HACIA LA MEDIDA DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS MODELOS TERRITORIALES URBANOS. NOTAS A PARTIR DE TRES ESTUDIOS DE CASO [1]

Por
María Ángeles Díaz et Al.

INTRODUCCIÓN

El término *sostenibilidad* se repite en la actualidad de manera constante tanto en la literatura científica como en el discurso político y en los medios de comunicación de masas. Indudablemente se trata de un concepto relevante, aunque también ambiguo, al que, en nuestra opinión, se deben realizar aproximaciones conceptuales y metodológicas que permitan una mayor concreción y la posibilidad de diseñar instrumentos para su medida.

La aportación de la Geografía a un campo de estudio de tal relevancia y actualidad es indudable y enlaza con la perspectiva geográfica en el estudio de los modelos territoriales, de la conceptualización de la ciudad en sí misma, de sus componentes básicos y su funcionamiento. Con este artículo pretendemos contribuir al reconocimiento de la labor del profesor Bosque en el estudio y difusión de las diferentes perspectivas que adopta la geografía en el estudio del fenómeno urbano y la evolución conceptual y metodológica que ha experimentado (Bosque Maurel, 1981, 1986), así como en el estudio de las transformaciones sociales y culturales de las ciudades en la era de la globalización (Bosque Maurel, 2000). Como su obra evidencia, la perspectiva ambiental en el análisis urbano ha sido una de las características distintivas de la aproximación al estudio de las ciudades desde la Geografía (ver, por ejemplo, AAVV, 1995).

[1] Trabajo realizado en el marco del Proyecto de Investigación titulado *Crecimiento urbano y sostenibilidad en la Comunidad de Madrid. Una aproximación a los factores explicativos de los cambios recientes de usos del suelo* (referencia CCG06-UAH/HUM-0670), financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid (Dirección General de Universidades e Investigación) y la Universidad de Alcalá

En este artículo se plantea el diseño de medidas de sostenibilidad aplicables a los modelos territoriales urbanos. A partir de tres experiencias de análisis, se discuten aspectos conceptuales y metodológicos (indicadores, escalas de análisis, unidades espaciales de referencia) y se reflexiona sobre las posibilidades y limitaciones de este tipo de estudios. En concreto se presentan tres estudios de caso en los que se han elaborado sistemas de indicadores de sostenibilidad. Dos de ellos han sido realizados en la ciudad de Alcalá de Henares; el tercero corresponde a un proyecto en curso, destinado a la evaluación en términos de sostenibilidad de la evolución territorial metropolitana, que se está implementando paralelamente en las regiones metropolitanas de Concepción (Chile) y Madrid (España). En este artículo hemos optado por presentar exclusivamente el diseño de la investigación, sin descender a la descripción de sus resultados. Esta opción deriva de nuestro interés en centrar la discusión en las preguntas de tipo conceptual y metodológico que nos hemos hecho en el momento de diseñar nuestras investigaciones; y también en enunciar los principios generales que son comunes a los tres estudios así como las diferencias que hemos establecido entre unos y otros como consecuencia de la naturaleza del fenómeno estudiado y la escala a la que se aborda. A todas estas cuestiones previas dedicamos el primer apartado del artículo.

INTERROGANTES Y OBJETIVOS EN EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS MODELOS TERRITORIALES URBANOS

En los últimos años, el estudio de las ciudades desde una perspectiva de sostenibilidad ocupa a científicos y planificadores, tanto más cuanto los actuales procesos de crecimiento urbano están revelando unos patrones con evidentes costes ambientales, sociales y también económicos. Un desafío especialmente interesante para estas líneas de investigación reside en la búsqueda de procedimientos conceptualmente sólidos y metodológicamente justificables para medir la sostenibilidad de los modelos territoriales. En los últimos años se ha elaborado una abundante literatura sobre el uso de indicadores para el diagnóstico de la sostenibilidad urbana. La lectura de muchos de los trabajos dedicados a la cuestión revela la conveniencia de seguir investigando en la búsqueda de medidas operativas para un concepto tan vago como el que nos ocupa, y plantea también el interés de reflexionar

sobre su aplicabilidad a diferentes contextos y escalas, así como la necesidad de profundizar en aspectos operativos como pueden ser la naturaleza de la información disponible, los tipos de indicadores a utilizar o las unidades territoriales de referencia para su aplicación. La cuestión supone un triple reto para los científicos en lo que supone de reflexión teórica, de discusión metodológica y posible aplicabilidad en políticas y planes territoriales.

La aproximación teórica y conceptual es imprescindible, por supuesto, para acotar el significado de un concepto tan ambiguo y comprehensivo como el de sosteniblidad. En el tema que nos ocupa, la literatura científica sobre la *ciudad sostenible* –ya sea desde el campo de la economía, la geografía, la sociología, la ecología u otras disciplinas- es en la actualidad prácticamente inabarcable por extensa. Muy interesantes, por lo que suponen de aproximación desde las políticas urbanas, son los documentos elaborados por instancias oficiales tanto europeas como españolas (Comisión Europea, 1998, Ministerio de Medio Ambiente, 2006, Unión Europea, 2007) en los que se definen el modelo de ciudad y de desarrollo urbano sostenible. Sus propuestas y directrices para las políticas urbanas ayudan a definir los atributos de la sostenibilidad y, a partir de ellos, establecer los criterios de los que posteriormente se derivarán medidas e indicadores concretos. Estos documentos oficiales de alguna manera nos han permitido tender un puente entre la teoría y las medidas operativas.

Por supuesto, no se puede olvidar la aplicabilidad de los estudios destinados a la medida empírica de la sostenibilidad territorial en los nuevos instrumentos normativos y de evaluación ambiental de obligado cumplimiento derivados de Directivas y Leyes recientemente aprobadas en Europa y España. *La Directiva Europea relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas sobre el medio ambiente* (Evaluación Ambiental Estratégica, EAE), y su consiguiente trasposición a la legislación española, y las determinaciones sobre evaluación de la sostenibilidad del planeamiento urbanístico derivado de la nueva Ley del Suelo española (Fidalgo, 2007) nos están exigiendo el desarrollo de metodologías sencillas, al tiempo que rigurosas, para el diagnóstico de planes territoriales desde criterios de sostenibilidad. No olvidemos tampoco que el actual auge de la *planificación participativa* demanda un lenguaje claro, inequívoco y directo en cualquier proceso de comunicación y participación pública en el proceso planificador, a lo que puede ayudar este tipo de estudios.

Definición de conceptos y acotación del fenómeno a estudiar

Como hemos dicho, los documentos científicos y las declaraciones desde instancias políticas sobre el concepto de *urbanismo sostenible* nos permiten determinar los atributos que debe poseer un modelo de ciudad calificable como tal. De la abundante literatura sobre la cuestión extraemos aquí dos definiciones que nos parecen comprehensivas. La primera de ellas, propuesta por Sorensen et al. (2005), considera que un modelo urbano sostenible es aquel que proporciona un ambiente saludable para la vida y el trabajo, posee una infraestructuras de abastecimiento y saneamiento satisfactorias, presenta unos servicios adecuados para el desarrollo social y económico y mantiene unas relaciones ecológicas equilibradas con los ecosistemas locales y globales. La segunda, enunciada en la *Estrategia de Medio Ambiente Urbano* española (Ministerio de Medio Ambiente, 2006), establece como objetivos del urbanismo sostenible los siguientes: Crear ciudad y no urbanización; ordenar la expansión urbana, reciclando tejidos urbanos y vinculando la nueva urbanización a la ya existente; mezclar rentas y culturas en el mismo tejido; reducir el proceso urbanizador así como sus impactos; aumentar la complejidad urbana en los tejidos urbanos existentes creando nuevas áreas de centralidad y potenciando la mezcla de usos urbanos y la proximidad como base de la accesibilidad; aumentar la calidad urbana, en especial de la red de espacios y equipamientos públicos; y vincular la urbanización y los equipamientos al fomento del desplazamiento en transporte público, a pie y en bicicleta.

Un paso más en la conceptualización del término en relación con la ciudad nos lleva a intentar establecer los atributos del *desarrollo urbano sostenible*. Este concepto tiene para nosotras el interés de que puede ya ser aplicable a la medida territorial empírica de la sostenibilidad en los instrumentos de planeamiento urbanístico, lo que hemos hecho en uno de nuestros estudios de caso. A partir de lo establecido en diversos documentos científicos e institucionales (Franchini y Dal Cin, 2000, Rueda, 2004, Generalitat de Catalunya, 2003, Maestu et al., 2003), estos atributos serían:

• Una utilización racional del recurso suelo, tratando de reducir la expansión urbana, promoviendo el reciclaje de tejidos urbanos preexistentes y evitando los desarrollos urbanísticos de baja densidad.

• Una conjunción entre las necesidades de crecimiento y la preservación de valores naturales y culturales

• Una estructura urbana compacta y abarcable

• Una ordenación de las actividades que favorezca la proximidad a los ciudadanos y una distribución equitativa de los recursos

La consideración de estos atributos nos conduce ya a adoptar una aproximación territorial en el estudio de la sostenibilidad urbana y su medida. Independientemente de que desde la Geografía se pueda plantear una perspectiva muy general del concepto de sostenibilidad o sea factible abordar aspectos muy diversos de este *fenómeno*, consideramos que nuestra disciplina se encuentra en una posición privilegiada para evaluar la sostenibilidad de los modelos territoriales, entendiendo como tales las estructuras espaciales y la distribución en el territorio de actividades, usos del suelo, núcleos de población o grupos humanos. Proponemos por tanto, un estudio de la dimensión territorial de la sostenibilidad: analizar los componentes espaciales/territoriales de un concepto que, según la literatura científica más general, posee dimensiones sociales, económicas y ambientales.

En este objetivo, nuestra primera pregunta de investigación ha residido en definir lo que entendemos por *modelo territorial urbano*, que consideramos es un concepto más amplio que el de modelo de ocupación del suelo. En nuestra opción conceptual, el modelo territorial urbano comprende todos los componentes de la ciudad en su dimensión espacial, es decir:

- La estructura física y forma urbana: entramado viario y parcelario, tipologías de edificación; infraestructuras viarias.
- La estructura y relaciones funcionales: jerarquía y complementariedad de los núcleos de población.
- Los flujos e intercambios entre áreas urbanas. Los desplazamientos de bienes y personas.
- El modelo de ocupación del territorio: usos del suelo y medio natural.
- La organización territorial de la población según características sociodemográficas.

Se trata de una aproximación netamente espacial: partimos de considera que la forma en la que están distribuidos estos componentes influye en la sostenibilidad ambiental y económica (consumo de energía, generación de desplazamientos, funcionamiento diario, consumo de recursos…etc.), y también en la calidad de vida y equidad social de ciudades y espacios metropolitanos.

A ello añadimos un concepto también fundamental en las actuales perspectivas sobre urbanismo sostenible (Franchini y Dal Cin, 2000, Rueda, 2004, Fariña Tojo, 2006) que es el del territorio como un recurso que, al igual que el resto de bienes naturales, debe estar sujeto a los principios del ahorro y el uso sostenible, más aún cuando puede ser considerado como un recurso difícilmente renovable (EEA, 2006b, pp. 6 y ss).

Nuestro objetivo por tanto en el diseño de estas investigaciones ha sido medir la sostenibilidad de los modelos territoriales urbanos, planteándola respecto a dos aspectos: las estructuras espaciales y el consumo del territorio. Esta perspectiva territorial, consideramos, puede ser directamente relacionada con la Ordenación del Territorio y el Urbanismo, como prácticas destinadas a definir la estructura espacial de ciudades y territorio y, en el caso concreto del planeamiento urbanístico, su modelo de ocupación del suelo.

Una vez definido el fenómeno a evaluar, nos planteamos la segunda pregunta de investigación, de tipo metodológico esta vez: Qué criterios adoptar para la evaluación de la sostenibilidad y qué medidas operativas utilizar para realizar un diagnóstico. Respecto a los criterios, partiremos de los atributos de la ciudad y el territorio sostenibles, extraídos de la literatura científica consultada, y respecto a la medida, hemos optado por el desarrollo de diferentes Sistemas de Indicadores, apropiados a cada caso de estudio.

Partimos de considerar los indicadores como instrumentos adecuados para la evaluación, el seguimiento y la información pública en el diagnóstico de situaciones y políticas territoriales. Esta dimensión pública o social de los indicadores hace que sea una obligación de los científicos desarrollar medidas sencillas y expresivas que permitan una fácil comunicación con la sociedad, al tiempo que el rigor científico les exige que sean coherentes con un marco teórico/conceptual y no simplificadoras de la realidad.

Intentando cumplir con esta exigencia, en nuestro trabajo utilizamos como instrumento de evaluación los Sistemas de Indicadores. Éstos constituyen construcciones comprehensivas, sistemáticas, ordenadas y coherentes con un marco teórico, destinadas a evaluar un fenómeno en todas sus dimensiones. A diferencia de los listados no estructurados de indicadores, los Sistemas proporcionan un esquema en el que los indicadores se encuentran ubicados en relación a un todo articulado. No se limitan a recopilar y presentar un conjunto de datos, sino

que trata de encontrar las relaciones entre ellos, de manera que la relevancia de un indicador no se debe sólo a sus cualidades intrínsecas, sino también a su ubicación y relaciones con el resto de indicadores (Castro Boñano, 2002, Guttman et al., 2004, Repetti y Desthieux, 2006).

En los últimos años ya se han desarrollado sistemas de indicadores de sostenibilidad urbana, especialmente a escala local (ver por ejemplo, Comisión Europea, 2000, y una recopilación en Lavalle et al., 2002) de los que se pueden extraer algunas interesantes medidas de tipo territorial. Aun así, y como señala Escolano, 2002, no existe un conjunto sistemático de indicadores aceptados para la medida de la sostenibilidad urbana. Y quizás no debe haberlo, porque la diversidad de contextos, tanto territoriales como socioeconómicos, en los que se podrían aplicar obliga a establecer medidas específicas en cada caso. Lo que sí debe haber es una discusión de los conceptos generales, de los componentes de los problemas, de los atributos y criterios de sostenibilidad y la posible relación entre los mismos, a la hora de evaluar los modelos urbanos.

En la elaboración de un Sistema de Indicadores la definición del marco conceptual debe ser fundamental. Este marco permite hacer explícita la relación entre los criterios o atributos de sostenibilidad de los que se parte y los indicadores que se establecen para su medida. Además este marco conceptual proporciona la base para estructurar el Sistema en componentes, variables e indicadores. Éste es el proceso que hemos pretendido seguir en nuestros análisis.

En estas investigaciones, hemos aplicado *indicadores territoriales*. Entendemos como tales aquellos que están destinados a medir las diferencias espaciales en la situación de cualquier fenómeno, y también aquellos que reconocen esas diferencias como consecuencia de la estructura espacial de la ocupación del suelo, redes de transporte, localización de recursos o tipologías residenciales. Es decir, estos indicadores estarán dirigidos fundamentalmente a evaluar la sostenibilidad de los modelos territoriales, a diferencia de la naturaleza *a-espacial* de muchos de los indicadores de sostenibilidad al uso (consumo de energía, ver, por ejemplo, Hernández Aja, 2003).

Esta opción metodológica nos obliga a trabajar sobre unidades territoriales de referencia (ya sean zonas de transporte, sectores urbanísticos o municipios), y también a plantearnos otras cuestiones operativas como la selección de la escala y nivel de detalle espacial en el que

se trabaja, a recordar el efecto de las fronteras administrativas en un espacio continuo, o a proponer la integración de unidades espaciales en otras de mayor tamaño, para poder diseñar variables – indicadores que sean apropiados para el tema de estudio.

Terminamos este epígrafe realizando una presentación general de los tres estudios de caso, evidenciando las similitudes y diferencias que existen entre ellos:

- Planteamos los estudios a diferentes escalas: infralocal, local y regional

- Trabajamos con ciudad existente, en el primero de los casos, con ciudad planificada en el segundo, y tratamos de evaluar el proceso de evolución territorial urbana en el último de ellos.

- El primero de los ensayos corresponde a una evaluación sectorial (movilidad y transporte), mientras los restantes pretende analizar todos los componentes del modelo territorial de ciudad o región metropolitana.

- Aunque en los tres casos estamos más bien interesadas en la correcta definición y estructuración del Sistema de Indicadores, en el segundo de los ensayos –destinado a evaluar el modelo de ocupación del suelo definido en el planeamiento urbanístico– nos planteamos cuestiones concretas como la adecuación de los indicadores a diferentes instrumentos (Plan General de Ordenación Urbana, planeamientos de desarrollo) y la correcta traducción de conceptos de planeamiento urbanístico en el diseño de los indicadores.

PRIMERA APLICACIÓN. UN SISTEMA DE INDICADORES PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD DE LA MOVILIDAD Y EL TRANSPORTE URBANO EN ALCALÁ DE HENARES

Los conceptos de *movilidad y transporte sostenibles* se sitúan en el núcleo de la investigación sobre la sostenibilidad urbana y también en la base de las políticas urbanísticas, como elementos fundamentales que son de la estructura y funcionamiento de las ciudades. En este epígrafe se presentan el diseño general y los primeros resultados de un trabajo destinado a la elaboración de un *sistema de indicadores territoriales de sostenibilidad de la movilidad y el transporte urbanos*. El propósito final es evaluar la sostenibilidad de un modelo de ciudad -con sus diferencias internas- desde la perspectiva de la movilidad y el

transporte. Alcalá de Henares -una ciudad mediana del Área Metropolitana de Madrid que ha experimentado en los últimos años un fuerte crecimiento urbanístico- constituye el área de estudio. Un desarrollo más completo de nuestro análisis se puede encontrar en Díaz et al (2007) y Salado García et al (2006).

Los indicadores de movilidad y transporte se han incorporado de manera común a los sistemas de indicadores desarrollados para medir el medio ambiente y la sostenibilidad urbana. Por citar ejemplos muy conocidos, podemos recordar los incluidos en el Informe Dobris (Agencia Europea de Medio Ambiente, 1998), o los que forman parte de la propuesta de indicadores locales de la Comisión Europea (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2000). En ellos, aspectos de la movilidad (atributos de los desplazamientos como volumen, modo o distancias recorridas), transporte (infraestructuras, impactos) o tráfico (intensidad, siniestrabilidad) aparecen entre los componentes de la ciudad a evaluar.

Respecto a los sistemas de indicadores de sostenibilidad destinados en exclusiva a la movilidad y el transporte urbano se pueden consultar las interesantes revisiones elaboradas por Gudmunsson (2001 y 2003) o bien las oportunas discusiones sobre el tipo y diseño de los indicadores y su adaptación a los sistemas PER y DPSIR, por ejemplo en Nunes (2001), Litman (2005), SUMMA (2005), y Gilbert et al (2002). Respecto a la estructura conceptual de los sistemas de indicadores, se reconoce que es más fácil establecer los atributos de un modelo de transporte sostenible (eficiencia, equidad, minimización de impactos y uso de recursos) que los de una movilidad sostenible, concepto mucho más vago y, por tanto, de difícil conversión en medidas operativas (Gudmunsson 2001 y 2003). También difícil nos ha sido encontrar indicadores que midan la relación entre el modelo urbano (distribución de usos, morfología urbana, tipología de edificación) y los patrones de movilidad desde la perspectiva de la sostenibilidad aunque es cierto que existe una interesante literatura respecto a los condicionantes del modelo territorial sobre la movilidad y el transporte, tanto a escala urbana como metropolitana-regional (Fariña y Pozueta, 2001, Camagni y otros, 2002, Pozueta y Ojauguren, 2005, Gutiérrez Puebla y García Palomares 2005, Díaz et al, 2006).

En el diseño de nuestra investigación, hemos tratado de relacionar el modelo urbano con la movilidad, en este caso con la intención de evaluar su sostenibilidad y de reconocer las posibles diferencias inter-

nas en la ciudad inducidas por las tipologías residenciales, el diseño urbano, la organización espacial de usos y funciones y la estructura el sistema de transporte público. Para ello planteamos la estructura conceptual de un sistema de indicadores de movilidad y diseñamos un conjunto de indicadores aplicable a escala intraurbana.

En nuestra intención de incidir en las diferencias internas en la ciudad, el caso de Alcalá de Henares resulta especialmente interesante, debido a que en los últimos 15 años está pasando de un modelo urbano tradicional, muy *nucleado* por el centro histórico y sus aledaños, a un modelo más fragmentado espacialmente y de mayor complejidad funcional. De alguna manera nos encontramos ante dos modelos urbanos que se ha sucedido en el tiempo y ahora coexisten. El sistema de transporte público urbano –todavía básicamente una red radial a partir del centro urbano– es una herencia del modelo urbano tradicional. Para el objetivo de nuestra investigación, diseñamos un sistema de indicadores compuesto por un conjunto de componentes derivados directamente de los que consideramos atributos de un modelo de movilidad sostenible, lo que proporcionaría consistencia conceptual al sistema de indicadores. Estos atributos, en nuestra opinión, son:

- Unos *patrones de movilidad* caracterizados por un número poco elevado de desplazamientos, especialmente los de largo radio, y un uso mayoritario de medios no motorizados.
- Un *sistema de transporte público* eficaz y espacialmente equitativo, que favorezca tanto o más la accesibilidad que la movilidad de la población y que garantice la interconectividad y la intermodalidad (tanto a escala intra como interurbana).
- Un *modelo urbano* caracterizado por la densidad y mezcla de uso -que minimice la necesidad de desplazamientos de largo radio- y por el bajo impacto ambiental y social de las infraestructuras de transporte, tanto en cuanto a ocupación del suelo como a impactos y efecto-barrera.

Estos tres atributos se derivaron en tres componentes, que estructuran el Sistema de Indicadores. Cada uno de los componentes se desglosa en un conjunto de variables, para las que posteriormente se diseñarían los indicadores apropiados. En un estadio inicial (Componente–variable) el Sistema de Indicadores elaborado fue el siguiente:

Cuadro nº 1. Movilidad y transporte. Presentación general del Sistema de Indicadores

Componente 1.- Movilidad observada	
Variables:	o Desplazamientos no motorizados o Desplazamientos en transporte público o Medio de transporte según motivo o Duración media de los desplazamientos intra e interurbanos
Componente 2.- Sistema de Transporte público	
Variables:	o Dotación y calidad o Estructura de la red y Accesibilidad o Intermodalidad
Componente 3.- Modelo urbano	
Variables:	o Densidad de población o Fragmentación del espacio urbanizado o Mezcla de usos del suelo o Impacto infraestructuras 1. *Consumo de espacio* o Impacto infraestructuras 2. *Efecto barrera* o Impacto infraestructuras 3. *Impacto social y ambiental*

En este sistema, los indicadores del componente *movilidad* tienen como objetivo evaluar el comportamiento observado de la población en sus tres vertientes más relevantes (modo, motivo y duración de los viajes), y también en parte permiten definir la demanda de transporte. La evaluación del *transporte público* se centra en su adecuación a la distribución espacial de población y funciones urbanas, y, además, trata de medir dos conceptos que se consideran clave en el nuevo paradigma del transporte sostenible: accesibilidad e intermodalidad.

Las variables de *urbanismo*, por su parte, se introducen aquí con varios objetivos. En primer lugar, pretendemos aproximarnos a una valoración (desde el punto de vista de la movilidad) de los diferentes modelos urbanísticos coexistentes actualmente en las ciudades. Para ello incorporamos variables que se reconocen en la actualidad como determinantes de la *sostenibilidad urbanística* (fragmentación espacial, densidad demográfica, diversidad funcional). Estas variables, además, servirán de ayuda para interpretar los resultados de los otros dos componentes, en la hipótesis de que diferentes modelos urbanos derivan en diferentes patrones de movilidad. Otras tres variables se destinan a reconocer el impacto ambiental y social de las infraestructuras de transporte. Para la elaboración de este componente hemos partido del modelo de ocupación del suelo de la ciudad. Queremos tam-

bién señalar que, aunque el conjunto del análisis presentado se podría considerar como una aproximación a las relaciones entre el modelo de ciudad y la movilidad y el transporte, en el caso de este componente nos detenemos en indicadores directos de urbanismo a una escala que podríamos definir como infra-local.

En este estudio hemos adoptado una perspectiva intraurbana, tratando de reconocer los diferentes modelos de movilidad en zonas tradicionales y nuevos desarrollos dentro de una misma ciudad y valorándolos en términos de sostenibilidad. Para la medida de los indicadores ha sido necesario utilizar unas unidades territoriales de carácter infra-municipal, por lo que se ha acudido a las Zonas de Transporte definidas por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid para la elaboración de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2004, una de las fuentes fundamentales del estudio junto a la red de transporte público y el mapa de ocupación del suelo de la ciudad. Los resultados del análisis – que no reproducimos aquí- han permitido reconocer las relaciones entre los modelos urbanísticos (características formales y funcionales de las áreas urbanas) y los patrones de movilidad y transporte.. Así, de acuerdo a lo esperado, las áreas centrales de la ciudad de Alcalá, compactas y diversas funcionalmente, presentan en general unos patrones de movilidad más sostenible (mayor volumen de desplazamientos no motorizados o en transporte público), lo que es favorecido por una red de transporte público que todavía reproduce la estructura nuclear de la ciudad tradicional y, por tanto, está mejor dotada en las zonas centrales de la misma.

Respecto a una evaluación del diseño y resultados de nuestro estudio, se pueden destacar tres aspectos:

• La aplicabilidad a la planificación urbanística de este tipo de estudios: indicadores como los aquí elaborados pueden detectar la relación entre movilidad y diseño urbano y propiciar una orientación de los planes hacia una estructura física, una distribución de las actividades y funciones y una oferta de transporte público en la ciudad destinada a conseguir un modelo sostenible. Como todos sabemos, las consecuencias negativas de los actuales patrones que el crecimiento urbano está adoptando en los espacios metropolitanos –extenso, fragmentado y disperso- hacen ver claramente la necesidad de coordinación entre planificación urbanística y planificación del transporte.

• Por supuesto, una aproximación estrictamente urbanística al estudio de la movilidad y el transporte en la ciudad constituye una simpli-

ficación de un fenómeno que es complejo en esencia. Los perfiles sociodemográficos de nuestras ciudades, los estilos de vida de su población y los cambios que están experimentando en las últimas décadas constituyen un factor fundamental en la explicación de los patrones de movilidad, que escapan al objetivo de nuestro trabajo pero no deben olvidarse a la hora de interpretarlos.

• En casos como el de nuestra ciudad de estudio, Alcalá de Henares, una perspectiva desde el contexto territorial es imprescindible. En los espacios metropolitanos es necesario combinar tres escalas de análisis (metropolitana, local e infralocal) para poder comprender y evaluar el modelo de movilidad y transporte desde una perspectiva de sostenibilidad.

SEGUNDA APLICACIÓN: PROPUESTA DE EVALUACIÓN DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO MUNICIPAL. APLICACIÓN AL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES

La progresiva integración de los aspectos ambientales en la valoración de planes y programas ha culminado en la directiva europea SEA (2001/42/EC) y, en la normativa española, en la ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (Parejo Navajas, 2006). Así, la ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo, habla por primera vez de la necesidad de una evaluación ambiental previa de los planes urbanísticos y del seguimiento de su desarrollo urbano. Supone, por tanto, una excelente oportunidad para incorporar definitivamente a nuestra planificación urbanística y territorial las aportaciones conceptuales y metodológicas que desde hace una veintena de años se vienen desarrollando bajo el nombre de Evaluación Ambiental Estratégica .

No obstante, el trabajo que aquí presentamos tiene un objetivo más modesto. Plantea un sistema de indicadores que nos acerque a una valoración de la sostenibilidad territorial de las nuevas piezas residenciales proyectadas en un Plan General de Ordenación Urbana, por lo que debe atender al concepto de desarrollo urbano sostenible.

Si bien existe un debate abierto sobre lo que debe entenderse por desarrollo urbano sostenible, hay algunas aseveraciones relativas a los espacios que no deben ser ocupados la ciudad, sobre las que difícilmente cabría la discusión:

• La ciudad no debe expandirse ocupando zonas de alto valor ecológico o pertenecientes a espacios naturales protegidos

• La ciudad debe evitar la ocupación de suelos que por sus características sean inadecuados para la urbanización

Sin embargo, es claro que esos dos criterios, aisladamente, no aseguran un modelo urbano sostenible, entendiéndose como tal una estructura física y funcional que minimice los impactos negativos sobre el entorno y maximice tanto la eficacia en el consumo de recursos como en la satisfacción de las necesidades de movilidad y realización de actividades de la población urbana. Por ello, junto a los criterios anteriores, existe un amplio consenso en que:

• Se deben favorecer ciudades razonablemente compactas y de densidades medias, evitando los crecimientos difusos o desordenados (ley 8/2007; Mörtberg et al. 2007)

• Se debe propiciar la rehabilitación / regeneración de la ciudad y minimizar su expansión en superficie (Carta de Aalborg, ley 8/2007)

• La esencia urbana es el intercambio de información y el contacto social; para maximizarlos la ciudad debe:

- Proporcionar una adecuada dotación de zonas verdes y espacios públicos (Rueda, 2002; López de Lucio, 2007).
- Evitar la fragmentación, tanto del propio espacio urbano como de los espacios rurales o naturales sobre los que se desarrolla (Parra, 1996; López de Lucio, 2007).
- Procurar la mezcla de usos compatibles (Lima y Krueger, 2004; Higueras, 2001)
- Mejorar el reparto de cargas y beneficios sociales y atenuar la segregación social (Rojas Quezada y Díaz Muñoz ,2006).

En el Sistema de Indicadores que proponemos, estos criterios se han agrupado en torno a tres ejes o componentes: costes ambientales del cambio en la ocupación del suelo, estructura física y organización funcional de la ciudad proyectada. Estos tres componentes son complementarios y están estrechamente relacionados entre sí. De este modo, los costes de ocupación definen cómo es el crecimiento de la ciudad en cuanto a los impactos directos que tiene sobre el suelo, mientras que la estructura física y la organización funcional definen el nuevo modelo urbano que se plantea.

• *Costes ambientales del cambio en la ocupación del suelo*. Posibles indicadores para medir esos costes serían: consumo de suelo

por las nuevas superficies urbanas, pérdidas de suelo de alta calidad paisajística y/o ambiental, ocupación de suelos no aptos para la edificación; superficie de nueva expansión en relación a la superficie rehabilitada. Son, todas ellas, medidas de superficie, relativizadas con respecto a un valor de referencia (superficie total en esa categoría en el plan anterior, superficie total municipal o superficie media en el contexto territorial al municipio).

• *Estructura física de la ciudad proyectada*. En Barcelona, Salvador Rueda ha propuesto varios índices para la evaluación de la sostenibilidad de las ciudades, entre los que se encuentran el de compacidad y el de compacidad corregida (Generalitat de Catalunya, 2003), que hemos adaptado en nuestro sistema de indicadores a los datos disponibles. La fragmentación del tejido urbano, bien debida a las barreras que suponen las grandes infraestructuras de transporte, los polígonos industriales o, incluso, unos espacios públicos sobredimensionados y desiertos es otro de los aspectos, sin duda, a valorar (López de Lucio, 2007). La evaluación de la calidad ambiental de la ciudad sobre los datos que puede aportar un Plan General ha de ceñirse necesariamente a la cuantía y disposición de las grandes zonas verdes y espacios libres, a aspectos relacionados con la cercanía entre usos parcial o totalmente incompatibles y de proximidad a áreas de riesgos, naturales o tecnológicos. Por último, incorporaremos un nuevos indicador de fragmentación pero, en este caso, aplicado sobre los espacios naturales y rurales circundantes, como forma de aproximarnos al modo en que se ha delineado el contacto con esos espacios (Geneletti et al, 2007; indicadores más complejos aplicados a situaciones similares pueden consultarse en Jaeger et al., 2007; Marull y Mallarach, 2005; Mörtberg et al., 2007).

• *Organización funcional de esa misma pieza urbana*. Nuevamente la apreciación que pueda hacerse de ese aspecto sobre los datos aportados por un Plan General es necesariamente incompleta y muy sujeta a las estimaciones que puedan hacerse sobre la distribución conocida de tipologías de ocupación. Siguiendo los ejemplos de García Cuesta y García Gómez (2004) y Escolano Utrilla y Ortiz Véliz (2004), hemos aplicado a nuestro caso de estudio índices de diversidad como el de Shannon. Dentro del mismo marco de la Teoría de la Información, hemos ensayado el uso de otros índices de riqueza y de abundancia/dominancia de usos; todos ellos profusamente utilizados en el área de la Ecología del Paisaje (Burel y Baudry, 2002; Español, 2006).

Cuadro nº 2. Sostenibilidad del planeamiento urbano. Presentación general del Sistema de Indicadores

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE PLANEMIENTO URBANÍSTICO (PLANES GENERALES) SISTEMA DE COMPONENETES Y VARIABLES
COSTES DE OCUPACIÓN • Cambio en la superficie de Suelo urbano, Suelo Urbanizable y Suelo No Urbanizable (con respecto a valores medios de su contexto territorial) • Pérdida de suelos de alta calidad ambiental o pertenecientes a ENPs • Ocupación de suelos no aptos para la edificación • Superficie de nueva expansión en relación a la superficie rehabilitada
ESTRUCTURA FÍSICA DE LA CIUDAD PROYECTADA • Compacidad y fragmentación del tejido urbano - Índice de compacidad - Índice de compacidad corregida - Fragmentación dentro del medio urbano • Calidad ambiental de la ciudad y riesgos - Dotación de zonas verdes - Superficie residencial cercana a suelo industrial - Superficie de ENPs afectadas por la industria - Superficie residencial expuesta a riesgo tecnológico - Superficie urbana expuesta a riesgo natural • Transición hacia los espacios rurales / naturales - Fragmentación producida sobre las áreas rurales / naturales
ORGANIZACIÓN FUNCIONAL DE LA CIUDAD PROYECTADA • Diversidad de usos • Riqueza de usos • Abundancia / dominancia de usos

Tras un primer ensayo sobre los indicadores mencionados hacemos una evaluación ambivalente. Nos parece que se han dado algunos pasos en la dirección correcta (propuesta de un conjunto de indicadores organizados como sistema, revisión y debate de los criterios defendidos mayoritariamente en la literatura científica reciente sobre modelos urbanos sostenibles).

No obstante, quedan interrogantes que debemos someter a una consideración más detenida: ¿es suficiente el nivel de detalle a que puede llegar un Plan General para evaluar de forma cabal la sostenibilidad de modelo urbano, o es más aplicable en el planeamiento de desarrollo, en el que la calificación de suelo 'dibuja' de una manera más precisa el modelo de distribución de usos del suelo y actividades

en el tejido urbano?; ¿cómo integrar la evaluación a distintas escalas o niveles de desarrollo del Plan?. Por otro lado, ¿pueden los índices de diversidad, conectividad y fragmentación procedentes de la Ecología del Paisaje analizar y comunicar ajustadamente la mayor o menor proximidad con una supuesta forma y distribución óptimas de usos urbanos? Por último, ¿son los sectores de planeamiento unidades espaciales adecuadas para aplicar estos indicadores?.

Esta propuesta de sistema de indicadores es, somos consciente, una meta parcial dentro de un proyecto más general de evaluación de la sostenibilidad de los modelos urbanos y territoriales. Además de los interrogantes que acabamos de señalar, hemos de reconocer que se trata de una primera aproximación porque:

• Se centra en la nueva ciudad proyectada y no valora de forma suficiente las interrelaciones con la ciudad existente ni con el contexto territorial en el que se encuentra (en ese caso la Región Metropolitana de Madrid).

• Es una valoración a *posteriori*, cuando uno de los principios de la Evaluación Ambiental Estratégica (bien se centre solo en cuestiones ambientales, bien aborde aspectos más generales de desarrollo sostenible; Bina, 2007) es la implicación en la fase de diseño del plan.

• Desde el punto de vista metodológico, queremos subrayar que se ensayan medidas diferentes para un mismo indicador. Esto hace que en el cuadro nº 2 aparezcan indicadores que se podrían calificar como redundantes. No los son, en el sentido que se presentan sólo como medidas alternativas que hemos ensayado para, más adelante, seleccionar aquellas que sean más apropiadas para el aspecto a medir.

TERCERA APLICACIÓN. HACIA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL MODELO DE DESARROLLO METROPOLITANO

En esta última aplicación nos planteamos la posibilidad de evaluar en términos de sostenibilidad los cambios que se han producido en las últimas décadas en la organización espacial y funcional de los espacios metropolitanos. La cuestión nos abre dos nuevas perspectivas conceptuales y metodológicas: la adopción de una escala supra-local y la introducción de la dimensión temporal.

En lo que se refiere a la escala, queremos subrayar el interés de realizar una aproximación regional-metropolitana a la evaluación de la

sostenibilidad de modelos territoriales que son muy frecuentemente supra-locales: pueblos y ciudades forman parte de regiones funcionales más extensas y sus problemas y posibilidades de desarrollo superan el ámbito local, por lo que es pertinente ampliar espacialmente el foco de la investigación, y también recordar la necesidad de un planeamiento territorial de escala regional.

La introducción de una dimensión temporal en el estudio de la sostenibililidad de los modelos territoriales metropolitanos se deriva de la actual preocupación por los costes ambientales, económicos y sociales de los actuales patrones de crecimiento urbano. Dos recientes informes de la EEA (2006 a y b) llaman la atención sobre las transformaciones en la ocupación del suelo del territorio europeo en las últimas décadas (ver Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2006, para el caso español) y sobre las características poco sostenibles del actual proceso de *Urban Sprawl*. Se trataría entonces de evaluar las características e intensidad de los cambios territoriales que han experimentado nuestros espacios metropolitanos.

Conceptualmente el reto de abordar la sostenibilidad de los modelos territoriales desde una perspectiva metropolitana abre muchos interrogantes. Si entendemos que el hecho que define a una región metropolitana es el conjunto de relaciones funcionales que se establecen entre sus municipios, debemos preguntarnos si existen modelos de relaciones funcionales más o menos sostenibles, diseñar indicadores que permitan evaluar la sostenibilidad de los flujos de bienes y personas (elemento que consideramos fundamental en la definición de una región funcional), introducir conceptos como jerarquía y complementariedad en el análisis, y comparar sistemas urbanos monocéntricos y policéntricos con todos sus matices. La cuestión es extraordinariamente compleja, por lo que supone de añadir a la evaluación de estructuras físicas o formales, la de sus componentes de funcionamiento. Somos conscientes de la dificultad de abordar de manera comprehensiva todos y otros muchos aspectos, y, en este estadio inicial de la investigación, nos hemos centrado exclusivamente en tratar de diseñar un sistema de indicadores para evaluar la sostenibilidad del proceso de evolución del modelo territorial metropolitano.

Como dijimos en la introducción de este artículo, esta experiencia de investigación se está desarrollando paralelamente en las regiones metropolitanas de Madrid y Concepción (Chile). Existe ya una interesante literatura sobre los patrones de crecimiento urbano, las transformaciones espaciales y los nuevos modelos territoriales en ambas regio-

nes (ver, por ejemplo, López de Lucio, 2004, Gutiérrez Puebla y García Palomares, 2007, y Vásquez et al, 2005), que describe el proceso en términos de fragmentación y dispersión física, pero también de simplificación social y funcional, y que destaca los costes ambientales del proceso de cambios en la ocupación del suelo.

En nuestro ensayo hemos tratado de sistematizar la evaluación de esos cambios en un conjunto de indicadores estructurado en dos componentes (consumo de suelo y coste ambiental de la sustitución de usos). Con ello, nos centramos casi exclusivamente en evaluar la dimensión ambiental de la sostenibilidad. De esta forma, el criterio de sostenibilidad que reside en la definición de componentes e indicadores es el de la *minimización de costes ambientales en el proceso de urbanización*, traducida en los objetivos de:

- Reducir o limitar el consumo de suelo por habitante
- Procurar densidades residenciales medias
- Regenerar o rehabilitar suelo ya urbanizado
- No ocupar suelos de alto valor ambiental

En su aplicación a la Comunidad de Madrid, actualmente una extensa región funcional, nos hemos centrado en la evaluación del proceso de cambio (evolución de los usos del suelo y comparación de los modelos territoriales) entre 1990 y 2000, los dos años de referencia para la fuente de información fundamental de nuestro análisis: el proyecto Corine Land Cover. A partir de ella, hemos trabajado sobre el crecimiento de las manchas de superficies artificiales de la Comunidad de Madrid.

Cuadro nº 3. Sostenibilidad del crecimiento metropolitano. Sistema de Indicadores propuesto

Evaluación de la sostenibilidad del crecimiento urbano en la Comunidad de Madrid 1990-2000
CONSUMO DE SUELO • Incremento en % de áreas artificiales. • Evolución en % de la superficie de suelo artificial por habitante. • Evolución en % de la superficie de suelo residencial por habitante. • Evolución en % de la densidad poblacional en área residencial. • Evolución en % de la densidad de viviendas en área residencial.
COSTES AMBIENTALES DE LA SUSTITUCIÓN DE USOS NATURALES / RURALES POR USOS ARTIFICIALES/URBANOS • Pérdida de usos / ocupaciones de alto valor ambiental. • Capacidad de acogida del territorio para usos artificiales / urbanos.

El primer componente del Sistema –*consumo de suelo*– parte de una asunción básica de la sostenibilidad: el suelo como un recurso que los actuales patrones de crecimiento urbano están despilfarrando. Hemos pretendido valorar este aspecto del proceso de desarrollo urbano creando indicadores que midan el consumo de suelo, tanto en cuanto a la intensidad del proceso de creación de suelo urbano, como a las necesidades de suelo urbano por habitante. Hemos establecido la distinción entre suelo artificial (que no sólo es urbano) y el residencial, para reconocer los matices que puedan establecer los actuales procesos de incremento y redistribución espacial de espacios productivos, equipamientos e infraestructuras. La densidad, por otra parte, ha sido ya planteada como un factor fundamental de sostenibilidad (ver Escolano, 2002, para propuestas de medida) de especial relevancia por el auge actual de los desarrollos urbanísticos basados en tipologías residenciales de baja densidad. Esta densidad se puede medir en términos poblacionales pero también en cuanto a caracterización del parque de viviendas, tal y como han demostrado Gutiérrez Puebla y García Palomares (2007) en el caso de la Comunidad de Madrid.

El segundo componente -*costes ambientales de la sustitución de usos naturales/rurales por usos artificiales/urbanos*– trata de realizar una evaluación del proceso de crecimiento del suelo artificial/urbano a partir de la consideración del valor ambiental de las superficies naturales/rurales que han sido transformadas en artificiales (ver Aldana, 2005, para una primera aproximación desde nuestro grupo de investigación), y también a partir de la toma en consideración de la capacidad de acogida de los territorios para los usos urbanos.

El segundo indicador relativo a este componente, trata de evaluar la sostenibilidad del cambio de uso en términos de la capacidad de acogida del territorio. Aquí contamos con una amplia bibliografía, con algunas referencias ya clásicas, para la evaluación de la idoneidad del territorio (en términos de aptitud e impacto) para diferentes usos del suelo (Gómez Orea, 2004, Hernández Calvento et al., 2000) alguno de ellos planteado a escala metropolitana (Marull et al, 2007) y regional (García Alvarado, 2000). Nuestro procedimiento se ha adaptado a partir del trabajo de Otero et al. (2006) para la localización de áreas potencialmente urbanizables en el Corredor del Henares sobre impactos en calidad visual del paisaje. El modelo de capacidad de acogida propuesto se basa en la combinación de dos indicadores de aptitud (aptitud técnica y accesibilidad) y uno de impacto (calidad ambiental del territorio).

Como ya indicábamos en el comienzo de este apartado, quedarían abiertas muchas posibles líneas de indagación si pretendiéramos evaluar la sostenibilidad del modelo territorial metropolitano de manera global, con sus componentes morfológicos y funcionales. Habría entonces que medir las relaciones funcionales entre los núcleos que componen las regiones metropolitanas, la distribución espacial de funciones y servicios metropolitanos, los movimientos de bienes y personas derivados de esas relaciones funcionales, etc. Deberíamos quizás incorporar una lectura desde los principios de eficiencia económica y equidad social de los modelos territoriales urbanos. Esto nos llevaría, tal vez, a considerar la capacidad de acogida no sólo en términos de las condiciones del medio físico, sino también de la estructura general del territorio y sus usos y de las demandas de la población que lo habita. Nos plantearíamos también la necesidad de conjugar la escala local y la escala regional en el análisis para integrar en él los diferentes niveles de la estructura funcional del territorio. Y, quizás de una manera más clara en el caso de la perspectiva metropolitana, deberíamos diseñar un análisis muy atento al contexto específico – historia y circunstancias funcionales y territoriales actuales – de la zona de estudio.

CONCLUSIONES

En este artículo hemos pretendido abordar la dimensión territorial de la sostenibilidad urbana, tratando de partir de los componentes netamente espaciales del fenómeno urbano. Desde un punto de vista conceptual, hemos tratado de definir esos componentes (en cierta medida, diferentes según el tema o la escala de análisis) y los hemos utilizado para establecer medidas operativas de sostenibilidad. Hemos aplicado procedimientos tomados de la Ecología del Paisaje y también conceptos de uso ya clásico en Ordenación del Territorio y Evaluación de Impacto Ambiental como son los de aptitud y capacidad de acogida. Una cuestión que nos parece especialmente interesante –aunque apenas hemos esbozado aquí– es la reflexión sobre en qué medida estos procedimientos y conceptos son apropiados para su aplicación en el estudio del fenómeno urbano en general, y su análisis en términos de sostenibilidad en particular.

En cuanto al diseño de nuestros estudios de caso, nos hemos decantado por los Sistemas de Indicadores, por su aplicabilidad en políticas urbanas e información pública. Reconocemos que con fre-

cuencia los indicadores han devenido en meros artefactos descriptivos y conceptualmente débiles, enumerados en largos listados de datos sin estructura aparente. Por ello, hemos pretendido establecer un marco conceptualmente claro que permita reconocer de la forma más inequívoca posible la relación entre indicadores y los criterios de sostenibilidad en que se apoyan, materializándolos en Sistemas de Indicadores estructurados. Por ahora nos interesa más definir adecuadamente los componentes del sistema y demostrar que son coherentes con el marco conceptual y apropiados para la medida del fenómeno a estudiar, por lo que apenas hemos descendido a discutir el diseño concreto de indicadores.

En la aplicación de nuestros sistemas de indicadores hemos tenido que enfrentarnos a la cuestión de la selección de escalas y las unidades territoriales. Y aquí comprobamos que no podemos trabajar a un determinado nivel de detalle (el municipio, o el sector urbano) sin ser conscientes de que el espacio no tiene fronteras y de que cualquier fenómeno que estudiemos tiene relación con un espacio más amplio. Es ésta una cuestión muy conocida, por supuesto, pero que en el estudio urbano es fundamental. Por ejemplo, no podemos entender los patrones de movilidad local sin conocer los correspondientes patrones metropolitanos, o no debemos evaluar la disponibilidad de un equipamiento a escala de distrito olvidando la jerarquía de servicios a escala urbana. La cuestión enlaza con la lógica del espacio y también la lógica del funcionamiento de las ciudades, que debe estar presente a la hora de diseñar los Sistemas de Indicadores y también de evaluar los resultados de su aplicación.

Si consideramos que los indicadores son instrumentos que se justifican por su aplicabilidad más allá del ámbito académico, debemos reconocer al menos dos retos:

- Las aproximaciones a la medida territorial de la sostenibilidad deben ser ajustadas a cada contexto. Los procesos que afectan a las ciudades pueden ser similares, pero se materializan en contexto diferentes, lo que puede dar lugar a problemas distintos, a que tengamos que interpretar los indicadores desde puntos de vista diversos. Ello hace difícil (incluso quizás no deseable) que podamos establecer Sistemas de Indicadores de aplicabilidad general.

- Los indicadores son sólo herramientas descriptivas útiles para el diagnóstico. Una aproximación científica a su diseño debe preocupar-

se por aportarles una base teórica sólida y también por buscar interpretaciones a los resultados que se obtienen de su uso. Tras describir un fenómeno debemos buscar los factores que lo explican y reconocer las relaciones existentes entre unos y otros componentes de la realidad estudiada (modelos urbanísticos y patrones de movilidad, por ejemplo). Una perspectiva comprehensiva de las diversas dimensiones del fenómeno a investigar, unida al conocimiento de los procesos generales que influyen en su materialización local contribuirá, sin duda, al avance en la investigación sobre términos tan relevantes, al tiempo que ambiguos, como el de sostenibilidad.

Mª Ángeles Díaz Muñoz
Mª Jesús Salado García
Carolina Rojas Quezada
Sara Gutiérrez Martínez
Carolina de Carvalho Cantergiani

BIBLIOGRAFÍA

AALBORG+10. (2004). *Carta de las Ciudades Europeas Hacia la Sostenibilidad*. http://www.dphuesca.es/pub/documentos/documentos_Aalborg_plus_10_9653e487.pdf

AAVV (1995) "Número monográfico sobre ciudad y medio ambiente. Homenaje a profesor D. Joaquín Bosque Maurel", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* nº 15

AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE. (2005). *Sistema de indicadores para el seguimiento del transporte y el medio ambiente* (TERM). Disponible en http://themes.eea.eu.int/Sectors_and_activities/transport/indicators

AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE Y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (1998). *Medio Ambiente en Europa. El informe Dobris*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente de España. (Edición original, 1995)

ALDANA, A. T. (2005) "Indicadores ambientales derivados de los cambios en las cubiertas artificiales (1987-1997). Comunidad de Madrid, España" *Revista Forestal Latina* n° 38 Págs. 39-62.

BINA, O. (2007). A critical review of the dominant lines of argumentation on the need for strategic environmental asessment, *Environmental Impact Assessment*, 27: 585-606.

BOSQUE MAUREL, J. (2000). Ciudad y globalización. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20, pp. 33-48.

BOSQUE MAUREL, J. (1986). El espacio urbano. Evolución y cambio en Geografía urbana, pp. 259-283, en A. GARCIA BALLESTEROS (Dir.), *Teoría y práctica de la Geografía*, Madrid, Alhambra Universidad, 372 Págs.

BOSQUE MAUREL, J. (1983). El espacio urbano: aspectos teóricos y metodológicos. Evolución y cambio en los planteamientos teóricos de la Geografía urbana". *VII Coloquio de Geografía* (AGE), Pamplona, 1981, pp. 287-298

BUREL, F., & BAUDRY, J. (2002) *Ecología del Paisaje. Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. Ediciones Mundi - Prensa (español), Madrid, España

CAMAGNI, R., GIBELLI, M. C. Y RIGAMONTI, P. (2002). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion, *Ecological Economics*, nº 40, pp. 191-216.

CASTRO BOÑANO, J.M. (2002). *Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Un aplicación para Andalucía*. Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1998). *Ciudades europeas sostenibles,* Informe del Grupo de expertos sobre medio ambiente urbano, Bruselas

COMISIÓN EUROPEA. (2000). *Hacia un perfil de la sostenibilidad local. Indicadores comunes europeos*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europeas. Disponible en http://sostenibilitat.upc.edu/archivos/fichas/informes/haciaunperfil.pdf

EEA. AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE. (2006a). *Urban Sprawl in Europe*, EEA Reports nº 10.

EEA. AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE. (2006b). *Land Account for Europe 1990-2000* EEA Reports nº 11.

ESCOLANO UTRILLA, S. (2002). Densidad de población y sustentabilidad en la ciudad de Zaragoza, en AAVV ed. *Aportaciones geográficas en memoria del profesor Miguel Yetano Ruiz*, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza, pp. 173-182

ESCOLANO UTRILLA, S. y ORTIZ VÉLIZ J. (2004). La complejidad de los procesos de reestructuración socio espacial de las ciudades intermedias: persistencia y cambio en la ciudad de Puerto Montt (Chile), *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, nº 24, 2004, pp. 79-106

ESPAÑOL ECHÁNIZ, I. (2006). *Manual de ecología del Paisaje Aplicada a la planificación urbana y de infraestructuras*. Ediciones U.Politécnica de Madrid, Madrid, España

DÍAZ MUÑOZ, M. A., SALADO GARCÍA, M. J., CARVALHO CANTERGIANI, C., ROJAS QUEZADA, C., GUTIÉRREZ MARTÍNEZ, S. (2007). Propuesta de un sistema de indicadores de sostenibilidad para la movilidad y el transporte urbanos. Aplicación mediante SIG a la ciudad de Alcalá de Henares", *Cuadernos de Geografía*. Universidad de Valencia (en prensa)

DÍAZ MUÑOZ, M. A., RODRÍGUEZ MOYA, J. M. Y GARCÍA PALOMARES, J. C. (2006). Desplazamientos laborales y género en la Comunidad de Madrid a partir del Censo de Población de 2001. Algunas consideraciones temáticas y metodológicas, Comunicación presentada en el *X Congreso de la Población Española*, Migraciones, movilidad y territorio, Pamplona (junio 2006), Grupo de Población. Asociación de Geógrafos Españoles.

FARIÑA TOJO, J. (2006). Requisitos para un desarrollo urbano sostenible, Cuadernos de Investigación Urbanística, Nº 47. pp. 49-66

FARIÑA, J. Y POZUETA, J. (2002). La movilidad en los tejidos residenciales del suburbio disperso, *Urban*, nº 2.

FIDALGO GARCÍA, P. (2007). Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio español. La contribución de la nueva Ley del Suelo, *Ambienta* nº 67, pp. 8-15

FRANCHINI T. y DAL CIN A. (2000). Indicadores urbanos y sostenibilidad. Hacia la definición de un umbral de consumo sostenible de suelo, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, Nº 123, pp. 41-55

GARCÍA ALVARADO. J. M. (2000) "Capacidad Potencial de Uso Agrario y Urbanización: contribución a la geografía de la sostenibilidad de la región de Madrid" *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* nº 20 pp. 419-436

GARCÍA CUESTA, J.L. y GARCÍA GÓMEZ, F.M. (2004). *Análisis espacial de la complejidad del sistema urbano como soporte de una planificación y gestión urbana sostenibles*. El empleo de los SIG y la Teledetección en planificación territorial. Aportaciones al XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección. Murcia – España

GARCÍA PALOMARES, J. C. y GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (2007). La ciudad dispersa: cambios recientes en los espacios residenciales de la Comunidad de Madrid, *Anales de Geografía de la Universidad Complutense,* nº 27, 2007, pp 45-67

GENELETTI, D., BAGLI, S., NAPOLITANO, P. Y PISTOCCHI, A. (2007). Spatial decision support for strategic assessment of land use plans. A case study in southern Italy, *Environmental Impact Assessment*, 27:408-423.

GILBERT, R., IRWIN, N., HOLLINGWORTH, B. Y BLAIS, P. (2002). *Sustainable Transportation Performance Indicators,* Centre for Sustainable Transportation. www.cstctd.org

GENERALITAT DE CATALUNYA (2003). *Estudi de criteris ambientals per a la redacció del planejament urbanístic*. Barcelona, Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya y Universidad Politécnica de Cataluña.
www.gencat.net/mediamb/sosten/construccio/planeajment.htm

GÓMEZ OREA, D. (2002) *Ordenación del Territorio*. Madrid, Ediciones Mundi - Prensa y Editorial Agrícola S.A.

GUDMUNDSSON, H. (2001). *Indicators and performance measures for Transportation, Environment and sustainability in North America,* Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute. Disponible en
http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/default.asp

GUDMUNDSSON, H. (2003). Dar a los conceptos la importancia que les corresponde. Movilidad sostenible y sistemas de indicadores en la política de transporte, *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, nº 176, pp. 26-52.

GUTIÉRREZ PUEBLA, J. Y GARCÍA PALOMARES, J. C. (2005). Cambios en la movilidad en el área metropolitana de Madrid: el creciente uso del transporte privado, *Anales de Geografía* nº 25, pp. 331-351.

GUTTMAN, E., ZORRO, C., CUERVO, A. y RAMÍREZ, J.C. (2004). *Diseño de un sistema de indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá*, Bogotá, Oficina de la CEPAL, Serie Estudios y Perspectivas nº 3.

HERNÁNDEZ AJA, A. (2003). Informe sobre los indicadores locales de sostenibilidad utilizados por los municipios españoles firmantes de la Carta de Aalborg.
http://habitat.aq.upm.es; http://habitat.aq.upm.es/indloc/aindloc_13.html

HERNÁNDEZ CALVENTO, L., RUIZ FLAÑO, P. y PÉREZ-CHACÓN ESPINO, E.(2000). De la base de datos territorial a la normativa de usos del suelo: la asignación de usos y limita-

ciones al espacio no urbano en un contexto de desarrollo sostenible, en Aguado, I. y Gómez, M. eds. *Tecnologías para el Desarrollo Sostenible*., Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá: 530-543

HIGUERAS GARCÍA, E. (2001). *Urbanismo y medio ambiente. El territorio, Madrid,* Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid nº 101.01

JAEGER, J.A.G., BERTILLER, R., SCHWICK, C., MÜLLER, K., STEINMEIER, C., EWALD, K.C. y GHAZOUL, J. (2007). "Implementing Landscape Fragmentation as an Indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable Development (Monet)", *Journal of Environmental Management* (en prensa)

LAVALLE C. et al (2002). *Towards an Urban Atlas. Assesment of spatial data on 25 European cities and urban areas. Environmental issue report Nº 30*. Ed. European Environmental Agency, Copenhagen. 121 pp. (accesible también vía Internet en la web de la Agencia Europea del Medio Ambiente)

LIMA, P.R. & KRUGER, E. (2004). Políticas públicas e desenvolvimiento urbano sustentable. *Meio Ambente*.9-01.p 65

LÓPEZ DE LUCIO, R. (2004). Transformaciones territoriales recientes en la región urbana de Madrid, *Urban* nº 8, pp. 124- 161

LÓPEZ DE LUCIO, R. (2007). *Construir Ciudad en la Periferia. Criterios de Diseño para Áreas Residenciales Sostenibles*, Mairea Libros.

MAESTU, J., PRATS, F., VELÁSQUEZ, I., DEL ACAMARA, G., BLANCO, I., RODRÍGUEZ, M., DISOUGI, M. y NAREDO, M. (2003). *Bases para la evaluación de la sostenibilidad en proyectos urbanos*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España

MARULL, J. & MALLARACH, J. (2005). A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area, *Landscape and Urban Planning*. Nº 71. pp. 243-262.

MARULL, J., PINO, J., MALLARACH, J. M. Y CORDOBILL, M. J. (2007). A Land Suitability Index for Strategic Environmental Assessment in metropolitan areas", *Landscape and Urban Planning* 81. pp. 200–212

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006). *Estrategia de Medio Ambiente Urbano*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente de España, 47 pp.

MÖRTBERG, U.M., BALFORS, B. y KNOL, W.C. (2007). Landscape ecological assessment: A tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning, *Journal of Environmental Management*, 82: 457-470

NUNES DA SILVA, F. (2001). Políticas de transportes para um ambiente urbano sustentable en *Actas dos VII Cursos Internacionais de Verao de Cascais*. Vol. 2 .A cidade Cascais, Cámara de Cascais.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA (2006) Cambios de ocupación del suelo en España: implicaciones para la sostenibilidad, Alcalá de Henares, OSE

OTERO, I., VARELA, E, MANCEBO, S. Y GARCÍA, M. B. (2006). Modelo de localización de áreas potencialmente urbanizables: aplicación al Corredor del Henares (Guadalajara), *Ciudad y territorio. Estudios territoriales,* XXXVIII (148): 331- 351

PAREJO NAVAJAS, T. (2006). Una revisión de la Evaluación Ambiental Estratégica del Planeamiento Urbanístico desde sus aspectos jurídicos, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales,* XXXVIII (149-150): 563-571.

PARRA, F. (1996). Ciudad y entorno natural. La construcción de la ciudad sostenible. *Ciudades para un futuro más sostenible*. Documentos. http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a015.html

POZUETA, J. Y OJAUGUREN MÉNDEZ, S. (2005). Situación y perspectivas de la movilidad en las ciudades. Visión general y el caso de Madrid, *Cuadernos de Investigación urbanística* nº 45. 88 páginas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, UPM http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/public/ciu/num/ciu_45.html

REPETTI, A. y DESTHIEUX, G. (2006). A Relational Indicatorset Model for urban land-use planning and management: Methodological approach and application in two case studies", *Landscape and Urban Plannig* 77 196-215

RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, J.J., OÑATE RUBALCABA, J.J. y PEREIRA JEREZ, D. (2006). Una revisión bibliográfica de manuales y guías de Evaluación Ambiental Estratégica del Planeamiento Urbanístico, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, XXXVIII (149-150): 697-707.

ROJAS QUEZADA, C. Y DÍAZ MUÑOZ, M. Á. (2006). Valoración de los atributos del planeamiento urbano sostenible. Diseño de un sistema de indicadores aplicados a un plan regulador comunal de la VIII Región del Bío Bío -Chile. Comunicación presentada en el XII Congreso Iberoamericano de Urbanismo *Ecología y Ciudad*, Salamanca – España

RUEDA, S. (2002). *Barcelona, ciudad mediterránea, compacta y compleja: una visión de futuro más sostenible*. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona; Agencia de Ecología Urbana. 87 pp.

RUEDA, S. (2004). *Modelos de ordenación del territorio más sostenible*. *Revista de Geografía y Ecología*, 4. http://geobuzon.fcs.ucr.ac.cr/modelosurbanos.pdf

SALADO GARCÍA, M. J., DÍAZ MUÑOZ, M. A., BOSQUE SENDRA, J., CARVALHO CANTERGIANI, C., ROJAS QUEZADA, C.; JIMÉNEZ GIGANTE, F. J., BARNETT, I. FERNÁNDES MOURAO, C., MUÑOZ RUEDA, C. (2006). Movilidad sostenible y SIG. Propuesta de evaluación del transporte público en Alcalá de Henares, en Camacho, M. T., Cañete, J. A. y Lara, J. J. (editores), *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas,* Grupo de Tecnologías de la Información Geográfica de la Asociación de Geógrafos Españoles y Universidad de Granada. pp. 1777-1794

SORENSEN, A., MARCOTULLIO, P.J. Y GRANT, J. (2005). *Towards sustainable cities,* Londres, Ashgate

SUMMA. (2005): *Sustainable Mobility, policy Measures and Assessment* http://www.summa-eu.org/

UNIÓN EUROPEA (2007). *Carta de Leizpig sobre la Ciudad Europea Sostenible* (mayo 2007)

VÁSQUEZ, A., RIVEROS, S., Y ROMERO, H. (2005). *Sustentabilidad del Desarrollo Urbano del Gran Concepción* XXVI Congreso Nacional y XVI Congreso Internacional de Geografía, Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

WALLINGTON, T., BINA, O. Y THISSEN, W. (2007). Theorising strategic environmental assessment: Fresh perspectives and future challenges, Environmental Impact Assessment, 27: 569-584.

RESUMEN

HACIA LA MEDIDA DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS MODELOS TERRITORIALES URBANOS. NOTAS A PARTIR DE TRES ESTUDIOS DE CASO

En este artículo se plantea el diseño de Sistemas de Indicadores de sostenibilidad aplicables a los modelos territoriales urbanos. Se abordan aspectos conceptuales, como la definición de los componentes del modelo territorial de las ciudades, y metodológicos, como el diseño de indicadores, escalas de análisis y unidades espaciales de referencia. Se presentan tres estudios de caso en los que se han elaborado sendos sistemas de indicadores de sostenibilidad: un destinado al diagnóstico de la movilidad y el transporte público urbano, otro a la evaluación del modelo de ocupación del suelo definido en el planeamiento urbanístico, y el último dedicado a valorar el proceso de crecimiento metropolitano en términos de sostenibildad.

Palabras clave: sostenibilidad urbana, modelo territorial, sistemas de indicadores, movilidad y transporte público urbano, planeamiento urbanístico, crecimiento metropolitano.

ABSTRACT

TOWARDS A SUSTAINABILITY MEASURE OF URBAN SPATIAL AND LAND PATTERNS: NOTES FROM THREE CASE STUDIES

This paper presents the design of Sustainability Indicator Systems applied to urban areas. We discuss conceptual issues -such as the definition of the spatial and land patterns of cities-, and methodological ones –such as the indicators design, scales of analysis and reference spatial units. We present three case studies for which sustainability indicator systems were built: the first on the diagnosis of urban mobility and public transport; the second one on the assessment of the land use distribution, defined by the urban planning; and the last one on the evaluation of the metropolitan urban growth process in sustainability terms.

Key-words: urban sustainability, spatial and land patterns, indicator system, urban mobility and transport, urban planning, metropolitan urban growth

RÉSUMÉ

VERS UNE MESURE DE LA SOUTENABILITE DES MODELES TERRITORIAUX. QUELQUES NOTES A PARTIR DE TROIS ETUDES DE CAS

On propose dans cet article le dessin d'un Système d'Indicateurs de soutenabilité applicable aux modèles territoriaux urbains. On aborde des aspects conceptuels, comme ce sont la définition des composants du modèle territorial des villes, et méthodologiques, comme c'est le dessin des indicateurs, échelles d'analyse et unités spatiales de référence. On présente trois études de cas sur lesquels on a élaboré des systèmes d'indicateurs de soutenabilité: l'un destiné au diagnostique de la mobilité et le transport urbain en commun, l'autre à l'évaluation du modèle d'occupation du sol défini dans l'aménagement du territoire, et le dernier à évaluer le processus de croissance métropolitaine en termes de soutenabilité.

Mots clé: soutenabilité urbaine, modèle territorial, systèmes d'indicateurs, mobilité et transport urbain en commun, aménagement urbain, croissance métropolitaine.

LA "CIUDAD HABITABLE". REFLEXIONES EN TORNO AL CONCEPTO DE HABITABILIDAD DE D. JOAQUÍN BOSQUE MAUREL

Por
Roberto Goycoolea Prado

A Joaquín, por sus enseñanzas, apoyo y amistad.

Hace aproximadamente una década, ante un abarrotado auditorio en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana (Xalapa, México), D. Joaquín, como acostumbran llamar sus discípulos y amigos al profesor Bosque Maurel, (Carreras, 2002) impartió una conferencia titulada la "ciudad habitable".[1] Comenzó su intervención explicando que, pese a los indudables problemas que tiene y ha tenido, la ciudad era uno de los logros más importantes de la humanidad, en el sentido más amplio del término. Utilizó para enfatizar sus convicciones una cita de Robson y Regan (1972) que bien podría haber sido suya: "Hay mucho que amar y admirar en una gran ciudad. Es el hogar de los más elevados logros del hombre en el arte, la literatura y la ciencia: la fuente de la que han manado las fuerzas de la libertad y la emancipación. Es el lugar donde el espíritu del humanismo y la democracia han crecido y florecido, donde la búsqueda del hombre en pro del conocimiento y la justicia ha sido perseguida con la mayor constancia y donde la Verdad se revela con la mayor lealtad y audacia."

Recuerdo que tras esta exaltación de la ciudad, que los futuros arquitectos compartían a tenor de los gestos de asentimiento, D. Joaquín nos sorprendió con un giro inesperado en sus reflexiones. No continuó glosando las grandezas del fenómeno urbano, agregando que por admirable que fuesen sus logros políticos, económicos y cultura-

[1] La conferencia se basaba en un artículo publicado unos años antes. (Bosque, 1994).