

El método de los indicadores: un nuevo método de valoración ambiental para ecosistemas urbanos

María Jesús Medina Iglesias

*Dr. Ingeniero de Montes.
Servicio de Parques y Jardines.
Ayuntamiento de Torrejón de Ardoz (Madrid)*

Antonio Prieto Rodríguez

*Dr. Ingeniero de Montes.
Departamento de Economía y Gestión Forestal.
Universidad Politécnica de Madrid*

Resumen

Los ecosistemas vegetales urbanos no han sido un objetivo principal de los métodos de valoración ambiental a excepción de la valoración individual de árboles por la Norma Granada. Su relación con la población local, su evolución y la frecuente intervención del hombre en ellos, marcan las diferencias con los ecosistemas naturales. El nuevo método de valoración denominado de los indicadores que se presenta en este artículo recoge estas diferencias y establece como novedad el empleo de indicadores ambientales para reflejar las cualidades ambientales de los ecosistemas urbanos permitiendo una gran flexibilidad y sencillez en los cálculos. Los valores alcanzados no son muy diferentes de los obtenidos en ecosistemas vegetales urbanos por otros métodos, y son ligeramente superiores a los valores catastrales urbanos, mostrando su validez, no exenta de algunas limitaciones, no atribuibles al método sino fundamentalmente a la carencia de datos en el ámbito local necesarios para su aplicación.

Los métodos de valoración ambiental buscan hallar el valor real de un bien ambiental, incluyendo, tanto el valor correspondiente a características tangibles y cuantificables económicamente, como el valor que tienen las características ambientales que no son objeto de transacciones comerciales (Prieto *et al.*, 1999). La valoración ambiental se puede definir como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costes derivados de usar un activo ambiental, realizar una mejora ambiental o generar un daño ambiental (Romero, 1997).

Los métodos de valoración ambiental pueden clasificarse en métodos directos e indirectos. Los métodos directos se basan en determinar el valor del bien ambiental a través de encuestas que simulan mercados virtuales de compraventa de dicho bien. Los métodos indirectos realizan la valoración del bien ambiental a través de las preferencias reveladas en mercados reales (Azqueta, 1994; Romero, 1997) o a través

de las relaciones dosis-respuesta y efecto (Pearce y Turner, 1995).

Entre los métodos directos destaca el método de la valoración contingente, que consiste en crear un mercado ambiental ficticio en el que se valoran 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; o los perjuicios derivados de un daño ambiental valorados por la cantidad monetaria que los usuarios afectados por dicho daño aceptarían como compensación (Riera, 1994). Otros métodos de preferencias declaradas serían la ordenación, puntuación y elección contingente. En ellos el valor de un bien ambiental se obtiene a través de las preferencias declaradas sobre sus atributos (Kjörstöm y Laitila, 2002).

Dentro de los métodos indirectos, el método de los precios hedónicos (Pearce y Turner, 1995; Romero, 1997) y el del coste del viaje (Riera, 1994; Romero, 1997; Prieto *et al.*, 1999) utilizan la técnica de preferencias reveladas en mercados reales; y el método de los costes evitados o inducidos la determinación de la relación dosis-respuesta (Azqueta, 1994; Garrod y Willis, 1999; Prieto *et al.*, 1999). También se pueden incluir entre los métodos indirectos, los que se basan en el coste de oportunidad; como es hallar el valor económico del tiempo teniendo en cuenta que se podría haber empleado en otra ocupación, o el modelo Krutilla-Fisher (Krutilla y Fisher, 1975 y 1985; citados en Azqueta, 1994) para la valoración de bienes únicos amenazados de desaparición por una decisión de carácter irreversible.

Además, se pueden considerar entre los métodos indirectos, los experimentos de elección que imitan los comportamientos reales de los individuos a través de sus preferencias sin conjuntos de elección predefinidos (1) y el método de las transferencias

de beneficios que se basan en utilizar el valor de un bien ambiental para hallar el valor de otro bien ambiental.

Ninguno de estos métodos citados está diseñado específicamente para su aplicación en ecosistemas vegetales urbanos, ya que su aplicación preferente es en los espacios naturales protegidos, algunos bosques próximos a ciudades, recursos ambientales como la calidad del aire o del agua, o decisiones ambientales de carácter irreversible como la creación de un embalse, construcción de un aeropuerto, etc. La Norma Granada (AEPJP, 1990 y 1999; Caballer, 1999), básicamente es el único método que se puede aplicar específicamente en el ámbito urbano porque contempla la valoración del arbolado ornamental. Sin embargo, actualmente en las ciudades no solamente se considera al arbolado como único elemento vegetal ornamental, sino que lo son todos los espacios verdes, denominados ecosistemas vegetales urbanos, objeto de gestión por las entidades locales.

El método de los indicadores, que se describe a continuación, viene a ocupar este vacío de métodos de valoración específicos para los ecosistemas vegetales urbanos, con el objetivo de que se pueda aplicar a cualquier ámbito urbano, independientemente de sus características y sea fácilmente adaptable a las peculiaridades de cada entidad local.

Las valoraciones catastrales no suelen incluir valores ambientales en la valoración de terrenos rústicos ni urbanos, y los ecosistemas vegetales urbanos son espacios con valores ambientales intrínsecos que no se pueden separar de su valor total. Por otra parte aunque la Norma Granada, de obligado cumplimiento en la Comunidad de Madrid (BOCM, número 295 de 12 de

(1) La denominación de los experimentos de elección se aplica tanto a los métodos aquí expuestos como a algunos métodos de preferencias reveladas (Mogas y Riera, 2001), no habiendo consenso científico sobre las distintas denominaciones de estos métodos.

diciembre de 1991), establece textualmente en la justificación del método “la valoración pretende brindar una solución cifrada y un apoyo objetivo a las decisiones o al análisis de cualquiera de los siguientes supuestos en los que aparece arbolado de interés paisajístico, tanto en órbita pública como privada” y, entre otros supuestos, considera los casos de “catastro y garantía hipotecaria”, no se conoce ninguna aplicación de este tipo (quizás por dificultades técnicas o por el rechazo social que puede suponer el grabar impositivamente el arbolado ornamental). Por todo ello, el método de los indicadores puede servir para obtener un valor catastral del suelo asociado más acorde con el valor real de estos espacios, y por lo tanto utilizarse en las sucesivas actualizaciones del catastro.

Los ecosistemas urbanos

Los ecosistemas urbanos se caracterizan por ser espacios dentro o en la periferia de las ciudades que tienen una permanente evolución en el tiempo intrínsecamente unida al ciclo de vida de las especies vegetales que lo integran y lo caracterizan. En su gestión interviene el ser humano como parte integrante del mismo modificándolo, tanto para la mejora de la comunidad biológica general que posea, como para satisfacer algunas demandas de la población humana local. De esta forma su permanencia en el tiempo es dinámica, con periodos en los que alcanza un estado de máxima oferta en cantidad y calidad de todos los bienes y servicios que se le demandan, denominado “nivel óptimo de utilidad y ornamento”, que se pretende mantener en el mayor periodo de tiempo posible y que se corresponde con el máximo valor ambiental del espacio.

En este tipo de ecosistemas se incluyen zonas naturales o forestales, bosques y partes de ecosistemas naturales fragmentados (riberas de cursos fluviales, entornos de lagos, costas, restos de bosques naturales, montes aso-

ciados a edificios singulares destinados a la caza o al recreo o espacios agrícolas de carácter histórico), todas las zonas verdes (parques, jardines, plazas y cualquier agrupación de árboles incluso los situados en el entorno de las vías de comunicación), así como terrenos o solares con vegetación ruderal (2) que estén asociados a un núcleo urbano (Konijnendijk, 1997 y 1999; Stefulesco, 1993; Maillient y Bourgery, 1993; Engelking, 1995; Haddad, 1996; Martínez *et al.*, 1992).

Estas superficies, con vegetación y configuración tan diversa, tienen todas en común que su gestión está realizada desde políticas establecidas por los agentes locales, que en el caso de España son los ayuntamientos. La gestión está basada en las demandas de la población y grupos sociales asociados al núcleo urbano (Murray, 1996). Las principales funciones demandadas por estos grupos no son económico-productivas, sino de uso social y medioambientales. Se puede considerar que la función con mayor demanda por la población es la recreativa y de ocio, y la menos demandada la producción directa de bienes como madera, corcho, resina, flores, frutos, setas, caza, pesca, etc. (Konijnendijk, 1999); cambiando este orden en el caso de países en desarrollo (Sène, 1993; Kuchelmeister, 2000).

La evolución biológica que experimenta la vegetación que forma parte de un ecosistema vegetal urbano, consiste en crecer desde su nacimiento o plantación hasta alcanzar su máxima plenitud, y tras una ralentización y paralización del crecimiento se llega a un estado de decrepitud y finalmente la muerte (Raimbault, 2001). Para el usuario de estos espacios, estas fases biológicas tienen un valor ornamental y de utilidad específico que va cambiando conforme va evolucionando la vegetación

(2) Vegetación ruderal es la que ha aparecido sin intervención humana, normalmente en espacios muy degradados en expectativa de cambio de uso (Sukopp y Werner, 1989).

adquiriendo un nivel de ornamento y utilidad proporcional a su estado de desarrollo.

La fase de culminación de la plenitud biológica de la vegetación se suele corresponder con el nivel o valor máximo de utilidad y ornamento que aquella tiene para el ser humano, por lo que éste, en su gestión busca prolongar al máximo esta fase. Por el contrario, la fase de decrepitud se identifica con la pérdida de las condiciones que dieron lugar a la inclusión de esta vegetación en el ecosistema (utilitarias y estéticas principalmente); llegando al fin de la existencia de un ejemplar por muerte biológica (gráfico 1).

Los ecosistemas vegetales urbanos naturales o artificiales tienen a lo largo del tiempo, una serie de fases que definen su evolución. La primera fase es la de su delimitación (ecosistemas naturales) o construcción (ecosistemas artificiales), y dentro de ésta, los trabajos de plantación o siembra de las especies vegetales. Luego, se pasa por una fase de adaptación que abarca algu-

nos años en la que estas especies vegetales se aclimatan a su nueva ubicación desde el vivero o lugar de procedencia. A continuación, se establece una fase de crecimiento y desarrollo que culmina en un punto de máxima plenitud biológica (que puede durar varios años) en el que las especies vegetales ofrecen su máximo valor social y medioambiental (objetivo de su creación). A partir de ese instante inicia su declive en la utilidad y ornamentación que ofrece hasta un estado de decadencia asociada a la fase de decrepitud de la propia vegetación. El paso del tiempo también produce en los equipamientos e instalaciones deterioro y obsolescencia que puede coincidir también con la decadencia de la vegetación. Se establece un paralelismo entre la evolución de la vegetación y la evolución de un ecosistema vegetal urbano, no solo en su desarrollo en sí, sino también en el valor o nivel de utilidad y ornamentación que tienen para el ser humano.

Gráfico 1
Evolución de un ejemplar vegetal aislado dentro de un ecosistema urbano

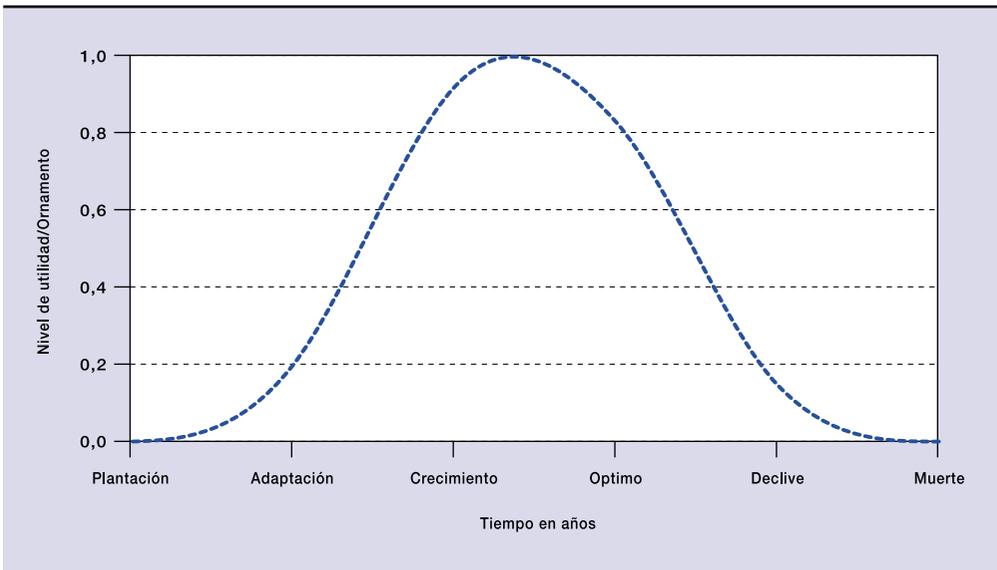
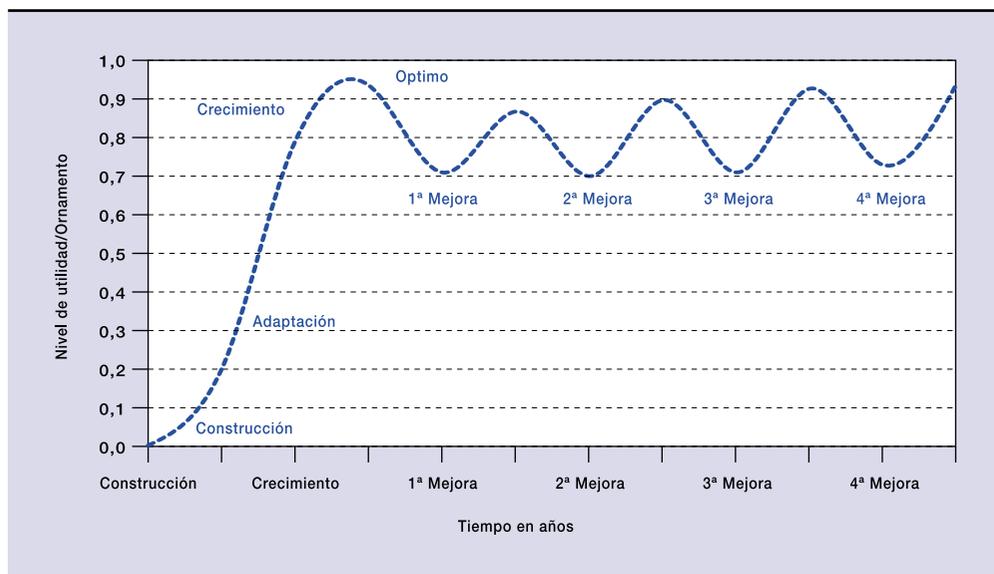


Gráfico 2
Evolución de un ecosistema urbano



Ante esta realidad, la gestión local busca compensar esta fase de declive, que se produce en la vegetación, sustituyendo los ejemplares que han perdido su condición por la que se les instaló (los decrepitos, moribundos o muertos), por otros que de nuevo alcancen su máximo de cualidades en un periodo de tiempo lo más corto posible. En relación a las instalaciones e infraestructuras que están incorporadas a los ecosistemas urbanos, cada cierto periodo de tiempo es necesario realizar mejoras, ampliaciones o sustituciones, para adecuarlos a su finalidad y eliminar los equipos obsoletos.

Estas actuaciones sobre los ecosistemas urbanos, y que son inherentes a la gestión de los mismos, supone que el máximo de utilidad y ornamento de un ecosistema urbano se logra en un periodo de tiempo de varios años, tras los cuales hay un declive que se compensa con la realización de estas actuaciones y que supone el retorno a este nivel óptimo. Dado el principio de permanencia de los ecosistemas vegetales urbanos, estas

actuaciones periódicas deben hacerse una y otra vez, teniendo así una evolución en su madurez que gráficamente puede asimilarse a un diente de sierra que tiende en su máximo a un punto asintótico que es el máximo de utilidad y ornamento pedido a estos ecosistemas. Si se asigna el valor unidad al óptimo de un ecosistema urbano, esta evolución se puede ver en el gráfico 2.

La evolución en el tiempo que sufren los ecosistemas urbanos según se ha explicado está muy relacionada con su valor ambiental según se ve a continuación.

Metodología

Para facilitar la valoración global de cada ecosistema vegetal urbano se presenta el denominado método de los indicadores que es un método específico para estos ecosistemas. En su concepción y aplicación se parte de un conjunto de hipótesis de partida y de premisas de fácil comprensión:

- Hay una enorme diversidad entre municipios tanto a escala de Comunidades Autónomas como provincial debidas a superficies, población, disponibilidad de recursos y tipo de actividades económicas. Esta diversidad se refleja también en los espacios con vegetación en cada municipio y su gestión. Sin embargo, esta variabilidad no afecta a la aplicación y validez del método de valoración ambiental que se presenta (que puede ser fácilmente usado como herramienta en la gestión local), por lo que debe partir de datos y conceptos que se manejen habitualmente en este ámbito independientemente de la variabilidad existente entre los municipios.
- Desde el punto de vista de la ecología, los núcleos urbanos pueden considerarse como ecosistemas, y todos los espacios con vegetación tanto en el entorno urbano como en su interior, subsistemas o ecosistemas dentro del ecosistema global urbano denominados ecosistemas vegetales urbanos. Estos ecosistemas están en permanente evolución pasando por distintas fases por lo que la valoración ambiental debe tener en cuenta los elementos vegetales que los integran, en especial los árboles. Esto supone que existe un valor distinto para cada una de las fases en la evolución de los ecosistemas urbanos.
- El valor ambiental de un ecosistema urbano debe cuantificar tanto valores de uso como de no uso (valores que no son objeto de transacciones comerciales). De este modo, el valor ambiental se puede basar en conceptos empleados en la economía de los recursos naturales y del medio ambiente.
- Para la población local, el valor ambiental de un ecosistema urbano es mayor cuanto mayor es la presión a la que éste está sometido, cuanto más cerca está respecto a su óptimo, cuanto mejor cumple las funciones de él demandadas y cuan-

to más interés despierta en toda la población. Estas cualidades determinan gran parte de su valor ambiental; que sintetizadas en indicadores ambientales, reflejan finalmente el valor ambiental del ecosistema urbano. Así los indicadores son los elementos que confieren su valor ambiental.

Según estas premisas, el principal fundamento teórico en el que se basa este método de valoración ambiental es que el valor ambiental de un ecosistema urbano está intrínsecamente unido a las distintas fases por las que pasa su evolución y funcionamiento a lo largo del tiempo, adquiriendo valores diferentes en cada fase. Este valor ambiental, por otro lado, está muy relacionado con el valor económico del ecosistema urbano.

Valoración económica de los ecosistemas urbanos

Las fases por las que pasa un ecosistema urbano a lo largo del tiempo son: construcción, adaptación, crecimiento y nivel óptimo. Cuando el nivel óptimo declina, se produce la intervención humana efectuando diversas actuaciones y mejoras para volver a alcanzarlo. Consecuentemente, se establece que el valor económico total de un ecosistema urbano es la suma de cada uno de los valores económicos asociados a cada fase en el tiempo.

$$\text{Valor económico} = V_{\text{construcción}} + V_{\text{adaptación}} + V_{\text{mantenimiento}} + V_{\text{reforma}}$$

Siendo:

- Valor de construcción: el correspondiente al coste de creación del ecosistema urbano en el momento actual.
- Valor de adaptación: el valor económico que incluye los costes de gestión y de mantenimiento anual de los primeros años de existencia del ecosistema. Estos

costes son superiores a los de gestión y mantenimiento anuales ordinarios, debido principalmente a la necesidad de incrementar los medios de gestión destinados a reponer mallas en la vegetación y a veces en infraestructuras como las instalaciones de estanques y riego.

- Valor de mantenimiento: el valor de gestión y conservación del ecosistema vegetal urbano en sus fases de crecimiento y nivel óptimo, que engloba todos los costes asociados, incluso el consumo de recursos (agua y electricidad). Estos costes se deben considerar de forma indefinida en el tiempo, dado que se considera que los ecosistemas urbanos tienen la finalidad de la permanencia en el tiempo.
- Valor de reforma: la suma de todos los costes e inversiones que de forma periódica (y muchas veces coincidiendo con periodos electorales) se introducen en el ecosistema para devolverlo a su estado óptimo de utilidad y ornamento. Estos costes abarcan nuevas plantaciones, remodelación de infraestructuras, nuevas construcciones e instalaciones, etc. La estimación del importe de estos costes a lo largo del periodo de vida del ecosistema urbano no es directa, por lo que se deben establecer unos costes medios asociados a unos periodos en los que se repite la reforma, basados en la experiencia local sobre ese ecosistema, sumando convenientemente todos los que se producirán en el futuro.

La valoración económica de los ecosistemas urbanos así definida es la base de su valoración ambiental como se expone seguidamente.

Valoración ambiental de los ecosistemas urbanos

Los valores de no uso se establecen principalmente a través de los indicadores ambientales. Los indicadores ambienta-

les (3) nacen como resultado de la creciente preocupación por los aspectos ambientales del desarrollo y el bienestar humano, proceso que requiere cada vez mayor y más sofisticada información y, a la vez, y contradictoriamente, la urgencia de abreviar la información ambiental en el campo de la toma de decisiones.

Aunque existen muchos modelos de indicadores ambientales, se ha elegido el modelo de presión, estado y respuesta porque refleja fielmente la relación entre los ecosistemas urbanos y la población local. Estos espacios están sometidos a distintas presiones debidas al ser humano por diferentes motivos, como son la ejecución de los desarrollos urbanísticos, instalación de infraestructuras (redes de comunicaciones o de suministros de energía y recursos) y la ejecución de obras; que suponen siempre presiones a los ecosistemas urbanos porque invaden parte de su superficie o afecta a todo su entorno. El uso que los ciudadanos hacen de estos espacios supone también una presión, ya que tanto por un uso adecuado o inadecuado, se producen alteraciones físicas tanto en las comunidades biológicas como en las infraestructuras del ecosistema urbano. Por último, la presencia de residuos, contaminación atmosférica o de aguas subterráneas y del suelo, suponen una presión añadida a las comunidades biológicas limitando muchas veces su longevidad o alterando su estado fisiológico.

(3) "Un indicador ambiental es una variable o estimación ambiental que provee una información agregada y sintética sobre un fenómeno más allá de su capacidad de representación propia. Esta función añadida a una variable ambiental normal, que la transforma en indicador ambiental, tiene un carácter estrictamente antroposocial, por dos motivos: porque la búsqueda de indicadores responde a un interés social específico, y no pretende una reproducción científico-conceptual del medio, ni del estado del mismo objeto, y porque la selección de la variable que tiene que representar un fenómeno de forma agregada, está determinada por la utilidad del indicador para el proceso de toma de decisiones" (MIMAM, 2000).

Los ecosistemas urbanos presentan en el momento que se les quiere valorar, un estado determinado correspondiente a una fase de su evolución, que cumplirá más o menos con las funciones y ornamentación que la población local demanda de ellos, dependiente del estado de la vegetación y de otras comunidades biológicas, de las infraestructuras y de otras dotaciones. Los indicadores de estado reflejan esta situación.

Los gestores locales intervienen en los ecosistemas urbanos a través de su gestión para su mejor adaptación a las demandas que se hacen de ellos. De ahí que los indicadores de respuesta puedan ofrecer una visión agregada de la importancia que estas acciones tienen en los ecosistemas urbanos.

Los indicadores ambientales obtenidos para cada grupo (presión, estado y respuesta) se introducen en la valoración a través de un indicador global de cada grupo que se obtiene de la suma de cada uno de ellos; de tal forma que el indicador global de presión es la suma de los indicadores ambientales de presión, el indicador global de estado es la suma de los indicadores de estado y el indicador global de respuesta de la suma de los indicadores de respuesta. Es decir:

- Indicador global de presión
 $(P) = P_1 + P_2 + \dots + P_p$

- Indicador global de estado
 $(E) = E_1 + E_2 + \dots + E_e$

- Indicador global de respuesta
 $(R) = R_1 + R_2 + \dots + R_r$

El número de indicadores simples de cada grupo debe ser semejante para que cada uno de los indicadores globales tenga la misma importancia. Cada indicador global refleja de forma sintética y agregada los valores que recogen los indicadores ambientales de su modo causal (presión, estado y respuesta), por lo que el indicador global de presión muestra la presión global sobre los ecosistemas urbanos, el indicador

global de estado, el estado en conjunto que tiene en el momento de la valoración el ecosistema urbano objeto de valoración, y el indicador global de respuesta las acciones que la comunidad local tiene respecto a estos espacios. Por otro lado, cada índice está expresado en términos relativos de tal forma que un incremento en su valor es un incremento en el valor ambiental, por lo que los índices globales son comparables.

El indicador global de presión no afecta a todos los sumandos de la valoración económica. El valor de construcción se considera que es independiente de la presión existente en el ecosistema urbano actual. En el caso de necesitar su nueva construcción por su desaparición, la valoración económica de los costes no está influida por ningún factor de presión. Sin embargo, sí afecta a los valores de adaptación, mantenimiento y reformas, dado que el valor ambiental se incrementa directamente con la presión ejercida sobre estos espacios. Los indicadores de estado y de respuesta afectan a todos los restantes sumandos del valor económico.

Para hallar el valor ambiental se aplican los indicadores globales al valor económico según se indica a continuación:

$$\text{Valor ambiental} = V_{\text{construcción}} \times (E+R) + [V_{\text{adaptación}} + V_{\text{mantenimiento}} + V_{\text{reforma}}] \times (P+E+R)$$

Siendo:

- $V_{\text{construcción}}$ = Valor de construcción.
- $V_{\text{adaptación}}$ = Valor de adaptación.
- $V_{\text{mantenimiento}}$ = Valor de mantenimiento.
- V_{reforma} = Valor de reforma.
- P = Indicador global de presión.
- E = Indicador global de estado.
- R = Indicador global de respuesta.

Resultados

El método de los indicadores se ha aplicado en cinco municipios de la Comunidad de Madrid en el año 2001. La elección del ámbito geográfico de una autonomía supone que al disponer todos los municipios de una política territorial y del medio ambiente común, los resultados obtenidos solamente son debidos a las distintas condiciones naturales, fisiográficas y socioeconómicas, así

como a las diferentes formas de gestión de la entidad local correspondiente.

Los criterios para la elección de los municipios han sido, por un lado que correspondan a distinta población, situación geográfica, condición socioeconómica (actividades económicas más importantes) y entorno natural; y por otro lado que existiera disponibilidad de datos. En el cuadro 1 se exponen las características generales de cada municipio.

Cuadro 1
Características de los municipios seleccionados

Municipio	Población	Geografía	Medio natural	Medio socioeconómico
Getafe	150.532	Sur/Rampa	Llanura agrícola	Industrial
Torrejón de Ardoz	97.546	Este/Rampa	Llanura agrícola	Industrial
Pozuelo de Alarcón	53.339	Oeste/Rampa	Monte mediterráneo	Residencial y servicios
Rascafría	1.637	Noroeste/Sierra	Montaña	Servicios/agropecuario
Aldea del Fresno	1.662	Suroeste/Fosa	Monte mediterráneo	Servicios/agropecuario

Cuadro 2
Indicadores ambientales de los ecosistemas urbanos de municipios

Indicadores de Presión	Indicadores de Estado	Indicadores de respuesta
P_1 = Nivel de renta <i>per capita</i> de la comunidad autónoma respecto al municipal	E_1 = Proporción de árboles sanos del ecosistema urbano considerado respecto al total de árboles	R_1 = Superficie de zona verde urbana pública actual por habitante del municipio, en relación al objetivo establecido en el Planeamiento urbanístico u otros de superficie de zona verde por habitante
P_2 = Superficie urbanizada respecto a la superficie total del término municipal	E_2 = Biodiversidad del ecosistema urbano	R_2 = Conectividad de los espacios verdes públicos
P_3 = Presión por la actividad humana según: P_{3A} = Contaminación atmosférica que soportan al año los ecosistemas urbanos P_{3B} = Población visitante y procedente del turismo con relación a la población total	E_3 = Relación de superficie destinada a funciones recreativas respecto a la superficie total E_4 = Superficie con especial valor cultural, histórico, simbólico o protegido respecto a la superficie total de ecosistemas urbanos con estas características del municipio	R_3 = Incremento en % en el presupuesto anual municipal respecto al año anterior de conservación de ecosistemas urbanos públicos (zonas verdes, forestales, naturales, etc.) de competencia municipal en relación con el IPC en ese período de tiempo
$P = P_1 + P_2 + P_3$	$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$	$R = R_1 + R_2 + R_3$

Cuadro 3
Significado de los indicadores ambientales globales

Indicadores de Presión		Indicadores de Estado		Indicadores de respuesta	
0-0,99	Bajo	0-0,99	Bajo	0,1,99	Bajo
1-1,99	Medio	1-1,99	Medio	2-3,99	Medio
2-2,99	Alto	2-2,99	Alto	4,5,99	Alto
≥ 3	Muy alto	3-4	Muy alto	≥ 6	Muy alto

Cuadro 4
Valores de los indicadores ambientales en cada municipio

Indicador	Getafe	Torrejón	Pozuelo	Rascafría	Aldea del Fresno
P	2,34	2,60	1,28	5,23	4,94
E	0,92	1,18	1,37	1,71	1,13
R	3,96	1,94	24,89	5,18	15,47

En la aplicación del método de los indicadores, se han elegido unos indicadores comunes a todos los municipios con las características de ser comparables, facilidad de cálculo en cualquier municipio con datos disponibles y que reflejaran, dentro de cada modelo causal, diferentes condicionantes sociales, económicos y ambientales. Los indicadores elegidos son los recogidos en el cuadro 2.

De todos los indicadores descritos, sólo cuatro de ellos reflejan el estado del propio ecosistema a valorar, y el resto, los de presión y respuesta, están referidos a todo el término municipal; ya que la disponibilidad de datos en estos indicadores son generales para todo el municipio y no para cada ecosistema urbano.

Los indicadores ambientales globales, suma de los indicadores simples, pueden tener un significado según su valor numérico como se puede ver en el cuadro 3.

Esto supone que en la aplicación a los municipios seleccionados, los distintos valores que adoptan los indicadores en cada uno de ellos, pueden valorarse según estos criterios, como se puede observar en el cuadro 4.

Los resultados de la valoración ambiental por el método de los indicadores muestran

que, aunque partiendo de los mismos criterios para todos los municipios en el cálculo de los valores económicos de construcción, adaptación, mantenimiento y reforma, los distintos valores que toman los indicadores para cada municipio y ecosistema urbano proporcionan diferentes valores ambientales para cada municipio y ecosistema.

Como ejemplo, se va a exponer de forma resumida su aplicación al municipio de Torrejón de Ardoz (Madrid), para ello se comenzó recabando la información disponible sobre inventarios generales de ecosistemas urbanos, forma y tipo de gestión, costes unitarios de mantenimiento (relativos a superficie o por conceptos unitarios como mano de obra, materiales, etc.), costes de las reformas realizadas, y todos los datos necesarios para calcular los indicadores.

Una vez calculados los indicadores de presión, estado y respuesta, se procedió a hallar los valores de construcción, adaptación, mantenimiento y reforma de cada ecosistema urbano a valorar. Se eligió al menos un ecosistema urbano de cada tipo presente en el municipio (ver cuadro 5), siendo los tipos generales de ecosistemas urbanos los siguientes:

- Bosques urbanos (no existe ningún ecosistema urbano de este tipo).
- Espacios ruderales (El Valle).
- Parques (Juncal y Los Fresnos).
- Jardines (Budapest).
- Alineaciones, agrupaciones de árboles o árboles aislados (Plaza de la Habana y Avenida Virgen de Loreto).
- Espacios singulares (Cementerio Viejo).

De cada ecosistema urbano elegido se elaboró un inventario detallado de sus elementos vegetales y constructivos y se recogieron datos de campo sobre su gestión y mantenimiento, así como las inversiones y reformas realizadas en ellos a lo largo del tiempo. Una vez obtenidos estos datos, se halla su valoración económica a partir de los valores de construcción, adaptación, mantenimiento y reforma.

El valor de construcción se puede obtener de dos formas distintas según los datos disponibles. En el caso de ecosistemas urbanos de reciente creación (parques Juncal y Los Fresnos y jardín Budapest), se calcula directamente actualizando la inversión realizada en su construcción. Si la fecha de creación se desconoce o es muy alejada en el tiempo (caso del Cementerio Viejo, la avenida Virgen de Loreto y Plaza de La Habana), y en el caso de ecosistemas urbanos procedentes de la segregación de ecosistemas urbanos naturales (espacio ruderalel El Valle), este valor se calcula mediante la relación valorada de las unidades de obra necesarias para la reconstrucción del ecosistema urbano tal como está en el momento de la valoración en caso de una hipotética desaparición.

El valor de adaptación se calcula a partir del valor de mantenimiento del ecosistema urbano. Se actualizan los costes anuales de mantenimiento de los primeros años de vida (cuya duración depende de la experiencia local; que en el caso de Torrejón de Ardoz eran de seis años para todos los ecosistemas urbanos, pero en otros municipios los espacios ruderales y los bosques urba-

nos eran de doce años) incrementados en una cuantía correspondiente a la probabilidad de arraigo de las especies. Esta probabilidad de arraigo se obtiene de la experiencia local en el mantenimiento de estos espacios, dependiendo de su intensidad de gestión, pudiéndose establecer como norma general un valor de 0,95 - 0,96 para espacios ruderales o bosques urbanos con baja intensidad de gestión y 0,98 para los demás ecosistemas urbanos con mayor intensidad en su mantenimiento.

Se considera que el inicio del periodo de adaptación se produce una vez finalizada su construcción, fase en la que las especies vegetales se han ido instalando en el espacio, llegando al inicio de esta fase con meses, un año o más de vida (según la duración de las obras de construcción), por lo que en términos de costes se ha tenido en cuenta esta situación. De este modo, teniendo en cuenta que “ C_m ” es el coste anual de mantenimiento para el año de su valoración, “ i ” la tasa de descuento (se elige una tasa social del 4%), “ n ” los años del periodo de adaptación y “ a ” el coeficiente de arraigo, el valor de adaptación será:

$$V_a = \sum_{n=0}^{n=6} \frac{C_m}{a(1+i)^n}$$

El valor de mantenimiento, una vez finalizado el periodo de adaptación, es la suma de todos los costes anuales por este concepto que se producirán a partir del año siguiente al último de adaptación hasta el infinito. Para ello, primero, se actualiza el coste anual de mantenimiento del año de valoración C_m al año último del periodo de adaptación j para hallar el coste de mantenimiento cuando finalice este periodo C_{mj} ; es decir:

$$C_{mj} = \frac{C_m}{(1+i)^j}$$

A partir de este valor se halla la suma total de todos los costes anuales de mantenimiento desde el año siguiente al último de la fase de adaptación hasta el infinito a partir de la expresión de la suma infinita de una sucesión para obtener el valor total de mantenimiento de la vida de un ecosistema urbano:

$$V_m = \frac{C_{mj}}{i}$$

En el cálculo del valor de reforma se parte de un valor unitario por superficie diferente para los bosques urbanos y espacios ruderales de los demás ecosistemas urbanos (0,06 y 1,25 €/m² respectivamente). Este valor unitario se ha obtenido a través del valor medio analizando los costes de inversión en las sucesivas reformas realizadas en los distintos ecosistemas urbanos del municipio de los que se tenían datos actualizados. En el caso de Torrejón de Ardoz, solamente se disponía de datos sobre reformas de tres ecosistemas urbanos en los últimos diez años, de los cuales uno era el espacio ruderal el Valle y los otros eran de dos parques, dando estos dos últimos valores muy similares.

El valor de reforma se calcula, a partir del valor obtenido de coste de reforma (CR) para el año de la valoración, sumando todos

los costes que por este concepto se producirán cada ciertos años sin límite de tiempo, teniendo en cuenta que se producen con una frecuencia variable “n”, pero que mayoritariamente tiende a ser de cuatro años, coincidiendo con los periodos electorales. La suma infinita de la sucesión es:

$$V_m = \frac{CR}{\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]}$$

Una vez hallados todos los componentes, se aplica la fórmula del método de los indicadores ambientales y se obtiene el valor ambiental del ecosistema urbano. Los datos generales de cada ecosistema urbano y su valor ambiental por superficie referidos al año 2001 de Torrejón de Ardoz se pueden apreciar en el cuadro 5. En el anexo 1, se exponen los cálculos numéricos para el espacio ruderal de El Valle de Torrejón de Ardoz.

Con la misma metodología expuesta para el municipio de Torrejón de Ardoz, se han calculado los valores ambientales de los ecosistemas urbanos de los municipios de Getafe, Pozuelo de Alarcón, Rascafría y Aldea del Fresno, dando valores coherentes con los obtenidos en Torrejón de Ardoz. Para poder establecer comparaciones, en el cuadro 6 se recoge el valor ambiental por unidad de superficie en un

Cuadro 5
Valoración ambiental de los ecosistemas urbanos de Torrejón de Ardoz

Ecosistema Urbano	Nombre	Superficie	Gest	Adaptación		Reforma		Valor €/m ²
				Periodo		Periodo	€/m ²	
Espacio Abierto	El Valle	59.458	D	6	0,95	8	0,06	14,61
Parque	El Juncal	31.875	I	6	0,96	3	1,25	358,87
Parque	Los Fresnos	42.300	I	6	0,98	4	1,25	334,31
Jardín	Budapest	2.957	I	6	0,98	4	1,25	852,00
Alineación	Plaza La Habana	2.747	D	6	0,98	4	1,25	1.028,51
Alineación	Virgen de Loreto	3.743	D	6	0,98	4	1,25	1.162,13
Espacio Singular	Cementerio Viejo	6.288	D	6	0,98	4	1,25	1.642,13

Gest = tipo de gestión: D = directa, I = indirecta; = coeficiente de adaptación.

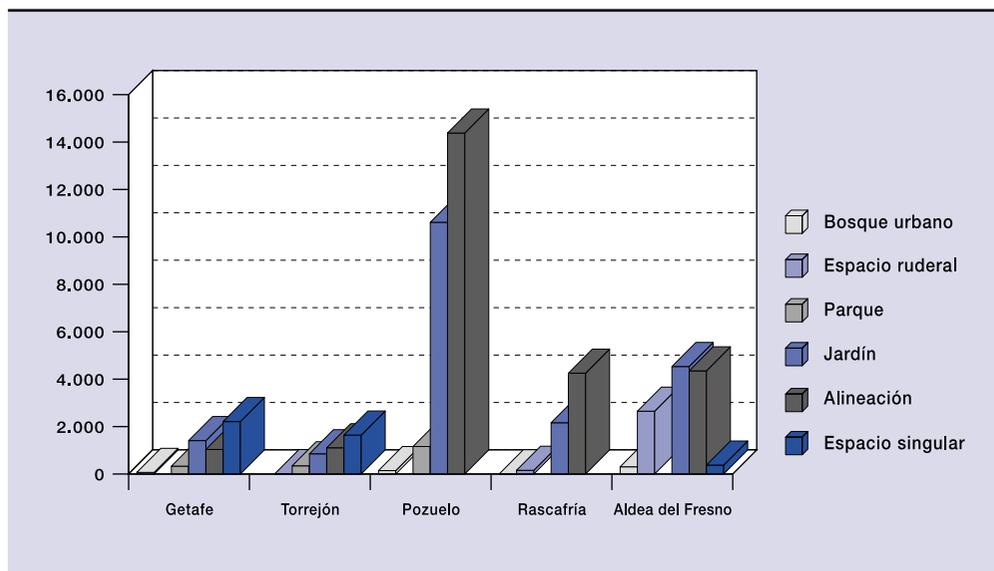
Cuadro 6
 Precio unitario por superficie de los ecosistemas urbanos en 2001 (€/m²)

Ecosistema	Getafe	Torrejón	Pozuelo	Rascafría	Aldea del Fresno
Bosque urbano	67,52	–	142,88	6,76	303,98
Espacio ruderal	–	14,61	–	156,44	2.648,29
Parque	330,55	344,87	1.159,66	–	–
Jardín	1.408,87	852,00	10.615,37	2.162,41	4.533,77
Alineación	1.035,18	1.105,57	14.381,18	4.252,22	4.349,85
Espacio singular	2.211,47	1.642,13	–	–	375,30
Valor medio parcial	355,37	311,11	1.630,25	190,4	404,93
VALOR MEDIO	326,33	311,11	158,15	7,11	367,19

valor medio municipal y también se ha tenido en cuenta un valor medio parcial, considerado como el valor medio sin contar a los bosques urbanos (como es el caso de Rascafría y en menor medida Pozuelo de Alarcón), ya que su gran superficie hace variar enormemente los valores medios.

Los valores ambientales obtenidos por superficie se pueden interpretar gráficamente en un diagrama de barras como el indicado en el gráfico 3, pudiéndose observar la gran diferencia que existe entre los valores de los distintos tipos de ecosistemas urbanos y entre los distintos municipios.

Gráfico 3
 Comparación entre los valores ambientales por superficie de los ecosistemas urbanos en los diferentes municipios en 2001 (€/m²)



Cuadro 7
Precio unitario por superficie de suelo rústico y urbano y valor medio
de los ecosistemas urbanos en 2001 (€/m²)

Concepto	Getafe	Torrejón	Pozuelo	Rascafría	Aldea del Fresno
Valor Catastral rústico	0,032919	0,038970	0,010858	0,005487	0,027617
Valor Catastral urbano	247,2442	192,6452	64,1840	1,0031	28,0269
Valor medio de los ecosistemas urbanos	326,33	311,11	158,15	7,11	367,19

Estos valores se pueden comparar con los obtenidos en ecosistemas urbanos por otros métodos, como el obtenido por Riera en el año 2000 para las zonas verdes del barrio de Arganzuela (Madrid) (Riera, 2001), por el método de la ordenación contingente, de 726,92 €/m², o el estudiado en el año 2001 por Medina (Medina, 2003) para el parque Juncal en Torrejón de Ardoz, por el método de los precios hedónicos de 485,33 €/m². Las diferencias observadas son debidas, por un lado, al tipo de municipio en el caso del barrio de la Arganzuela y, por otro lado, al tipo de ecosistema en el caso de Torrejón de Ardoz; ya que el método de los indicadores permite obtener distintos valores ambientales para cada tipo de ecosistema urbano.

Los valores ambientales obtenidos pueden compararse con otros valores económicos de otros bienes relacionados, como puede ser el valor del suelo rústico y urbano en los municipios estudiados según los datos del anuario estadístico de la Comunidad de Madrid para 1998 actualizados a 2001 según se aprecia en el cuadro 7 y en el gráfico 4.

Los valores catastrales por unidad de superficie de suelo rústico revelan que todos los ecosistemas urbanos de todos los municipios poseen un valor muy superior a aquél, debido por un lado, a que estos espacios se incluyen en el ámbito urbano más que en el rústico, y por otro lado, a la consideración de valores ambientales en su valoración. Sin embargo, los valores catas-

trales urbanos, aun siendo inferiores, no están lejos de los valores ambientales medios de cada municipio. Esto se debe a que en la valoración de los ecosistemas urbanos se han incluido los valores ambientales.

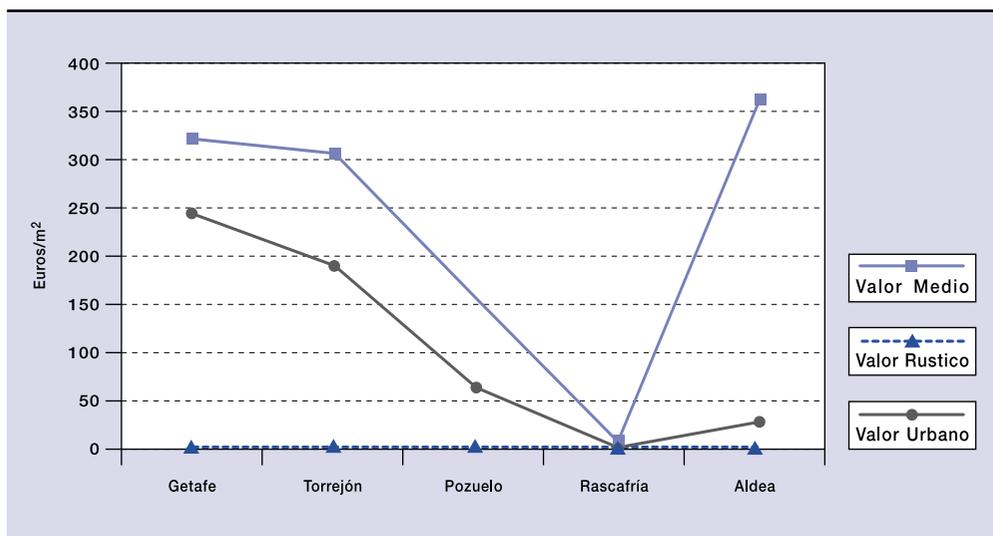
Observando la proximidad de estos valores y la gran diferencia con los valores catastrales rústicos, se puede afirmar que los ecosistemas urbanos pertenecen más al ámbito urbano que al rústico.

Discusiones y conclusiones

Las aplicaciones prácticas muestran que con unos cálculos no muy complejos se puede obtener el valor ambiental de un ecosistema vegetal urbano. El uso de los indicadores ambientales en el método presenta una gran ventaja respecto a otros métodos de valoración porque permiten una gran flexibilidad, y sobre todo, porque reflejan verdaderamente el valor ambiental de un ecosistema urbano. Esto se ha comprobado en los distintos valores ambientales que se han obtenido en los ecosistemas urbanos de los municipios analizados. También, se ha podido comprobar que los valores ambientales referidos a la unidad de superficie son diferentes según los distintos tipos de ecosistemas urbanos.

El método de los indicadores se considera un método sencillo que se puede integrar fácilmente y a bajo costo en la gestión local de los ecosistemas urbanos

Gráfico 4
Comparación entre los valores ambientales por superficie de los ecosistemas urbanos
y los valores del suelo en 2001 (€/m²)



por su relación con conceptos empleados en esta gestión. Además, permite evaluar cambios ambientales producidos a lo largo del tiempo relacionándolos con la gestión y la planificación de los servicios públicos en los ecosistemas urbanos de un municipio. Con ello se consigue aumentar la eficacia en la gestión a través de una valoración ambiental sencilla de aplicar, obteniendo la máxima calidad en los servicios públicos con menos gasto económico y de tiempo.

En su aplicación a la valoración catastral urbana, la principal limitación está en la cantidad de cálculos y valoraciones ambientales de ecosistemas urbanos que han de realizarse previamente para obtener el valor medio municipal que sirve de referencia, así como los errores acumulados que se produzcan en cada una de las valoraciones individuales de cada ecosistema urbano.

Sin embargo, en el método expuesto existen algunas limitaciones en su aplicación (no imputables directamente al método) como es la carencia de datos en los municipios, que obligan a efectuar extrapolaciones, a elegir unos indicadores respecto a otros y a descartar indicadores. Lo ideal sería que casi todos los indicadores estuvieran adaptados al ecosistema urbano objeto de valoración, hecho hoy por hoy todavía limitado. Por otro lado, los errores que se pueden cometer en los cálculos de los valores económicos, las estimaciones de costes unitarios, periodos de adaptación de la vegetación en los ecosistemas urbanos, errores en los cálculos matemáticos y financieros, pueden influir negativamente en el valor final no reflejando el valor ambiental real. En cualquier caso, este método es una herramienta muy válida que debe ser objeto de posteriores desarrollos en los que se está trabajando.

Anexo 1
Determinación de los cálculos numéricos de la valoración ambiental
para la zona ruderal de El Valle (Torrejón de Ardoz)

Parámetros básicos de cálculo

Indicadores

Indicadores de Presión	Indicadores de Estado	Indicadores de respuesta
P1 = 1,25	E1 = 0,81	R1 = 0,94
P2 = 0,77	E2 = 0,01	R2 = 1
P3 = 0,58	E3 = 0	R3 = 0
P = 2,60	E4 = 0	R = 1,94
	E = 0,82	

Datos básicos

Concepto	Valor
Año de valoración	2001
Coefficiente de adaptación	0,95
Período de adaptación en años	6
Interés del capital	4%
Precio unitario de reforma por superficie	0,06 /m ²
Período entre reformas	8
Coste de construcción (año 2001)	119010,58
Coste de mantenimiento (año 2001)	3574,44
Tipo de gestión	Directa
Tipo de ecosistema urbano	Ruderal
Superficie	59.458 m ²

Inventario

Indicadores

Superficies		Árboles		Arbustos		Mobiliario urbano		
Concepto	m ²	Especie	Ud	No sanos	Especie	Ud	Tipo	Ud
Pavimento	0	<i>Alnus glutinosa</i>	5					
Terrizos	0	<i>Fraxinus excelsior</i>	320					
Césped	0	<i>Morus alba</i>	15					
Árboles	7920	<i>Populus nigra</i>	600					
Plantas	49868	<i>Salix alba</i>	320					
Juegos	0	<i>Tamarix gallica</i>	60					
Deportivos	0							
Agua	1670							
TOTAL	59458	TOTAL	1320	19%	TOTAL	0	TOTAL	0

Costes básicos

Presupuesto de construcción

Suma Ejecución Material	86214,56
Gastos Generales y Beneficio Industrial 19%	16380,7664
Suma	102595,326
IVA 16%	16415,2522
Total Ejecución por Contrata (Euros)	119010,58

Anexo 1

(continuación)

Costes de mantenimiento

Concepto	Horas	Euros/día	Total	Parciales
Mano de Obra				
Oficial	28	9,87	276,36	
Peón	42	8,46	355,32	
				631,68
Maquinaria	Horas	Euros/día	Total	Parciales
Máquina pala/retroexcav.	14	52,47	734,58	
Camión	14	33,95	475,3	
				1209,88
Materiales	Horas	Euros/día	Total	Parciales
Ud. Partida alzada	34	36	1224	
				1224
Suma				3065,56
Medios Auxiliares (6%)				183,9336
Suma				3249,4936
Gastos de Gestión y Administración (10%)				324,94936
Total				3574,443

Costes de reforma

Concepto	M2	Euros/m ²	Total	Frecuencia
Reforma Construcción m ² de zona ruderal	59.458	0,06	3.567,48	8 (años)

Valor económico

Valor de construcción

Concepto	Coste	IPC	Valor 2001
Reforma Construcción (01)	119010,58	1	119010,58

Valor de adaptación

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	V. Adap.
Cm	3574,44	3574,44	3574,44	3574,44	3574,44	3574,44	
(1 + i) ⁿ	1	1,04	1,0816	1,124864	1,16985856	1,2166529	
a	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
a (1 + i) ⁿ	0,95	0,988	1,02752	1,0686208	1,11136563	1,1558203	
Cm/a (1 + i) ⁿ	3762,5684	3617,8543	3478,706	3344,9096	3216,25926	3092,557	20512,85

Valor de mantenimiento

Concepto	Concepto	Euros	Capitalización	Valor año 7
Cm / (1+0,04) ⁶	Coste Mantenimiento 2001	3574,44	1,26531902	2824,932
Concepto	Concepto	Euros	Capitalización	Valor final
Cm6 / 0,04	Valor de mantenimiento	2824,9319	0,04	70623,3

Valor de reformas

Concepto	Concepto	Euros	(1+0,04) ⁸	(1+0,04) ⁸ -1	Valor final
CR / [(1+0,04) ⁸ -1]	Coste Reforma 2001	3567,48	1,3685691	0,36856905	9679,272

Valor ambiental

$\text{Valor Ambiental} = (E+R) \times V_{\text{Construcción}} + (P+E+R) \times [V_{\text{Adaptación}} + V_{\text{Mantenimiento}} + V_{\text{Reforma}}]$				
Valor ambiental total = 868.839,87 Valor ambiental por m ² = 14,61 €/m ²				

Bibliografía

AEPJP, (1990 y 1999): "Método de valoración del arbolado ornamental. Norma Granada". Asociación Española de Parques y Jardines Públicos, Madrid. Versión 1990, 66 pp. Actualización. 1999, 71 págs.

AZQUETA, D., (1994): "Valoración económica de la calidad ambiental". Mc Graw-Hill. Madrid. 299 págs.

CABALLER, V., (1999): "Valoración de árboles frutales, forestales medioambientales y ornamentales". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 247 págs.

ENGELKING, C., (1995): "Evolution des alignements et quinconces d'arbres dans les parcs historiques. Tentative d'explication pour des propositions de gestion". Institut pour le Développement Forestier. Paris. 56 págs.

GARROD, G.; WILLIS, K.G., (1999): "Economic Valuation of the Environment. Methods and Case Studies". Edward Elgar Publishing. Cheltenham, Glos, United Kingdom. Northampton, Massachusetts, USA. 384 págs.

HADDAD, Y., (1996): "Approche de la gestion et du fonctionnement des plantations d'arbres d'alignement en milieu urbain au travers d'une démarche pluridisciplinaire physiologique, économique, paysagère et socio-politique". Université Paris 7 - Denis Diderot. 232 págs.

KONIJNENDIJK, C., (1997): "Urban forestry: overview and analysis of european forest policies. Part I: Conceptual framework and european urban forestry history". Working Paper 12. European Forest Institute. Joensuu, Finland. 130 págs.

KONIJNENDIJK, C., (1999): "Urban forestry: comparative analysis of policies and concepts in Europe. Contemporary urban forestry policy-making in selected cities and countries of Europe". Working Paper 20. European Forest Institute. Joensuu, Finland. 266 págs.

KRISTRÖM, B.; LAITILA, T., (2002): "Stated preference methods for environmental valuation: a critical look". Remitido a Folmer, H. & T. Tietenberg (2003) International Yearbook of Environmental and Resource Economics, Edgar Elgar, Cheltenham, U.K. 44 págs.

KUCHELMEISTER, G., (2000): "Árboles y silvicultura en el milenio urbano". UNASYLVA nº 200, vol. 51, págs. 49 - 55.

MAILLIANT L.; BOURGERY, C., (1993): "L'arboriculture urbaine". Institut pour le Développement Forestier. Paris. 318 págs.

MEDINA, M.J., (2003): "Valoración ambiental de los ecosistemas urbanos. Aplicación en

Madrid". Tesis Doctoral. E.T.S.I. Montes, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. 284 págs.

MARTÍNEZ, J.; MEDINA, M.; HERRERO, M.A., (1992): "Árboles en la ciudad. Fundamentos de una política ambiental basada en el arbolado urbano". Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid. 197 págs.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, (2000): "Indicadores ambientales. Una propuesta para España". Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid. 146 págs.

MOGAS, J.; RIERA, P., (2001): "Comparación de la ordenación contingente y del experimento de elección en la valoración de las funciones no privadas de los bosques". Economía Agraria y Recursos Naturales, nº 2, págs. 125 - 147.

MURRAY, S., (1996): "Gestión de la influencia de los bosques en las zonas urbanas y periurbanas". UNASYLVA nº 185, vol. 47, págs. 38 - 44.

PEARCE, D.W.; TURNER, R.K., (1995): "Economía de los recursos naturales". Colegio de Economistas de Madrid - Celeste Ediciones, Madrid. 448 págs.

PRIETO, A.; DÍAZ BALTEIRO, L. y GARCÍA RODRIGO, A., (1999): Valoración de montes arbolados. (II). Valoración medioambiental. Catastro: Revista de la Dirección General del Catastro, nº 36, págs. 37 - 52.

RAIMBAULT, P.F., (2001): "El diagnóstico morfo-fisiológico en la valoración de árboles". Taller diagnosis y estado de desarrollo en los árboles. IV ISA Congreso Europeo y V Español de Arboricultura. Valencia, 7 de junio de 2000. Traducido por A. Hidalgo en julio 2000. Revista de Arboricultura. La Cultura del Árbol, nº 28. Asociación Española de Arboricultura, págs. 15 - 24.

RIERA, P., (1994): "Manual de valoración contingente". Ministerio de Economía y Hacienda. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid. 176 págs.

RIERA, P., (2001): "Provisión óptima de suelo urbano para usos no lucrativos. El valor de las zonas verdes". Catastro: Revista de la Dirección General del Catastro, nº 41, págs. 55 - 66.

ROMERO, C., (1997): "Economía de los recursos ambientales y naturales". Alianza Economía, Madrid. 214 págs.

SÈNE, E.H., (1993): "Plantaciones y bosques urbanos y periurbanos en el Sahel". UNASYLVA nº 173, vol. 44, págs. 45 - 51.

STEFULESCO, C., (1993): "L'urbanisme végétal". Institut pour le Développement Forestier, Paris. 323 págs.

SUKOPP, H. Y WERNER, P.; (1989): "Naturaleza en las ciudades". Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid. 222 págs. ■