasas sociales más elevadas obtenidas corresponden a los países con mayores expectativas de crecimiento económico o con una estructura de impuestos muy progresiva, como es el caso de Corea del Sur (8.08%), Irlanda (10.67%), República Eslovaca (5.41) o Luxemburgo (5.39%). En estos casos no está claro que la utilización de una tasa social incentive las inversiones ambientales favoreciendo el bienestar de las generaciones futuras, más que lo hace una tasa de mercado.

Se deriva de los resultados que la tasa social no tiene por qué ser siempre menor a la tasa de mercado. Para los países en que el tipo de interés de los bonos del tesoro es reducido y a su vez, las expectativas de crecimiento son elevadas y sus estructuras de impuestos marcadamente progresivas, se pueden obtener tasas de mercado inferiores a la tasa social.

A su vez se concluye que la elección de la tasa social y por extensión la evaluación económica de las inversiones públicas, no es puramente una cuestión técnica. Detrás de ello hay un código ético por el que se sopesa el bienestar de las generaciones futuras.

8. ANEJOS. Cálculo de los parámetros de la Tasa social de preferencia temporal

La expresión de TSPT según vimos en el apartado Tasa de Descuento Social

$$TSPT = p + e * g \quad (1)$$

Y el cálculo de cada uno de sus parámetros puede realizarse de la forma que se presenta a continuación y que es la seguida para obtener los datos de la Tabla 1.

a) Preferencia temporal pura (p)

Se estima la tasa de preferencia temporal pura “p” como la media del índice de mortalidad de los últimos años.

El índice de mortalidad representa el número de defunciones que se producen en un año por cada 1.000 habitantes. Se calcula la media de p para los 4 últimos años. Hay que recordar que el valor de p viene dado, en las tablas, por cada mil habitantes, y lo debemos expresar en %.

Fuente:

<http://data.worldbank.org/indicador/SP.DYN.CDRT.IN/countries?display=default>

<http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.CDRT.IN/countries?display=default>

b) Elasticidad de la utilidad marginal del consumo

Para calcular el valor de la elasticidad en función de la estructura tributaria hemos seguido la misma metodología que Evans y Sezer (2005), quienes se basan a su vez en trabajos de Stern (1977) y de Cowell y Gardiner (1999).

Se va a estimar la elasticidad de la curva de utilidad marginal del consumo en función de la progresividad de la estructura de impuestos.

De acuerdo con ello, se escoge la tasa marginal y la tasa media del impuesto sobre la renta para una persona que gana el salario medio y que está soltera y sin hijos y se aplica la fórmula (3):

$$e = \frac{\ln(1 - t)}{\ln(1 - T / Y)} \quad (2)$$

Donde:

t= tasa marginal del impuesto sobre la renta

T/Y= tasa media del impuesto sobre la renta

Para un individuo soltero y sin hijos, que gana el salario medio (100% Average Wage) se buscan los valores de “t” [Marginal](#) (Table I.4 - updated with 2010 data) y de “T/y” [Average](#) (Table I.5 - updated with 2010 data).

Escoger los valores de la fila ‘All-in’, que incluyen el impuesto sobre la renta y la contribución a la seguridad social.

Fuente:

http://www.oecd.org/document/60/0,3746,en_2649_37427_1942460_1_1_1_37427,00.html#tbw

c) Tasa esperada de crecimiento del consumo per cápita

La tasa de crecimiento del consumo en el futuro se establece en función de los datos históricos. Para ello se toma la secuencia de datos más larga registrada para cada país, de forma que esta sea representativa y muestre la tendencia general del crecimiento anual del consumo. Con los datos disponibles se calcula la tasa anual media acumulativa de crecimiento del consumo per cápita, que viene dada por (4):

$$g = \left[\frac{C_f}{C_i} \right]^{1/n} \quad (3)$$

siendo

C_f : consumo per cápita final

C_i : consumo per cápita inicial

n : periodo entre consumo inicial y final

Debido a la dificultad de obtener datos de consumo per cápita, se toma como variable proxy el PIB per cápita pues este es una medida de los ingresos per cápita. En concreto, se toma el PIB per cápita convertido a dólares internacionales usando tasas de paridad del poder adquisitivo (PPA) a precios constantes del año 2005 (World Bank, 2011b).

Fuente: <http://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.KD>
<http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.KD>

d) Aplicación del método de Actualización de rentas a la valoración de activos ambientales

Como hemos visto en capítulos anteriores uno de los componentes del VET es el VUD que comprende aquellas funciones que desarrolla el activo ambiental y que el mercado detecta y por lo tanto nos puede dar información de los Ingresos y Gastos que genera. A partir de esta información podemos calcular los Flujos de Caja correspondientes.

Flujo de caja= Ingresos – Gastos

Es decir, si dentro de un activo ambiental hay una actividad agraria y una actividad forestal, se determinarán los ingresos y gastos que producen estas actividades y la diferencia entre los sumatorios de los diversos ingresos y gastos será el Flujo de Caja que producirá cada año el activo ambiental por las funciones del VUD. Este Flujo De Caja, en la mayoría de los activos ambientales, podemos plantear la hipótesis de que se mantendrá fijo en los futuros años, ya que al estar considerando espacios protegidos los cambios en sus actividades productivas (VUD) serán mínimas.

Ante este supuesto la fórmula clásica de la actualización de rentas se simplifica como aparece en (5).

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(1+R)^i} \approx \frac{R}{r}$$

Siendo

- V = Valor del activo ambiental por sus funciones VUD
- R = Renta generadas por el activo por sus funciones VUD
- r = Tasa de actualización (Tasa Social de preferencia Temporal)

Capítulo 11. MÉTODO AMUVAM (Analytic Multicriteria Valuation Method)

1. INTRODUCCIÓN

Conocidos los métodos AHP y actualización de rentas así como las particularidades de la tasa de actualización ambiental, tenemos ya toda la información para introducir el método AMUVAM.

2. AMUVAM

AMUVAM (Analytic Multicriteria Valuation Method), es un método de valoración de activos ambientales compuesto por los dos métodos vistos en capítulos anteriores:

- AHP
- Método de actualización de rentas

Veamos el funcionamiento conjunto de estos dos métodos configurando AMUVAM

Ante un activo ambiental determinado se delimita con detalle los distintos componentes del VET que existen en ese activo y las distintas funciones que contiene cada componente.

- VUD. Valor de Uso Directo
- VUI. Valor de Uso Indirecto
- VO/O. Valor de Opción/Cuasiopción
- VE. Valor de Existencia
- VL. Valor de Legado

Mediante AHP ponderaremos dichos componentes. Como hemos visto tenemos dos formas de plantear dicha ponderación.

Planteamiento con una sola jerarquía.



Figura 1: Planteamiento con una jerarquía



La otra forma planteamiento con dos jerarquías: en primer lugar la ponderación entre Valores de Uso y Valores de No Uso, y en segundo lugar la ponderación de los componentes de los Valores de Uso y la ponderación de los componentes de los Valores de No Uso:

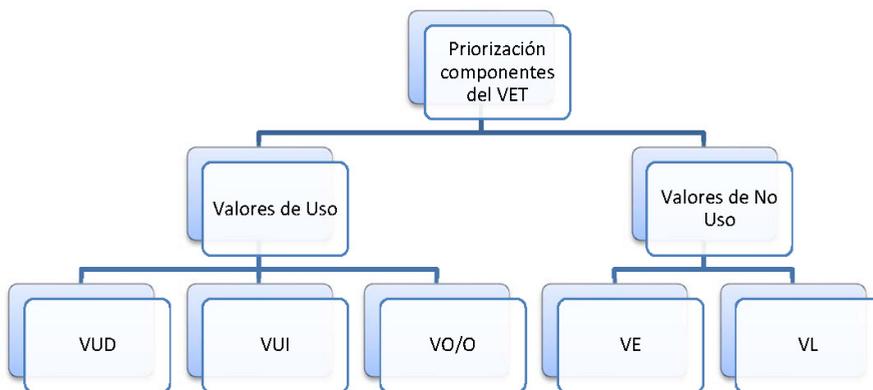


Figura 2: Planteamiento con dos jerarquías

Con ambos planteamientos, llegamos a determinar la ponderación de los componentes del VET.

Por ejemplo, una ponderación o priorización de los componentes del VET podría ser:

- VUD. Valor de Uso Directo: 0.30
- VUI. Valor de Uso Indirecto: 0.25
- VO/O. Valor de Opción/Cuasiopción: 0.10
- VE. Valor de Existencia: 0.20
- VL. Valor de Legado: 0.15

Una vez tenemos ponderados los componentes del VET, utilizaremos el VUD como valor pivót.

El VUD es el valor que encierra aquellas actividades del activo ambiental que están controladas por el mercado. A través del mercado podemos conocer los Ingresos y Gastos que producen las funciones que comprende el VUD, la diferencia entre ambas será el flujo de caja del VUD. Mediante una tasa medioambiental y aplicando el método de actualización de rentas, actualizamos dichos flujos de caja y el valor obtenido será el valor del activo ambiental por su VUD.

$$VUD = \frac{FC}{Tasa\ medioambiental}$$

Conocido el valor del activo por su VUD y conocidas las ponderaciones de los componentes del VET, se calculan los valores del resto de componentes del VET. Finalmente, la suma de todos los componentes nos proporciona la cuantía del VET.

3. EJEMPLO

Para un activo ambiental determinado, mediante AHP hemos obtenido las siguientes ponderaciones de los componentes del VET:

- VUD → 0.30
- VUI → 0.25
- VO/O → 0.10
- VE → 0.20
- VL → 0.15

Por otro lado, los flujos de caja del activo (Ingresos-Gastos) según las actividades del VUD son:

$$FC = \text{Ingresos-Gastos} = 6.000 \text{ u.m.}$$

Determinamos una tasa medioambiental del 3% y actualizamos el flujo de caja a esa tasa.

$$\text{Valor VUD} = 6.000 / 3\% = 200.000 \text{ u.m.}$$

Con este dato y la ponderación de cada componente, calculamos el valor del VET y sus componentes (Tabla 1):

Tabla 1. Valor del VET y sus componentes

COMPONENTES		VALOR
VUD	200.000	200.000
VUI	$(200.000/0.30)*0.25$	166.666
VO/O	$(200.000/0.30)*0.10$	66.666
VE	$(200.000/0.30)*0.20$	133.300
VL	$(200.000/0.30)*0.15$	100.000
VET		666.666

4. CASO EN QUE NO EXISTE VUD

A menudo, en los activos ambientales podemos encontrarnos con que no exista VUD. Entonces, utilizaríamos como pívot el VUI.

El VUI está compuesto por bienes o recursos necesarios para la obtención del VUD, y otras funciones que el mercado no detecta, como pueden ser retención de nutrientes, mejora del microclima, captación de CO₂, etc. Debemos determinar en qué costes incurriría la sociedad si tuviese que suplir por sus medios las funciones que realiza el activo y que por lo tanto se ahorra la sociedad. Una vez tenemos esos costes, se actualizan también a la tasa correspondiente.

El resto de valores y el VET se calculan como en el caso anterior mediante las ponderaciones resultantes de AHP.



5. AMUVAM AGREGADO

La ponderación de los componentes del VET por AHP puede realizarse de forma individual o bien utilizando un grupo de expertos.

Lo más indicado es que sea realizado por un grupo de expertos porque así podremos considerar la distinta sensibilidad hacia los activos ambientales de los distintos expertos.

En el caso de que utilicemos un grupo de expertos, se llega a una ponderación única **agregando** las distintas ponderaciones de cada experto mediante la media geométrica.

La media geométrica nos da la ponderación de los componentes del VET en función de la opinión de todos los expertos. Una vez hemos hallado la media geométrica, el procedimiento es el ya visto:

- Cálculo del VUD por actualización de su renta
- Cálculo del VET y sus componentes a partir de la priorización del vector agregado

6. EJEMPLO. AMUVAM AGREGADO

Se siguen los siguientes pasos:

1-Encuesta a expertos y construcción de las respectivas matrices de comparación pareada

Para valorar un activo ambiental en este caso hemos consultado con tres expertos.

A través de la opinión de estos expertos construimos las siguientes matrices de comparación pareada. Tabla 2

Tabla 2. Matrices de comparación pareada

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro
Uso Directo	1	1/8	3	1/2	1/4
Uso Indirecto	8	1	9	2	6
Opción	1/3	1/9	1	1/7	1/3
Existencia	2	1/2	7	1	2
Legado	4	1/6	3	1/2	1

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro
Uso Directo	1	1/7	4	1/2	1/5
Uso Indirecto	7	1	9	3	4
Opción	1/4	1/9	1	1/6	1/6
Existencia	2	1/3	6	1	1
Legado	5	1/4	6	1	1

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro
Uso Directo	1	1/8	5	1/7	1/9
Uso Indirecto	8	1	9	2	2
Opción	1/5	1/9	1	1/9	1/9
Existencia	7	1/2	9	1	1
Legado	9	1/2	9	1	1

2-Con el programa de cálculo se verifica la consistencia de las matrices y se calcula su vector propio

Hemos de verificar que las matrices planteadas son consistentes. En este caso al ser matrices 5x5, su Ratio de Consistencia ha de ser menor del 10%.

Una vez realizada esta comprobación se calcula el vector propio de cada matriz Tabla 3.

Tabla 3. Consistencia y vector propio de las matrices de comparación pareada

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro	VECTOR PROPIO
Uso Directo	1	1/8	3	1/2	1/4	0,0756
Uso Indirecto	8	1	9	2	6	0,5212
Opción	1/3	1/9	1	1/7	1/3	0,0377
Existencia	2	1/2	7	1	2	0,2230
Legado	4	1/6	3	1/2	1	0,1425
CR	7,12%					

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro	VECTOR PROPIO
Uso Directo	1	1/7	4	1/2	1/5	0,0776
Uso Indirecto	7	1	9	3	4	0,5114
Opción	1/4	1/9	1	1/6	1/6	0,0327
Existencia	2	1/3	6	1	1	0,1711
Legado	5	1/4	6	1	1	0,2072
CR	6,04%					

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro	VECTOR PROPIO
Uso Directo	1	1/8	5	1/7	1/9	0,0561
Uso Indirecto	8	1	9	2	2	0,3954
Opción	1/5	1/9	1	1/9	1/9	0,0259
Existencia	7	1/2	9	1	1	0,2508
Legado	9	1/2	9	1	1	0,2717
CR	8,96%					

Observamos que cada experto aporta una priorización distinta de los componentes del VET, ya que los vectores propios obtenidos para cada matriz son distintos.

3-Los vectores propios se agregan mediante la media geométrica y se normalizan por la suma

Para obtener una única priorización que sea fruto de la opinión de los tres expertos en primer lugar hemos de agregar estos tres vectores propios para ello utilizamos la media geométrica.

A continuación, normalizamos por la suma ese vector propio. Es decir, dividimos cada valor ya agregado entre el resultado de la suma de todos los valores agregados, que en este caso es 0.9856. Tabla 4.

	VECTORES PROPIOS			AGREGACIÓN	
VUD	0,0756	0,0776	0,0561	0,0690	0,0700
VUI	0,5212	0,5114	0,3954	0,4724	0,4793
VUP	0,0377	0,0327	0,0259	0,0317	0,0322
VE	0,2230	0,1711	0,2508	0,2123	0,2154
VL	0,1425	0,2072	0,2717	0,2002	0,2031
				0,9856	1,0000

Tabla 4. Vectores propios agregados y normalizados

Los valores normalizados constituyen un vector propio agregado que nos indica la ponderación de los componentes del VET en función de los tres expertos consultados. En este caso el componente del VET mas importante es el VUI con un 47,93%, seguido de los VE y VL con ponderaciones del 21,54% y 20,31% respectivamente y finalmente queda el VUD con el 7% y el VO/O con el 3,22%

4- Calculamos el VUD

El VUD, es el componente del VET que comprende las actividades que están conectadas con el mercado (agrícolas, forestales etc.).

Calculamos los Ingresos y los Gastos que estos componentes del VET producen, la diferencia es el Flujo de Caja del VUD.

Flujo de Caja del VUD = Ingresos-Gastos = 18.000 u.m.

A continuación obtenemos el valor del VUD actualizando estos flujos de caja mediante una tasa del 3%.

$$VUD = \frac{18.000}{3\%} = 600.000$$

5- Se calculan el resto de componentes y el VET

Conociendo el valor del VUD y la priorización de los componentes del VET, obtenemos los valores del resto de componentes del VUD.

$$VUI = \frac{600.000}{0,0700} * 0,4793 = 4.108.285$$

$$VO/O = \frac{600.000}{0,0700} * 0,0322 = 276.000$$

$$VE = \frac{600.000}{0,0700} * 0,2154 = 1.846.285$$

$$VL = \frac{600.000}{0,0700} * 0,2031 = 1.740.857$$

Una vez hemos calculado el valor de todos ellos, los sumamos y obtenemos el VET. Tabla 5.

Tabla 5. Valores del VET y sus componentes

	Ponderación	VALORES
VUD	0,0700	600.000
VUI	0,4793	4.108.285
VUP	0,0322	276.000
VE	0,2154	1.846.285
VL	0,2031	1.740.857
	VET	8.571.428

El caso completo resuelto en Excel puede verse en la Pantalla 1.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro	VECTOR PROPIO
32	1	1/8	3	1/2	1/4	0,0756
34	8	1	9	2	6	0,5212
35	1/3	1/9	1	1/7	1/3	0,0377
36	3	1/2	7	1	2	0,2230
37	2	1/6	3	1/2	1	0,1425
38	CR 7,12%					

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro	VECTOR PROPIO
43	1	1/7	4	1/2	1/5	0,0776
44	7	1	9	3	4	0,5114
45	1/4	1/9	1	1/6	1/6	0,0327
46	2	1/3	6	1	1	0,1711
47	4	1/4	6	1	1	0,2072
48	CR 6,04%					

	Uso Directo	Uso Indirecto	Opción	Existencia	Futuro	VECTOR PROPIO
51	1	1/8	5	1/7	1/9	0,0561
52	8	1	9	2	2	0,3954
53	1/5	1/9	1	1/9	1/9	0,0259
54	2	1/2	9	1	1	0,2508
55	9	1/2	9	1	1	0,2717
56	CR 8,96%					

VECTORES PROPIOS				AGREGACIÓN	
VUD	0,0756	0,0776	0,0561	0,0690	0,0700
VUI	0,5212	0,5114	0,3954	0,4724	0,4793
VUP	0,0377	0,0327	0,0259	0,0317	0,0322
VE	0,2230	0,1711	0,2508	0,2123	0,2154
VL	0,1425	0,2072	0,2717	0,2002	0,2031
				0,9856	1,0000

4. CALCULAMOS EL VUD: Actividades conectadas con el mercado (Agrícolas, forestales etc) Y se actualiza al 3%

Método de Actualización de rentas.	
Suma rentas	18.000
Tasa	3%
VUD	600.000

5. SE CALCULAN EL RESTO DE COMPONENTES Y EL VET

Ponderación	VALORES
VUD	0,0700
VUI	0,4793
VO/O	0,0322
VE	0,2154
VL	0,2031
VET	8.566,357

Pantalla 1 Caso completo resuelto en Excel

7. RESUMEN DEL CAPÍTULO

En este Capítulo hemos visto cómo aplicar AMUVAM para la determinación del valor de activos ambientales. Asimismo hemos estudiado que cuando exista el VUD, usaremos este valor como pivót y en el caso en que no exista VUD, usaremos el VUI como valor pivót.

Finalmente hemos visto que cuando se consulta a un grupo de expertos, mediante AMUVAM Agregado calcularemos un vector que considerando la opinión de todos los expertos, nos indique la ponderación de los valores del VET.

Capítulo 12. PROGRAMACIÓN POR METAS



1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo se inicia con una breve explicación del origen y propiedades de la Programación por metas, para pasar posteriormente a ver su aplicación a la valoración ambiental.

2. PROGRAMACIÓN POR METAS

Rogelio José Boscovich Bettera (1711-1787), (figura 1), físico, astrónomo, matemático, filósofo, poeta y jesuita de la República de Ragusa (hoy Dubrovnik en Croacia) propuso la regresión por valores absolutos (LAV, least absolute value) en 1755, 50 años antes de que Legendre propusiese la regresión por mínimos cuadrados (OLS, Ordinary Least Squares) sin embargo su aplicación práctica no fue posible por su dificultad operativa, al contrario que con OLS que por su relativamente fácil operatividad se impuso rápidamente en el mundo académico.



Figura 1. Rogelio José Boscovich Bettera

Fue en 1955 cuando Charnes, Cooper y Ferguson en una publicación sobre la retribución a los ejecutivos de una empresa, aparecida en la revista *Management Science* resuelven LAV mediante programación lineal. Posteriormente Charnes y Cooper (1961) usan por primera vez la denominación *Goal Programming* (GP) en el apéndice B de su libro “*Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*” con el título “Basic Existence Theorems and Goal Programming”.

A partir de este momento se produce una explosión de aplicaciones de GP en los más diversos campos, tanto en diversas publicaciones, como con motivo de diferentes conferencias que se han convocado sobre GP. Trabajos de profundización y

extensión de GP pueden encontrarse en Romero (1986 y 1991), Schniederjans (1995), Tamiz et al (1995) entre otros. Como una muestra de la versatilidad de GP, existen aplicaciones en áreas como: Finanzas, Militares, Marketing, Publicidad, Producción, Agraria, Forestal, Medioambiente, Sanidad etc.

La GP es una extensión de la programación lineal que incluye múltiples objetivos, y su fundamento parte del concepto de soluciones satisfactorias introducido por Herbert Simon en 1956. Este autor, premio Nobel de economía en 1978, señala que en un mundo tan complejo como el actual con grandes empresas y organizaciones y un entorno turbulento imprevisible, con conflictos de intereses, cambiantes etc. el centro decisor no se plantea un objetivo único de maximización, normalmente el beneficio, como propone la economía tradicional, sino que opta por acercarse lo máximo posible a unas metas prefijadas, minimizando unas variables de desviación máximas y mínimas que se introducen en el modelo. Por lo tanto, GP se enmarca dentro de las técnicas que buscan la satisfacción, y no necesariamente la optimización. Puesto que por lo general los objetivos estarán en conflicto entre sí (aumentar uno puede conllevar disminuir otro), GP pretende encontrar soluciones compromiso que, si bien no satisfacen plenamente todas ellas, sí permiten alcanzar ciertos niveles de satisfacción que el usuario podría considerar suficiente.

La Programación por Metas es una regresión en norma L1, a diferencia de la Regresión por mínimos cuadrados (también denominada Least Squares Regression(LS), Ordinary Least Squares (OLS), Ridge Regresión), que es en norma L2. Ambas intentan encontrar a partir de una información compuesta por una variable dependiente (a explicar) y una o varias variables independientes (explicativas) una función que explique los valores de la primera en función de la segunda o segundas, pero este objetivo común se realiza por caminos distintos:

- OLS minimiza la suma de los cuadrados de las distancias de la función a los valores de las variables.
- GP minimiza la suma de los valores absolutos de las distancias de la función a los valores de las variables.

Esta diferencia metodológica tiene como consecuencia importante que OLS se afecte más por la existencia de outliers o datos extremos que GP (Dielman y Pfaffenberger, 1988).

Otras características importantes que diferencian GP de OLS son:

- OLS es un procedimiento óptimo cuando los residuos siguen una distribución normal, sin embargo cuando no es así diversos trabajos nombrados por Dielman (1986), muestran que GP puede estimar mejor los coeficientes de la regresión.

- Por último, y no por ello menos importante, GP nos permite al plantear el modelo, indicar el signo de la variable, cosa que con OLS no se puede hacer.

3. MODELO DE PROGRAMACIÓN POR METAS

El modelo general es el siguiente:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^Q (n_i + p_i)$$

s.a.

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1 \dots Q$$

$$n_i \geq 0; p_i \geq 0$$

Siendo:

$f_i(x)$ una función lineal de x , esto es, $f_i(x) = \sum_{j=1}^P a_{ij} x_{ij}$, con p el número de variables.

b_i la meta o *goal*.

n_i y p_i representan las desviaciones negativas y positivas, respectivamente, respecto a la meta

La función Min es la función de logro

Actualmente GP comprende un número de variantes, de las cuales las más importantes son:

- Programación por metas ponderada.
- Programación por metas MINMAX.
- Programación por metas extendida.

Sobre estos modelos básicos existen un gran grupo de extensiones o variantes:

GP no lineal (*Non-linear GP*), GP cuadrático (*Quadratic GP*), Fraccional GP (*Fractional GP*), GP entera (*Integer GP models*), binaria GP (*Zero-one GP models*), GP estocástica (*StochasticGP*), GP borrosa (*Fuzzy GP models*) y GP interactiva (*Interactive GP models*).

La GP también se ha integrado con otras técnicas. Una de las integraciones importantes es con AHP.

En nuestro caso, en valoración ambiental, veremos la aplicación de la GP extendida para detectar las distintas sensibilidades de los colectivos encuestados, partiendo de la información obtenida con AHP.

4. PROGRAMACIÓN POR METAS PONDERADAS (WEIGHTED GOAL PROGRAMMING, WGP)

La Programación por metas ponderadas persigue minimizar la suma ponderada de las desviaciones a cada una de las metas.

Su formulación algebraica es

$$\text{Min } \sum_{i=1}^Q (u_i n_i + v_i p_i)$$

s.a.

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1 \dots Q$$

$$n_i \geq 0; p_i \geq 0$$

Siendo:

$f_i(x)$ una función lineal de x , esto es, $f_i(x) = \sum_{j=1}^P a_{ij} x_{ij}$, con p el número de variables.

B_i la meta o *goal*.

n_i y p_i representan las desviaciones negativas y positivas, respectivamente, respecto a la meta

u_i y v_i son los pesos o ponderaciones de las desviaciones.

5. PROGRAMACIÓN POR METAS MINMAX O PROGRAMACIÓN POR METAS CHEBYSHEV (MINMAX GP)

En este modelo se busca la minimización de la máxima desviación de entre todas las desviaciones posibles. A diferencia del modelo WGP que minimizaba la suma de las desviaciones, en este modelo lo que se minimiza es la desviación máxima.

La estructura del modelo es la siguiente.

Min D

s.a.

$$(u_i n_i + v_i p_i) \leq D \quad i = 1 \cdots Q$$

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1 \cdots Q$$

$$n_i \geq 0; p_i \geq 0$$

El significado de las variables es el mismo que en WGP.

6. PROGRAMACIÓN POR METAS EXTENDIDO

Los modelos GP extendidos permiten obtener una solución compromiso entre los modelos GP con metas ponderadas y los modelos MINMAX. Se trata de armonizar los objetivos planteados por uno y otro modelo: minimizar la suma de desviaciones y minimizar la desviación máxima, respectivamente.



El modelo GP extendido tiene la formulación siguiente

$$\text{Min } (1 - \lambda)D + \lambda \sum_{i=1}^Q (u_i n_i + v_i p_i)$$

s.a.

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1 \cdots Q$$

$$(1 - \lambda)(n_i + p_i) \leq D \quad i = 1 \cdots Q$$

$$n_i \geq 0; p_i \geq 0$$

Siendo ahora el significado de los distintos términos el siguiente.

λ es el factor de fluctuación ($0 < \lambda < 1$)

D es la desviación máxima a minimizar

$f_i(x)$ una función objetivo lineal de x

x son las variables explicativas

b_i Los valores de los activos comparables.

n_i y p_i representan las desviaciones negativas y positivas respecto a los precios de los comparables.

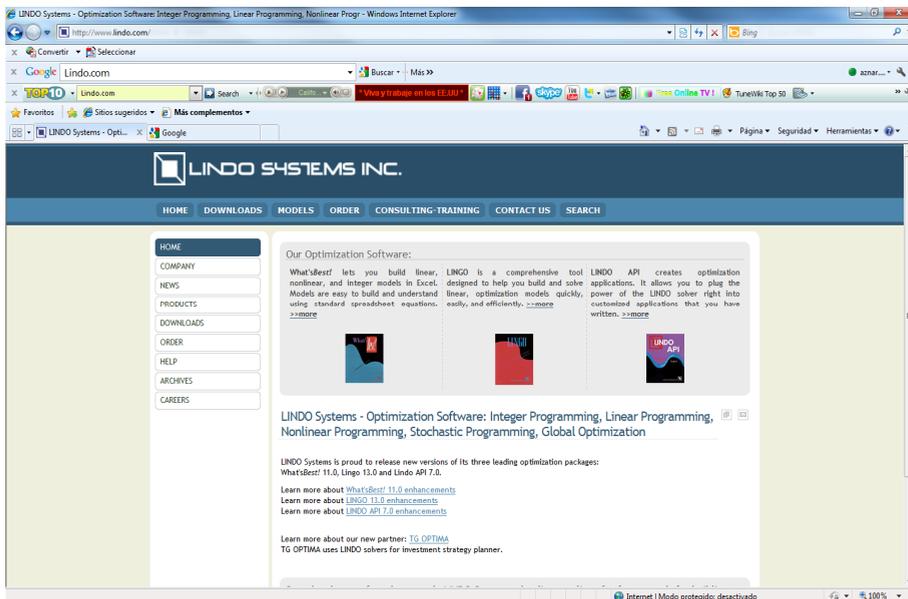
u_i y v_i son los pesos o ponderaciones de las desviaciones que en principio se considerarán con valor la unidad.

donde λ puede fluctuar entre 0 y 1, según el valorador priorice el modelo MIN-MAX o el modelo ponderado (WGP). Si λ toma valor 0 entonces coincide con el modelo MINMAX, mientras que si toma valor 1 se está implementando el modelo WGP.

Este modelo de Programación por metas tiene un gran interés en valoración medioambiental cuando intervienen distintos expertos,

7. RESOLUCIÓN DE LOS MODELOS DE GP. PROGRAMA LINGO

Para resolver los modelos planteados con GP podemos utilizar el Programa LINGO (Pantalla 2), una demo del cual podemos bajar de internet en la dirección [www. Lindo.com](http://www.Lindo.com) (Pantalla 1)



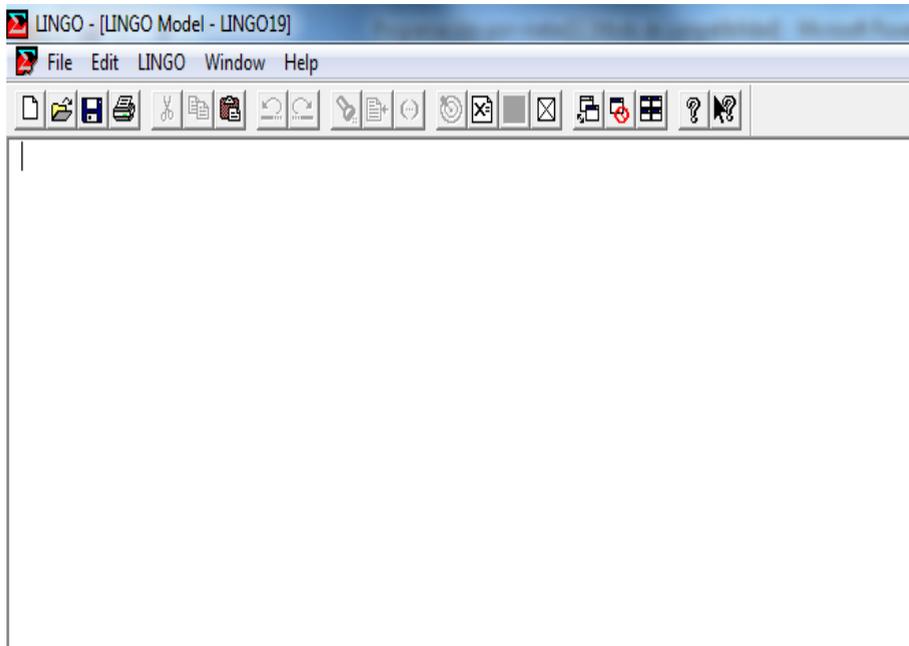
Pantalla 1. Web www.Lindo.com



Lingo80.exe

Pantalla 2. Programa LINGO

En la Pantalla 3, tenemos la configuración de LINGO al abrirlo donde se escribe el modelo que queremos resolver



Pantalla 3. Pantalla de LINGO en blanco cuando se abre el programa

8. APLICACIÓN DE LA GP EXTENDIDA A LA VALORACIÓN AMBIENTAL

Como hemos dicho anteriormente en este trabajo utilizaremos en algunos casos la GP extendida, vamos a ver como se aplica, mediante un ejemplo que en un capítulo posterior veremos con mayor detalle.

En una valoración de un activo ambiental se ha encuestado a un grupo de expertos y los vectores propios obtenidos se han agregado por colectivos siendo el resultado el que aparece en la Tabla 1.

Tabla 1. Agregación de vectores propios por colectivos

	VUD	VUI	VO/O	VE	VL
Agricultores	0,1579	0,3435	0,0864	0,2273	0,1849
Ing. Agrónomos	0,0387	0,2636	0,1261	0,3432	0,2284
Org. agrarias	0,2043	0,2736	0,2043	0,1904	0,1274
Ecologistas	0,0325	0,3212	0,1059	0,2819	0,2584
Brigadistas	0,0282	0,4146	0,0705	0,3276	0,1589
Cazadores	0,0458	0,1808	0,4566	0,1702	0,1461
Políticos	0,1526	0,2353	0,0568	0,2303	0,3251

Se plantea el modelo de GP extendida en Lingo, Pantallas 4,5 y 6. Debido a que el modelo es amplio se recurre a presentarlo en este documento con tres pantallas cuando en la realidad es una sola como se puede observar en las pantallas presentadas que los finales de la 4 coinciden con el principio de la 5 y los finales de esta con el principio de la 6

```

LINGO - [LINGO Model - Lingo marja normalizados]
File Edit LINGO Window Help

min = (1-λ) * D + λ * (n11+p11+n12+p12+n13+p13+n14+p14+n15+p15+n16+p16+n17+p17+n21+p21+n22+p22+n23+p23+n41+p41+n42+p42+n43+p43+n44+p44+n45+p45+n46+p46+n47+p47+n51+p51+n52+p52+n53+p53+n54+p54+n55+p55+n56+p56+n57+p57) - D <= 0;

(n11+p11) - D <= 0;
(n12+p12) - D <= 0;
(n13+p13) - D <= 0;
(n14+p14) - D <= 0;
(n15+p15) - D <= 0;
(n16+p16) - D <= 0;
(n17+p17) - D <= 0;
(n21+p21) - D <= 0;
(n22+p22) - D <= 0;
(n23+p23) - D <= 0;
(n24+p24) - D <= 0;
(n25+p25) - D <= 0;
(n26+p26) - D <= 0;
(n27+p27) - D <= 0;
(n31+p31) - D <= 0;
(n32+p32) - D <= 0;
(n33+p33) - D <= 0;
(n34+p34) - D <= 0;
(n35+p35) - D <= 0;
(n36+p36) - D <= 0;
(n37+p37) - D <= 0;
(n41+p41) - D <= 0;
(n42+p42) - D <= 0;
(n43+p43) - D <= 0;
(n44+p44) - D <= 0;
(n45+p45) - D <= 0;
(n46+p46) - D <= 0;
(n47+p47) - D <= 0;
(n51+p51) - D <= 0;
(n52+p52) - D <= 0;
(n53+p53) - D <= 0;
(n54+p54) - D <= 0;
(n55+p55) - D <= 0;
(n56+p56) - D <= 0;
(n57+p57) - D <= 0;

w1+n11-p11=0.1579;
w1+n12-p12=0.0387;
w1+n13-p13=0.2043;
w1+n14-p14=0.0325;
w1+n15-p15=0.0282;
w1+n16-p16=0.0458;
w1+n17-p17=0.1526;
w2+n21-p21=0.3435;
w2+n22-p22=0.2636;
w2+n23-p23=0.2736;

```

Pantalla 4. Modelo de GP extendida I

```
(n46+p46) -D<=0;
(n47+p47) -D<=0;
(n51+p51) -D<=0;
(n52+p52) -D<=0;
(n53+p53) -D<=0;
(n54+p54) -D<=0;
(n55+p55) -D<=0;
(n56+p56) -D<=0;
(n57+p57) -D<=0;

w1+n11-p11=0.1579;
w1+n12-p12=0.0387;
w1+n13-p13=0.2043;
w1+n14-p14=0.0325;
w1+n15-p15=0.0282;
w1+n16-p16=0.0458;
w1+n17-p17=0.1526;
w2+n21-p21=0.3435;
w2+n22-p22=0.2636;
w2+n23-p23=0.2736;
w2+n24-p24=0.3212;
w2+n25-p25=0.4146;
w2+n26-p26=0.1808;
w2+n27-p27=0.2353;
w3+n31-p31=0.0864;
w3+n32-p32=0.1261;
w3+n33-p33=0.2043;
w3+n34-p34=0.1059;
w3+n35-p35=0.0705;
w3+n36-p36=0.4566;
w3+n37-p37=0.0568;
w4+n41-p41=0.2273;
w4+n42-p42=0.3432;
w4+n43-p43=0.1904;
w4+n44-p44=0.2819;
w4+n45-p45=0.3276;
w4+n46-p46=0.1702;
w4+n47-p47=0.2303;
w5+n51-p51=0.1849;
w5+n52-p52=0.2284;
w5+n53-p53=0.1274;
w5+n54-p54=0.2584;
w5+n55-p55=0.1589;
w5+n56-p56=0.1461;
w5+n57-p57=0.3251;

n11+p11+n12+p12+n13+p13+n14+p14+n15+p15+n16+p16+n17+p17+n21+p21+n22+p22
+n42+p42+n43+p43+n44+p44+n45+p45+n46+p46+n47+p47+n51+p51+n52+p52+n53+p53
```

For Help, press F1

Pantalla 5. Modelo de GP extendida II (Pantalla continuación de la anterior)

```

LINGO - [LINGO Model - Lingo marja normalizados]
File Edit LINGO Window Help
w4+n46-p46=0.1702;
w4+n47-p47=0.2303;
w5+n51-p51=0.1849;
w5+n52-p52=0.2284;
w5+n53-p53=0.1274;
w5+n54-p54=0.2584;
w5+n55-p55=0.1589;
w5+n56-p56=0.1461;
w5+n57-p57=0.3251;

n11+p11+n12+p12+n13+p13+n14+p14+n15+p15+n16+p16+n17+p17+n21+p21+n22+p22+n23+p23+n
+n42+p42+n43+p43+n44+p44+n45+p45+n46+p46+n47+p47+n51+p51+n52+p52+n53+p53+n54+p54+

(n11+p11)-D1=0;
(n12+p12)-D2=0;
(n13+p13)-D3=0;
(n14+p14)-D4=0;
(n15+p15)-D5=0;
(n16+p16)-D6=0;
(n17+p17)-D7=0;
(n21+p21)-D1=0;
(n22+p22)-D2=0;
(n23+p23)-D3=0;
(n24+p24)-D4=0;
(n25+p25)-D5=0;
(n26+p26)-D6=0;
(n27+p27)-D7=0;
(n31+p31)-D1=0;
(n32+p32)-D2=0;
(n33+p33)-D3=0;
(n34+p34)-D4=0;
(n35+p35)-D5=0;
(n36+p36)-D6=0;
(n37+p37)-D7=0;
(n41+p41)-D1=0;
(n42+p42)-D2=0;
(n43+p43)-D3=0;
(n44+p44)-D4=0;
(n45+p45)-D5=0;
(n46+p46)-D6=0;
(n47+p47)-D7=0;
(n51+p51)-D1=0;
(n52+p52)-D2=0;
(n53+p53)-D3=0;
(n54+p54)-D4=0;
(n55+p55)-D5=0;
(n56+p56)-D6=0;
(n57+p57)-D7=0;
    
```

For Help, press F1

Pantalla 6. Modelo de GP extendida III (Pantalla continuación de la anterior)

Para resolver el modelo anterior se van dando valores a λ (0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 y 1). Definida la λ en cada caso pinchamos en Solver (diana en rojo).

En las Pantallas 7 ($\lambda=0$), 8 ($\lambda=0.1$), 9 ($\lambda=0.5$), 10 ($\lambda=1$), vemos las distintas soluciones conforme cambiamos el valor de λ .

Variable	Value	Dual Price
N43	0.1010000E-01	0.000000
P43	0.1898000	0.000000
N44	0.3130000E-01	0.000000
P44	0.1195000	0.000000
N45	0.7870000E-01	0.000000
P45	0.1212000	0.000000
N46	0.000000	0.000000
P46	0.1999000	0.000000
N47	0.3005000E-01	0.000000
P47	0.1698500	0.000000
N51	0.1150000	0.000000
P51	0.5530000E-01	0.000000
N52	0.1169000	0.000000
P52	0.1370000E-01	0.000000
N53	0.1010500	0.000000
P53	0.9885000E-01	0.000000
N54	0.1420000	0.000000
P54	0.8800000E-02	0.000000
N55	0.1168000	0.000000
P55	0.8310000E-01	0.000000
N56	0.1104000	0.000000
P56	0.8950000E-01	0.000000
N57	0.1999000	0.000000
P57	0.000000	0.000000
W1	0.1693000	0.000000
W2	0.2147000	0.000000
W3	0.2567000	0.000000
W4	0.3701000	0.000000
W5	0.1252000	0.000000
Z	6.256500	0.000000
D1	0.1703000	0.000000
D2	0.1306000	0.000000
D3	0.1999000	0.000000
D4	0.1508000	0.000000
D5	0.1999000	0.000000
D6	0.1999000	0.000000
D7	0.1999000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1999000	-1.000000
2	0.2960000E-01	0.000000
3	0.6930000E-01	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.4910000E-01	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.500000
8	0.000000	0.000000
9	0.2960000E-01	0.000000
10	0.6930000E-01	0.000000
11	0.000000	0.000000

For Help, press F1

Pantalla 7. Solución del modelo con $\lambda=0$

N51	0.2510000E-01	0.000000
P51	0.5530000E-01	0.000000
N52	0.3400000E-01	0.000000
P52	0.2070000E-01	0.000000
N53	0.1160000E-01	0.000000
P53	0.9930000E-01	0.000000
N54	0.5210000E-01	0.000000
P54	0.8800000E-02	0.000000
N55	0.2005000E-01	0.000000
P55	0.7625000E-01	0.000000
N56	0.1104000	0.000000
P56	0.1794000	0.000000
N57	0.1100000	0.000000
P57	0.000000	0.000000
W1	0.9340000E-01	0.000000
W2	0.3183000	0.000000
W3	0.1668000	0.000000
W4	0.2885000	0.000000
W5	0.2151000	0.000000
Z	4.015000	0.000000
D1	0.8040000E-01	0.000000
D2	0.5470000E-01	0.000000
D3	0.1109000	0.000000
D4	0.6090000E-01	0.000000
D5	0.9630000E-01	0.000000
D6	0.2898000	0.000000
D7	0.1100000	0.000000
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.6623200	-1.000000
2	0.2094000	0.000000
3	0.2351000	0.000000
4	0.1789000	0.000000
5	0.2289000	0.000000
6	0.1935000	0.000000
7	0.000000	0.900000
8	0.1798000	0.000000
9	0.2094000	0.000000
10	0.2351000	0.000000
11	0.1789000	0.000000
12	0.2289000	0.000000
13	0.1935000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.1798000	0.000000
16	0.2094000	0.000000
17	0.2351000	0.000000
18	0.1789000	0.000000
19	0.2289000	0.000000
20	0.1935000	0.000000
21	0.000000	0.000000

For Help, press F1

Pantalla 8. Solución del modelo con $\lambda=0.1$

Variable	Value	Dual Price
N45	0.6770000E-01	0.000000
F45	0.2115000E-01	0.000000
N46	0.9925000E-01	0.000000
F46	0.2101000	0.000000
N47	0.1985000E-01	0.000000
F47	0.7060000E-01	0.000000
N51	0.5550000E-02	0.000000
P51	0.5530000E-01	0.000000
N52	0.2795000E-01	0.000000
P52	0.3420000E-01	0.000000
N53	0.000000	2.000000
P53	0.1072500	0.000000
N54	0.4415000E-01	0.000000
P54	0.2040000E-01	0.000000
N55	0.6550000E-02	0.000000
P55	0.8230000E-01	0.000000
N56	0.1104000	0.000000
P56	0.1989500	0.000000
N57	0.9045000E-01	0.000000
P57	0.000000	2.000000
W1	0.9705000E-01	0.000000
W2	0.3257500	0.000000
W3	0.1472500	0.000000
W4	0.2810500	0.000000
W5	0.2346500	0.000000
Z	3.917250	0.000000
D1	0.6085000E-01	0.000000
D2	0.6215000E-01	0.000000
D3	0.1072500	0.000000
D4	0.6455000E-01	0.000000
D5	0.8885000E-01	0.000000
D6	0.3093500	0.000000
D7	0.9045000E-01	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	2.113300	-1.000000
2	0.2485000	0.000000
3	0.2472000	0.000000
4	0.2021000	0.000000
5	0.2448000	0.000000
6	0.2205000	0.000000
7	0.000000	0.5000000
8	0.2189000	0.000000
9	0.2485000	0.000000
10	0.2472000	0.000000
11	0.2021000	0.000000
12	0.2448000	0.000000
13	0.2205000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.2189000	0.000000

For Help, press F1

Pantalla 9. Solución del modelo con $\lambda=0.5$

Variable	Value	Reduced Cost
D	0.3093500	0.000000
N11	0.6085000E-01	0.000000
P11	0.000000	5.000000
N12	0.1900000E-02	0.000000
P12	0.6025000E-01	0.000000
N13	0.1072500	0.000000
P13	0.000000	5.000000
N14	0.000000	10.00000
P14	0.6455000E-01	0.000000
N15	0.1000000E-01	0.000000
P15	0.7885000E-01	0.000000
N16	0.1290500	0.000000
P16	0.1803000	0.000000
N17	0.7300000E-01	0.000000
P17	0.1745000E-01	0.000000
N21	0.3930000E-01	0.000000
P21	0.2155000E-01	0.000000
N22	0.000000	10.00000
P22	0.6215000E-01	0.000000
N23	0.2755000E-01	0.000000
P23	0.7970000E-01	0.000000
N24	0.3000000E-01	0.000000
P24	0.3455000E-01	0.000000
N25	0.8885000E-01	0.000000
P25	0.000000	10.00000
N26	0.8220000E-01	0.000000
P26	0.2271500	0.000000
N27	0.000000	0.000000
P27	0.9045000E-01	0.000000
N31	0.000000	5.000000
P31	0.6085000E-01	0.000000
N32	0.2050000E-01	0.000000
P32	0.4165000E-01	0.000000
N33	0.8215000E-01	0.000000
P33	0.2510000E-01	0.000000
N34	0.1160000E-01	0.000000
P34	0.5295000E-01	0.000000
N35	0.6050000E-02	0.000000
P35	0.8280000E-01	0.000000
N36	0.3093500	0.000000
P36	0.000000	10.00000
N37	0.000000	5.000000
P37	0.9045000E-01	0.000000
N41	0.3550000E-02	0.000000
P41	0.5730000E-01	0.000000

Pantalla 10. Solución del modelo con $\lambda=1$

El conjunto de soluciones obtenidas al dar valores a λ entre 0 y 1, aparece en la Tabla 2

Tabla 2. Soluciones del modelo GP extendida al dar valores a λ (0 a 1)

λ	W1	W2	W3	W4	W5	Z	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	0.1693	0.2147	0.2567	0.3701	0.1252	6.2565	0.1999	0.1703	0.1306	0.1999	0.1508	0.1999	0.1999	0.1999
0,1	0.0934	0.3183	0.1668	0.3013	0.2151	4.015	0.2898	0.0804	0.0547	0.1109	0.0609	0.0963	0.2898	0.1109
0,2	0.09705	0.32195	0.14725	0.28485	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0583	0.1072	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904
0,3	0.09705	0.32375	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,4	0.09705	0.32195	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0583	0.10725	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904
0,5	0.09705	0.32375	0.14725	0.28105	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,6	0.09705	0.32375	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,7	0.09705	0.32195	0.14725	0.28485	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0583	0.10725	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904
0,8	0.09705	0.32375	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,9	0.09705	0.32375	0.14725	0.28105	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
1	0.09705	0.32375	0.14725	0.28105	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904

Siendo:

W_i = Ponderación de los distintos componentes del VET

Z = Suma de distancias a todas las metas.

D = Distancia máxima en cada valor de λ

D_i = Distancia a cada una de las ponderaciones de los grupos de expertos

A la vista de estos resultados, existen tres posibles soluciones en función del valor que demos a λ (Tabla 3). Estas soluciones son:

Tabla 3. Tres posibles soluciones en función del valor que demos a λ

λ	W1	W2	W3	W4	W5	Z	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	0.1693	0.2147	0.2567	0.3701	0.1252	6.2565	0.1999	0.1703	0.1306	0.1999	0.1508	0.1999	0.1999	0.1999
0,1	0.0934	0.3183	0.1668	0.3013	0.2151	4.015	0.2898	0.0804	0.0547	0.1109	0.0609	0.0963	0.2898	0.1109
0,2-1	0.0970	0.3219	0.1472	0.2848	0.2346	3.9172	0.3093	0.0608	0.0583	0.1072	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904

La mejor solución global es la que dan los valores del intervalo [0,2-1], ya que es en él donde se obtiene la Z mínima (3,91725). Esta solución es la más cercana a las opiniones de los Agricultores (D1), Organizaciones agrarias (D3), Brigadistas del Parque (D5) y Políticos (D7).

La solución $\lambda=0,1$ tiene una $Z=4,015$ y es la más cercana a la opinión de los Ingenieros Agrónomos (D2) y Ecologistas (D4).

La solución $\lambda=0$ tiene una $Z=6.2565$ es la peor globalmente y es la más cercana a la opinión de los Cazadores (D6).

Teniendo en cuenta la solución mejor, la ponderación de los componentes del VET para el activo analizado sería la de la Tabla 4.

Tabla 4. Ponderación final de los componentes del VET

VALORES	Ponderación	Ponderación normalizada
VUD	0.0970	0.0893
VUI	0.3219	0.2965
VO/O	0.1472	0.1356
VE	0.2848	0.2623
VL	0.2346	0.2161
	1.0855	1

La Programación por metas extendida nos permite encontrar la mejor solución y conocer además que colectivos proponen esa solución.

Capítulo 13. APLICACIÓN A LA VALORACIÓN DE PARQUES NATURALES I



1. INTRODUCCIÓN

La valoración de activos ambientales mediante el método AMUVAM ha sido publicada, como puede verse en Bibliografía, en dos trabajos de los autores de este libro y desarrollada en distintos trabajos, algunos de ellos se presentan en los siguientes capítulos. En todos los casos se aplica AMUVAM pero se han seleccionado con el fin de ver algunas variantes en la aplicación. Los trabajos y sus particularidades son:

Valoración del Parque natural del Alto Tajo: Agregación de los vectores propios mediante Programación por metas.

Valoración del Parque natural del Hosquillo: Agregación de los vectores propios mediante Programación por metas Extendida.

Valoración del humedal Marjal Pego-Oliva: Agregación de los vectores propios mediante Programación por metas Extendida y Valoración de los componentes del VUI

Valoración del humedal Marjal dels Moros: Caso de no existencia de VUD y utilización del VUI como valor “pivot”.

Valoración del humedal Albufera de Valencia: Agregación de los vectores propios mediante media geométrica y utilización del modelo de dos jerarquías.

Valoración del paisaje de la Albufera de Valencia: Determinación del valor del paisaje y priorización de sus componentes.

En todos los casos, el contenido de los trabajos originales es el siguiente:

- Introducción
- Justificación de la valoración. Objetivos de la misma
- Descripción del Activo a valorar
- Metodología utilizada tradicionalmente
- Metodología multicriterio
- AHP
- Actualización de rentas
- AMUVAM
- Descripción del activo a valorar
- Selección de expertos
- Encuesta. Ponderación de los componentes del VET (mediante AHP)
- Matrices. Consistencia. Vector propio.
- Agregación de los vectores propios

- Determinación de las funciones que comprende el VUD
- Calculo de los Ingresos y Gastos de dichas actividades
- Ingresos-Gastos = Flujo de caja
- Determinación de la Tasa de Actualización
- Valor del VUD. Actualización de la Rentas
- Cálculo del VET y sus componentes
- Conclusiones
- Anejos

En la presentación de los casos, y con el fin de no ser innecesariamente repetitivos, no se expondrá todo el contenido de los trabajos, si no que se entresacarán los puntos más importantes, obviando aquellos que ya se han visto su desarrollo en otros capítulos por ser puntos expositivos.



2. VALORACIÓN DEL PARQUE NATURAL DEL ALTO TAJO (COMUNIDAD DE CASTILLA LA MANCHA) (2005)

Francisco Gascón Carrillo, Jerónimo Aznar y Vicente Estruch

La importancia de los activos ambientales, viene reflejada en la Ley 4/1989, de 27 de Marzo, “Conservación de los espacios naturales y de la fauna y flora silvestres”.

Dicha ley dice: “En las sociedades altamente industrializadas de nuestro tiempo se ha extendido, desde hace ya algunos años, la preocupación de los ciudadanos y de los poderes públicos por los problemas relativos a la conservación de la naturaleza.” Y sigue: “Los Parques son áreas naturales, poco transformadas por la explotación u ocupación humana que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente.”

La justificación de la necesidad de conocer el valor de los activos ambientales viene dada por dos razones básicas.

Por un lado, en la sociedad de mercado en la que vivimos la importancia de los bienes se manifiesta fundamentalmente por su valor monetario. Entonces, una de las formas de mejorar e incrementar la percepción de la importancia de un activo ambiental es expresarlo a través de su valor económico.

Por otro lado, el valor es un parámetro fundamental para la Administración de cara a justificar los recursos económicos que dedica a la existencia y conservación de los activos ambientales, tanto por el hecho mismo de dedicar recursos económicos a ese fin como por la necesidad de repartir dichos recursos.

El Valor Económico Total de un activo ambiental está formado por los siguientes tipos de valores:

- **VALOR DE USO DIRECTO:** funciones económicas que ejerce el activo ambiental y son detectadas por mercado: Agricultura, Ganadería, Otros valores (caza, pesca, turismo rural, acampadas, etc).
- **VALOR DE USO INDIRECTO:** funciones económicas que ejerce el activo ambiental y no son detectadas por mercado: Estabilización del litoral, Reducción de nutrientes, Depuración de aguas , Educación / Turismo , Apoyo a otros ecosistemas, Estabilización del microclima, Fijación de CO₂
- **VALOR DE USO OPCIÓN/CUASIOPCIÓN:** funciones importantes del activo ambiental que actualmente son desconocidas: Posibles usos futuros, directos (turismo, fijación de la población...) e indirectos, Valor de la información en el futuro
- **VALOR DE EXISTENCIA:** valor que tiene el activo ambiental porque permite la existencia de diversas especies de seres vivos: Conservación especies (fauna y/o flora), mantenimiento de la biodiversidad., Valores culturales, Paisaje.
- **VALOR DE FUTURO:** valor que tiene el activo al poder ser disfrutado por las generaciones futuras: Legado a futuras generaciones

Este conjunto de valores forma el Valor Económico Total de un activo ambiental.

No obstante, en cada activo ambiental no tienen porqué estar presentes todos estos valores. Por este motivo, para valorar un activo ambiental concreto en primer lugar tendremos que determinar cuáles de estos valores están presentes en el mismo.

El activo objeto de este trabajo es el Parque Natural del Alto Tajo situado en la comunidad autónoma de Castilla La Mancha, (España) y en la provincia de Guadalajara. Su extensión es de 105.721 hectáreas y comprende 35 términos municipales (Figura 1)

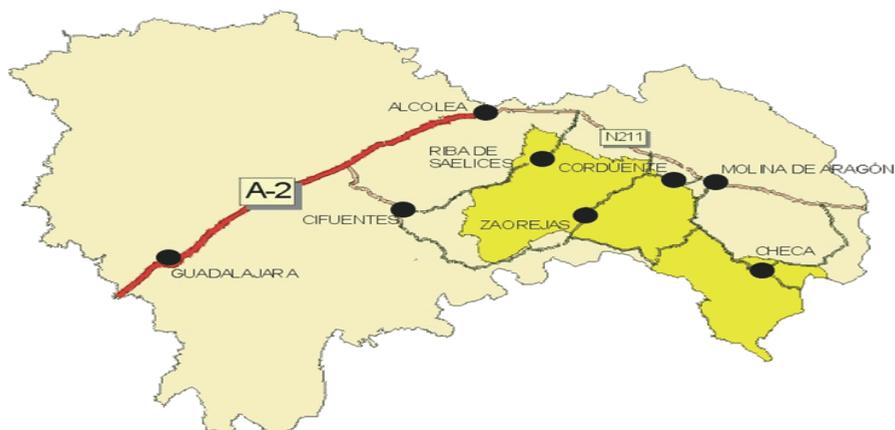


Figura 1. Situación del Parque Alto Tajo dentro de la Provincia de Guadalajara

El Medio Físico, el Medio Biótico (variedad de flora y fauna) y el Paisaje del parque son factores de gran importancia dentro de este Parque.

El Parque Natural del Alto Tajo, es el sistema de hoces y cañones fluviales más extenso y mejor conservado de Castilla-La Mancha; cuenta con 32 tipos de elementos geomorfológicos singulares; así como con 125 lugares con paisajes geomorfológicos de interés, de los que dos tienen importancia internacional, (edificio tobáceo del Puente de San Pedro en Zaorejas y el canchal de cuarcitas o río de piedras del Arroyo del Enebral en Orea) y 14 de importancia nacional.

En el Parque existen, 27 tipos de comunidades vegetales diferentes incluidas en el Catálogo Regional de Hábitats de Protección Especial, y 18 tipos adicionales que por su rareza o valor comarcal se catalogan en el ámbito del Parque.

El catálogo florístico del Parque alcanza las 1.500 especies y subespecies, lo que viene a representar el 18% de la flora peninsular y balear. De ellas, 69 se encuentra incluidas en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas (una en peligro de extinción "atropa baetica") y 9 vulnerables además de 80 especies catalogadas como protegidas en el Parque.

El catálogo de vertebrados del Parque cuenta con 1.999 especies, de las que 129 están en el Catálogo de Especies Amenazadas, dos de ellas, el águila perdicera y el desmán, en peligro de extinción. Asimismo, es destacable la comunidad de aves rupícolas (buitre leonado, alimoche, águila real y perdicera, halcón, búho real y chova piquirroja), la comunidad de vertebrados forestales y la fauna asociada a los ríos y riberas, donde destacan la nutria y la trucha común.

En cuanto a los invertebrados, el Parque posee, nueve especies del Catálogo Regional de Especies Amenazadas, así como ocho lepidópteros y cuatro invertebrados acuáticos de rareza local.

Metodología

Existen una serie de métodos clásicos de valoración de activos ambientales como son:

- Método de los coste evitados o inducidos
- Método del coste del viaje
- Método del valor hedónico
- Método de valoración contingente
- Etc.

En este trabajo, se propone el método multicriterio AMUVAM resultado de la utilización conjunta de los siguientes métodos ²

- Proceso Analítico Jerárquico o AHP
- Programación por metas o GP
- Método de actualización de rentas

El procedimiento a seguir será el siguiente:

- Con AHP se determina el peso o proporción relativa de los distintos valores que componen el valor total del parque. Para ello se realiza una encuesta a un colectivo conocedor de este paraje.
- Con GP obtenemos un vector de pesos agregado que nos indica la ponderación de los valores del parque considerando la opinión de todos los encuestados
- Con el método de actualización de rentas se calcula el valor del Uso Directo del parque (ya que este es un valor conectado con mercado).
- A partir del valor anterior (valor pivot) y mediante el vector de pesos agregado se determinan los distintos valores parciales y finalmente se suman para la obtención del Valor Total o Social.

Los expertos seleccionados fueron los siguientes, todos ellos integrantes de la Junta Rectora del Parque y por tanto expertos conocedores del mismo:

- ✓ Director conservador del Parque Natural del Alto Tajo.
- ✓ Consejera de Industria.

² Cuando se realizó este Trabajo, la agregación de los vectores propios de los distintos expertos se realizaba mediante Programación por metas, en trabajos posteriores ya se pasó a realizar la agregación mediante la media geométrica

- ✓ Consejera delegada de la junta provincial de Guadalajara.
- ✓ Consejero de Agricultura.
- ✓ Representante de las asociaciones ecologistas.
- ✓ Representante de Alcaldes, Alcalde y Vicepresidente de la junta rectora.
- ✓ Representante de la universidad pública de Castilla la Mancha.
- ✓ Representante de los sectores económicos (turismo rural y de aventura).
- ✓ Representante de los propietarios particulares.
- ✓ Representante de las organizaciones agrarias (ASAJA).
- ✓ Representante de las federaciones deportivas (pesca).

Como se observa, el colectivo elegido es representativo de todos los sectores implicados en el parque.

A este colectivo se le explica lo que comprende cada tipo de valor que conforma el Valor Económico Total de un activo ambiental. También se le explica el funcionamiento del AHP, es decir, el sistema de comparaciones pareadas. A continuación, a cada persona se le presenta una encuesta (Tabla 1) en la que tiene que comparar cada valor con el resto de valores, utilizando la Escala fundamental de comparación por pares:

Tabla 1. Encuesta

Comparación	Notación
Valor Uso Directo frente a Uso Indirecto	/
Valor Uso Directo frente a Opción/Cuasiopción	/
Valor Uso Directo frente a Existencia	/
Valor Uso Directo frente a Futuro	/
Valor Uso Indirecto frente a Opción/Cuasiopción	/
Valor Uso Indirecto frente a Existencia	/
Valor Uso Indirecto frente a Futuro	/
Valor Opción/Cuasiopción frente a Existencia	/
Valor Opción/Cuasiopción frente a Futuro	/
Valor Existencia frente a Futuro	/

Con las contestaciones a la encuesta se elaboran las matrices de comparación pareada, se comprueba su consistencia y se calculan los vectores propios (Tabla 2)

Tabla 2. Vectores propios de los encuestados

Vectores propios											
Valores	Expertos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VUD	0,031	0,231	0,047	0,074	0,090	0,110	0,102	0,155	0,276	0,130	0,244
VUI	0,077	0,066	0,237	0,047	0,088	0,042	0,053	0,333	0,062	0,052	0,183
VO/O	0,188	0,120	0,237	0,218	0,116	0,069	0,439	0,037	0,047	0,102	0,085
VE	0,278	0,492	0,119	0,286	0,180	0,396	0,088	0,073	0,177	0,152	0,427
VL	0,426	0,092	0,360	0,376	0,526	0,383	0,318	0,402	0,438	0,563	0,061

Los vectores propios se agregan mediante Programación por Metas (GP) como se ha indicado anteriormente esta forma de agregación se sustituye en posteriores trabajos por la media geométrica de cálculo mas sencillo y además es la forma que propone Saaty). Se obtiene el vector agregado de la Tabla 3.

Tabla 3. Vector agregado

VALORES	Pesos agregados
VUD	0.130
VUI	0.077
VO/O	0.116
VE	0.276
VL	0.401

El vector agregado nos indica que el Valor de Uso Directo representa un 13% del valor total del Parque, el Valor de Uso Indirecto es el 7,7%, el Valor de Opción/Cuasiopción el 11,6%, el Valor de Existencia el 27,6% y finalmente el Valor de Futuro representa el 40,1% del total.

Una vez conocida la proporción relativa de los valores que componen el Valor Económico Total del activo ambiental, el siguiente paso es determinar la Renta que producen las funciones económicas que comprende el Valor de Uso Directo y que podemos conocer por ser actividades que el mercado nos da información..

En el Parque Natural del Alto Tajo existen explotaciones forestales, agrícolas y ganaderas producen los siguientes flujos de caja calculados como la diferencia entre Ingresos y Gastos:

Renta de la explotación forestal = 605.524 €/año

Renta de la explotación agrícola = 1.006.145 €/año

Renta de la explotación ganadera = 3.046.620 €/año

Renta total = 4.658.289 €/año

Actualizamos a la tasa social de preferencia temporal calculada para España: 3,19%.

$V = 4.658.289/3,19\% = 146.027.868$

→Valor USO DIRECTO = 146.027.868 €

Una vez conocido el Valor de Uso Directo, la determinación del resto de valores es automática, ya que conocemos la ponderación de cada uno de los componentes del VET (Tabla 4)

Tabla 4. VET y sus componentes

Valores	Pesos	Valor en €
VUD	0,130	146.027.868
VUI	0,077	86.493.430
VO/O	0,116	130.301.790
VE	0,276	310.028.397
VL	0,401	450.439.809
VET	1,000	1.123.291.295

Valor del Parque Alto Tajo = 1.123.291.295 euros

CONCLUSIONES:

Es importante señalar que en este primer trabajo se observaron unos resultados que parecían obedecer a una sociedad altamente altruista en la que lo que más se valora es el valor de Futuro o Legado y el valor de Existencia. Pensamos que esto no está muy en consonancia con la sociedad actual, que es altamente consumista y en la que se piensa más en el presente que en el futuro.

A raíz de este trabajo se convocó una reunión con distintos expertos multicriterio entre los que se tuvo el honor de contar con investigadores como los Profesores Carlos Romero y Rafael Fernández entre otros, en las que se llegó a la conclusión

de la importancia de transmitir a los expertos que se consulta en cada valoración lo que significa cada uno de los valores del VET que se van a comparar, de forma que quede muy claro en cada caso cual es su composición y la trascendencia económica del mismo.

Se concluyo que el tiempo invertido en que los expertos conozcan bien lo que se les pide y la importancia de cada valor es fundamental en la calidad del producto final.

Y así se hizo en posteriores trabajos con resultados satisfactorios.

Capítulo 14. APLICACIONES A LA VALORACIÓN DE HUMEDALES I

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan la aplicación de AMUVAM a la valoración de un humedal en el que están presentes todos los componentes del VET.

2. VALORACIÓN DEL HUMEDAL MARJAL PEGO-OLIVA (COMUNIDAD VALENCIANA) (2007)

Jorge Martín Jiménez, Jerónimo Aznar y Vicente Estruch

Los humedales componen uno de los ecosistemas más productivos y valiosos. Constituyen un 6% del área global de la Tierra y son uno de los recursos ambientales más amenazados. Como cualquier otro espacio natural, proporcionan al conjunto de la sociedad unos bienes y servicios, pero que, tradicionalmente, no han sido tomados en cuenta al ser considerados los humedales como zonas insalubres e improductivas, con gran potencialidad para el cultivo y, en muchas ocasiones, localizados en áreas de gran interés paisajístico y por lo tanto urbanístico y turístico.

Así pues, si bien los humedales se encuentran entre los ecosistemas más ricos, están también entre los más degradados y/o destruidos (se estima, por ejemplo, que el 60% de los humedales españoles han desaparecido o han sido degradados en el último medio siglo)³. Esto es debido, básicamente, a que no se valora en términos económicos y monetarios los bienes y servicios suministrados por estos activos medioambientales.

Por tanto, para conseguir que se opte por la conservación de los humedales, sería interesante poder definir su importancia en términos cuantitativos.

Existe un gran número de definiciones del concepto de humedal. De hecho, hay cierto desacuerdo entre los científicos sobre qué constituye un humedal, en parte debido a sus características altamente dinámicas y en parte debido a las dificultades en definir sus límites con precisión (Mitsch *et al.* 1993). Por ejemplo, Dungan apuntó que hay más de 50 definiciones de humedal en uso (Dungan 1990).

Una primera aproximación podría ser la que describe a los humedales como las zonas de transición entre tierra firme y mar abierto. Aunque esta definición pueda parecer simplista, el lugar donde se encuentra la línea que separa un humedal de

³ 65% de los humedales interiores, 70% de los costeros, 62% de los de agua dulce, 51% de los salinos, 54% de los cársticos, a partir de datos de: MMA (1997-2002). *Plan Estratégico Español para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales, en el marco de los ecosistemas acuáticos de que dependen*. Ministerio de Medio Ambiente; Confederación Hidrográfica del Júcar (2007) y Ecologistas en Acción (2007).

la tierra firme no siempre está claro (Azevedo *et al.* 2000). Los humedales no siempre están inundados, cambian a lo largo del tiempo con las estaciones y con los acontecimientos climáticos.

Es por ello que muchos expertos definen los humedales no solo en términos de acumulación de agua superficial, sino también según los tipos de suelos y plantas existentes en la zona. Este es el caso de Bishop y A. van der Valk (1982), que definen los humedales como “zonas bajas donde existe agua estancada o corriente, de forma continua o periódica, en donde se contemplan plantas características de estas áreas y suelos saturados de agua y sin oxígeno. Estos suelos anaeróbicos y la presencia de uno o más miembros de un pequeño grupo de plantas que son capaces de tolerar y crecer en dichos suelos son características universales de los humedales”.

Sin embargo, la definición con mayor aceptación internacional es la formulada en el Convenio de Ramsar⁴ sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional (1971), que establece en sus dos primeros artículos una definición de humedal de ámbito mundial:

Artículo 1. Se consideran humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Artículo 2. Además podrán comprender zonas de bordes fluviales o de costas adyacentes al humedal, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentre dentro del humedal.

Esta definición es la más aceptada internacionalmente y se caracteriza por incluir un amplio abanico de hábitats acuáticos, aunque difiere de las definiciones de los principales instrumentos jurídicos internos y tiene un carácter demasiado genérico. Gracias al Convenio de Ramsar, los humedales son el único grupo de ecosistemas que tienen una convención internacional propia (Turner *et al.* 2000).

La gran riqueza y diversidad de componentes bióticos y abióticos hace que los humedales se encuentren entre los ecosistemas más complejos y productivos del

⁴ La Convención Ramsar, firmada en la ciudad iraní de este nombre en 1971, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. Hay actualmente 146 Partes Contratantes en la Convención y 1.459 humedales, con una superficie total de 125,4 millones de hectáreas, designados para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar.

planeta. Poseen una gran variedad de biotopos y hábitats intermedios entre los ambientes terrestre y acuático y juegan, por tanto, un importante papel en la conservación de la biodiversidad y en el desarrollo económico de la zona.

Bajo la categoría de funciones se agrupan los beneficios que los humedales ofrecen de forma indirecta y que se generan a partir de las interacciones de sus componentes bióticos y abióticos. Las funciones principales de los humedales son:

Recarga de acuíferos: esta función se cumple cuando el agua se infiltra del humedal a los acuíferos subterráneos; además, el agua que llega al acuífero procedente del humedal tiene más calidad que la que llegó originalmente al humedal gracias a la capacidad depuradora de éste. Un ejemplo es la zona de recarga de acuífero que alimenta las marismas del Guadalquivir.

Descarga de acuíferos: esta función se cumple cuando el humedal es alimentado por el agua procedente de los acuíferos subterráneos, como es el caso de las Tablas de Daimiel.

Control de avenidas: muchos humedales son capaces de almacenar grandes cantidades de agua durante las fuertes precipitaciones y crecidas de los ríos, liberando posteriormente y de forma uniforme el agua por escorrentía u otras vías.

Estabilización de las líneas costeras y control de la erosión: los humedales pueden estabilizar la línea costera gracias a su vegetación y a la reducción de la energía de las olas, al mismo tiempo que las raíces de las plantas sostienen los sedimentos del fondo, lo cual también disminuye la erosión de las márgenes de los ríos. Esto ocurre, por ejemplo, con los manglares.

Retención de sedimentos y sustancias tóxicas: los humedales pueden ejercer de filtro gracias a la vegetación, a que facilita la sedimentación de sustancias tóxicas y al efecto de laguna de sedimentación que puede tener el propio humedal.

Depuración de nutrientes: la vegetación de los humedales retienen nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, mejorando la calidad del agua y evitando la eutrofización.

Retención de CO₂: juegan un papel importante en la fijación de este gas gracias a su vegetación y a su masa de agua, lo que ayuda a reducir el calentamiento global.

Exportación de biomasa: los humedales poseen gran riqueza de especies de fauna y flora utilizables por el hombre, tanto silvestre como doméstica, por ejemplo: arroz, carrizo y diversas especies de peces y aves.

Protección contra tormentas: los humedales costeros ayudan a disipar la fuerza del viento y las olas y reducen los daños que provocan las tormentas, como es el caso de los Aiguamolls de l'Empordà.

Estabilización de microclimas: sus ciclos hidrológicos y flujos de energía pueden estabilizar las condiciones climáticas locales, sobre todo las precipitaciones y las temperaturas.

Transporte por agua: muchas poblaciones han utilizado los humedales como medio de transporte de bienes y pasajeros.

Actividades recreativas y de turismo: como la pesca y caza recreativas, la fotografía de la naturaleza, natación, etc.

En cuanto a los productos de los humedales, se consideran aquellos componentes directamente explotables por el hombre y de los cuales éste obtiene un beneficio económico. Estos productos son:

Recursos vegetales y forestales: extracción de plantas para la alimentación, la construcción, para combustible, para la elaboración de utensilios, fabricación de muebles, de productos químicos y de medicinas.

Recursos de fauna silvestre: muchas de las especies que tienen a los humedales como áreas de alimentación, de reproducción, de invernada o de paso durante los viajes migratorios, tienen o han tenido en algún momento un importante valor comercial o bien son la base de un uso público y turístico del humedal.

Pesquería y el marisqueo: la mayoría de humedales soportan un gran número de especies de peces, que los usan como áreas de desove, criadero o de hábitat para peces adultos; de hecho, una parte importante del pescado que se consume depende de los humedales en alguna etapa de su vida.

Pastos y recursos forrajeros: algunos humedales tienen praderas que sirven para el pastoreo del ganado, especialmente vacuno y equino, como ocurre en las marismas del Guadalquivir.

Recursos agrarios: la fertilidad de los suelos de los humedales y la facilidad de obtención de agua han hecho que la agricultura se haya establecido en ellos, como por ejemplo ocurre con los arrozales de l'Albufera de Valencia, del Marjal de Pego-Oliva o del Delta del Ebro.

Recursos minerales: principalmente la sal, mediante la evaporación del agua del mar en los humedales costeros, como los de las salinas de Santa Pola y las de Ibiza.

Recursos hídricos: los humedales suponen en muchas ocasiones una fuente de agua directa para el consumo humano, la agricultura o la industria.

Por último, los atributos de los humedales son aquellos componentes de los humedales que poseen valor por sí mismos o porque dan pie a otros usos, aunque no necesariamente utilizados. Su valor se realza si el humedal se mantiene intacto o preservado. Los tres atributos principales son:

Diversidad biológica: los humedales mantienen una concentración espectacular de vida silvestre, tanto animal como vegetal, destacando aves acuáticas, invertebrados, plantas hidrófilas, etc., como ocurre en l'Albufera de Valencia o en el Parque de Doñana.

Patrimonio cultural: muchos humedales están ligados a tradiciones, manifestaciones culturales o religiosas, como la romería del Rocío, o incluso a la literatura, como l'Albufera de Valencia, representada por Blasco Ibáñez en “Cañas y Barro”.

Patrimonio natural: los humedales tienen un importante valor paisajístico que atrae a muchos turistas y, además, también tienen un importante valor científico por sus condiciones bióticas y abióticas.

Los valores económicos asociados a los servicios que prestan los humedales pueden ser clasificados dentro de los distintos componentes del VET (Tabla 1).

Tabla 1. Funciones de los humedales, bienes y servicios y tipos de valor.

Fuente: Elaboración propia a partir de Barbier, E.B., Acreman, M. y Knowler, D. (1997). *Valoración económica de los humedales*. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza; Brander, L.M., Florax, R.J. y Vermaat, J. (2006). The Empirics of Wetland Valuation: a comprehensive summary and a meta-analysis of the literature. *Environmental & Resource Economics* **33**: 223-250.

Función ecológica	Bienes y servicios	Tipo de valor
Fauna y flora	Caza y pesca comercial. Caza y pesca recreativa Recolección de materia prima natural. Fuente de energía	Uso directo. Uso directo Uso directo Uso directo
Retención de CO ₂	Reducción del calentamiento global	Uso directo
Control de inundaciones	Protección frente a las inundaciones	Uso indirecto
Amortiguación y almacenamiento de la fuerza de las tormentas	Protección frente a las tormentas	Uso indirecto
Retención de sedimentos	Depósito de desechos	Uso indirecto
Carga y descarga de aguas subterráneas	Suministro de agua	Uso indirecto
Control de la calidad del agua	Mejora de la calidad del agua	Uso indirecto
Retención de nutrientes	Depósito de desechos	Uso indirecto
Estabilización del microclima	Estabilización climática	Uso indirecto
Diversidad biológica	Existencia de especies	Existencia
Soporte de un entorno natural	Entretenimiento. Actividades recreativas. Patrimonio cultural y de herencia	Uso directo ó indirecto Uso directo o indirecto Existencia y Legado

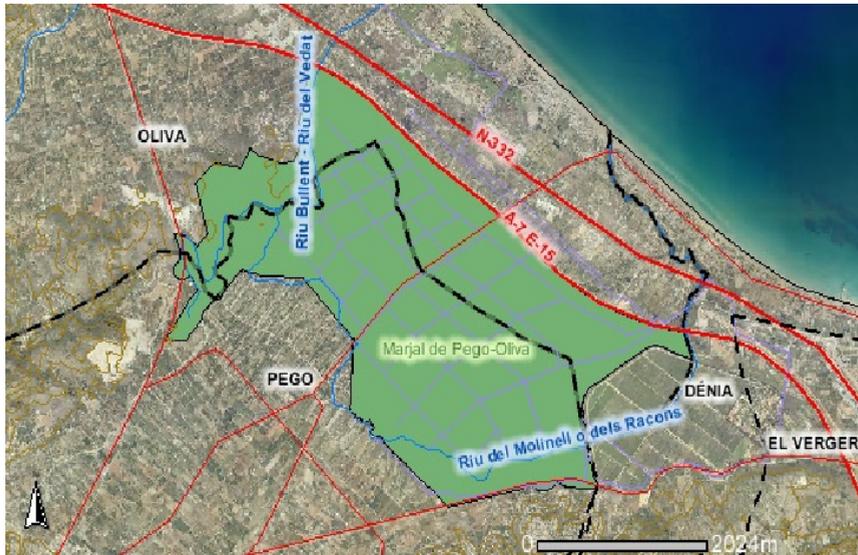


Figura 2. Ortofoto del Marjal de Pego-Oliva (en verde).

Actualmente, el Marjal de Pego-Oliva cuenta varias protecciones especiales y legislación al respecto:

- Parque Natural: el 9 de enero de 1995 entró en vigor la Ley 11/94, del 27 de diciembre de 1994 de la Generalitat Valenciana de Espacios Naturales Protegidos, que en su disposición adicional tercera declara el Marjal Pego-Oliva como Parque Natural.
- Ramsar: en el año 1994, el Marjal de Pego-Oliva pasa a formar parte del listado del Convenio Ramsar (BOE de 15 de noviembre de 1994), en donde figuran las principales zonas húmedas del planeta
- ZEPA: declarado Zona de Especial Protección para las Aves el año 1994.
- LIC: declarado también Lugar de Interés Comunitario.
- PORN: el 17 de diciembre de 2004 se aprobó el Decreto 280/2004 del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del *Parc Natural de la Marjal de Pego-Oliva*,
- Directiva Hábitats: el Marjal de Pego-Oliva está incluido en la Red Natura 2000 de la Unión Europea.
- LIFE: en 1993 entra a formar parte del Programa LIFE de la Unión Europea, siendo prorrogado en dos ocasiones.

Según el Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de Ramsar, en donde el Marjal de Pego-Oliva está incluido desde 1994, este marjal se clasifica como:⁵ *Tp, E, M, Sp, Ss, Ts, 4, 9* (con los tipos dominantes listados los primeros).

El Marjal de Pego-Oliva fue incluido en la lista Ramsar en función de unos criterios de fauna y flora, que hacen de este marjal un humedal de especial importancia en dichos aspectos. Los criterios Ramsar son los siguientes⁶:

- En función de las aves acuáticas: el Marjal de Pego-Oliva cumple los criterios A1 numéricos de aves acuáticas establecidos para el Avetorillo (*Ixobrychus minutus*), la Garza imperial (*Ardea purpurea*), y la Cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), todos ellos en reproducción. Asimismo, los criterios A2 para el Fumarel cariblanco (*Chlydonias hibrida*) y Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) en reproducción y para la Garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) en invernada.
- En función de los criterios botánicos: el Marjal de Pego-Oliva reúne características de importancia internacional, de acuerdo con los “criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles”, elaborado por Santos Cirujano y otros para el ICONA.
- Otros criterios: el Marjal de Pego-Oliva cuenta con una de las mejores poblaciones de Samaruc (*Valencia hispanica*).

Medio Socioeconómico

- **Aprovechamiento agrícola**

El arroz es el principal cultivo en el Marjal. Se tiene constancia de que el arroz fue introducido por los árabes hacia finales del primer milenio. Sin embargo, su cultivo fue poco importante y se abandonó o prohibió dicha práctica (en 1403 Martín I prohibió el cultivo del arroz en un intento de erradicar enfermedades que diezaban a la población de la zona). No fue hasta el siglo XIX cuando se volvió a cultivar arroz. En su mejor época, mediados del siglo XX, en plena posguerra, se llegan a cultivar cerca de 900 hectáreas. A partir de los años 60 comienza un declive que hace que en los primeros años 70 las hectáreas cultivadas oscilen en torno a las 200, hasta que a finales de la dicha década se abandona su cultivo. En la actualidad, se ha vuelto a cultivar arroz, en concreto existen 259 hectáreas cultivadas dentro del Parque⁷.

⁵ Ficha Ramsar 7ESO35: Marjal de Pego-Oliva.

⁶ Según la Ficha Ramsar 7ESO35: Marjal de Pego-Oliva.

⁷ Fuente: Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació.

En cuanto a los cítricos, principalmente naranjas, se cultivan en la zona sureste, ocupando una extensión de unas 150 hectáreas del Parque Natural. El cultivo de naranjas en el Parque se potenció a finales de los años 70 del siglo XX a raíz de los planes de desecación y transformación agrícola del IRYDA.

- **Ganadería**

La ganadería era, antiguamente, una actividad importante en el marjal, sobretudo en primavera y verano, constituida hace unos años por unas 100 cabezas de ganado vacuno, unas 1000 ovejas y un rebaño de bueyes⁸ que pastaban en el marjal.

Hoy en día, la ganadería ha disminuido tanto su peso económico como el número de cabezas que pastan en el Parque, y ya no supone una actividad económica relevante en el marjal. En la actualidad, sólo quedan unas 500 ovejas repartidas en dos rebaños.⁹ Estos ganaderos, colaboran anualmente con la Comunidad de Regantes de las Tierras Arroceras de Pego con una pequeña contribución para el mantenimiento de los márgenes de las parcelas, acequias, caminos, compuertas, etc., que los rebaños pudieran estropear durante su pastoreo y tránsito por aquellas tierras.

Desarrollo del trabajo

Para la aplicación del método de valoración multicriterio AHP y de GP extendido en el Marjal de Pego-Oliva, se ha procedido a realizar una encuesta a un conjunto de expertos relacionados con el mismo. Las personas encuestadas forman un grupo heterogéneo que cubre un amplio espectro profesional (ingenieros, políticos, agricultores, ecologistas, etc.), pero todas ellas cumplen el requisito de estar relacionadas con el Marjal de Pego-Oliva y tener amplios conocimientos de dicho espacio natural.

La encuesta permite construir las matrices de comparaciones pareadas, para determinar la importancia de cada uno de los valores que componen el Valor Económico Total del Marjal de Pego-Oliva.

Una vez realizada la encuesta, se comprueba la consistencia de las matrices de comparaciones pareadas. Tras descartar aquellas matrices que resultan inconsistentes, se obtiene de las matrices consistentes los vectores propios de los encuestados. Por último, se agregan los vectores propios de los encuestados y se obtiene el vector propio agregado, que proporciona la importancia relativa de los distintos valores del Marjal estudiado.

⁸ A partir de datos de las *Fichas Informativas de los Humedales de Ramsar: Marjal de Pego-Oliva*, del Ministerio de Medio Ambiente y del Ayuntamiento de Pego.

⁹ Fuente: Ayuntamiento de Pego

A partir del cálculo del valor de Uso Directo, por actualización de rentas, se obtiene el VET del Marjal y los correspondientes valores parciales.

El valor de Uso Directo se obtiene mediante la actualización de los flujos de caja producidos por la agricultura (arroz y cítricos), en el Marjal, sumada a la contribución de los ganaderos a los Regantes del Parque.

ENCUESTA

La encuesta es la herramienta que permite obtener las matrices de comparaciones pareadas, necesarias para la aplicación del método AHP.

Colectivo a encuestar

En el método AHP, no es tanto más importante el número total de encuestados, como los conocimientos, validez (consistencia), experiencia y relevancia de los mismos. Los encuestados deben tener amplios conocimientos del Marjal de Pego-Oliva, siendo más importante esa cuestión que el número total de personas encuestadas. Es decir, el AHP busca expertos sobre el objeto del estudio.

Debido a la complejidad del Marjal de Pego-Oliva y a las características e implicaciones políticas y sociales del mismo, se ha considerado oportuno la realización de la encuesta a un espectro representativo de expertos, que cubra a los distintos colectivos implicados en el marjal.

Así pues, las personas finalmente encuestadas han sido 24, agrupándose de la siguiente manera¹⁰:

- 6 agricultores
- 3 ingenieros agrónomos
- 3 representantes de organizaciones agrarias
- 2 representantes de asociaciones ecologistas
- 2 representantes de la brigada del Parque Natural
- 2 cazadores
- 2 políticos
- 1 biólogo
- 1 representante de la Junta Rectora del Parque Natural
- 1 técnico de la Administración Local (Ayuntamiento de Pego)
- 1 técnico de la Administración Autonómica (Consellería de Agricultura)

¹⁰ Algunos de los encuestados podrían incluirse en dos o más grupos (por ejemplo, agricultores y organizaciones agrarias o ingenieros agrónomos), pero aquí se han incluido solamente en el grupo con el que se identificaron cuando realizaron la encuesta.

Las encuestas se realizaron personalmente durante los meses de noviembre y diciembre de 2006 y enero y febrero de 2007. La media de duración fue de 20 minutos por encuestado.

La consistencia y vectores propios obtenidos de las matrices de los encuestados pueden verse en la Tabla 2.

Tabla 2. Vectores propios de los encuestados. Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a expertos

Encuestado	Valores matriz 5x5		Encuestado	Valores matriz 5x5		Encuestado	Valores matriz 5x5	
	CR	Vector propio		CR	Vector propio		CR	Vector propio
1	6,48%	0,0332	9	9,79%	0,1095	17	4,84%	0,0408
		0,1132			0,6492			0,1652
		0,154			0,0342			0,4534
		0,3499			0,0645			0,1934
		0,3499			0,1427			0,1472
2	5,65%	0,0317	10*	111,58%	0,0832	18	7,47%	0,0301
		0,3071			0,4797			0,1395
		0,0873			0,1463			0,1766
		0,2434			0,1726			0,314
		0,3306			0,1183			0,3398
3	8,46%	0,1159	11*	10,68%	0,0971	19	9,84%	0,0284
		0,1315			0,4225			0,6252
		0,5672			0,0442			0,0725
		0,096			0,2997			0,1663
		0,0893			0,1365			0,1077
4	9,97%	0,0894	12	9,75%	0,084	20	10,39%	0,0245
		0,1665			0,3789			0,2819
		0,5985			0,0407			0,0837
		0,0981			0,3474			0,3127
		0,0475			0,149			0,2973
5	8,21%	0,042	13	7,34%	0,0511	21*	20,28%	0,0287
		0,4028			0,197			0,061
		0,114			0,4577			0,2244
		0,3626			0,1498			0,5798
		0,0787			0,1444			0,1062
6	10,23%	0,0271	14	9,68%	0,0293	22	8,18%	0,2306
		0,4524			0,3735			0,3642
		0,0661			0,0738			0,0471
		0,3357			0,3142			0,2416
		0,1186			0,2092			0,1163
7*	29,75	0,0646	15	4,54%	0,1975	23	1,21%	0,0379
		0,5282			0,3088			0,3093
		0,0376			0,0272			0,084
		0,2471			0,1945			0,2761
		0,1225			0,272			0,2927
8	5,36%	0,1087	16	4,19%	0,1883	24	0,00%	0,2
		0,0436			0,3206			0,2
		0,0482			0,0377			0,2
		0,4205			0,1807			0,2
		0,3789			0,2727			0,2

A excepción de las matrices realizadas por los encuestados 7, 10, 11 y 21 (en cursiva y marcadas con un *), cuyo CR es superior a 10%, el resto de matrices resultan consistentes, pues tiene un CR inferior o igual a 10% (tras redondear los decimales hasta el número entero). La matriz del encuestado 24 también se descarta por considerarla anómala. Esto deja un total de 19 matrices consistentes.

A continuación, esas 19 matrices consistentes se han agrupado según la actividad profesional y afinidad ideológica de los encuestados que las realizaron, para un análisis de los resultados según grupos de expertos, obteniéndose los siguientes grupos:

- 1-Agricultores
- 2-Ingenieros Agrónomos
- 3-Organizaciones agrarias
- 4-Ecologistas
- 5-Brigadistas del Parque Natural
- 6-Cazadores
- 7-Políticos

De cada uno de estos siete grupos, se calculan los vectores propios agregados para cada valor mediante la media geométrica (Saaty,1980). Estos resultados, ya normalizados, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Agregación de vectores propios por colectivos

	VUD	VUI	VO/O	VE	VL
Agricultores	0,1579	0,3435	0,0864	0,2273	0,1849
Ing. Agrónomos	0,0387	0,2636	0,1261	0,3432	0,2284
Org. agrarias	0,2043	0,2736	0,2043	0,1904	0,1274
Ecologistas	0,0325	0,3212	0,1059	0,2819	0,2584
Brigadistas	0,0282	0,4146	0,0705	0,3276	0,1589
Cazadores	0,0458	0,1808	0,4566	0,1702	0,1461
Políticos	0,1526	0,2353	0,0568	0,2303	0,3251

Se plantea el modelo de GP extendida en Lingo (este caso se utilizó para presentar la GP extendida en el Capítulo de Programación por metas, donde pueden verse los cálculos con LINGO). Al aplicar el modelo GP extendido se llega a las soluciones de la Tabla 4.

Tabla 4. Soluciones del modelo GP extendida al dar valores a λ . (0 a 1)

λ	W1	W2	W3	W4	W5	Z	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	0.1693	0.2147	0.2567	0.3701	0.1252	6.2565	0.1999	0.1703	0.1306	0.1999	0.1508	0.1999	0.1999	0.1999
0,1	0.0934	0.3183	0.1668	0.3013	0.2151	4.015	0.2898	0.0804	0.0547	0.1109	0.0609	0.0963	0.2898	0.1109
0,2	0.09705	0.32195	0.14725	0.28485	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0583	0.1072	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904
0,3	0.09705	0.32575	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,4	0.09705	0.32195	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0583	0.10725	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904
0,5	0.09705	0.32575	0.14725	0.28105	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,6	0.09705	0.32575	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,7	0.09705	0.32195	0.14725	0.28485	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0583	0.10725	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904
0,8	0.09705	0.32575	0.14725	0.28815	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
0,9	0.09705	0.32575	0.14725	0.28105	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904
1	0.09705	0.32575	0.14725	0.28105	0.23465	3.91725	0.3093	0.0608	0.0621	0.10725	0.0645	0.0888	0.3093	0.0904

A la vista de estos resultados, se obtienen tres posibles soluciones en función del valor que se utilice de λ (Tabla 5). Estas soluciones son:

Tabla 5. Soluciones finales

λ	W1	W2	W3	W4	W5	Z	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	0.1693	0.2147	0.2567	0.3701	0.1252	6.2565	0.1999	0.1703	0.1306	0.1999	0.1508	0.1999	0.1999	0.1999
0,1	0.0934	0.3183	0.1668	0.3013	0.2151	4.015	0.2898	0.0804	0.0547	0.1109	0.0609	0.0963	0.2898	0.1109
0,2-1	0.0970	0.3219	0.1472	0.2848	0.2346	3.9172	0.3093	0.0608	0.0583	0.1072	0.0645	0.0926	0.3093	0.0904

La mejor solución global es la que dan los valores del intervalo [0,2-1], ya que es en él donde se obtiene la Z mínima (3,917). Esta solución es la más cercana a las opiniones de los Agricultores (D1), Organizaciones agrarias (D3), Brigadistas del Parque (D5) y Políticos (D7).

La solución $\lambda = 0,1$ tiene una $Z = 4,015$ y es la más cercana a la opinión de los Ingenieros Agrónomos (D2) , Ecologistas(D4).

La solución $\lambda = 0$ tiene una $Z = 6.255$ es la peor globalmente y es la más cercana a la opinión de los Cazadores (D6).

Teniendo en cuenta la solución mejor la ponderación de los componentes del VET para el activo analizado sería la de la Tabla 6.

Tabla 6. Ponderación de los componentes del VET

VALORES	Ponderación	Ponderación normalizada
VUD	0.0970	0.0893
VUI	0.3219	0.2965
VO/O	0.1472	0.1356
VE	0.2848	0.2623
VL	0.2346	0.2161
	1.0855	1

Ponderación de los valores que componen el Uso Indirecto

Además de la valoración por parte de los encuestados de los cinco valores principales que forman el VET, se consideró oportuno realizar el mismo proceso con los tres subvalores en los que se descompone el valor de Uso Indirecto. Es decir, se pidió a los encuestados que, finalizada la valoración de los cinco valores que componen el VET del Marjal de Pego-Oliva, realizaran el mismo procedimiento con las tres componentes del Uso Indirecto. Esto se debe a la complejidad de dicho valor y a las particularidades que presentan los tres subvalores, lo que hace interesante realizar una matriz de comparaciones pareadas exclusivamente para ellos.

Los tres subvalores en los que se descompone el valor de Uso Indirecto son:

- Recarga de acuíferos
- Efecto depurador del Marjal
- Actividades recreativas y de turismo en torno al Marjal

Toda la metodología anteriormente descrita es igualmente válida para la elaboración de esta matriz de comparaciones pareadas y, para su obtención, se siguieron los mismos pasos ya comentados.

Calculados el Ratio de Consistencia y los vectores propios de la matriz de comparaciones pareadas, los resultados son los de la Tabla 7.

Tabla 7. Ratio de consistencia (CR) y vectores propios de los encuestados

Encuestado	Valores matriz 3x3		Encuestado	Valores matriz 3x3		Encuestado	Valores matriz 3x3	
	CR	Vector propio		CR	Vector propio		CR	Vector propio
1	3,39	0,7838	9	5,24	0,8142	17	5,18	0,3522
		0,1349			0,114			0,5591
		0,0813			0,0718			0,0887
2	0,25	0,7641	10	0	0,8182	18	2,8	0,5769
		0,1149			0,0909			0,342
		0,121			0,0909			0,0811
3*	28,23	0,1786	11	2,8	0,6716	19*	37,58	0,7239
		0,7089			0,2654			0,2192
		0,1125			0,0629			0,0569
4	5,21	0,3522	12*	54,73	0,2091	20*	14,96	0,6648
		0,0887			0,7201			0,2449
		0,5591			0,0708			0,0902
5	3,72	0,637	13	1,76	0,1365	21	4,28	0,7418
		0,2583			0,625			0,0752
		0,1047			0,2385			0,183
6*	46,19	0,787	14*	45,27	0,7419	22*	27,31	0,7435
		0,1673			0,2027			0,2071
		0,0457			0,0554			0,0494
7*	36,57	0,7409	15	2,37	0,5695	23	2,37	0,6833
		0,1905			0,0974			0,1168
		0,0686			0,3331			0,1998
8*	14,96	0,6648	16	5,21	0,7089	24*	20,82	0,7219
		0,0902			0,1786			0,051
		0,2449			0,1125			0,2271

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a expertos

Como se puede observar, 10 de las 24 matrices resultaron inconsistentes (en cursiva y marcadas con un *), correspondientes a los encuestados 3, 6, 7, 8, 12, 14, 19, 20, 22 y 24. Esto deja 14 matrices consistentes. Se agregan mediante la media geométrica Tabla 8.

Tabla 8. Pesos agregados de los valores del Uso Indirecto

	Peso agregado y normalizado
Recarga de acuíferos	0,6504
Efecto depurador	0,1964
Actividades recreativas y de turismo	0,1533

A partir de estos resultados se puede observar que, según los expertos encuestados, la componente más importante del valor de Uso Indirecto del Marjal de Pego-Oliva es la *Recarga de acuíferos*, con un peso del 65,04%. Le siguen el *Efecto depurador*, con un peso del 19,64% y las *Actividades recreativas y de turismo*, con un peso del 15,33%.

Valoración del VUD

El Flujo de caja del valor de Uso Directo del Marjal de Pego-Oliva está compuesto por los valores que se obtienen del aprovechamiento agrícola, en concreto, de las explotaciones de arroz y de cítricos del Marjal, y por la contribución que aportan los ganaderos a la Comunidad de Regantes.

Flujo de caja del arroz

El Flujo de caja del arroz se ha obtenido a partir de los datos correspondientes a los ingresos y los pagos de varias explotaciones de arroz existentes en el Marjal de Pego-Oliva, tras entrevistas personales con responsables de las mismas. La variedad de arroz más cultivada en el Marjal es el Bomba. En esta zona se realizan un fanguado, dos pases de cultivador, un pase de rulo, nivelación y márgenes una vez cada tres años, un abonado de fondo, siembra, cinco pases de herbicidas y fungicidas y siega. Los productos empleados en estos pases son Clinchor, Propamil, Bensulfurón, Auriga y Sportak.

El desglose de los datos obtenidos es el de las Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Ingresos por ha de las explotaciones de arroz en el Marjal de Pego-Oliva

INGRESOS (€/Ha)	
Ingresos medios por la venta del arroz	4800 kg/ha*0,48€/kg = 2.304
Ayudas agroambientales	397,63
Ayudas compensatorias de la renta por superficie	1124
Total ingresos	3825,63

Tabla 10. Costes por ha de las explotaciones de arroz en el Marjal de Pego-Oliva

COSTES (€/Ha)	
Costes Variables	
Seguro	18,05
Abono	42,3
Semillas	351
Insecticida	8
Alguicida	3,6
Fungicida	38
Herbicida	187
Secado	174,19
Mano de obra asalariada	415
Tractor (gasóleo y lubricantes)	26,92
Cosechadora (gasóleo y lubricantes)	25
Fanguado+cultivador+rulos	240
Nivelación láser	32
Rehacer márgenes	60
Abonar	36
Sembrar	30
Helicóptero	130
Cosechadora para siega	300
Arrendamiento	432
Total costes variables	2549,06
Costes fijos obligados	
Costes asociados al agua	216,36
Impuesto de Bienes Inmuebles	200
Costes de oportunidad	
Mano de obra familiar	483
Total costes	3448,42

A partir de los datos de las Tablas 9 y 10, se obtiene el Flujo de caja por hectárea de las explotaciones de arroz:

$$\text{Flujo de caja arroz} = 3825,63 - 3448,42 = \mathbf{377,21 \text{ €/Ha}}$$

Puesto que existen 259 hectáreas cultivadas de arroz en el Parque, el Flujo de caja del arroz expresada por superficie total será:

$$\text{Flujo de caja total arroz} = 377,21 * 259 = \mathbf{97.697,4 \text{ €}}$$

Flujo de caja de los cítricos

El Flujo de caja concerniente a los cítricos se ha obtenido a partir de los datos de los ingresos y los pagos de varias explotaciones de cítricos del Marjal de Pego-Oliva, tras las correspondientes entrevistas personales con sus responsables. El cítrico más abundante en la zona es la naranja Navelina. Suelen hacer dos tratamientos: un pase de primavera y un pase de verano, ambos con manguera. La fertirrigación se realiza por goteo. La poda se hace una vez al año y sus restos y otros rastrojos se queman en el terreno.

Los resultados finales son los que se muestran en las Tablas 11 y 12.

Tabla 11. Ingresos de las explotaciones de cítricos en el Marjal de Pego-Oliva

INGRESOS (€/Ha)	
Producción media (kg/Ha) naranjas	36101,083
Precio (€/kg)	0,18
Total ingresos (€/Ha)	6498,195

Tabla 12. Costes de las explotaciones de cítricos en el Marjal de Pego-Oliv

COSTES (€/Ha)	
Costes Variables	
Seguro	47
Abono	722,02
Productos fitosanitarios	2100,41
Mano de obra	601
Poda	842,3
Varios (maquinaria, reparaciones, gastos extraordinarios, etc.)	240
Arrendamiento	
Total costes variables	4552,73
Costes fijos obligados	
Agua	1143,2
Impuesto de Bienes Inmuebles	200
Costes de oportunidad	
Mano de obra familiar	300
Total costes	6195,93

A partir de estos datos se obtiene el Flujo de caja para las explotaciones de cítricos.

$$\text{Flujo de caja cítricos} = 6498,195 - 6195,93 = \mathbf{302,27 \text{ €/Ha}}$$

Como existen 150 hectáreas cultivadas en el Parque, el Flujo de caja total de los cítricos será:

$$\text{Flujo de caja total cítricos} = 302,27 * 150 = \mathbf{45.340,5 \text{ €}}$$

Contribución de los ganaderos

Los ganaderos que llevan a pastar sus rebaños a las tierras del marjal, realizan una contribución económica a la Comunidad de Regantes de las Tierras Arroceras de Pego. Según fuentes de la propia Comunidad de Regantes de las Tierras Arroceras de Pego, tras entrevistas con sus representantes, dicha cantidad asciende a 600 euros.

Por lo tanto, la contribución de los ganaderos será:

$$\text{Contribución ganaderos} = \mathbf{600 \text{ €}}$$

Resultado del valor de Uso Directo

Flujo de caja Uso Directo = Flujo de caja total arroz + Flujo de caja total cítricos + Contribución ganaderos

$$\text{Flujo de caja Uso Directo} = 97.697,4 + 45.340,5 + 600 = \mathbf{143.637,9 \text{ €}}$$

Actualizamos al 3.19% (Tasa social de preferencia temporal de España)

$$\text{Valor Uso Directo} = 143.637,9 / 3.19\% = 4.502.727 \text{ €}$$

$$\boxed{\mathbf{VUD = 4.502.727 \text{ €}}}$$

RESULTADO DE LA VALORACIÓN

A partir del valor del VUD y teniendo en cuenta los distintos pesos se calculan el resto de valores, cuyo sumatorio dará, finalmente, el Valor Económico Total del Marjal de Pego-Oliva buscado. Tabla 13.

Tabla 13. Valor del VET y sus componentes

VALORES	Ponderación normalizada	VALOR (€)
VUD	0,0893	4.502.727
VUI	0,2965	14.950.265
VO/O	0,1356	6.837.288
VE	0,2623	13.225.816
VL	0,2161	10.896.297
VET	1	50.412.393

Por tanto, se puede concluir que el Valor Económico Total del Marjal de Pego-Oliva es de 50.412.393€.

Complementariamente, se realizó también la valoración de los tres componentes del valor de Uso Indirecto, siguiendo la misma metodología. Tras la ponderación y agregación de las opiniones de los expertos encuestados los resultados fueron los vistos en la Tabla 8 y que se reproducen en la Tabla 14.

Tabla 14. Pesos agregados de los valores del Uso Indirecto

	Peso agregado de los vectores propios
Recarga de acuíferos	0,6504
Efecto depurador	0,1964
Actividades recreativas y de turismo	0,1533

Teniendo en cuenta estos porcentajes y que el valor de Uso Indirecto es de 14.950.265 € el valor de los tres subvalores del Uso Indirecto aparece en la Tabla 15.

Tabla 15. Valor de los componentes del VUI

Valores de Uso Indirecto	Valor en €
Recarga de acuíferos	9.723.652
Efecto depurador	2.936.232
Actividades recreativas y de turismo	2.291.876

De las tres funciones que componen el VUI la Recarga de acuíferos, con 9.723.652 € es el valor más importante.

Capítol 15. APLICACIONES A LA VALORACIÓN DE HUMEDALES II

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la valoración del humedal Marjal dels Moros que a diferencia del anterior no contiene todos los componentes del VET, ya que no tiene ninguna actividad que pueda considerarse de Uso Directo. Ello nos permitirá conocer cómo abordar este tipo de valoraciones en las cuales no podemos apoyarnos en el mercado para obtener el valor del VUD. Veremos que la solución pasa por ponderar con AHP los cuatro componentes del VET que si existen (VUI, VO/O, VE y VL) y posteriormente partiendo de los componentes del VUI (protección costera, erosión evitada, depuración del agua, etc.) calcular su valor, teniendo en cuenta los costes evitados en el caso del control de las inundaciones (costo del daño evitado) o el valor de la depuración a partir del costo de la construcción o el funcionamiento de una planta de tratamiento de agua (costo del sustituto) etc. Este último caso es el que se utiliza de forma simplificada en el siguiente trabajo.

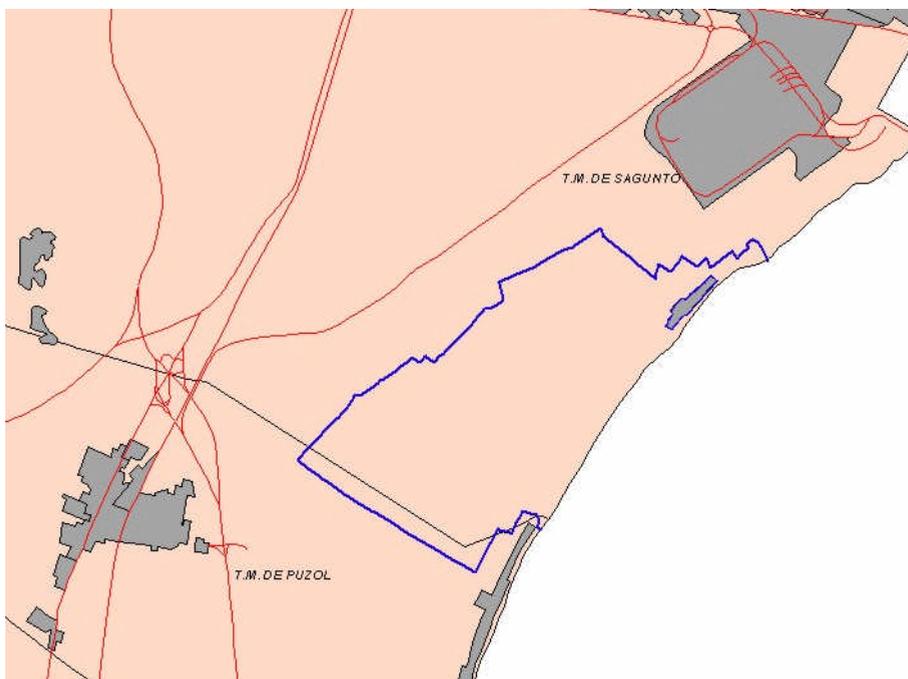
2. VALORACIÓN DE LA MARJAL DELS MOROS (2005)

José Ramón Sabater Azorin, Jerónimo Aznar y Vicente Estruch



LOCALIZACIÓN

El Marjal dels Moros se encuentra situado en la Comunidad Valenciana, provincia de Valencia, en la comarca El Camp de Morvedre, en los términos municipales de Sagunto, al cual pertenece casi en su totalidad, y Puzol, el cual aporta su Gola de L'estany. Concretamente, se encuentra en la Ctra. Siderúrgica Km. 2 a 8 Km. al SE de Sagunto. Es un claro ejemplo de humedal costero mediterráneo, hoy reliquia y testigo de lo que fue una extensa franja de marjal que se extendía entre Albuixec y Moncófar, abarcando las relictas lagunas de Taiola y la marjal de Almenara. Tiene una extensión de 620,46 ha, constituyendo una franja de aproximadamente 2.500 m. de larga y entre 700 y 1000 m. de ancha. Entre sus singularidades destaca por ser un humedal de reciente recuperación en el área de influencia de un suelo industrial.



LÍMITES

Sus límites geográficos son: al Sudeste, el Mar Mediterráneo; al Sudoeste, el municipio de Puzol; el flanco noroeste es paralelo a la carretera que conduce al Puerto de Sagunto desde Puzol, a aproximadamente un kilómetro de aquella; el que corresponde al Nordeste coincidiría con una perpendicular al mar desde el poblado de Grao Vell hacia el interior del municipio.

NIVELES DE PROTECCIÓN

El Marjal dels Moros constituye una de las escasas zonas húmedas todavía bien conservadas de nuestro litoral. Su importancia y la necesidad de su conservación, como también una gestión específica encaminada a mantener y potenciar sus valores naturales y singularidades ecológicas, se ha puesto de manifiesto reiteradamente tanto en documentos oficiales como en diversos estudios e inventarios, entre los que destacan:

- Declaración como Zona ZEPA (zona de especial protección para las aves) y LIC (lugar de interés comunitario) mediante la Directiva 79/409/CEE desde el año 1995, lo que la incluye directamente en la Red Natura 2000 (Directiva 92/43/CEE).
- Proyecto LIFE / Samaruc / CEE (1992) “Creación de una red de áreas de reserva para el samaruc”: incluye el Marjal dels Moros como la segunda localidad de importancia para este ciprinodóntido endémico a escala mundial.
- Proyecto LIFE / Microrreservas / CEE (1994) “Creación de una red de microrreservas de flora endémica”: incluye el Marjal dels Moros porque mantiene la mayor comunidad conocida de *Limonium dufourii*. Actualmente existen cuatro microrreservas: Marjal dels Moros A y B, Camino Rampete y Llacuna del Fartet (ver Anejo II) según el DOGV nº 3505 de 28/05/99 y el DOGV nº 4630 de 14/11/03.
- Proyecto LIFE / Cerceta Pardilla / CEE (1995) “Plan de recuperación de la Cerceta Pardilla (*Marmaronetta angustirostris*)”: Incluye el Marjal dels Moros como área de nidificación de esta ave en peligro de extinción.
- Catálogo de zonas húmedas de la Comunidad Valenciana: incluye el Marjal dels Moros como zona húmeda de importancia internacional, máxima categoría de interés para la conservación. Este catálogo se elabora en desarrollo de la Ley 11/94 de la Generalitat Valenciana, de Espacios Naturales de la Comunidad Valenciana.
- Presencia, como se recoge en el Atlas de las aves nidificantes de la Comunidad Valenciana y en el Anuario Ornitológico, editados por la Generalitat Valenciana, de especies en peligro de extinción como la Cerceta Pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), el Avetoro común (*Botaurus stellaris*), el Calamón común (*Porphyrio porphyrio*) o el Morito común (*Plegadis falcinellus*), siendo objetivo prioritario la conservación de su hábitat (Ley 4/89 de Conservación)

- Su avifauna cumple, para diversas especies protegidas, como la Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) o la Canastera común (*Glareola pratincola*), los criterios numéricos que permiten su inclusión en la lista del Convenio Ramsar sobre protección de zonas húmedas de importancia internacional.
- Gran parte de las aves que utilizan el Marjal dels Moros (nidificantes, invernantes o de paso) están consideradas en el Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas de Fauna (Decreto 265/94, de 20 de diciembre, del Gobierno Valenciano), que dicta normas para la protección de sus hábitats.



VET (Valor Económico Total)

El VET está integrado por los valores de uso directo, de uso indirecto, de opción, de existencia y de futuro, cuyos significados son los siguientes:

VALOR DE USO DIRECTO: valor económico que tienen los bienes y servicios ambientales debido a la explotación de sus recursos, para la satisfacción de las necesidades humanas (beneficios económicos concretos derivados de la agricultura, ganadería, explotación maderera, la caza, la pesca, etc.). En nuestro caso, en la Marjal dels Moros, este valor de uso directo no existe, dado que no hay actualmente ninguna actividad en el mismo que reporte ningún tipo de beneficio económico directo o suponga la producción de bienes de mercado.

VALOR DE USO INDIRECTO: valor económico que tienen los bienes y servicios ambientales por sus usos no retribuidos, a veces difícilmente observables y cuantificables, derivados de las funciones que desempeña el Marjal. Concretamente estas funciones son: el disfrute turístico y recreativo, la depuración de aguas o retención de nutrientes, la estabilización del litoral, el apoyo a otros ecosistemas, la estabilización del microclima, la fijación de CO₂ y fines educativos.

VALOR DE OPCIÓN/CUASIOPCIÓN: es el que permite a un particular obtener beneficios, al garantizar que se contará con un recurso que podrá usarse en el futuro. (Aunque al particular no le beneficie actualmente el Marjal, posee unas expectativas de uso sobre él).

VALOR DE EXISTENCIA: representa la medida en que se valora el Marjal como recurso esencial para la conservación y desarrollo de diversas características propias del mismo (microhábitats florísticos, especies raras, aves, valores culturales, paisaje...).

VALOR DE FUTURO: el valor que tiene el Marjal como legado a futuras generaciones. Es decir es el valor que se le asigna al Marjal para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlo y disfrutarlo. También se conoce como valor de herencia o de legado.

ENCUESTA.

En la valoración del Marjal, se consideró que el colectivo a encuestar debería estar compuesto por un grupo lo más heterogéneo posible, pero con la característica común de que debían ser conocedores del Marjal dels Moros.

Así pues, el colectivo a encuestar quedó formado por los siguientes 15 componentes:

- 3 visitantes.
- 3 ecologistas del grupo Acció ecologista Agró Camp de Morvedre
- 2 biólogos.
- 2 ingenieros agrónomos.
- 1 experto en gestión de humedales.
- 1 ingeniero de caminos.
- 1 ornitólogo.
- 1 técnico de la Conselleria de territorio y vivienda de la Generalitat Valenciana.
- 1 administrativo del CEA situado en el Marjal.

Las encuestas se realizaron personalmente durante el mes de septiembre de 2005, con una media de duración de unos 20 minutos por encuesta, y se planteó a los expertos la comparación de los valores que se encuentran en dicha marjal o sea el VUI, VO/O, VE y VL, no considerándose el VUD por no existir como se ha dicho anteriormente ninguna actividad correspondiente a este valor.

Los resultados obtenidos en las encuestas son los de la Tabla 1.

Tabla 1. Vectores y ponderación final

Expertos	Uso indirecto	Opción	Existencia	Futuro	CR
1	0,1940	0,0861	0,6751	0,0448	7,00%
2	0,4310	0,0874	0,3666	0,1150	2,66%
3	0,3769	0,3769	0,1728	0,0734	5,93%
4	0,2808	0,1085	0,5565	0,0542	6,53%
5	0,1445	0,0376	0,5213	0,2966	7,04%
6	0,4322	0,0612	0,3033	0,2033	3,94%
7	0,5485	0,0532	0,2966	0,1018	8,79%
8	0,1546	0,0452	0,2716	0,5287	7,13%
9	0,5083	0,1512	0,2653	0,0752	7,54%
10	0,3814	0,0544	0,4894	0,0748	5,87%
11	0,5439	0,1219	0,2706	0,0636	7,54%
12	0,2895	0,0425	0,5831	0,0849	6,31%
13	0,5889	0,0472	0,2754	0,0884	6,82%
14	0,0600	0,1411	0,5160	0,2830	6,13%
15	0,1336	0,0381	0,5623	0,2659	8,42%
Vector Agregado	0,2853	0,0766	0,3799	0,1189	0,8608
Vector normalizado	0,3314	0,0890	0,4414	0,1381	1,0000

VALORACIÓN DEL USO INDIRECTO

Como no existe VUD, el valor “pivot” sobre el que vamos a realizar la valoración es el VIU que en este caso de la Marjal dels Moros comprende las siguientes funciones:

- Estabilización del litoral
- Reducción del nitrógeno / depuración de aguas
- Educación/turismo
- Fijación de CO₂

Este trabajo, como se ha comentado anteriormente, va a tener en cuenta solamente para la determinación del valor de Uso Indirecto del Marjal su capacidad para la depuración de aguas y retención de nitrógeno, mediante la consulta de la diversa bibliografía encontrada al respecto. Por tanto, se omitirán el resto de valores de Uso Indirecto con ello evidentemente no se llegará a determinar el valor completo, pero sí que se conseguirán dos objetivos básicos, el primero es demostrar que AMUVAM puede aplicarse aunque no haya VUD y el segundo llegar a un valor que aunque incompleto de la marjal ponga en evidencia que el valor de dicho activo es importante.

Así pues, a partir de los distintos estudios consultados, obtuvimos los siguientes valores del beneficio que produce cada hectárea de humedal por su efecto en la reducción del nitrógeno o en la depuración de aguas:

- Gren *et Al.* (1994) llevó a cabo un estudio de valoración total de la planicie inundable del Río Danubio para contribuir a determinar los posibles beneficios de la mejora de la calidad del agua y la gestión global del río. El valor económico total de sus beneficios se cifró en 458 \$ por hectárea y año, y su función como sumidero de nitrógeno representaba el 56%, obteniendo por lo tanto, un valor de 256'48 \$ por hectárea y año, a precios de 1993.
- También Gren (1995) realizó más tarde un estudio en Suecia para evaluar los beneficios de los distintos medios para reducir la contaminación por nitratos de los acuíferos de la Isla de Gotland, llegando a la conclusión de que la capacidad de reducción de nitrógeno por hectárea de humedal natural oscilaba entre 100 y 500 kilogramos de nitrógeno al año, dependiendo de las condiciones locales, y un valor de 200 coronas suecas (34 dólares EE.UU.) por kilo de nitrógeno a precios de 1990. Lo que se traduce en un valor del beneficio del humedal en la reducción de nitrógeno de 3400 – 17000 \$ por hectárea y año a precios de 1990.
- Constanza *et Al.* (1997) en su artículo sobre el valor mundial de los servicios proporcionados por los ecosistemas, cifró el beneficio de los humedales para depurar las aguas en 4177 \$ por hectárea y año, en precios de 1994.
- Pearce *et Al.* (1995) cuantificó en una marisma del lago Houghton (Michigan) de 500 acres (202,343 ha) que se utilizaba como central de tratamiento de aguas residuales, un ahorro anual total de 16.960 \$ de 1979 en comparación con la construcción de una planta similar en otro lugar. Por lo tanto, a partir de esta cifra, podemos cuantificar el beneficio que produce cada hectárea de humedal por su efecto en la depuración de aguas en 83 \$ por hectárea y año.

- Emerton *et Al.* (1998) en su estudio sobre el humedal Nakivubo en Uganda de 529 ha, estimó en 980.000 - 1.810.000 \$ al año el valor del beneficio como purificador del agua de este humedal. Así pues, se obtuvo un valor del beneficio por su efecto purificador de 1853 – 3422 \$ por hectárea y año a precios de 1998.
- Bräuer *et Al.* (2004) en su estudio sobre el río Jossa y sus zonas de influencia en Alemania, asumió los valores de Gren (1995) de un mínimo de 100 Kg. N / (ha*año) y un máximo de 500 Kg. N / (ha*año) y cuantificó el kilogramo de nitrógeno en un rango entre 1-23 € (Hennies 1996), adoptando el valor de 2.56 € / Kg. N. Así pues, según estos parámetros, obtenemos un valor del beneficio en la reducción del nitrógeno de 256 – 1280 € por hectárea y año a precios de 2000.

Basándonos en estos valores, obtenidos a través de la consulta de los estudios citados, elaboramos la Tabla 2. Se calcula el valor actualizado al año 2005 de los distintos valores del beneficio que produce cada hectárea por su efecto depurador de aguas. La actualización se realiza mediante el incremento del IPC desde el momento de la publicación del valor por parte de su autor, hasta septiembre de 2005, último dato disponible del IPC que ofrece el INE en su página web. Una vez obtenido este valor, procederemos a su conversión en euros, utilizando un tipo de cambio euro dólar t = 1'201 correspondiente a la media del mes de octubre de 2005.

Tabla 2. Beneficio producido por distintos humedales por su depuración de aguas

Referencia	Valor del beneficio del uso indirecto depuración de aguas (\$/ ha·año)	Año de obtención del valor	Variación del IPC hasta la fecha actual %	Valor actualizado (\$ / ha)	Valor actualizado (€ / ha)
Gren et Al. (1994)	256,48	1993	46,90	377	314
Gren (1995)	3400 – 17000	1990	71,40	5828 - 29138	4853 - 24261
Constanza <i>et Al.</i> (1997)	4177	1994	40,50	5869	4886
Pearce y Turner (1995)	83	1979	374,50	394	328
Emerton <i>et Al.</i> (1998)	1853 – 3422	1998	25,40	2324 - 4291	1935 - 3573
Bräuer y Marggraf. (2004)	256 – 1280	2000	17,90	302 - 1509	302 - 1509

Como podemos observar, existe una más que considerable dispersión en los valores actualizados logrados. Por esta razón, y optando por el principio de prudencia, consideraremos la opción más conservadora del total de valores como el valor del beneficio que la función depuración de aguas ejerce en el Marjal dels Moros.

Si bien, lo más conveniente hubiera sido seleccionar el valor que más hiciera coincidir las características del Marjal con la zona objeto de los diversos estudios, hay que tener en cuenta que los estudios consultados tiene un carácter eminentemente económico y no se detalla en ellos las distintas características físicas, biológicas, etc. que puedan tener. Por lo tanto, esta cifra de 302 € por hectárea será la que finalmente utilizaremos para obtener el valor del uso indirecto depuración de aguas en el Marjal dels Moros.

Así pues, una vez cuantificado el valor del beneficio que produce cada hectárea del Marjal dels Moros por su efecto depurador en 302 €/ha procederemos a su actualización, para la determinación del Valor del Uso Indirecto depuración de aguas. La necesidad de esta actualización radica en ver cuál sería el coste evitado al instalar una nueva planta de depuración de aguas que sustituyera las acciones que realiza el humedal, y por lo tanto ver cuál es el verdadero valor del Marjal en cuanto a esta función, en lugar de su beneficio, el cual ya conocemos.

A la hora de capitalizar este beneficio, elegiremos como tasa de actualización un valor del 3,19 %.

Establecemos la hipótesis de que el beneficio considerado tiene carácter constante y perpetuo, por lo que la aplicación del método de actualización se simplifica.

$$V = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{G_i}{(1+r)^i} = \frac{G}{(1+r)} + \frac{G}{(1+r)^2} + \frac{G}{(1+r)^3} + \dots + \frac{G}{(1+r)^i} = \frac{\frac{G}{(1+r)}}{1 - \frac{1}{(1+r)}} \approx \frac{G}{r}$$

$$V = \frac{302}{0,0319} = 9.467$$

Como la Marjal dels Moros tiene una extensión de 620'46 ha, su valor por la función depuradora es de:

$$9467 \text{ €/ha} \cdot 620,46 \text{ ha} = \mathbf{5.873.947 \text{ €}}$$

La valoración del valor de Uso Indirecto depuración de aguas podría haberse realizado de manera más exacta determinando el valor del metro cúbico depurado por el Marjal. Entre otras alternativas, una posible forma hubiera sido determinar los cau-

dales de entrada y de salida del Marjal hallando así el volumen de agua depurado. Otra posibilidad hubiera sido calcular la capacidad de filtración del Marjal multiplicando los metros cuadrados de Marjal que actúan como filtro por su profundidad, y teniendo en cuenta las características edafológicas que determinan su permeabilidad.

Existen diversas alternativas para cuantificar el valor de Uso Indirecto de manera más exacta, como podría ser considerar el resto de valores que lo componen o alguna de las citadas anteriormente para hallar el valor de Uso Indirecto depuración de aguas. Sin embargo, el objetivo prioritario de este trabajo es demostrar que el Marjal posee un cierto valor mínimo, más allá de su determinación económica con absoluta certeza. Por ello, y por la disponibilidad de datos con la que se contaba, se ha optado por la determinación del valor de Uso Indirecto a partir de su función depuradora de aguas mediante este proceso.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN

Como conocemos la ponderación de los distintos valores y el valor correspondiente por los Usos Indirectos, el cálculo del resto de valores y del VET se realiza fácilmente (Tabla 3)

Tabla 3. Valor del VET y sus componentes

Valores	Pesos agregados	Valor en €
Uso Indirecto	0,3314	5.873.947
Opción	0,0890	1.577.493
Existencia	0,4414	7.823.658
Futuro	0,1382	2.449.546
VET		17.724.645

El VET del Marjal dels Moros es de **17.724.645 €**. Expresado por unidad de superficie nos queda un valor de **28.567 € / ha**.

CONCLUSIÓN

Como se ha comentado en los puntos anteriores, es evidente que el valor hallado no puede considerarse el VET de la Marjal del Moros ya que se ha simplificado el proceso teniendo en cuenta solo una de las funciones del VUI y además como valor del beneficio que produce dicho humedal por su función depuradora se ha tomado el mínimo de una serie de estudios bibliográficos que no tienen porque corresponder con la realidad de dicha marjal.

Para hallar el verdadero valor habría que determinar mediante una serie de análisis, cual es realmente la depuración que ejerce el marjal y su verdadero coste y a él añadirle los beneficios o costes evitados de las otras funciones del VUI (Estabilización del litoral, Educación/turismo y Fijación de CO₂).

Todo esto suponía una serie de trabajos que los autores por ellos mismos no podían abordar, de aquí, la evidencia de los equipos interdisciplinarios para llevar a cabo estos proyectos. Por otro lado los objetivos del mismo, como ya se ha dicho, eran por un lado demostrar que AMUVAM puede seguir siendo operativo aunque no exista VUD y por otro lado evidenciar el importante valor del humedal. Y ambos objetivos se consiguen aunque el enfoque haya sido parcial y basándose en mínimos

Capítulo 16. APLICACIONES A LA VALORACIÓN DE HUMEDALES III

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la valoración de uno de los humedales más importantes de la Comunidad Valenciana y de España, como es la Albufera de Valencia. Se aplica AMUVAM y la agregación es por media geométrica. Como particularidad tiene que se utiliza el modelo AHP con dos jerarquías y que es la base de la posterior valoración del paisaje de dicho humedal que se presenta en el siguiente capítulo.

2. VALORACIÓN DE LA ALBUFERA DE VALENCIA

Juana Navarro, Jerónimo Aznar, Vicente Estruch

OBJETIVOS

Los objetivos de la valoración del Parque Natural de l'Albufera son:

a) Obtener el valor monetario del Parque Natural de L'Albufera como expresión de su valor social. Al dotar a este activo ambiental de un valor económico se pretende que la sociedad reconozca los valores, funciones y atributos que posee, de manera que sea capaz de percibir los costes, tanto ambientales como socioeconómicos, que supondrían su desaparición o degradación.

Así mismo, el conocimiento de su valor es una herramienta muy útil para su gestión. Por ello el principal objetivo es obtener un valor del humedal desagregado en cada uno de los valores del VET. De esta forma se puede poner de manifiesto la *eficiencia económica* global de los distintos usos contrapuestos de los recursos de los humedales. De modo que puedan asignarse los recursos a los usos que reporten ganancias netas a la sociedad. Quién gana y quién pierde en la práctica como resultado de un uso determinado de un humedal no es una cuestión que forme parte del criterio de la eficiencia en sí. Por tanto, un uso que reporte un beneficio neto apreciable será considerado muy provechoso desde el punto de vista de la eficiencia, aunque los principales beneficiarios no sean forzosamente quienes asuman los costos que ocasione. De ser así, puede que ese uso en particular sea eficiente y que al mismo tiempo tenga importantes efectos distributivos negativos. En consecuencia, a menudo es importante evaluar las políticas de manejo/gestión de los humedales o de inversión en ellos teniendo en cuenta no sólo su eficiencia, sino también sus efectos en la distribución (Barbier et al. 1997) CITA Barbier, E. B., Acreman, M. C. y Knowler, D. 1997. *Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores*. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza

ÁMBITO DE ESTUDIO

El Parque Natural de l'Albufera , situado a 9 km de la ciudad de Valencia, tiene una superficie de 21.000 hectáreas , es el espacio natural protegido más antiguo de la Comunitat Valenciana(1986), se considera una de las zonas húmedas más relevantes de Europa por sus valores naturales, en particular la avifauna, y como ejemplo de la coexistencia histórica entre entorno natural y presencia humana, caracterizado por el uso regulado de los recursos naturales. Constituye uno de los espacios naturales más representativos e interesantes de la Comunitat Valenciana, siendo reconocido su valor en el ámbito nacional e internacional. El modelo de gestión del Parque viene definido por el PRUG (Plan de Uso y Gestión de los Recursos Naturales).

El aprovechamiento primario de los recursos naturales, en el ámbito del parque natural, es especialmente intenso. Sin embargo, tanto el cultivo del arroz como la caza y la pesca son actividades que han venido practicándose desde hace siglos y que forman parte, de la tradición cultural y paisajística, estando relativamente integradas en el medio natural.

JUSTIFICACIÓN DE LA VALORACIÓN DEL HUMEDA

Debido a la gran riqueza y diversidad de componentes tanto bióticos como abióticos (ver tabla 1), los humedales se encuentran entre los ecosistemas más complejos y productivos del planeta. Poseen una gran variedad de biotopos y hábitats intermedios entre los ambientes terrestre y acuático, jugando un importante papel tanto en la conservación de la biodiversidad como en el desarrollo económico.

Sin embargo, los humedales tradicionalmente han sido infravalorados debido a la dificultad para asignarles un valor monetario a las funciones y beneficios que reportan a la sociedad. A pesar de producir diversos productos comercializables, la mayor parte de su valor es debida a bienes y servicios sin mercado. Esta es una de las principales razones por las que sus recursos han sido indebidamente asignados, siendo muy frecuentes los cambios de uso del suelo que redundan en costos e impactos graves para las comunidades locales. Por todo ello consideramos útil, para el decisor público, conocer el valor de cada uno de los valores del VET y así poder diseñar políticas más eficientes.

Tabla 1. Resumen de las funciones valores y atributos de los humedales.

Funciones	Productos	Atributos
Almacenamiento de agua	Recursos vegetales y forestales	Diversidad biológica
Protección contra tormentas y mitigación de crecidas	Recursos de fauna silvestre	Patrimonio cultural
Estabilización de la línea costera y control de la erosión	Pesquería y marisqueo	Patrimonio natural
Recarga acuíferos	Pastos y recursos forrajeros	
Descarga de acuíferos	Recursos agrarios	
Retención de sedimentos y sustancias tóxicas	Recursos minerales	
Depuración de aguas	Recursos hídricos	
Retención de CO ₂	Transporte por agua	
Explotación de biomasa	Actividades recreativas y turismo	
Protección contra tormentas		
Estabilización de condiciones climáticas locales		
Protección contra el cambio climático		

METODOLOGÍA UTILIZADA

En la valoración del Parque Natural de l'Albufera se ha empleado el método multicriterio AHP (Proceso Analítico Jerárquico). Con este método, a diferencia de los métodos tradicionales, se pueden determinar los valores de uso indirecto, opción, existencia y futuro, a partir del conocimiento del valor de uso directo.

JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ELEGIDA

El método elegido en este trabajo es el método multicriterio AHP, la justificación se encuentra en la posibilidad que nos ofrece esta herramienta de valorar todas las componentes del valor social del Parque y no sólo alguna de ellas como sucede con otros métodos clásicos de valoración.

El Proceso Analítico Jerárquico es un método de selección de alternativas, en función de una serie de variables, muchas veces contrapuestas, esta propiedad lo hace idóneo en las valoraciones ambientales. Los valores que componen el valor social del Parque se adaptan muy bien a las variables sobre las que se define el método.

Además, este método ofrece la posibilidad de contrastar la coherencia de las respuestas de los encuestados a través del cálculo de la consistencia, pudiendo descartar aquellas que resulten inconsistentes.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Para la aplicación del método multicriterio AHP en la valoración del Parque Natural de l'Albufera, se ha efectuado una encuesta a un conjunto heterogéneo de personas conocedoras del espacio natural.

A partir de las encuestas obtenemos las matrices de comparación pareada sobre la importancia de cada uno de los valores que componen el Valor Social.

A partir de las matrices de comparación pareadas comprobamos su consistencia, eliminando aquellas que demuestran inconsistencia. Realizamos 49 cuestionarios de los cuales sólo hemos utilizado 25.

Con las matrices consistentes, siguiendo AHP, obtendremos de cada una de ellas los vectores propios correspondientes a cada uno de los encuestados.

El valor denominado Uso Directo del Parque está compuesto por la ganancia actualizada producida por el cultivo del arroz, la caza y la pesca.

Conocido el valor de Uso Directo y los vectores propios podremos calcular el Valor Social del Parque de l'Albufera.

CUESTIONARIO

Como ya se ha explicado anteriormente, para la aplicación del método AHP es necesario obtener matrices de comparaciones pareadas formadas a partir de fracciones (A/B) de comparaciones entre cada 2 valores de los que componen el valor social del Parque.

Para ello se diseñó un cuestionario, en él se pide a los encuestados que comparen diversos valores del Parque siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Decidir cuál de los dos valores A o B es **menos importante** y se le da el valor 1.
- 2) Compara el valor que se ha considerado más importante con el menos importante, teniendo en cuenta la escala de Saaty que aparece en la Tabla 1, puntuando de 1 a 9 la importancia de un valor respecto al otro.

Colectivo a encuestar

En la valoración del Parque, se consideró que el colectivo a encuestar debería estar compuesto por un grupo lo más heterogéneo posible, pero con la característica común de que debían ser conocedores del Parque Natural de l'Albufera.

Así pues, el colectivo a encuestar quedó formado por los siguientes componentes:

- 3 Biólogos
- 5 Licenciados en Ciencias Ambientales
- 3 Estudiantes Universitarios
- 1 Ingeniero Agrónomo
- 1 Ingeniero de Montes
- 1 Abogado
- 1 Arquitecto
- 1 Ingeniero Agrícola
- 1 Licenciado en Geografía
- 1 Técnico con formación superior
- 1 técnico con formación media
- 2 Agricultores
- 1 Industrial
- 1 Vendedor
- 1 Peón

Las encuestas se realizaron personalmente durante el año 2006 y los primeros meses de 2007, con una media de duración de unos 15 minutos por cuestionario. Las matrices de comparaciones pareadas obtenidas se recogen en el Anejo II.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AHP

Obtención de los valores que componen el valor social

El Valor Social de l'Albufera, lo consideramos dividido en valor de uso y de no uso, a su vez el primero se descompone en valor de uso directo, indirecto y opción o cuasiopción, y el segundo en valores de existencia y futuro. Para determinar la ponderación relativa en cada caso se han planteado en el cuestionario las comparaciones pareadas de forma que con ellas se construyen las matrices 2X2, 3X3 y 2X2 respectivas, obteniéndose después de verificar su consistencia los vectores propios que se detallan para cada caso en los puntos siguientes y que son agregados mediante la media geométrica. Tablas 2,3 y 4.

Determinación de los valores de USO/NO USO

Tabla 2: Vectores propios USO/NO USO

EXPERTOS	VALORES de USO	VALORES de NO USO
1	0,10	0,90
2	0,13	0,88
3	0,17	0,83
4	0,11	0,89
5	0,25	0,75
6	0,14	0,86
7	0,13	0,88
8	0,13	0,88
9	0,25	0,75
10	0,25	0,75
11	0,25	0,75
12	0,25	0,75
13	0,17	0,88
14	0,25	0,75
15	0,17	0,83
16	0,14	0,86
17	0,75	0,25
18	0,75	0,25
19	0,75	0,25
20	0,83	0,17
21	0,75	0,25
22	0,75	0,25
23	0,83	0,17
24	0,75	0,25
25	0,88	0,13
MEDIA GEOMÉTRICA	0,27	0,51

Determinación componentes valores USO

Tabla 3: Vectores propios USO DIRECTO/INDIRECTO/OPCIÓN

EXPERTOS	VUD	VUI	VO/CO
1	0,2225	0,6506	0,1268
2	0,2118	0,7091	0,0791
3	0,5584	0,3196	0,1220
4	0,0528	0,2127	0,7344
5	0,6000	0,2000	0,2000
6	0,1349	0,7838	0,0813
7	0,0974	0,5695	0,3331
8	0,1830	0,7418	0,0752
9	0,1840	0,5842	0,2318
10	0,2109	0,7049	0,0841
11	0,2109	0,7049	0,0841
12	0,5584	0,3196	0,1220
13	0,2583	0,6370	0,1047
14	0,6370	0,2583	0,1047
15	0,2000	0,6000	0,2000
16	0,2098	0,5499	0,2402
17	0,6370	0,2583	0,1047
18	0,4600	0,3189	0,2211
19	0,6370	0,2583	0,1047
20	0,5936	0,2493	0,1571
21	0,4286	0,4286	0,1429
22	0,7514	0,1782	0,0704
23	0,0877	0,7732	0,1392
24	0,1424	0,1794	0,6782
25	0,0852	0,6442	0,2706
MEDIA GEOMÉTRICA	0,2601	0,4199	0,1524

Determinación componentes valores NO USO

Tabla 4: Vectores propios EXISTENCIA/LEGADO

EXPERTOS	VE	VL
1	0,83	0,17
2	0,88	0,13
3	0,50	0,50
4	0,50	0,50
5	0,50	0,50
6	0,50	0,50
7	0,50	0,50
8	0,90	0,10
9	0,67	0,33
10	0,88	0,13
11	0,75	0,25
12	0,25	0,75
13	0,25	0,75
14	0,25	0,75
15	0,25	0,75
16	0,88	0,13
17	0,75	0,25
18	0,50	0,50
19	0,50	0,50
20	0,75	0,25
21	0,67	0,33
22	0,75	0,25
23	0,75	0,25
24	0,33	0,67
25	0,50	0,50
MEDIA GEOMÉTRICA	0,55	0,35
<i>Fuente: Elaboración propia a partir de los cuestionarios</i>		

El número de cuestionarios realizados ha sido de 49, de los cuales se han utilizado para el trabajo 25 ya que el resto presentaba CR mayores al 5% y han sido descartadas. Se han agregado los vectores de los expertos resultando la ponderación final de la Tabla 5.

Tabla 5 Ponderación final de los componentes del VET

	USO/NoUSO		VALORES		
	Vector agregado	Vector Normalizado	Vector agregado	Vector Normalizado	Ponderación final
VUD	0,2731	0,3484	0,2601	0,3125	0,1089
VUI			0,4199	0,5044	0,1758
VO/O			0,1524	0,1831	0,0638
VE	0,5107	0,6515	0,5460	0,6124	0,3990
VL			0,3456	0,3876	0,2526
			0,7838	1,0000		1,0000

VALORACIÓN DEL USO DIRECTO MEDIANTE EL MÉTODO DE ACTUALIZACIÓN DE RENTAS

El Parque de l'Albufera se distingue de otros espacios naturales porque el aprovechamiento primario de los recursos naturales es especialmente intenso.

Hemos definido valor de Uso Directo como el valor económico que tienen los bienes y servicios ambientales debido a la explotación de sus recursos, para la satisfacción de las necesidades humanas. En el caso de estudio vamos a considerar los beneficios económicos derivados de la caza, la pesca y el cultivo del arroz, siendo este último el que reporta mayores beneficios económicos directos o de producción de bienes de mercado.

El Valor Social de l'Albufera, como hemos visto a lo largo de este trabajo, está formado por el Valor de Uso Directo, de Uso Indirecto, de Opción, de Existencia y de Futuro. De los anteriores valores, podemos determinar el Valor de Uso Directo por actualización de rentas. Según el método analítico, el valor de un bien económico es igual al valor actual de la suma de las rentas o Ganancias (Ingresos-Gastos) futuras que un bien pueda generar para su propietario.

Como tasa de actualización (r), tomaremos la Tasa de Descuento Social $r=3,189$, calculada para España calculada a partir de la fórmula de Ramsey (tasa de preferencia temporal individual o pura (0,85 %); Elasticidad de la curva de utilidad marginal del consumo

De esta forma, la habitual fórmula del Valor (V):

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{(1+r)^i}$$

Estableciendo la hipótesis de que el parque natural, respecto a los valores de Uso Directo nos va a producir una ganancia constante, operando en la fórmula anterior, obtenemos:

$$V = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{Gi}{(1+r)^i} = \frac{G}{(1+r)} + \frac{G}{(1+r)^2} + \frac{G}{(1+r)^3} + \dots + \frac{G}{(1+r)^i} = \frac{\frac{G}{(1+r)}}{1 - \frac{1}{(1+r)}} = \frac{G}{r}$$

CÁLCULO DEL VALOR DE USO DIRECTO

Para calcular este valor de Uso Directo, procederemos a averiguar el valor de la **ganancia anual** de cada uno de los valores que lo componen y que agregadas serán la G de nuestra fórmula.

La **Ganancia del valor de Uso Directo**, está compuesta por la de los valores que se obtienen del aprovechamiento de la caza, la pesca y el cultivo del arroz del Parque Natural de l'Albufera. Tablas 6 y 7.

Caza

Tabla 6: Ingresos caza

Tiradas de caza	Ingresos
Ayuntamiento de Silla	231.544 €
Ayuntamiento de Sueca	310.020 €
Ayuntamiento de Cullera	57.000 €
TOTAL	598.564 €

Fuente: Propia a partir de datos facilitados por los ayuntamientos

Tabla 7: Costes caza

Tiradas de caza	Costes
Ayuntamiento de Silla	150.500 €
Ayuntamiento de Sueca	203.402 €
Ayuntamiento de Cullera	37.000 €
TOTAL	390.902 €

Fuente: propia a partir de datos facilitados por los ayuntamientos

Nota: Los costes se corresponden con guardería de los cotos, gastos de agua para inundación de campos y reparación de caminos

$$G = I - C \quad G = 598.564 - 390.902 = 208.472 \text{ €}$$

Pesca. Tablas 8 y 9.

Tabla 8: Ingresos pesca

Puertos	Datos de capturas en el lago de l'Albufera durante el período 1/9/2004 al 20/8/2005		
El Palmar			
Anguila pequeña maresa	214 Kg	7 €/Kg	1498 €
Anguila gorda maresa	4045 Kg	6 €/Kg	24270 €
Anguila pastorena	1471 Kg	5 €/Kg	7355 €
Llisa	347000 Kg	0,7€/Kg	242900 €
Lubina	150 Kg	7 €/Kg	1050 €
Carpa	32 Kg	0,7€/Kg	22,4€
		TOTAL	277095,4 €
Catarroja			
Llisa	40000 Kg	0,7€/Kg	28000 €
Anguila pastorena	300 Kg	5€/Kg	1500 €
		TOTAL	29500 €

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por las cofradías de pescadores.

Nota: las capturas que se realizan desde el puerto de Silla no se comercializan.

Ingresos totales = 306.595 €

Tabla 9: Costes pesca

Redes montadas	300 € / temporada	36000 €
Gasoil	5 €/ diarios	118800 €
Utensilios y herramientas	100 €/ temporada	1200 €

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por las cofradías de pescadores.

La temporada son 9 meses y el número de pescadores es de 120.

Costes totales = 154.920 €

$G = I - C$ $G = 306.595 - 154.920 = 151675 €$

Cultivo del Arroz. Tablas 10 y 11.

Tabla 10: Ingresos cultivo del arroz

Ingresos nueva PAC 2004	
Rendimiento Ha	7800
Precio de venta	0,24
Ingresos por venta	1170
Agroambientales Euros Ha	397,63
ayuda compensatoria por Ha	1123,95
Total ingresos	3393,65

Fuente: propia a partir de datos facilitados por los ayuntamientos

Tabla 11: Costes cultivo del arroz

Explotación externalizada	Coste total
Tareas de invierno	223,3
Abonado	186,6
Tratamientos fitosanitarios	92,8
Herbicidas 2 tratamientos	246,9
Siembra	296,7
Varios (mano de obra)	656,3
Secado arroz	0,0
Gastos fijos	261,0
IBI	36,1
Comunidad de regantes	195,0
Desagüe de l'Albufera	14,4
Seguro Agrario	15,5
precio arrendamiento tierra	504,9
Horas /Ha tractor 125 Cv labores	4,7
Horas /Ha 'mula' Cv labores	5,3
Otros tractor transporte	
Costes totales	2739,4

Fuente: propia a partir de datos facilitados por los ayuntamientos

$$G = I - C$$

$G = 3393,65 - 2734,4 = 659,25$ €/ha; Por lo que la ganancia total es:

$$659,25 \text{ €/ha} \times 14.629 \text{ ha} = 9.644.168 \text{ €}$$

Una vez halladas las ganancias de los aprovechamientos de la caza, pesca y cultivo de arroz, se obtiene un total de 10.004.315 €/año.

Esta cantidad es la Ganancia total que ofrece por las actividades que comprende el Uso Directo.

Aplicando la fórmula deducida anteriormente y actualizando a la Tasa social de Preferencia Temporal de España, obtenemos el valor del Uso directo del Parque:

$$V = (10.004.315 / 0.03189) = 313.713.233 \text{ €}$$

CÁLCULO DEL VET Y EL RESTO DE COMPONENTES

Conocido el VET y las ponderaciones finales de todos los expertos podemos determinar el Valor Económico Total y el de todos los componentes. Tabla 12.

Tabla 12: Valor Económico Total y de sus componentes del Parque Natural de l'Albufera

Valores	Ponderación	Valor en €
Uso Directo	0,1089	313.713.233
Uso Indirecto	0,1758	506.452.082
Opción	0,0638	183.813.521
Existencia	0,3990	1.149.717.914
Legado	0,2525	727.733.537
Valor Económico Total del Parque Natural de l'Albufera		2.881.430.287

Fuente: Elaboración propia.

El Parque tiene 21.000 ha. Expresado por unidad de superficie: 137.210 €/ha.

CONCLUSIONES

La valoración de un espacio natural es una labor compleja. A diferencia de tantas otras valoraciones, en ésta resulta necesario hacer una definición exacta del tipo de valor que vamos a obtener. La necesidad de la cuantificación monetaria, responde al hecho de que en la sociedad de mercado en la que nos encontramos, la importancia de los bienes se manifiesta fundamentalmente a través de su valor monetario.

La valoración ambiental es, por tanto, una valoración de tipo económico. Valorar económicamente el Parque Natural de l'Albufera, significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes de este bienestar.

El **valor económico total** de un activo ambiental está integrado por los valores de uso directo, de uso indirecto, de opción, de existencia y de futuro.

Hemos aplicado los modelos multicriterio **AHP**, original del Profesor Thomas L. Saaty (1980), que propone un sistema para facilitar la determinación de la importancia relativa de los criterios o características, que se planteen. Para la aplicación del AHP, se planteó un cuestionario a grupo de expertos conocedores del Parque, con el fin de obtener las matrices de comparación pareadas que se requieren para el método. En esta encuesta se compararon 2 a 2 los diferentes valores que integran el valor del Parque.

Algunos vectores propios de estas matrices, de tamaño 3*3, presentaron un Ratio de Consistencia (RC) mayor al 5%, por lo que no han sido tomadas en consideración.

A continuación hemos hallado el valor de Uso Directo del Parque Natural de l'Albufera mediante el método de actualización de rentas. Según el cual el valor del parque por sus usos directos es de 379.526.329,4 €.

Valor que empleamos para cuantificar a su vez el resto de valores, respetando las proporciones que hemos obtenido mediante el método **AHP**.

Como conclusión del Trabajo Final de Carrera, obtenemos que el valor del Parque Natural de l'Albufera se desglosa según la Tabla 13.

Tabla 13: Valor del Parque Natural de l'Albufera

Valores	% Valor Social	Valor en €	
Uso Directo	0,1089	313.713.233	
Uso Indirecto	0,1758	506.452.082	
Opción	0,0638	183.813521	
Existencia	0,3990	1.149.717.914	
Legado	0,2525	727.733.537	
Valor Económico Total del Parque Natural de l'Albufera		2.881.430.287	2.881.430.287
Valor Económico Total por unidad de superficie (ha.)		137.210	

Fuente: *Elaboración propia*

Cabe destacar la gran importancia que tienen dentro del VET los valores de no uso formado por el valor de existencia (preservación de la biodiversidad), como el valor de futuro (legado a futuras generaciones).

Capítulo 17. VALORACIÓN Y PRIORIZACIÓN DEL PAISAJE DE LA ALBUFERA DE VALENCIA



Lucia Prats Casanova, Jerónimo Aznar y Vicente Estruch

1. INTRODUCCIÓN

El paisaje, entendido como cualquier parte del territorio, tal como es percibida por las poblaciones y cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y/o humanos y de sus interrelaciones (Convención Europea del Paisaje, 2000; Reglamento de Paisaje de la Comunidad Valenciana, 2004), cobra cada vez más importancia en nuestra sociedad.

Numerosos estudios reflejan la importancia que el paisaje tiene para el bienestar de las personas y de ahí surge la necesidad de protegerlo, gestionarlo y conservarlo. Uno de los medios para poner en evidencia la importancia del paisaje y su conservación es cuantificando su valor económico. Dicho valor actuará como un indicador de la importancia de ese paisaje en el bienestar de la sociedad y permitirá compararlo con otros componentes de ese bienestar.

En este capítulo partimos de la consideración del paisaje como un elemento más dentro del espacio natural que abarca el humedal de la Albufera. Vamos a partir del valor del VET obtenido para el parque natural de la Albufera en el capítulo anterior. Vamos a abordar dos cuestiones diferentes relacionadas con el paisaje. La primera es obtener un indicador de su valor monetario que refleje la importancia del paisaje dentro del humedal. La segunda es obtener una priorización del paisaje del humedal, utilizando como unidades de análisis las Unidades de Paisaje que lo conforman. El propósito es ofrecer unas herramientas que permitan a la Administración Pública tener más información para poder plantear, de una forma más eficiente, la protección, adecuada gestión y conservación del paisaje de la Albufera y asimismo, poder usar esta priorización en el reparto/asignación de los recursos.

2. EL PAISAJE DE LA ALBUFERA DE VALENCIA

La Albufera de Valencia constituye un paisaje de alto valor natural. La trama agrícola, el hábitat rural, la red caminera y los aprovechamientos en este espacio semisumergido aportan al paisaje gran diversidad y una variación estacional debida principalmente a la hidrología y la vegetación, así como una riqueza cultural que adjudican a la unidad un gran valor. Todas estas características constituyen en su conjunto un paisaje singular, de gran importancia en el contexto valenciano. De ahí la necesidad de valorarlo.

Considerando el paisaje como un elemento más dentro del espacio natural que abarca el humedal de la Albufera, la valoración económica de dicho paisaje pretende obtener un indicador de su valor monetario que refleje la importancia del

paisaje dentro del humedal. El propósito final de esta valoración sería la protección, adecuada gestión y conservación del paisaje de la Albufera.

Además del interés de obtener un indicador del valor monetario del paisaje de la Albufera, se considera también interesante en este estudio obtener una priorización del paisaje del humedal, utilizando como unidades de análisis las Unidades de Paisaje que lo conforman. El propósito es poder usar esta priorización en el reparto/asignación de los recursos con vistas a la conservación y protección del paisaje de la Albufera.

3. VALOR ECONÓMICO TOTAL

En este capítulo utilizamos el valor del VET obtenido en el capítulo tercero.

Vamos a detallar el valor de existencia, en el cual se incorpora el paisaje.

- **VALOR DE EXISTENCIA:** representa la medida en que se valora la Albufera como recurso esencial para la conservación y desarrollo de diversas características propias del mismo. En este estudio, siguiendo a Constanza et al (1997) y De Groot et al (2002), se considera el Paisaje Visual un componente del valor de existencia junto con la Biodiversidad, y el Patrimonio Cultural.

A continuación se describen y detallan estas componentes:

a) BIODIVERSIDAD

- Fauna: aves, peces, reptiles, etc.
- Flora adaptada a los distintos ecosistemas: palustre, lacustre, dunar, marino, etc.
- Especies de fauna y flora endémicas y/o en peligro de extinción: fartet y samaruc; praderas de Posidonia, etc.

b) PATRIMONIO CULTURAL

- Arquitectura tradicional: barracas, alquerías, secaderos de arroz, etc.
- Hitos monumentales: Muntanyeta dels Sants y Ermita dels Sants.
- Yacimientos arqueológicos y paleontológicos.

c) PAISAJE VISUAL: belleza del paisaje.

4. UNIDADES DE PAISAJE

Tal y como define el Reglamento de Paisaje de la Comunidad Valenciana (2004), se entiende por Unidad de Paisaje el área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo período de tiempo. Se identifica por su coherencia interna y sus diferencias con respecto a las unidades contiguas.

En la segunda parte del presente estudio, el objetivo es establecer una priorización de las Unidades de Paisaje que conforman el paisaje del humedal de la Albufera en función de su calidad visual. Para ello, se parte del mapa de “Unidades de Paisaje”, incluido en la cartografía del PRUG (Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de La Albufera) y elaborado por la Consejería de Medio Ambiente, y aunque en dicho mapa aparecen 19 Unidades de Paisaje¹¹ en este estudio sólo se consideran las 8 Unidades de Paisaje que forman parte del humedal de la Albufera, tomando como referencia la información proporcionada en la Ficha de Ramsar del humedal y agrupándolas bajo un criterio geomorfológico en dos grupos, tal y como muestran las Tablas 1 y 2.

Tabla 1 Unidades de Paisaje Costero

UNIDADES DE PAISAJE COSTERO	
Número	Nombre
2	Racó de l'Olla
4	Golas
6	Primer frente dunar
7	Devesa
8	Malladas

Tabla 2 Unidades de Paisaje Interior

UNIDADES DE PAISAJE INTERIOR	
Número	Nombre
1	Arrozal y principales acequias
3	Elementos singulares
5	Lago

¹¹ En realidad se trata de Tipos de Paisaje, ya que son conjuntos o grupos de Unidades de Paisaje.

Se ha escogido como mejor criterio el geomorfológico, puesto que el humedal de la Albufera está constituido por dos partes claramente diferenciadas desde el punto de vista geomorfológico: la zona costera y la zona de interior. Por este motivo, se ha diferenciado entre Unidades de Paisaje Costero, las correspondientes a la zona costera; y Unidades de Paisaje de Interior, correspondientes al interior del humedal.

5. VALORACIÓN DEL PAISAJE. OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE LOS COMPONENTES DEL VALOR DE EXISTENCIA

El objetivo final de la primera parte del trabajo es obtener un indicador del valor económico del paisaje del humedal de la Albufera (ver capítulo 17). Para ello, se realiza una encuesta a un grupo de expertos en la Albufera, quienes valoran los tres subvalores en los que se descompone su Valor de Existencia, entre los que se encuentra el Paisaje Visual (variable cuyo valor monetario quiere conocerse).

Para ello, se pidió a los encuestados que, finalizada la valoración de los cinco valores que componen el VET de la Albufera, realizaran el mismo procedimiento con las tres componentes del Valor de Existencia. Estas componentes como ya se vio son: Biodiversidad, Patrimonio Cultural y Paisaje Visual.

Tabla 3. Ratio de consistencia (CR) y vectores propios de los encuestados

Encuestado	Valores matriz VE		Encuestado	Valores matriz VE		Encuestado	Valores matriz VE	
	CR	Vec-		CR	Vector		CR	Vector
		0,6250			0,6370			0,6370
1	1,76	0,1365	7	3,72%	0,1047	13	3,72	0,1047
		0,2385			0,2583			0,2583
		0,6483			0,1047			0,1047
2	0,36	0,1220	8	3,72%	0,6370	14	3,72	0,6370
		0,2297			0,2583			0,2583
		0,6370			0,6175			0,7778
3	3,72	0,1047	9*	13,25%	0,0856	15	0	0,1111
		0,2583			0,2969			0,1111
		0,5396			0,8182			0,1047
4	0,89	0,1634	10	0	0,0909	16	3,72	0,6370
		0,2970			0,0909			0,2583
		0,7143			0,0727			0,6000
5	0	0,1429	11*	23,03%	0,2258	17	0	0,2000
		0,1429			0,7016			0,2000
		0,6370			0,0513			0,7778
6	3,72	0,1047	12*	5,19%	0,3667	18	0	0,1111
		0,2583			0,5820			0,1111

Como se puede observar, 3 de las 18 matrices han resultado inconsistentes (marcadas con un *), correspondientes a los encuestados 9, 11 y 12. Esto deja 15 matrices consistentes.

Se procede a calcular los pesos agregados de las 15 matrices consistentes conjuntamente. Para ello, se ha realizado la media geométrica de los vectores propios que, tras su posterior normalización, son los que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Pesos agregados de las componentes del Valor de Existencia.

VALOR DE EXISTENCIA	Pesos agregados de los vectores propios	%
BIODIVERSIDAD	0,5529	55,29
PATRIMONIO CULTURAL	0,2036	20,36
PAISAJE VISUAL	0,2435	24,35

A partir de estos resultados se puede observar que, según los expertos encuestados, la componente más importante del Valor de Existencia de la Albufera es la **Biodiversidad**, con un peso del 55,29 %. Le sigue el Paisaje Visual, con un peso del 24,35 % y por último el Patrimonio Cultural, con un peso del 20,36 %, como se muestra en el siguiente gráfico:

Valor Económico Total

Valor Económico Total de la Albufera que obtuvimos en el capítulo anterior es de **2.881.430.287 €**. (Tabla 5)

Tabla 5. Valor económico según los pesos agregados de los valores de la Albufera

Valor	Peso agregado	Valor en €
Uso Directo	0,1089	313.713.233
Uso Indirecto	0,1758	506.452.082
Opción	0,0638	183.813.512
Existencia	0,3990	1.149.717.914
Legado	0,2525	727.733.537
VET	2.881.430.287 €	

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta las ponderaciones de la Tabla 4 y que el Valor de Existencia es de 1.149.717.914 €, el valor en euros de las tres componentes del Valor de Existencia puede verse en la Tabla 6:

Tabla 6. Valor de las componentes del Valor de Existencia

Componentes del Valor de Existencia	Valor en €
Biodiversidad	635.679.035
Patrimonio Cultural	234.082.567
Paisaje Visual	279.956.312

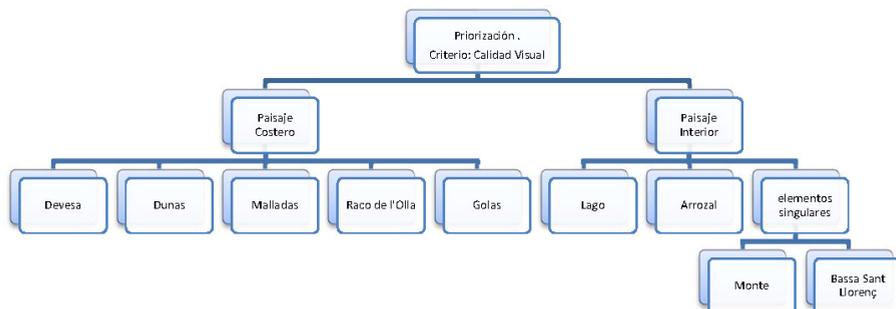
Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, la **Biodiversidad** es la componente más importante del Valor de Existencia, con un valor de 635.679.035 €. La componente **Paisaje Visual**, cuyo valor era el objetivo de este estudio, tiene un valor de 279.956.312 €.

6. PRIORIZACIÓN DEL PAISAJE DE LA ALBUFERA

El objetivo de esta segunda parte del trabajo es obtener una priorización del paisaje del humedal, esto es, de las Unidades de Paisaje que lo conforman en función de su calidad visual. Para ello, se realiza una encuesta al mismo grupo de expertos que han realizado la encuesta de la primera parte del trabajo, utilizando también la metodología AHP. Dichos expertos determinarán la importancia de las Unidades de Paisaje según el criterio de la calidad visual. Como resultado final se obtiene una priorización de las Unidades de Paisaje que conforman el paisaje del humedal de la Albufera.

La priorización de las Unidades de Paisaje se lleva a cabo siguiendo la estructura de jerarquías que se muestra en el siguiente diagrama:



Obtención de la priorización de las componentes de la Jerarquía I

Las componentes de la Jerarquía I son el Paisaje Costero y el Paisaje Interior. Para la priorización de estas componentes se forma una matriz de tamaño 2x2.

Siguiendo los mismos pasos descritos en los apartados anteriores, los resultados obtenidos a partir de esta matriz han sido los de la Tabla 7:

Tabla 7. Ratio de consistencia (CR) y vectores propios de los expertos

Experto	Valores matriz PC/PI		Experto	Valores matriz PC/PI		Experto	Valores matriz PC/PI	
	CR	Vector pro-		CR	Vector pro-		CR	Vector pro-
1	0	0,2500	7	0	0,2500	13	0	0,6667
		0,7500			0,7500			0,3333
2	0	0,7500	8	0	0,2500	14	0	0,7500
		0,2500			0,7500			0,2500
3	0	0,2500	9	0	0,7500	15	0	0,5000
		0,7500			0,2500			0,5000
4	0	0,8333	10	0	0,5000	16	0	0,1667
		0,1667			0,5000			0,8333
5	0	0,5000	11	0	0,5000	17	0	0,2500
		0,5000			0,5000			0,7500
6	0	0,6667	12	0	0,2500	18	0	0,7500
		0,3333			0,7500			0,2500

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a expertos.

Tras la realización de la media geométrica de los vectores propios mostrados en la tabla anterior se han obtenido los vectores propios agregados. Después de normalizar estos vectores, los resultados obtenidos han sido los de la Tabla 8

Tabla 8. Pesos agregados de las variables de la matriz PC/PI.

PAISAJE COSTERO/ PAISAJE INTERIOR	Pesos agregados de los vectores propios	%
PAISAJE COSTERO	0,4887	48,87
PAISAJE INTERIOR	0,5113	51,13

Fuente: elaboración propia

A partir de estos resultados se puede observar que, según los expertos encuestados, la variable más importante de la matriz PC/PI es el **Paisaje Interior**, con un peso de 51,13 %. El **Paisaje Costero** ha obtenido un peso de 48,87 %, bastante próximo al anterior. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

Obtención de la priorización de las Unidades de Paisaje que componen el Paisaje Costero

Como se ha indicado anteriormente, el Paisaje Costero de la Albufera se compone de las Unidades de Paisaje del Racó de l'Olla, las Golas, el Primer frente dunar (Dunas), la Devesa y las Malladas. En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos con los expertos consultados.

Tabla 9. Ratio de consistencia (CR) y vectores propios de los expertos

Experto	Valores matriz Paisaje Costero		Experto	Valores matriz Paisaje Costero		Experto	Valores matriz Paisaje Costero	
	CR	Vector propio		CR	Vector propio		CR	Vector propio
1		0,4250	7		0,1265	13		0,1981
		0,0903			0,2556			0,2614
	4,38%	0,1277		5,40%	0,0603		4,40%	0,3449
		0,3081			0,1265			0,1501
		0,0489			0,4310			0,0455
2		0,3866	8*		0,4395	14		0,2299
		0,2129			0,2517			0,0877
	4,95%	0,2663		13,00%	0,0863		8,23%	0,4912
		0,1004			0,1857			0,0537
		0,0338			0,0368			0,1376
3		0,4228	9		0,1134	15		0,1068
		0,1315			0,3401			0,4490
	8,38%	0,1555		6,80%	0,2587		8,88%	0,2067
		0,2519			0,2159			0,1884
		0,0383			0,0720			0,0492
4*		0,4769	10		0,4702	16		0,4443
		0,0816			0,2498			0,0626
	14,15%	0,1634		8,16%	0,0967		9,75%	0,0853
		0,2450			0,1384			0,1400
		0,0331			0,0449			0,2677
5		0,1068	11		0,4583	17		0,0403
		0,4490			0,0756			0,1206
	8,88%	0,2067		4,90%	0,1918		5,57%	0,2532
		0,1884			0,2357			0,5184
		0,0492			0,0386			0,0674
6*		0,2220	12*		0,2220	18		0,2703
		0,4731			0,4731			0,4219
	10,70%	0,1512		10,70%	0,1512		9,60%	0,1021
		0,1077			0,1077			0,1731
		0,0459			0,0459			0,0326

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a expertos.

A excepción de las matrices realizadas por los expertos 4, 6, 8 y 12 (en cursiva y marcadas con un *), cuyo CR es superior a 10%, el resto de matrices resultan consistentes, pues tienen un CR inferior o igual a 10% (tras redondear los decimales hasta el número entero). Esto deja un total de 14 matrices consistentes.

Una vez calculados los vectores propios agregados para cada variable realizando la media geométrica, se normalizan estos vectores. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10:

Tabla 10. Pesos agregados de las variables del Paisaje Costero

PAISAJE COSTERO	Pesos agregados de los vectores propios	%
DEVESA	0,2657	26,57
DUNAS	0,2274	22,74
MALLADAS	0,2130	21,30
RACÓ DE L'OLLA	0,2133	21,33
GOLAS	0,0806	8,06

Fuente: elaboración propia

A partir de estos resultados puede observarse que, según los expertos encuestados, la Unidad de Paisaje más importante del Paisaje Costero de la Albufera es la **Devesa**, con un peso de 26,57 %. Le siguen las **Dunas**, con un peso de 22,74 %; a continuación, el **Racó de l'Olla**, con un peso de 21,33 y muy próximo a él, las **Malladas**, con un peso de 21,30 %. En último lugar se encuentran las **Golas**: 8,06 %. El siguiente gráfico muestra estos resultados:

Obtención de la priorización de las Unidades de Paisaje que componen el Paisaje Interior

El Paisaje Interior de la Albufera se compone de tres Unidades de Paisaje: el Arrozal y principales acequias, el Lago y los Elementos Singulares (Monte y Bassa de Sant Llorenç). En la Tabla 11 se presentan los resultados obtenidos con los expertos consultados

Tabla 11. Ratio de consistencia (CR) y vectores propios de los encuestados

Experto	Valores matriz Paisaje Interior		Experto	Valores matriz Paisaje Interior		Experto	Valores matriz Paisaje Interior	
	CR	Vector propio		CR	Vector propio		CR	Vector propio
		0,6370			0,3090			0,3332
1	3,72%	0,2583	7	0,36%	0,5816	13	1,36%	0,5917
		0,1047			0,1095			0,0751
		0,6491			0,2185			0,4545
2*	6,30%	0,2790	8*	18,17%	0,7147	14	0	0,4545
		0,0719			0,0668			0,0909
		0,6542			0,6370			0,6370
3	2,50%	0,2498	9	3,72%	0,2583	15	3,72%	0,1047
		0,0960			0,1047			0,2583
		0,5816			0,7471			0,6370
4	0,36%	0,3090	10	1,21%	0,1336	16	3,72%	0,2583
		0,1095			0,1194			0,1047
		0,6372			0,6370			0,6370
5	3,46%	0,2583	11	3,72%	0,2583	17	3,72%	0,2583
		0,1045			0,1047			0,1047
		0,5821			0,6491			0,4286
6	3,12%	0,3484	12*	6,30%	0,2790	18	0	0,4286
		0,0695			0,0719			0,1429

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a expertos.

Como puede observarse, 3 de las 18 matrices han resultado inconsistentes (marcadas con un *), correspondientes a los encuestados 2, 8 y 12. Esto deja 15 matrices consistentes.

Una vez calculados los vectores propios agregados para cada variable realizando la media geométrica, se normalizan estos vectores. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 12:

Tabla 12. Pesos agregados de las variables del Paisaje Interior

PAISAJE INTER- IOR	Pesos agregados de los vectores propios	%
LAGO	0,5835	58,35
ARROZAL	0,3027	30,27
ELEMENTOS SINGULARES	0,1138	11,38

Fuente: elaboración propia

A partir de estos resultados puede observarse que, según los expertos encuestados, la Unidad de Paisaje más importante del Paisaje Interior de la Albufera es el **Lago**, con un peso de 58,35 %. Le sigue el **Arrozal**, con un peso de 30,27 % y por último, los **Elementos Singulares**, con un peso de 11,38 %, como se muestra en el siguiente gráfico:

Obtención de la priorización de las Unidades de Paisaje de la Unidad “Elementos Singulares”

La Unidad “Elementos Singulares” está compuesta por el Monte y la Bassa de Sant Llorenç. En la Tabla 13 se presentan los resultados obtenidos con los expertos consultados

Tabla 13. Ratio de consistencia (CR) y vectores propios de los encuestados

Exper- to	Valores matriz Elem. Singulares		Exper- to	Valores matriz Elem. Singulares		Exper- to	Valores matriz Elem. Singulares	
	C	Vector pro-		C	Vector pro-		C	Vector pro-
1	0	0,8000	7	0	0,7500	13	0	0,1667
		0,2000			0,2500			0,8333
2	0	0,6667	8	0	0,1667	14	0	0,8333
		0,3333			0,8333			0,1667
3	0	0,2500	9	0	0,2500	15	0	0,7500
		0,7500			0,7500			0,2500
4	0	0,7500	10	0	0,5000	16	0	0,1667
		0,2500			0,5000			0,8333
5	0	0,8750	11	0	0,5000	17	0	0,7500
		0,1250			0,5000			0,2500
6	0	0,6667	12	0	0,8333	18	0	0,8333
		0,3333			0,1667			0,1667

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a expertos.

Tras la obtención de los vectores propios agregados y su normalización, los resultados obtenidos han sido los de la Tabla 14.

Tabla 14. Pesos agregados de las variables de la Unidad “Elementos Singulares”

ELEMENTOS SINGULARES	Pesos agregados de los vectores propios	%
MONTE	0,5949	59,49
BASSA	0,4051	40,51

Fuente: elaboración propia

A partir de estos resultados puede observarse que, según los expertos encuestados, la Unidad de Paisaje más importante de la Unidad “Elementos Singulares” es el Monte, con un peso de 59,49 %, seguida de la Bassa de Sant Llorenç, con un peso de 40,51

7. CONCLUSIONES DE LA PRIORIZACIÓN

Mediante el uso de la metodología AHP se ha obtenido el peso de cada una de las Unidades de Paisaje que componen el paisaje del humedal de la Albufera. La Tabla 15 muestra la ponderación obtenida en las tres jerarquías establecidas y la ponderación final del conjunto de Unidades de Paisaje.

Tabla 15. Ponderación por jerarquías y ponderación final de las Unidades de Paisaje

	J.I (%)	J.II (%)	J.III (%)	Ponderación Final (%)	Unidades de Paisaje
PAISAJE COSTERO	49,87	26,57		12,98	Devesa
		22,74		11,11	Dunas
		21,30		10,41	Malladas
		21,33		10,42	Racó de l'Olla
		8,06		3,94	Golas
PAISAJE INTERIOR	51,13	58,35		29,83	Lago
		30,27		15,48	Arrozal
		11,38	59,45	3,46	Monte
			40,51	2,36	Bassa

Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la tabla anterior, puede establecerse un orden de prioridad del conjunto de Unidades de Paisaje, tal y como se muestra en la Tabla 16:

Tabla 16. Priorización de las Unidades de Paisaje

Priorización	Unidades de Paisaje
1 ^a	Lago
2 ^a	Arrozal
3 ^a	Devesa
4 ^a	Dunas
5 ^a	Malladas
	Racó de l'Olla
6 ^a	Golas
	Monte
7 ^a	Bassa

Fuente: elaboración propia.

Según la priorización mostrada en la Tabla 16, el **Lago** es la Unidad de Paisaje con mayor calidad visual dentro del conjunto de unidades. En segundo lugar está el Arrozal, seguido de la Devesa y después las Dunas. Las Malladas y el Racó de l'Olla han obtenido la misma ponderación, por lo que ocupan el mismo lugar dentro de la priorización. Lo mismo ocurre con las Golas y el Monte, ocupando el sexto lugar. La unidad con menor calidad visual es la Bassa de Sant Llorenç.

Esta priorización puede ayudar al decisor a determinar que Unidades de paisaje son prioritarias tanto en atención como en el reparto del presupuesto de conservación y mejora.

Capítulo 18. VALORACIÓN AMBIENTAL DE VIÑEDOS MEDIANTE MÉTODOS MULTICRITERIO. APLICACIÓN A LA VALORACIÓN DEL VIÑEDO DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE REQUENA

M^a Begoña Peris Martínez, Ingeniero Agrónomo. Máster en Economía Agroalimentaria y Política Ambiental. Máster en Procesos Contaminantes y Técnicas de Defensa del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

La legislación sobre riesgos ambientales (Ley 26-2007 de Responsabilidad Medioambiental y RD 2090-2008 de Desarrollo de dicha ley) ha puesto de manifiesto la importancia de conocer el valor monetario de los recursos naturales con el fin de restituirlos ante posibles daños, mejorar la sensibilización de la sociedad sobre su importancia y servir a la Administración para valorar y priorizar sus actuaciones.

En cuanto al viñedo, su valor no es sólo el resultante de la explotación agrícola, también posee un valor generado por otras utilidades. En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ya ha reconocido el paisaje del viñedo como Patrimonio de la Humanidad (ejemplos los encontramos en Costa de Amalfi en Italia, Saint Emilion en Bordeaux-Francia, el Alto Duero portugués, Tokaj en Hungría o Pico en el archipiélago de las Azores). Por otra parte, otros paisajes de viñedos (entre los que se encuentra el de la Denominación de Origen Utiel-Requena, al que pertenece el viñedo del término municipal de Requena), ya han solicitado a la UNESCO ese reconocimiento, no siendo éstas, como posteriormente veremos, las únicas utilidades del viñedo.

En efecto, el viñedo genera efectos positivos (no retribuidos) a terceros. Se trata de externalidades positivas (tradicionalmente denominados “beneficios indirectos”) como la fijación de dióxido de carbono, efecto cortafuegos, aportación de valor paisajístico y cultural, fijación de la población en zonas con riesgo de abandono, protección contra la erosión, efecto corredor y refugio de fauna y en determinadas ocasiones, preservación de especies vegetales autóctonas (como la variedad Bobal y Tardana en el caso del viñedo de Requena)

Estas externalidades positivas generan ineficiencia, los costes privados no consideran los costes sociales, en estos casos, el bien se suministra en una cantidad inferior a la deseada y el Gobierno puede intervenir para garantizar la eficiencia internalizando las externalidades positivas. Recordemos que la evidencia de externalidades ambientales no retribuidas, que repercuten

favorablemente en la sociedad, comienzan a valorarse y a materializarse en la práctica en España con la creación en 1.855 del Catálogo de Montes excluidos de la desamortización.

Por otra parte, las externalidades ambientales tienen un valor pero no un precio debido a la ausencia de mercado, al no encontrarse asignados los derechos de propiedad.

En este contexto, calcular en unidades monetarias el valor ambiental de un viñedo permite contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, proporcionar un parámetro ante la restitución por posibles daños, compararlo con otros componentes del bienestar, mejorar la sensibilización de la sociedad sobre su importancia real, y servir a la Administración para priorizar sus actuaciones.

2. OBJETIVO

Determinar el valor ambiental del viñedo del término municipal de Requena y el bienestar aportado a la sociedad

3. METODOLOGÍA

Existen diferentes métodos de valoración de activos ambientales entre los que se encuentran los clásicos Método del coste del viaje (Clawson y Knetsch, 1966), el Método de valoración contingente (Ciriacy-Wantrup, 1952) y el Método del valor hedónico (Griliches, 1971)

En el presente trabajo se utiliza el Método AMUVAN (Analytic Multicriteria Valuation Method) (Aznar y Estruch, 2007; Aznar, Estruch y Vallés, 2011) combinación del Método AHP (Saaty, 1980) y el Método de Actualización de Rentas.

La aplicación del método consta de los siguientes pasos:

- A. Delimitación del ámbito de estudio.
- B. Identificación de los componentes del valor económico total del activo ambiental a valorar (VET), así como las distintas funciones que contiene cada componente.
- C. Determinación del peso agregado de los distintos componentes del VET del activo ambiental.

Aplicando AHP se somete a un grupo de expertos (un agrónomo especialista en Medio Ambiente, un economista vinculado al término y un residente) a una encuesta de comparación pareada, con las respuestas se construyen las matrices, se verifica la consistencia y se calculan los vectores propios que se agregan mediante la media geométrica y se normaliza el resultado por la

suma. El vector agregado y normalizado nos indica la ponderación de los componentes del VET considerando la opinión de todos los encuestados.

- D. Selección de un componente del VET que denominaremos PIVOT (un valor conectado con el mercado) para calcular su valor monetario mediante el método de actualización de rentas.
- E. A partir del valor del PIVOT y mediante el vector de pesos agregado, se determinará los valores de cada componente y del VET.

A. DELIMITACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

En nuestro caso, al ser el objetivo la valoración ambiental el viñedo del término municipal de Requena, no consideramos la vinicultura, de no ser así, estaríamos valorando ambientalmente el sector vitivinícola del término municipal y no el viñedo.

El término municipal de Requena está situado en la Comunidad Autónoma de Valencia, entre la Meseta Castellana y el Mediterráneo, en la zona más occidental de la provincia de Valencia, dentro de la comarca Utiel-Requena, con una extensión de 814,21 km².

Sus límites municipales son: por el norte los municipios de Chelva, Utiel y Loriguilla; por el este Chera, Siete Aguas, Buñol y Yátova; por el sur Cortes de Pallás, Cofrentes, Balsa de Ves, Casas de Ves, Villatoya, Alborea y Casas Ibáñez (los últimos cinco municipios pertenecen a la provincia de Albacete); por el oeste linda con Venta del Moro y Caudete de las Fuentes.

El término municipal de Requena se encuentra compuesto por un núcleo principal y una treintena de pedanías

Del análisis de los mapas de usos y de vegetación, se deduce que la mayor extensión de viñedo se encuentra en zonas catalogadas de baja capacidad de uso (D), encuadradas en zona de protección (P), es decir, zonas en la que cualquier acción regresiva sobre la cobertura vegetal llevaría consigo un incremento de la pérdida de suelo. Por otra parte, tomando como fuente el “Plan General de Requena, Memoria informativa, Tomo 1, 2008”, nos encontramos con áreas con diferente clasificación de “erosión actual”. Contrastando el mapa de uso y de vegetación con el de erosión actual, se deduce que las zonas donde predomina el viñedo la erosión es baja, lo que indica la contribución del viñedo en la lucha contra la erosión

Respecto a la hidrología, el término se sitúa entre dos unidades hidrogeológicas o subsistemas acuíferos (08.24 Utiel-Requena), y muy parcialmente al norte (08.18). Para conocer la calidad de las aguas se dispone de dos puntos de control, situados uno en cada piezómetro, que miden conductividad, contenido de amonio, bicarbonatos, sulfatos, nitratos, cloruros, y amonio, no revelando contaminación

los últimos datos disponibles. Así mismo, el Decreto 218/2009 de 4 de diciembre de la Generalitat Valenciana, que designa los municipios vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias, no incluye el término de Requena, por lo que debe descartarse a la viticultura como contaminante.

Otro aspecto de interés lo constituye la fauna de cultivos. Son característicos los Alaudidos: alondra (*Alauda arvensis*), cogujadas (*Galerida* spp.), *Calandrella* spp.

Los secanos y regadíos arbolados albergan más especies, por ejemplo Fringílidos: jilguero (*Carduelis carduelis*), verderones comunes (*Carduelis chloris*) y verdicillos (*Serinus serinus*). El medio puede ser colonizado por determinadas especies antropófilas cuales son el estornino negro (*Sturnius unicolor*) o el gorrión (*Passer domesticus*).

Otra especie que encuentra alimento y nidificación en los viñedos es la perdiz roja. Según la Sociedad Española de Ornitología, la agricultura es una de las actividades con mayor repercusión sobre la conservación de las aves, muchas especies habitan en zonas agrícolas donde encuentran alimento y lugar de nidificación adecuado, por ello resulta vital para ellas el mantenimiento de los sistemas agrícolas tradicionales como los viñedos de Requena.

Por otra parte, la perdiz roja (*Alectoris rufa*) está sufriendo una marcada regresión en las últimas décadas. Este descenso ha sido registrado tanto en su área de distribución natural en Francia (ONC 1986), Italia (Baratti et al 2005) y península Ibérica (Rueda et al 1992, Borralho et al. 1998, Lucio 1998, Blanco Aguiar et al 2003), como en la población introducida en el Reino Unido (Aebischer and Potts 1994), este hecho, unido a su limitada área de distribución, ha hecho que la perdiz roja esté considerada actualmente como especie de estatus “Vulnerable” a nivel mundial (Aebischer and Potts 1994) y haya sido declarada SPEC 2 por Bird Life International.

Hay que considerar la gran importancia que tiene, por sí misma, la conservación de la perdiz roja, al tratarse de una de las especies más típicas y emblemáticas de los ambientes mediterráneos de la Península Ibérica.

Por otra parte, la presencia de vegetación arbustiva y/o arbórea en los lindes de los viñedos, incrementa su valor como *refugio* y alimento para la fauna, a la vez que funcionan como *corredores ecológicos* (por ellos puede desplazarse la fauna conectando zonas naturales entre sí y reduciendo los efectos de la fragmentación del territorio). En este sentido, se aconseja fomentar esta práctica que, sin duda, incrementaría el valor ambiental del viñedo de Requena.

Por último, la existencia de pequeñas construcciones como muros de piedra u otros elementos de arquitectura tradicional, también sirven de cobijo.

Respecto al paisaje y valor cultural, la Convención del Patrimonio Mundial de la UNESCO (Paris, 1972) define el paisaje cultural como “*el resultado de la acción del desarrollo de actividades humanas en un territorio concreto, cuyos componentes identificativos son: el sustrato natural (orografía, suelo, vegetación, agua); la acción humana (modificación y/o alteración de los elementos naturales y construcciones para una finalidad concreta); y la actividad desarrollada (componente funcional en relación con la economía, formas de vida, creencias, cultura...)*”. Por tanto, el paisaje cultural es una realidad compleja, integrada por componentes naturales y culturales, tangibles e intangibles.

Según la Convención Europea del Paisaje (Florenca, 2000), se entiende por paisaje “*cualquier parte del territorio, tal como es percibida por las poblaciones, cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y/o humanos y de sus interrelaciones*”.

En cualquier caso, el paisaje es un recurso esencial cuyo valor y aprovechamiento están cobrando cada vez más importancia al haberse reconocido como un patrimonio común de toda la humanidad y un elemento fundamental de su calidad de vida.

En cuanto al viñedo, recordar que la UNESCO ya ha reconocido el paisaje del viñedo como Patrimonio de la Humanidad (ejemplos son Costa de Amalfi en Italia, Saint Emilion en Bordeaux -Francia, Alto Duero portugués, Tokaj en Hungría, Pico en el archipiélago de las Azores) y otros paisajes de viñedos (entre los que se encuentra el de la DO Utiel-Requena al que pertenece el viñedo del término municipal objeto de estudio), han solicitado su reconocimiento. La solicitud del reconocimiento del viñedo de la DO Utiel-Requena, es una iniciativa impulsada por el Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, con el apoyo de la Mancomunidad del Interior “Tierra del Vino” y del Consejo Regulador de la D.O.P.Utiel-Requena, para que todo el ámbito que ocupa la D.O.P. Utiel-Requena (municipios de Camporrobles, Caudete de las Fuentes, Fuenterrubles, Requena, Siete Aguas, Sinarcas, Utiel, Venta del Moro y Villargordo del Cabriel), obtenga la calificación de “Paisaje Cultural de la Vid y el Vino” que otorga UNESCO. De reconocerse, la región se convertiría en el quinto lugar de Europa y el primero de España en obtener este reconocimiento internacional.

De la consulta del “Estudio del paisaje Cultural de la Vid y el Vino, de la Mancomunidad del interior Tierra de vinos, 2008”, recogemos la clasificación del paisaje vitícola del municipio de Requena en las siguientes unidades: Viñedos en llanura, viñedos en fondo de valle, viñedos de montaña, y mosaico agroforestal de viñedos y pinares.

Recordemos que entendemos *por unidad de paisaje un área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y*

singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo periodo de tiempo. Se identifica por su coherencia interna y sus diferencias con respecto a las unidades contiguas.

Descripción de las unidades del paisaje Vitícola del término:

- **Viñedos en llanura:** Extensión de viñedos sobre un terreno llano o ligeramente ondulado, interrumpido en ocasiones por cultivos de almendros, olivos o cereal. También se observan, con frecuencia, carrascas dispersas que recuerdan la existencia de un antiguo paisaje adhesionado. Las casetas de labor, y bodegas son elementos comunes en este tipo de paisaje.

- **Viñedos de montaña:** Paisaje caracterizado por la presencia de viñedos a unas altitudes próximas a los 1.000 metros sobre el nivel del mar, en las zonas más montañosas. Los viñedos lo forman bandas estrechas y alargadas que se adaptan al relieve y que alternan con el bosque mediterráneo. Se encuentran también, aunque dispersos, olivos, almendros, casas de labor, bancales y hormas de piedra en seco.

- **Viñedos en fondo de valle:** Se trata de un tipo de paisaje de viñedo minoritario en la comarca, caracterizado por el desarrollo de viñedos en el fondo del valle fluvial que forma el río Magro a su paso entre las sierras de Malacara y Martés. Se intercalan con pequeñas extensiones de huerta y con la vegetación propia de ribera.

- **Mosaico agroforestal de viñedos y pinares:** Paisaje formado por un mosaico donde alternan las masas forestales de pino carrasco con un paisaje agrario dominado por la vid y salpicado de casetas de labor, bodegas y hormas de piedra en seco. También se presentan otros cultivos arbóreos, principalmente olivos y almendros. Se trata de un paisaje con un elevado valor ecológico, refugio de gran variedad de especies de fauna y flora.

Todos ellos se han considerado como recursos paisajísticos de interés visual

El paisaje vitícola del municipio es un paisaje diverso, lo que se manifiesta en la multitud de colores y formas.

“La diversidad cromática con que se visten las viñas a lo largo del año supone una de las mayores riquezas paisajísticas del territorio. El frío invierno vendrá acompañado de un paisaje compuesto por miles de puntos negros alineados (cepas en su letargo invernal), sobre un fondo de suelos pardo-rojizos. En el horizonte destacarán los verdes de la vegetación natural que cubre los cerros y montañas circundantes. Desde finales de la primavera y durante todo el verano, el paisaje se transforma en un auténtico mar de verdes pámpanas que contrasta con los verdes más oscuros de los pinos, carrascas y enebros. Pero es durante el otoño, después de la época de vendimias, cuando se produce una verdadera explosión de

colores, debido especialmente a la introducción de nuevas variedades de uva que deja un paisaje de colores rojos, verdes, marrones y amarillos, dependiendo de la variedad y de sus respectivos periodos de senescencia.

En zonas donde convive la vid con almendros, olivos o cereal, el contraste de colores entre estos cultivos a lo largo del año, dan a este paisaje una singular belleza y dinamismo estacional. En algunas zonas los viñedos han invadido zonas de bosque, entremezclándose con éste y creando un mosaico agroforestal multicolor de contrapuestas texturas y formas.”¹

B. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL VET

El VET del viñedo está formado por los siguientes componentes:

Valores de uso directo: valor económico que tiene el viñedo por el uso directo de sus recursos, para la satisfacción de las necesidades humanas (agricultura), actividades conectadas con el mercado.

Valores de uso indirecto: valor económico que tiene el viñedo por algunos usos indirectos (a veces difícilmente observables y cuantificables) como fijación de CO₂, protección contra la erosión, servir de corredores para la fauna, efecto cortafuegos.

Valores de opción/cuasiopción: Expectativas de uso y desconocimiento de futuras aplicaciones.

Valores de existencia: representa la medida en que se valora el viñedo como recurso esencial para la conservación y desarrollo de diversas especies tanto de fauna (ejemplo: perdiz), como de flora (variedades autóctonas como la Bobal), valor paisajístico -cultural y de fijación de la población

Valores de futuro: el valor que tiene el viñedo como legado a futuras generaciones. Es decir, el valor que se le asigna al viñedo para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlo y disfrutarlo.

C. DETERMINACIÓN DE LOS PESOS DE LOS COMPONENTES DEL VET

Mediante un cuestionario se plantea la comparación pareada de los componentes del VET a un grupo de expertos (un ingeniero agrónomo, un economista vinculado al término y un residente).

Con la información obtenida de los cuestionarios se elaboran las matrices de comparación pareada, se verifica su consistencia, se calculan sus vectores propios y se agregan mediante la media geométrica (Tabla 1).

Tabla 1. “Vector de pesos agregado”

VALORES	Ponderación agregada			Ponderación normalizada	
VUD	0,2133			0,2133	0,2856
VUI	0,0787	CO2	0,1271	0,0100	0,0134
		Cortafuegos	0,5769	0,0454	0,0608
		Erosión	0,1779	0,0140	0,0187
		Corredor	0,1182	0,0093	0,0125
VO/O	0,0786			0,0786	0,1052
VE	0,2412	Biodiversidad	0,1542	0,0372	0,0498
		Paisaje	0,3483	0,0840	0,1125
		F. Población	0,4975	0,1200	0,1607
VL	0,1351			0,1351	0,1809
	0,7469			0,7469	1,0000

D. SELECCIÓN DEL PIVOT Y CÁLCULO DE SU VALOR MONETARIO

Disponemos de dos posibles componentes PIVOT del VET: el Valor de Uso Directo y el componente de valor de uso indirecto “fijación de CO2”. Ante la dificultad de conocer el total de las subvenciones recibidas al viñedo en el término, seleccionamos el Valor de Uso Indirecto “fijación de CO2” como componente PIVOT

*Emissiones directas.

Se generan en el proceso de cultivo como consecuencia del consumo de combustible utilizado en las labores agrícolas:

- Preparación y acondicionamiento del terreno
- Riego, en su caso
- Fertilización
- Aplicación de fitosanitarios
- Recolección y transporte
- Óxido nitroso procedente del suelo por fertilización

La emisión directa de CO₂ vinculada al cultivo de la vid (tomando como fuente el Servicio de Estadística de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de La Rioja, IPCC y Pimentel), asciende a 1.54 Toneladas de CO₂/ha.

*Emisiones indirectas:

Se producen debido al consumo de la energía necesaria para:

- Fabricación y mantenimiento de los equipos mecánicos agrícolas utilizados en todas las labores

-Producción de semillas y plántulas

-Fabricación de fertilizantes y fitosanitarios

Tomando como fuente los datos ofrecidos por el Servicio de Estadística de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de La Rioja, IPCC y Pimentel, las emisiones indirectas asociadas al cultivo del viñedo, ascienden a 0,93 tonelada CO₂ /ha

*CO₂ fijado por el viñedo:

El CO₂ lo captan las plantas de la atmósfera y lo transforman con la energía del sol mediante la fotosíntesis, en materia vegetal.

Tomando como fuente los datos ofrecidos por el Servicio de Estadística de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de La Rioja, IPCC y Pimentel, el viñedo fija 2.085 gramos de CO₂/unidad de planta

Considerando una densidad media de plantación de 2000 plantas por hectárea, la capacidad de fijación equivale a 4,17 toneladas/ha.

*Fijación neta de CO₂:

La capacidad de fijación neta asciende a 1,7 toneladas /ha.

Considerando la superficie vitícola del término, las toneladas fijadas de CO₂ se sitúan en 22.100 toneladas al año.

El precio de la tonelada de CO₂ se valora en el mercado de derechos de emisión a 6,20 euros/tonelada, con fecha 2 de enero del 2013. El valor ha oscilado desde los 15,3 (último cierre euros del 2008) a los 6,20 euros (último cierre del 2012). Actualmente la cotización se encuentra en su momento más bajo, la crisis económica mundial, conlleva una disminución en la producción, por tanto de las emisiones, y esto se refleja en la cotización. No obstante, se prevé una subida con la recuperación mundial de la crisis, la reducción de los derechos de emisión o el empeoramiento del problema del calentamiento global.

Cotizaciones de cierre de los últimos cinco años:

Año 2008: 15,30 euros/tonelada

Año 2009: 12,3 euros/tonelada

Año 2010: 13,9 euros/tonelada

Año 2011: 6,7 euros/tonelada

Año 2012: 6,4 euros/tonelada

A efectos de cálculo, consideramos como valor de la tonelada de CO₂, el valor medio de las cotizaciones de los años (2008-2012), unos 11 euros/tonelada.

En cuanto a la tasa de descuento social en España, actualmente se sitúa en 3,90%

De esta forma, aplicando el Método de actualización de rentas, el VUI por fijación de CO₂ es 6.235.600 euros

$$\text{VUI "fijación CO}_2\text{"} = 22.100 * 11,004 / 0,039 = 6.235.600 \text{ euros}$$

E. CÁLCULO DEL VET

A partir de la ponderación agregada del VET y el valor del PIVOT, obtenemos los valores del VET y de sus componentes (Tabla 2).

Tabla 2. Valor Económico Total

VALORES	Ponderación normalizada	VALOR (euros)
VUD	0,2856	133.005.348
VUI	CO ₂	6.235.600
	Cortafuegos	28.309.624
	Erosión	8.729.840
	Corredor	5.799.108
VO/O	0,1052	49.011.816
VE	Biodiversidad	23.196.432
	Paisaje	52.379.040
	F. Población	74.827.200
VL	0,1809	84.242.956
	1,0000	465.736.964

La valoración ambiental del viñedo del término municipal de Requena asciende a 465.736.964 euros

Esto significa un valor por hectárea de 35.826 euros.

Por último, si tomamos el canon de arrendamiento (media del período 2001-2011) de la hectárea de viñedo de transformación de secano en la Comunidad Valenciana (396,36 euros) y aplicamos el Método de Actualización de rentas, obtenemos un valor de 132.120.000 euros, comprobando, de esta forma, la coherencia del valor obtenido del VUD explotación agrícola:

(VUD atendiendo al canon de arrendamiento = $396,36 * 13.000 / 0,039 = 132.120.000$ euros)

CONCLUSIONES

El viñedo genera efectos positivos (no retribuidos) a terceros. Se trata de externalidades positivas (tradicionalmente denominados “beneficios indirectos”) como la fijación de dióxido de carbono, efecto cortafuegos, aportación de valor paisajístico y cultural, fijación de la población en zonas con riesgo de abandono, protección contra la erosión, efecto corredor y refugio de fauna y en determinadas ocasiones, preservación de especies vegetales autóctonas (como la variedad Bobal y Tardana en el caso del viñedo de Requena)

Calcular en unidades monetarias el valor ambiental de un viñedo, permite contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, proporcionar un parámetro ante la restitución por posibles daños, compararlo con otros componentes del bienestar, mejorar la sensibilización de la sociedad sobre su importancia real, y servir a la Administración para priorizar sus actuaciones.

En el presente estudio, se realiza la valoración ambiental del viñedos, mediante la aplicación del Método AMUVAN (Analytic Multicriteria Valuation Method), combinación del Metodo AHP (Proceso Analítico Jerárquico) y el Método de Actualización de Rentas , tomando como PIVOT el valor de uso indirecto “fijación de CO2”.

El valor económico total del viñedo del término municipal de Requena, asciende a 465.736.964 euros, lo que significa un valor por hectárea de 35.826 euros. En este caso, el uso directo por explotación agraria supone la utilidad más valorada, seguido del valor de legado, valor por fijación de la población y valor paisajístico y cultural.

BIBLIOGRAFÍA CITADA Y DE CONSULTA

Adamowicz W., Boxall P., Williams M., Louviere J., (1998), Stated preference approaches for measuring passive use values: Choice experiments and contingent valuation, *American Journal of Agricultural Economics*, **80(2)**, 65-75.

Alcázar, M.G. (2003) *Valoración inmobiliaria*. Montecorvo. Madrid. 2003.

Alonso, R. y Iruretagoyena, T. Casos prácticos de valoración agraria., MAPA. Madrid.1990.

Alonso, R. y Iruretagoyena, T. Valoración Agraria. Conceptos, métodos y aplicaciones. Mundi-Prensa.1995.

Alves R. Ingeniería de tasaciones. Una introducción a la metodología científica. Editor. M. Camacaro.2002.

Aragónés-Beltrán P., Aznar J., Ferrís-Oñate J., García-Melón M., (2008), Valuation of urban industrial land: an analytic network process approach, *European Journal of Operational Research*, **185 (1)**, 322-339.

Arrow K., Solow R., Portney P., Leamer E., Radner R., Schuman H., (1993), *Report of the NOAA panel on contingent valuation*, Fed. Regist. **58 (10)**, 4602-4614.

Aznar, J. Caballer, V. (2005). “An application of AHP in farmland appraisal”. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Vol 3, 1.

Aznar-Bellver, J., Cervelló-Royo, R., García-García, F. (2011): “Una alternativa multicriterio a la valoración de empresas: aplicación a las Cajas de Ahorro”, en *Estudios de Economía Aplicada*, **29(1)**, pp. 1-16.

Aznar, J., Cervelló-Royo, R., Romero, A. (2011). “Spanish banking conglomerates. Application of de AHP to the market value”. *International Research Journal of Finance and Economics*. Vol 78.

Aznar, J., Estruch, V. (2007): “Valoración de activos ambientales mediante métodos multicriterio. Aplicación a la valoración del Parque Natural del Alto Tajo”, en *Economía y Recursos Naturales*, **7(13)**, pp. 107-126.

Aznar, J., Estruch, V., Vallés, M. (2012): “Valuation of environmental assets by the multicriteria AMUVAM method and its application to the Pego-Oliva wetland”, *Environmental Engineering and Management Journal*. En prensa.

Aznar, J., Guijarro, F. (2004): “Métodos de valoración basados en la programación por metas: modelos de valoración restringido”, en *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, **204**, pp. 29-46.

Aznar, J. y Guijarro, F (2005). *Nuevos métodos de valoración; modelos multicriterio*. 2005.

Aznar, J., Guijarro, F. (2007a): “Estimating regression parameters with imprecise input data in an appraisal context”, en *European Journal of Operational Research*, **176(3)**, pp. 1896-1907.

Aznar, J., Guijarro, F. (2007b): “Modeling aesthetic variables in the valuation of paintings: an interval goal programming approach”, en *Journal of the Operational Research Society*, **58**, pp.957-963.

Aznar, J., Guijarro, F., Moreno-Jiménez, J.M. (2007): “Valoración agraria multicriterio en un entorno con escasa información”, en *Estudios de Economía Aplicada*, **25(2)**, pp. 549-572.

Aznar J., Guijarro F., Moreno-Jiménez, J.M., (2011), Mixed valuation methods: a combined AHP-GP procedure for individual and group multicriteria agriculture valuation, *Annals of Operations Research*, **190**, 221-238.

Azqueta D., (1994), *Economic valuation of environmental quality*, (in Spanish), McGraw Hill, Madrid.

Ballesteros, E. y Rodríguez J.A. El precio de los inmuebles urbanos. Ed. Dossat.1999.

Barbier E.B., (2012), Progress and Challenges in Valuing Coastal and Marine Ecosystem Services, *Review of Environmental Economics and Policy*, **6(1)**, 1-19.

Barbier E.B., Acreman M.C., Knowler D., (1997), *Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners*, Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

Barbier E.B, Hacker S.D., Kennedy C., Koch E.W., Stier A.C., Silliman B.R., (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services: *Ecological Monographs*, **81(2)**, 169-193.

Bateman I.J., Langford I.H., Graham A., (1995), A survey of non-users' willingness to pay to prevent saline flooding in the Norfolk Broads, *CSERGE Working Paper GEC 95-11*, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, Norwich.

Bateman I.J., Langford I.H., Willis K.G., Turner R.K., Garrod G.D., (1993), The impacts of changing willingness to pay question format in contingent valuation studies: an analysis of open-ended, iterative bidding and dichotomous choice formats, *Global Environmental Change Working Paper 93-05*, CSER on Global Environment, Norwich and University College, London.

Birol E., Karousakis K., Koundouri P., (2006), Using economic valuation techniques to inform water resources management: a survey and critical appraisal of

available techniques and an application, *Science of the Total Environment*, **365**, 105–122.

Boira H., (1988), *Flora and vegetation in Pego-Oliva Wetland*, (in Spanish), Ayuntamiento de Oliva, Oliva.

Boyd J., Banzhaf S., (2006), *What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units*. RFFDP 06-02, Resources for the Future, Washington, DC.

Boyer T., Polasky S., (2004), Valuing urban wetlands: a review of non-market valuation studies, *Wetlands*, **24(4)**, 744-755.

Bräuer I. y Marggraf R. (2004) Valuation of Ecosystem Services Provided by Biodiversity Conservation: An Integrated Hydrological and Economic Model to Value the Enhanced Nitrogen Retention in Renatured Streams Working Papers 54. Fondazione Eni Enrico Mattei.

Bru Ronda C., (1993), *Water resources: their exploitation and economy in Alicante province*, Fundación Cultural CAM, Alicante.

Caballer, V (2011) *Valoración agraria: teoría y práctica*. Ed. Mundi-Prensa. 1998

Cervelló Royo, R., García García, F., Guijarro Martínez, F. (2010): “Ranking multicriterio de viviendas: una adaptación del modelo de precio único”, en *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, **28 (3)**, pp. 693-715.

Cirujano S., (1995), A study of the flora and vegetation in Pego-Oliva wetland and Safor county: a management approach, *Regional Environment Department Report*, Generalidad Valenciana, Valencia (in Spanish).

Cline W. R., (1992), *The economics of global warming*, International Economics, Washington, DC.

Colombo S., Calatrava-Requena J., Hanley N., (2006), Analysing the social benefits of soil conservation measures using stated preference methods, *Ecological Economics*, **58(4)**, 850-861.

Costanza R., d’Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O’Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M., (1997), The value of the world’s ecosystem services and natural capital, *Nature*, **387**, 253-260.

Cowell F. A., Gardiner K., (1999), Welfare weights. STICERD, London School of Economics, Economics Research Paper **20**, August.

Dosi, C. (2001) *Environmental values, valuation methods and natural disaster damage assessment*. Environment and Human Settlements Division. CEPAL. Santiago, Chile.

Emerton, L.; Iyango, L.; Luwum P. y Malinga, A. (1998) *The Present Economic Value of Nakivubo Urban Wetland, Uganda*. The World Conservation Union. Eastern Africa Regional Office. Nairobi and National Wetlands Programme. Wetlands Inspectorate Division. Ministry of Water, Land and Environment. Kampala Uganda.

European Commission, (2008), *Guide to cost-benefit analysis of investment projects*, Directorate General Regional Policy.

Evans D., Sezer H., (2005), Social discount rates for member countries of the European Union. *Journal of Economic Studies*, **32**(1), 47-59.

Fankhauser S., (1993), *The social costs of greenhouse gas emissions: an expected value approach*, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University College and University of East Anglia, Norwich.

Farber, S.C., Costanza, R. and Wilson M.A., (2002), Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, **41**, 375-392.

Fishburn P.C., (1982), *The Foundations of Expected Utility*, Reidel Publishing Company, Dordrecht.

Freeman, A. (1993) *The measurement of environmental and resource values. Resource for the future*. Washington.

García-Melón M., Ferrís-Oñate, J., Aznar-Bellver J., Aragonés-Beltrán, P., Poveda-Bautista, R., (2008), Farmland appraisal based on the analytic network process, *Journal of Global Optimization*, **42**, 143-155.

GBO3, (2010), *Global Biodiversity Outlook 3 – Executive Summary*, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

Garrido, A. Múgica, M. De Lucio J.V. y Gómez-Limón L (1996) Estudio del uso y valoración del Parque regional de la Cuenca Alta del Manzanares (Madrid) mediante el método del coste del viaje. Gestión de espacios naturales: la demanda de servicios recreativos / coord. por Diego Azqueta Oyarzun, 1996, ISBN 84-481-0651-2, págs. 105-124.

Gerkin, S. y Stanley, L.R. *An Economic Analysis of Air Pollution and Health: The Case of St. Louis*. The Review of Economic and Statistics. LXVIII (1). Páginas 115-121. 1986.

- Gómez-Navarro T., García-Melón M., Acuña-Dutra S., Díaz-Martín D., (2009), An environmental pressure index proposal for urban development planning based on the analytic hierarchy process, *Environmental Impact Assessment Review*, **29**, 319-329.
- Gonzales, P., Turmo, J. y Villaronga, E.. La valoración inmobiliaria. Teoría y práctica. Ed. La ley. Colección Arquitectura legal.2006.
- Guerrero, D. Manual de Tasaciones: Propiedades Urbanas y Rurales. Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsino.1984.
- Gregory R., Lichtenstein S., Slovic P., (1993), Valuing Environmental Resources: A Constructive Approach, *Journal of Risk and Uncertainty*, **7**, 177-197.
- Gren, I.M. (1995) *The value of investing in Wetlands for nitrogen abatement*. European Review of Agricultural Economics. Volúmen 22. Páginas 157-172.
- Gren, I-M.; Folke, C.; Turner, K. y Bateman, I. (1994) *Primary and Secondary Values of Wetlands*. Environment and Resource Economics nº 4. Páginas 55-74. Incorporado en *Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners*. Babier, Acreman y Knowler.
- Gren I. M., Söderqvist T., (1994), Economic valuation of wetlands: a survey, *Beijer Discussion Paper* **54**. Beijer International Institute of Ecological Economics, Stockholm.
- Guijarro, E., Guijarro, F. (2010): “Valoración multicriterio de empresas: una aplicación al sector bodeguero español”, en *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, **227**, pp.125-148.
- Hajkowicz S.A., (2008), Supporting multi-stakeholder environmental decisions, *Journal of Environmental Management*, **88**, 607-614.
- Hammack J., Brown G.M. Jr., (1974), Waterfowl and wetlands: towards bioeconomic analysis, *Resources for the Future*, Washington DC.
- Hanley N., Craig S., (1991), Wilderness development decisions and the Krutilla-Fisher model: the case of Scotland’s Flow Country, *Ecological Economics*, **4**, 145-64.
- Hanley N., Wright R., Adamowicz V., (1998), Using choice experiments to value the Environment: Design issues, current experience and future prospects, *Environmental and Resource Economics*, **11(3-4)**, 413-428.
- Heimlich R.E., Weibe K.D., Claassen R., Gadsby D., House R.M., (1998), Wetlands and agriculture: private interests and public benefits, *Agricultural Economic Report AER765*, Economics Research Service, United States Department of Agriculture, Washington DC.

Hellerstein, D. *Intertemporal Data and Travel Cost Analysis*. Environmental and Resource Economics n° 3. Páginas 193-207. 1993.

Herath H., (2004), Incorporating community objectives in improved wetland management: the use of the analytic hierarchy process, *Journal of Environmental Management*, **70**, 263-273.

Hoehn J. Loomis J., (1993), Substitution effects in the contingent valuation of multiple environmental programs, *Journal of Environmental Economics and Management*, **25(1)**, 56-75.

Hoehn J., Randall A., (1989), Too many proposals pass the benefit cost test, *American Economic Review*, **79(3)**, 544-551.

Hoehn J., (1991), Valuing the multidimensional impacts of environmental policy: theory and methods, *American Journal of Agricultural Economics*, **73(2)**, 289-299.

Hollis G.E., Adams W.M., Aminu-Kano M., (Eds.), (1993), *The Hadejia-Nguru Wetlands: environment, economy and sustainable development of a Sahelian floodplain wetland*, International Union for Conservation of Nature, Gland.

International Valuation Standards Committee (IVSC), (2001), *International valuation standards 2001*, IVSC, London.

John, K.H.; Walsh, R.G. y Moore, C.G. *Comparison of alternative nonmarket valuation methods for an economic assessment of a public program*. Ecological Economics n° 5. Páginas 179 - 196. 1992.

Johnson E. J., Meyer R.J., Ghose, S., (1989), When Choice Models Fail: Compensatory Models in Negatively Correlated Environments, *Journal of Marketing Research*, **26 (August)**, 255-272.

Kahneman D., Ritov, I., Schkade D., (1999), Economic Preferences or Attitude Expressions?: An Analysis of Dollar Responses to Public Issues, *Journal of Risk and Uncertainty*, **19 (1-3)**, 203 – 235.

Keeney R.L., Raiffa H., (1976), *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*, Wiley, New York.

Kim S. y A Dixon. 1986. Economic valuation of Environmental Quality. Aspects of Upland Agricultural Projects in Korea. En: Economic Valuation Techniques for the Environmental. A Case Study Workbook, ed. J.A. Dixon y M.M Hufschmidt. Baltimore. Johns Hopkins University Press

Kumar M., Kumar P., (2008), Valuation of the ecosystem services: a psycho-cultural perspective. *Ecological Economics*, **64**, 808-819.

Lambert A., (2003), *Economic Valuation of Wetlands: an important Component of Wetland Management Strategies at the River Basin Scale*, Conservation Finance Guide, Washington.

Llano Elcid, J. Valoraciones inmobiliarias. Fundamentos teóricos y manual práctico. Ediciones Inmobiliarias Llano. 2007

Liu S., Costanza R., Farber S., Troy A., (2010), Valuing ecosystem services. Theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **1185**, 54–78.

Loureiro y Albiac (1994). “Valoración Económica de bienes medioambientales: aplicación del método del coste de viaje al Parque Natural de la Dehesa del Moncayo”, Documento de trabajo 94/7, Servicio de Investigación Agraria DGA, Zaragoza

McVittie A., Moran D., Allcroft D. Elston D., (2004), Beauty, beast and biodiversity: what does the public want from agriculture?, *78th Annual Conference of the Agricultural Economics Society*, AES, London.

Mendelsohn, R., Olmstead, S., (2009), The Economic Valuation of Environmental Amenities and Disamenities: Methods and Applications. *Annual Review of Environment and Resources*, **34** 325-347.

Millennium Ecosystem Assessment, (2005), *Ecosystems and Human Well-being: Current States and Trends*, Island Press: Washington, DC.

MMAMR (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural), Ramsar wetlands file: Pego-Oliva Wetland (consulted 22 september 2008), On line at: http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/conservacion_humedas/zonas_humedas/ramsar/pdf/35_fir_pegoliva.pdf, (in Spanish).

Mogas J., Riera P., Bennett J., (2006), A comparison of contingent valuation and choice modelling with second-order interactions, *Journal of Forest Economics*, **12(1)**, 5-30.

Montgolfier J., (1992), Agriculture et environnement: offres et demandes, *Économie Rurale*, **208-209**, 11-16.

NOAA Panel on Contingent Valuation. January 11, 1993. Kenneth Arrow, Robert Solow, Paul R. Portney, Edward E. Leamer, Roy Radner, Howard Schuman. Federal Register 58:10 (Jan. 15, 1993), 4601-4614.

Nordhaus W. D., (1992), An optimal transition path for controlling greenhouse gases, *Science*, **258**, 1315-1319.

OCDE. (2011). *OCDE Tax database; Marginal and Average income tax rates*, (consulted 16/03/2011 On line at: http://www.oecd.org/document/60/0,3746,en_2649_34533_1942460_1_1_1_1,00.html)

Ojeda M. I., Mayer A. S., Solomon B. D., (2008), Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta, *Ecological Economics* **65**, 155–166.

Payne J., Bettman J., Johnson, E., (1992), Behavioral Decision Research: A Constructive Processing Perspective, *Annual Review of Psychology*, **43**, 87-131.

Pearce, D. (1992). *Economics values and the natural world*. Earthscan Publications Ltd.London.

Pearce D.W., Warford J.J., (1993), *World without end*, Oxford University Press, Oxford.

Pearce D. W., Turner R. K.(1995) *Economía de los recursos naturales y del Medio Ambiente*. Colegio de economistas de Madrid. Celeste Ediciones. Madrid. 1995

Planelles-Gomis M., (Ed.), (1999), *The Iberic cyprinodontiforms*, (in Spanish), Generalidad Valenciana, Valencia.

Prieto, A; Díaz Balteiro, L. y A. Hernando. 1998. *Valoración de montes arbolados*. CTCatastro 33. Madrid.

Ramanathan R., (2001), A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment, *Journal of Environmental Management*, **63**, 27-35

Ramsey F. P., (1928), A mathematical theory of saving, *Economic Journal*, **38**, 543-559.

Randall A. Hoehn J., (1996), Embedding in market demand systems, *Journal of Environmental Economics and Management*, **30(3)**, 369-380.

Romero C., (1997), *Economy of the natural and environmental resources*, (in Spanish), Alianza Economía, Madrid.

Saaty T., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh.

Saaty, T. *Multicriterio Decisión Making-The Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications. 1992.

Saaty, T. *Fundamentals of decisión making and priority theory with the Analytic Hierarchy Process*. 1994.

Saaty, T. *Toma de decisiones para líderes*. RWS Publications. 1995.

Sejenovich, H. C. Acurso, O. Corvalan, I. Gómez, J.Herrera, E. Luecesole, M. Makok y C.Suárez “*Las cuentas del patrimonio natural de un ecosistema andino-patagónico de la provincia del Río Negro, Argentina*”. Inventarios y cuentas del patrimonio natural en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1991

Shechter, M. *A Comparative Study of Environmental Amenity Valuations*. Environmental and Resources Economics n° 1. Páginas 129-155. 1991.

Slangen L., (1994), Issues on the environmental cooperatives for farmers, *Revista Española de Estudios Agro-Sociales*, **168**, 235-273, (in Spanish).

Slovic P., Lichtenstein S., Fischhoff B., (1979), Images of Disaster: Perception and Acceptance of Risks from Nuclear Power, In G. Goodman and W. Rowe (eds.), *Energy Risk Management*, London: Academic Press, 223-245.

Smith H., Lantz V., (2003), *A methodology for evaluating public values of New Brunswick forests. Working paper*, The Fundy Model Forest, Sussex NB, On line at: http://www.fundymodelforest.net/pdf/socioeconomics/2003_public_values.pdf

Sólnes J., (2003), Environmental quality indexing of large industrial development alternatives using AHP, *Environmental Impact Assessment Review*, **23**, 283-303

Stern, H. N. (1977). Welfare weights and the elasticity of marginal utility of income. En M. Artis, & R. Norbay, *Proceedings of the Annual Conference of the Association of University Teachers of Economics*. Oxford: Blackwell

Teeb, (2010), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.

Turner R. K., van den Bergh C. J. M., Soderqvist T., Barendregt A., van der Straaten J., Maltby E., van Ierland E.C., 2000, Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy, *Ecological Economics*, **35(4)**, 7-23.

Viñals M.J., (1996), *Oliva-Pego Wetland (Valencia), geomorphology and evolution of a coastal Mediterranean wetland*, (in Spanish), Consellería de Agricultura y Medio Ambiente, Valencia.

Ward, F.A. Efficiently Managing Spatially Competing Water Uses: New Evidence from a Regional Recreation Demand Model. *Journal of Regional Science* n° 29 (2). Páginas 229-246. 1989.

Wattage P., Mardle S., (2005), Stakeholder preferences towards conservation versus development for a wetland in Sri Lanka, *Journal of Environmental Management*, **77**, 122-132.

Wattage P., Mardle S., (2008), Total economic value of wetland conservation in Sri Lanka identifying use and non-use values, *Wetlands Ecology and Management*, **16**, 359-369.

Weitzman M.L., (2001), Gamma discounting, *American Economic Review*, **91(1)**, 260-271.

Woodward R.T., Wui Y., (2001), The economic value of wetland services: a meta-analysis, *Ecological Economics*, **37**, 257-270.

World Trade Organization, (1998), Environmental Services S/C/W/46 (consulted 04/06/2012 on line at: www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/w46.doc)

Wu Huang, S. Estructural Change in Taiwan's Agricultural Economy. *Economic Development and Cultural Change*. Vol. 42, No. 1 (Oct., 1993), pp. 43-65

Yang, W., Chang, J., Xu, B., Peng, C., Ge Y., (2008), Ecosystem service value assessment for constructed wetlands: a case study in Hangzhou, China, *Ecological Economics*, **68**, 116-125.

