

INDICADORES AMBIENTALES DERIVADOS DE LOS CAMBIOS EN LAS CUBIERTAS ARTIFICIALES (1987-1997). COMUNIDAD DE MADRID, ESPAÑA.

Angnes T. Aldana D.*

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consiste en derivar algunos indicadores ambientales a nivel municipal, a partir de los cambios ocurridos en la cobertura de la tierra del territorio madrileño, durante el período 1987-1997, utilizando para ello los Sistemas de Información Geográfica Idrisi y ArcView. Los resultados obtenidos aportan información a los gestores municipales, para orientar la toma de decisiones en procura del mejor aprovechamiento, uso u ordenación del territorio y el mejoramiento de la calidad ambiental. En general, se aprecia una disminución del valor de los indicadores ambientales, desde los Municipios ubicados en el centro de la Comunidad (Madrid capital) hacia la periferia de la misma, influidos por los grandes ejes viales que comunican la capital con el resto de España y por procesos de periurbanización, descentralización industrial y rururbanización.

Palabras Clave: Indicadores ambientales, SIG, cambios en la cobertura de la tierra.

* Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela. angnest@hotmail.com.

ENVIRONMENTAL INDICATORS DERIVED FROM THE ARTIFICIAL COVER CHANGES (1987 – 1997). MADRID COMMUNITY, SPAIN.

Angnes T. Aldana D.*

ABSTRACT

The objective of this work is derived some environmental indicators a municipal level, using Idrisi and ArcView Geographical Information Systems (GIS) and land cover/land use change`s occurred in the Community of Madrid, Spain from 1987 to 1997. This investigation supply information for orientate the decision make to better use, organization territorial and the improvement of its environmental quality. In general, the results show an environmental indicators`s decrease from the municipalities located in the centre of the Community of Madrid towards its outskirts; greatly influenced by the large road axes connecting the capital with the rest of Spain and by periurbanization, industrial decentralization and suburbanization processes to.

Key Words: Environmental indicators, GIS, land cover change

* Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela.angnest@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La preocupación por nuestro hábitat se ha manifestado en las últimas décadas en numerosos congresos, reuniones y convocatorias a nivel internacional, regional y local, en las que bajo un marco de desarrollo sostenible se realizan esfuerzos por mitigar o reducir el impacto negativo de las actividades humanas sobre el medio.

Desde su creación, el concepto de desarrollo sostenible se ha modificado, ampliado y especificado, en función de la multiplicidad de características, problemas y necesidades existentes en los espacios terrestres; fundamentándose en el interés común por proteger el medio y establecer los mecanismos para subsanar el daño generado sobre la naturaleza y de ser posible evitarlo.

A tal efecto y a nivel local, en los procesos de ordenación territorial se integra el componente ambiental al análisis de los aspectos socioeconómicos, con el objeto de favorecer el crecimiento económico, mejorar las condiciones de vida de la población y mantener la sostenibilidad de los recursos naturales.

Dentro de este campo, las investigaciones sobre los cambios en la cobertura de la tierra aportan datos significativos, en tanto que permiten identificar las cubiertas que tienden a extenderse sobre el espacio a expensas de la reducción de las superficies de otras, conformando información primaria a partir de la cual se derivan algunos indicadores ambientales (ONU, 1996), para orientar y evaluar los procesos de gestión de los recursos naturales, en un esfuerzo por prever para las generaciones futuras, conservando desde hoy.

Aún cuando en numerosas publicaciones científicas es ampliamente reconocida la importancia de trabajos de esta índole, sobre la región madrileña algunos autores vienen resaltando la carencia de los mismos, específicamente García (2000), señala que la mayoría de los estudios se orientan a los sistemas urbanos y sus ciudades, prestándose poca atención no sólo a los aspectos naturales o ambientales asociados, sino también, al marco regional en que se insertan las urbes. De acuerdo con este autor, no es posible una gestión sostenible de los espacios urbanos sin considerar sus marcos geográficos, máxime cuando el desarrollo urbanístico parece tender hacia una ruptura con su medio receptor, lo cual contradice la noción de sostenibilidad que se viene promoviendo a nivel mundial.

Carencias que en tal territorio, también son destacadas por García et al (1999) en relación a los indicadores ambientales y específicamente en las áreas de Biodiversidad y Bosques.

Con el objeto de contribuir con el conocimiento sobre la sostenibilidad ambiental de la Comunidad de Madrid, mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica Idrisi y ArcView, se derivaron algunos indicadores de sostenibilidad ambiental a nivel municipal, a partir de los cambios detectados en la cobertura de la tierra, generándose así un conjunto de datos que pueden utilizarse con múltiples fines, tales como definir criterios de planificación en políticas medioambientales o aportar algunos elementos de juicio a los gestores de los ámbitos administrativos municipales, orientando la toma de decisiones en procura del mejor aprovechamiento, uso u ordenación del territorio bajo su jurisdicción y del mejoramiento de la calidad ambiental.

DESARROLLO SOSTENIBLE E INDICADORES AMBIENTALES

Los esfuerzos realizados en materia de protección ambiental, se han dirigido hacia la creación y aplicación de un modelo de desarrollo que minimice la degradación del medio y garantice su aprovechamiento por parte de las generaciones futuras. Bajo esta orientación se han realizado diversos trabajos sobre los que, Di Pace y Crojethovich (s/f), reconocen tres enfoques:

1. Un enfoque “Neoliberal” enlazado al concepto de “eco-eficiencia” y a un crecimiento económico que paga los costos por degradación y agotamiento de los recursos naturales.
2. Un enfoque relacionado con el concepto de “necesidades básicas” que procura tanto el bienestar social, como el mantenimiento de condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de la vida humana actual y futura.
3. Un enfoque “estructuralista” orientado a la reformulación de los medios y fines del desarrollo, bajo criterios de equidad y justicia social.

Desde estas y otras perspectivas se han planteado numerosos conceptos de desarrollo sostenible, la mayoría de los cuales coinciden por una parte, en integrar en una unidad o triángulo indisoluble, a sus tres grandes componentes (ambiente, sociedad y economía) y por la otra, en establecer modelos u esquemas de organización de sus indicadores, en una estructura sistémica que

permita evaluar y valorar el estado, presión y respuesta de las decisiones y acciones ejecutadas y por ejecutar, sobre los espacios considerados.

En este sentido, diversas agencias y organismos internacionales, regionales, nacionales y locales (PNUMA, EUROSTAT, FAO-ONU, UNCSD, UE, TEPI, etc.), han publicado propuestas, basados fundamentalmente en las conclusiones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, reunidos en la Agenda 21, en 4 grandes secciones y 40 capítulos, que cubren los aspectos sociales, económicos y ambientales de la sostenibilidad, en más de 100 indicadores (ONU,1992).

La componente ambiental, por su parte, es tratada en la Agenda, en los capítulos 18, 17, 12, 13, 15, 16, 9, 21, 19, 20, 22,**10,14 y 11**; los tres últimos, se resaltan en este aparte, por cuanto abordan respectivamente: la planificación integrada y el manejo de los recursos de la tierra, el fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenible y la lucha contra la desertificación, en los cuales se exponen indicadores relacionados con los cambios espaciales, tales como los cambios en el uso de la tierra (capítulo 10), las tierras de regadío como porcentaje de las tierras cultivables (capítulo 14) y la variación de la superficie de bosques (capítulo 11) (ONU,1996; ONU,1999).

La existencia de demasiados datos detallados difíciles de interpretar, la falta de información básica con la cual comparar el cambio y la presencia de datos inconsistentes en el tiempo o el espacio, constituyen algunas de las razones que motivan los esfuerzos realizados por integrar los indicadores en un índice sintético, en términos de densidad de información, simplicidad, capacidad comunicativa e importancia política (USDA, 1994).

La tendencia reciente se orienta a la distribución de los datos ambientales, en una estructura piramidal, con una base amplia que contiene los datos básicos, una zona intermedia compuesta por los sistemas de indicadores y un vértice superior que reúne los indicadores titulares o sintéticos, reduciéndose el número de componentes desde la base al vértice (Gallardo y Vallejos, 1999).

Sin embargo, aún se debate sobre la necesidad de pocos índices o muchos indicadores detallados, ya que para describir y evaluar la situación ambiental, algunos autores manifiestan su desacuerdo con el carácter muy agregado, amplio y general de ciertos indicadores.

Específicamente Brikman (2001), en relación a los cambios en el uso de la tierra, remarca la imposibilidad de reunir en un sólo indicador a la complejidad de relaciones causa-efecto que ocurren entre el hombre y el medio, por lo tanto plantea la necesidad de identificar y supervisar los cambios en una serie de variables, representándose por ejemplo, la tasa de extensión del cambio en una matriz que muestre la transición entre cada par de usos como extensión o proporción del área por unidad de tiempo.

Los sistemas de indicadores sociales, económicos y ambientales publicados en la literatura, en su conjunto o por separado y a distintas escalas, han sido diseñados en torno a la integración de diversos aspectos, tales como: preocupación o interés ambiental, áreas o sistemas ecológicos, subáreas y variables asociadas. El sistema más conocido y utilizado a nivel europeo, es el modelo PER (Presión-Estado-Respuesta) introducido por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), en su estructura inicial más simple, y los modelos posteriormente desarrollados: FER: Fuerza conductora-Estado-Respuesta y FPEIR: Fuerza conductora-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (CCE, 1994).

No obstante, algunos autores consideran el sistema PER poco útil para la formulación de políticas preventivas y reconocen como fundamental el análisis de las relaciones funcionales y estructurales que se operan en una realidad tan compleja, dinámica y multidimensional, como lo es el espacio geográfico, pero dentro del marco de un enfoque holístico y sistémico, abordado por un equipo multidisciplinario de investigación, para la definición de nuevas metodologías de trabajo que permitan efectuar un seguimiento de la sostenibilidad, y una evaluación actual o futura de la misma, más cercana a la realidad (Pino, 2001), lo cual parece indicar que en este campo queda aún mucho camino por recorrer.

Entre tanto y en relación a los indicadores ambientales objeto de nuestro interés, definido como una variable ambiental que aporta información agregada y sintética sobre un fenómeno (Ministerio del Medio Ambiente Español, 1996), son clasificados por la OCDE (Mantega, 2000) en los siguientes grupos:

1. Indicadores de evaluación ambiental.
2. Indicadores de integración sectorial.
3. Indicadores de integración socioeconómica

Sólo en el primer grupo de este sistema, se describen indicadores relacionados con los cambios en la cobertura de la tierra, específicamente dentro de las áreas Biodiversidad, Bosques y Suelos.

Por su parte, la propuesta de indicadores ambientales para España, (Ministerio del Medio Ambiente Español, 1996), se basa en la estructura de la OCDE, es más sencilla, se apoya en los grandes medios del entorno natural y se compone de 4 áreas: Atmósfera, Residuos, Medio Urbano y Recursos Naturales.

El sistema presentado por el Ministerio del Medio Ambiente para la Comunidad de Madrid, (García et al, 1999) no sigue la estructura PER, pero toma en cuenta 7 áreas que según sus autores, representan y sintetizan la situación ambiental de la región, tales como: medio socioeconómico, medio urbano, atmósfera, residuos, agua, suelos, biodiversidad y bosques. Adicionalmente, en esta propuesta se identifican 25 aspectos ambientales más relevantes y los indicadores correspondientes. También en este caso, sólo las áreas suelos, biodiversidad y bosques, incluyen indicadores relacionados con los cambios en la cobertura de la tierra.

Dentro del marco de las referencias consultadas, se puede apreciar que en la Comunidad de Madrid, España, existen pocos antecedentes sobre el tema, de hecho en las publicaciones periódicas sólo encontramos el trabajo realizado por García (2000), quien con el fin de contribuir con la Geografía de la sostenibilidad de la región madrileña, analiza variables como: la capacidad potencial de uso agrícola de los suelos, el grado de urbanización de los municipios y la calificación urbanística del suelo, como una primera aproximación del grado de lejanía o proximidad, del modelo urbano de la Comunidad de Madrid, con los principios de sostenibilidad ambiental.

METODOLOGÍA

El presente trabajo, elaborado dentro del marco del programa Doctorado en “Cartografía, SIG y Teledetección” ofertado por el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá, Madrid-España, se apoya en el mapa de cruce, generado en una investigación previa con la función change crosstab del SIG Idrisi, mediante la intersección de los mapas de cobertura de la tierra de la Comunidad de Madrid de los años 1987 y 1997. Tal producto describe los cambios ocurridos en cada cubierta terrestre y las áreas que permanecieron

estables durante el período considerado y conforman la base de información primaria, a partir de la cual, se realizaron las siguientes actividades:

A.-Reclasificar el mapa de cruce reseñado, con base en los parámetros requeridos por los indicadores ambientales seleccionados de la literatura, es decir:

1. Superficie total (datos individuales) reducida e incrementada en cada cubierta artificial (urbano, industrial, extractivas).
2. Superficie de frondosas, coníferas, pastizales y matorrales (datos englobados), que han sido sustituidas por usos urbanos.
3. Superficie de secano, regadío y mosaico de cultivos (datos englobados) que han sido incorporadas a la expansión urbana.

B.- Exportar al sistema ArcView los cinco mapas obtenidos de la fase anterior, para realizar las intersecciones con la base municipal y obtener de la tabla de atributos correspondiente a cada mapa, los datos requeridos para estimar los porcentajes de cada uno de los siguientes indicadores ambientales:

1. Indicadores derivados de la superficie total (datos individuales) reducida e incrementada en cada cubierta urbana, industrial y extractiva, los cuales son identificados en la literatura (ONU, 1996) como **los porcentajes de cada categoría que cambian de uso por unidad de tiempo**.
2. Indicadores derivados de la superficie total reducida o incrementada en varias cubiertas terrestres (datos englobados), compuestos por:
 - a. **Pérdidas naturales debidas al crecimiento urbano**, que reúne la suma total de superficies de frondosas, coníferas, pastizales y matorrales, que han sido sustituidas por usos urbanos.
 - b. **Pérdidas agrícolas debidas al crecimiento urbano**, integradas por el total de superficies dedicadas a cultivos (secano, regadío y mosaico de cultivos) que han sido incorporadas a la expansión urbana.

C.- Elaborar una matriz de doble entrada cuyas filas describen los 180 municipios que conforman la Comunidad de Madrid, España y las columnas los Indicadores ambientales estimados en cada caso, expresándose también, la

variabilidad espacial de los resultados obtenidos, mediante representaciones cartográficas.

RESULTADOS

La Comunidad de Madrid situada en el centro de la Península Ibérica, donde se localiza la ciudad de Madrid, capital de la comunidad y de España, ocupa una extensión de 8022 Km² y administrativamente se compone de 180 municipios, por lo que, para efectos de la presente publicación, los indicadores ambientales de las matrices originales fueron agrupados en 5 rangos, cuyos resultados se presentan a continuación:

De acuerdo con el Cuadro N° 1, aproximadamente la mitad de los Municipios afectados por incrementos en las cubiertas artificiales se ubican en el rango de menor valor porcentual, en contrapartida encontramos muy pocos Municipios en el rango de mayor valor porcentual; los municipios restantes arrojan valores intermedios en sus indicadores.

Se aprecia también una diferencia jerárquica entre las cubiertas evaluadas, resaltando las urbanas por arrojar los porcentajes más altos de afectación municipal, llegando a duplicar los valores presentados por las cubiertas industriales y comerciales. Las categorías correspondientes a las minas, vertederos, escombreras y zonas en construcción presentan porcentajes significativamente menores.

Un comportamiento similar se observa en el caso de las reducciones ocurridas en las categorías artificiales, pero a diferencia de los incrementos, se detecta un menor número de Municipios (aproximadamente el 32 %) en el rango más bajo.

Cuadro N° 1 **PORCENTAJE DE CADA CATEGORÍA QUE CAMBIA DE USO POR UNIDAD DE TIEMPO**

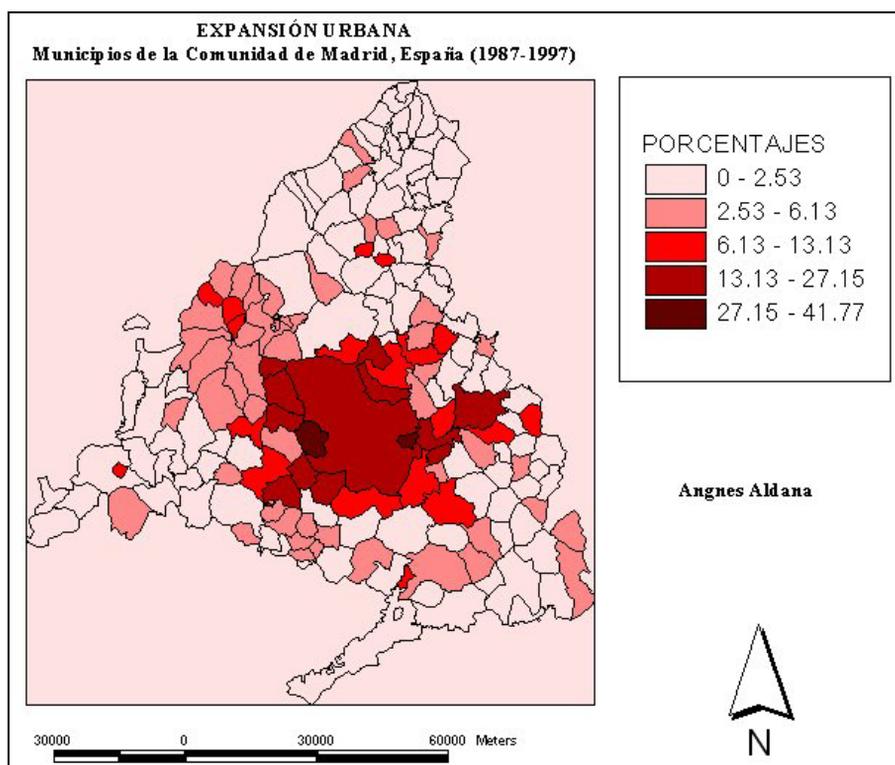
Categoría	INDICADORES EN PORCENTAJES (RANGOS DE VARIACIÓN)			
	Incrementos	Municipios (Número)	Reducciones	Municipios (Número)
Urbano	0,00 – 2,53	99	Poco	
	2,53 – 6,13	47	significativas	
	6,13 – 13,13	19		
	13,13 – 27,15	11		
	27,15 - 41,77	2		
Industrial y Comercial	0,00 – 0,83	62	0,00 – 0,13	14
	0,83 – 2,42	23	0,13 – 0,58	10
	2,42 – 5,09	14	0,58 – 1,54	12
	5,09 – 10,44	10	1,54 – 3,4	4
	10,44 - 20,56	1	3,4 - 5,28	2
Minas, vertederos, escombreras y zonas en construcción	0,00 – 0,27	40	0,00 – 0,31	12
	0,27 – 0,87	24	0,31 – 0,94	12
	0,87 – 2,1	13	0,94 – 2,71	8
	2,1 – 5,33	5	2,71 – 4,36	4
	5,33 - 11	4	4,36 - 12,95	2

Fuente: elaboración propia

Cubiertas Urbanas

Los Municipios Coslada y Pozuelo de Alarcón, presentan los porcentajes más altos de crecimiento urbano, con 38,89% y 41,77% respectivamente. Apreciándose en el Mapa N° 1, una disminución de los porcentajes desde los Municipios ubicados en el centro de la Comunidad (Madrid capital) hacia la periferia de la misma, influidos por los grandes ejes viales que comunican la capital con el resto de España: Madrid-Guadalajara-Barcelona, Madrid-Toledo-Sevilla y Madrid-Valladolid-Galicia.

Procesos de periurbanización, descentralización industrial y rururbanización (Méndez y Mecha, 2001; Gutiérrez, 2002; Prados y Cunningham 2002), estrechamente vinculados a factores demográficos y económicos que provocan la redistribución de la población, en un juego de fuerzas centrífugas y centrípetas, configuran el paisaje madrileño, el cual tiende a la desdensificación, fragmentación y progresiva dispersión hacia espacios más amplios, todo lo cual se sintetiza en la consolidación del modelo de ciudad difusa, caracterizado por la disminución de la población en el espacio metropolitano y el pronunciado crecimiento de los núcleos no metropolitanos (López de Lucio, 1998).

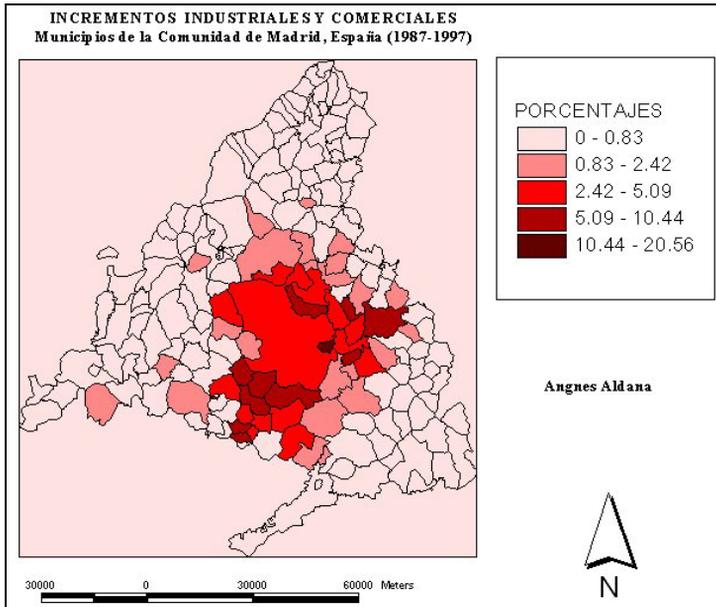


Mapa N° 1

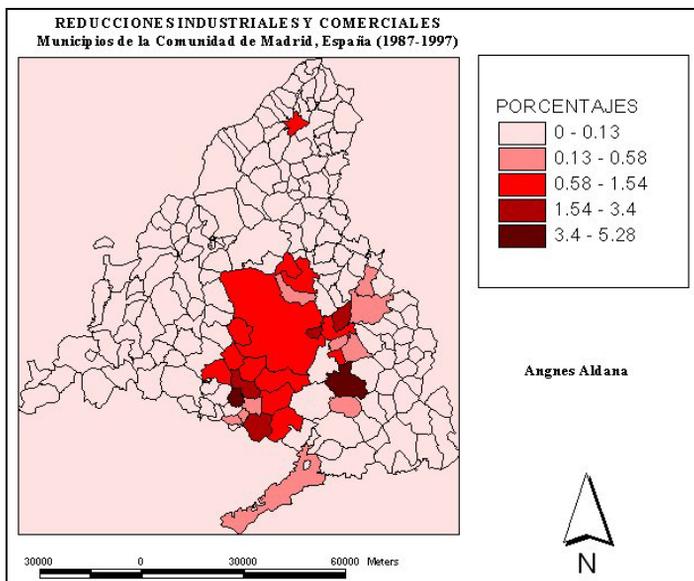
Cubiertas Industriales y Comerciales

Destaca Coslada por presentar más del 20% de su superficie destinado al crecimiento industrial y los Municipios Arganda del Rey (5,28%) y Humanes de Madrid (4,44%), por arrojar las mayores reducciones, las cuales son menos significativas al compararse con los incrementos operados durante el período. Tales cambios ocurren con mayor intensidad en los Municipios ubicados en la almendra central de la Comunidad y sus cercanías, particularmente en los situados al sur de Madrid y a lo largo del Corredor del Henares, de importante tradición industrial (Mapas N° 2 y 3).

De acuerdo con algunos autores (Méndez, 1998; Pozo, 1998; Méndez y Mecha, 2001), las relaciones entre economía, tecnología, espacio y urbanización en conjunto con una serie de factores como: la creciente oferta de venta y alquiler de naves industriales, el escaso control urbanístico y una menor carga impositiva, entre otros, han conducido la reestructuración del sistema productivo, la descentralización/terciarización de la capital y la industrialización de sus periferias, en torno a Municipios muy contiguos al centro de la Comunidad, particularmente junto a polígonos de vivienda de alta densidad y baja calidad que albergaron a los inmigrantes rurales en busca de empleo. Según los autores reseñados, contribuye así la industria, a la formación de una región metropolitana afectada por un proceso de urbanización muy intenso, transformando la morfología, funcionalidad y socioeconomía de todo su territorio, al producirse modificaciones de carácter estructural, que refuerzan en unos casos y modifican en otros, a los criterios de localización y las interrelaciones espaciales heredadas, repitiéndose en el tiempo el proceso de aparición de nuevos espacios productivos y el declive de otros.



Mapa N° 2

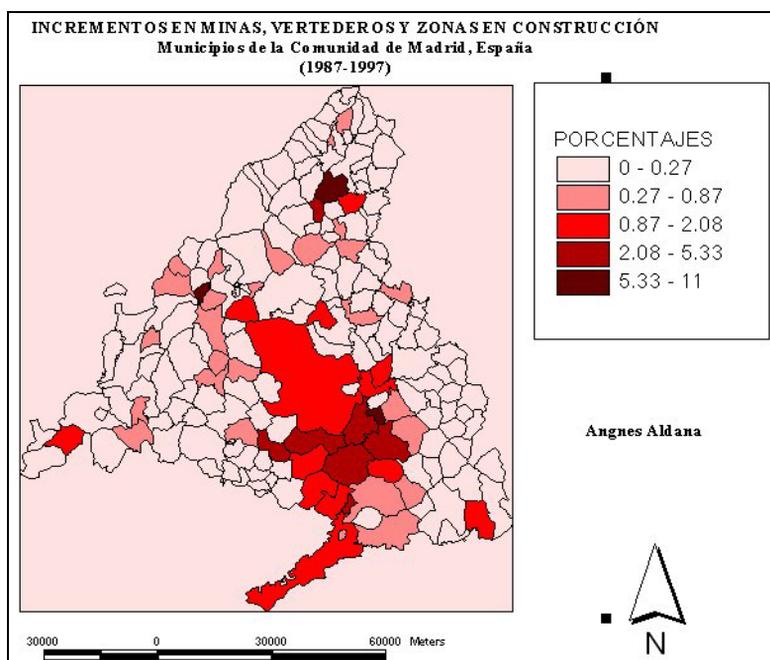


Mapa N° 3

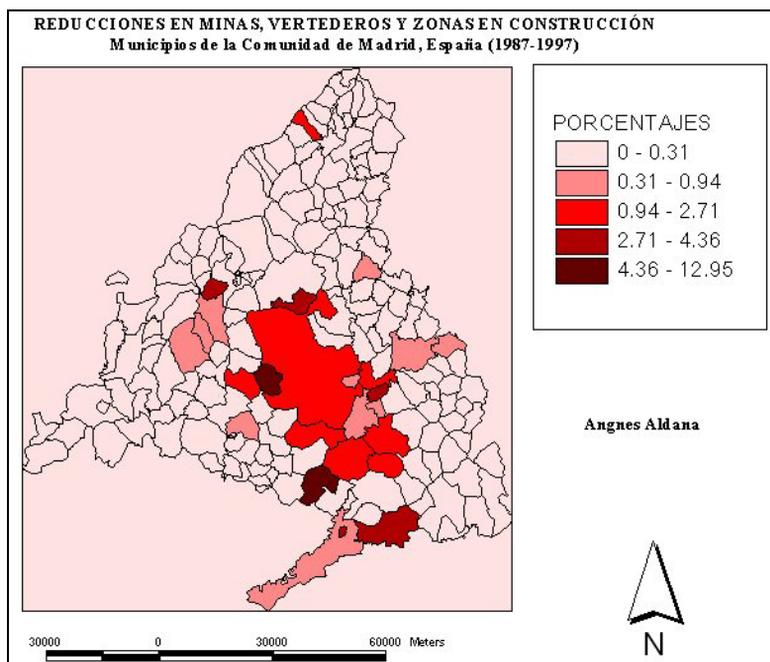
Cubiertas de Minas, Vertederos, Escombreras y Zonas en Construcción

Resaltan los Municipios Pozuelo de Alarcón y Valdemoro con 12% de sus superficies, afectadas por reducciones en esta categoría, reflejando en el primer caso a las zonas en construcción que llegaron a conformar urbanizaciones residenciales y en el segundo, a las que fueron abandonadas y cubiertas por matorrales ubicadas al sur este de la Comunidad.

Los mayores incrementos se aprecian en los Municipios Venturada (7,55%), Alpedrete (6,97%), Rivas Vaciamadrid (5,37%) y San Martín de la Vega (4,93%), indicando una tendencia a la reubicación de las minas hacia lugares relativamente alejados del casco urbano, a medida que este se va expandiendo, pero generalmente concentrados en los Municipios que disponen de los recursos requeridos como materiales de construcción (sur de Madrid), para el intenso desarrollo urbanístico operado en la ciudad de Madrid y en las urbanizaciones para segunda residencia que se han diseminado sobre el sector montañoso (Mapas N° 4 y 5).



Mapa N° 4



Mapa N° 5

Estos primeros resultados indican que los porcentajes más altos tanto en las pérdidas como ganancias de las zonas artificiales, ocurren en general en el Municipio central (Madrid capital) y sus alrededores, y están relacionados con procesos de crecimiento urbano, descentralización industrial, periurbanización y reubicación de minas, vertederos y escombreras.

Los Municipios de la sierra y rampa madrileña, presentan valores más bajos, aquejados por procesos de urbanización rural, mediante la modalidad de segundas residencias, turismo rural y algunas actividades industriales (Gutiérrez, 2002).

Los resultados del Cuadro N° 2, expresan en general un nivel de afectación bastante similar de incremento urbanístico a expensas de las áreas naturales y agrícolas, siendo un poco más pronunciado el efecto sobre estas últimas cubiertas.

Los indicadores ambientales del segundo grupo indican que:

- Las mayores pérdidas naturales ocasionadas por el incremento urbano, ocurrieron en 4 Municipios afectando más del 8% de sus superficies, entre los cuales Pozuelo de Alarcón registra el porcentaje más alto (25%).
- Ocho Municipios aportaron entre el 6 y el 15 % de sus espacios agrícolas para el crecimiento urbano, sobresaliendo Coslada con el 35% de pérdidas en la superficie agrícola.

Cuadro N° 2. **INDICADORES DEL GRUPO NO 2**

Indicador	Porcentajes Municipales (Rangos de variación)	Municipios Numero
Pérdidas naturales por expansión urbana	0,00 – 0,94	99
	0,94 – 2,63	41
	2,63 – 4,54	23
	4,54 – 8,04	13
	8,04 – 25,08	4
Pérdidas agrícolas por expansión urbana	0,00 – 0,8	94
	0,8 – 2,45	47
	2,45 – 6,15	29
	6,15 – 15,53	8
	15,53 – 35,25	4

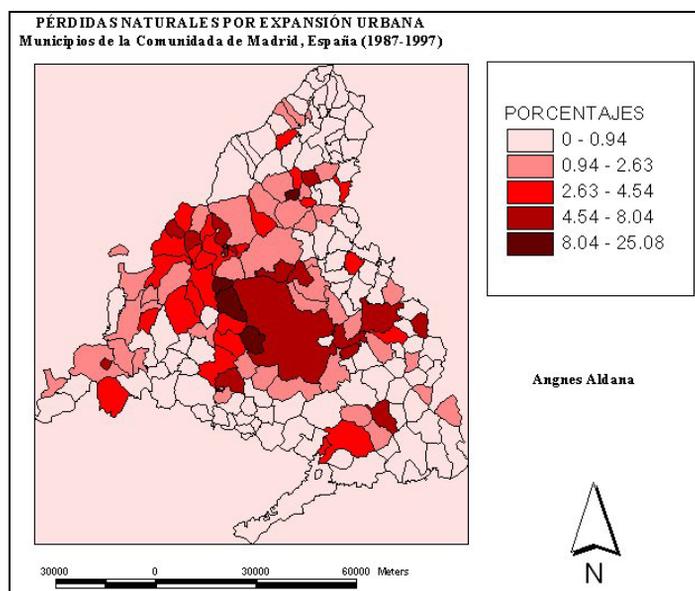
Fuente: elaboración propia

La importancia de las áreas naturales y en particular de los bosques y sus múltiples funciones ecológicas, socioeconómicas y culturales, ha sido resaltada por muchos autores, por constituir la fuente de suministro de madera y sus derivados, por ser utilizados como lugares de recreo, por contener los hábitat de flora y fauna silvestres y entre otros aspectos por ayudar a conservar el agua y el suelo. Por lo tanto, la disminución de la superficie de bosques, para el desarrollo de actividades agrícolas y de expansión urbana, es vista como una señal de alarma y se llega incluso a considerar como insostenibles tales prácticas (ONU, 1996).

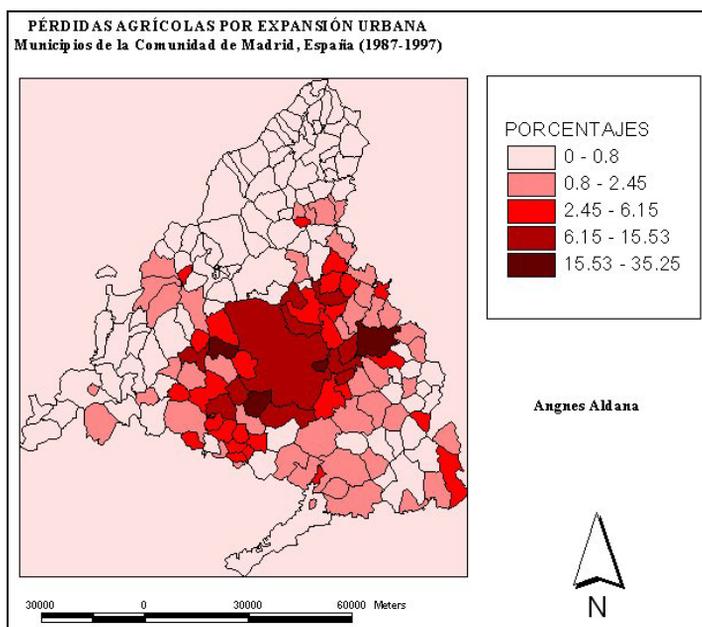
De acuerdo con los resultados obtenidos, los Municipios ubicados en la ciudad de Madrid y sus proximidades más afectados por el incremento urbano e industrial, presentan una reducción de las cubiertas naturales y por esta razón podrían indicar una disminución de la sostenibilidad ambiental (Mapa N° 6).

Las tendencias del crecimiento urbano, a expensas del consumo de espacios agrícolas y naturales, provoca efectos sobre la biodiversidad, las funciones hidrológicas y de regulación micro climáticas, los valores estéticos y recreativos, entre otros. En consecuencia, los indicadores relacionados con el tema resultan de considerable importancia y expresan como se extiende el proceso urbanizador sobre toda la Comunidad, con diversos grados de intensidad, siendo los Municipios ubicados al sur y sureste, los que presentan mayores porcentajes de afectación (Mapa N° 7).

En éste sentido García (2000), remarca que el proceso de urbanización ha estado más orientado por modelos económicos de libre mercado, que por criterios de armonización urbano-medio natural. De acuerdo con Caravaca (1998), tal modelo socioeconómico y territorial, no parece contribuir a la consecución de un desarrollo sostenible que asegure el uso de los recursos en el futuro y favorezca la equidistribución social y territorial de la riqueza.



Mapa N° 6



Mapa N° 7

Las diferencias de los indicadores a nivel municipal, orientan por ejemplo, sobre los planes de reforestación que podrían implementarse en los espacios disponibles de los Municipios que presentan mayores pérdidas naturales a causa del crecimiento urbano, así como también la necesidad de establecer mecanismos de control y/o protección, sobre las cubiertas naturales existentes en los Municipios, que muestran una tendencia al desarrollo de urbanizaciones rurales con carácter de segunda residencia.

Los cambios en la cobertura de la tierra durante el período, son una consecuencia de complejos procesos socioeconómicos y políticos (López de Lucio, 1998; Méndez y Mecha, 2001; Prados y Cunningham, 2002; Silva, 2002), más que un efecto de las medidas asumidas por el gobierno para paliar los problemas generados. Los indicadores considerados, por lo tanto, reflejan grandes diferencias de los efectos de las actividades humanas sobre las cubiertas naturales presentes en el territorio madrileño, pero no muestran el grado de compromiso de la municipalidad con políticas de uso sostenible de la tierra, con el incremento en la eficiencia del uso de la tierra, con la protección de lugares ecológicamente sensibles, y con el restablecimiento y reestructuración de tierras abandonadas y contaminadas.

La incorporación de otras variables en la investigación, podrían aclarar estos aspectos, tales como: áreas protegidas, programas de reforestación aplicados, aspectos funcionales del uso de la tierra, análisis de las políticas sostenibles desarrolladas, medidas implementadas etc.

Sin embargo, los resultados presentados constituyen una aproximación al conocimiento de la sostenibilidad ambiental de los Municipios de la Comunidad de Madrid y abre el campo para una investigación más amplia, en un área de considerable importancia económica, social y especialmente ambiental, máxime cuando se ha reconocido el poco desarrollo de indicadores en el área de Biodiversidad y Bosques (García et al, 1999).

La Agencia Europea del Medio Ambiente en su informe N° 30 (AEMA, 2002), presenta resultados sobre indicadores ambientales, para un conjunto de 25 ciudades europeas, entre las cuales, se citan en el Cuadro N° 3, algunos indicadores calculados sobre la ciudad de Bilbao (España) y aunque no son comparables con los detectados en este trabajo, pues se refieren a períodos de tiempo distintos, ratifican la utilidad del mapa de cambios y estabildades, base fundamental del presente investigación y los indicadores derivados del mismo.

Cuadro N° 3. **INDICADORES AMBIENTALES EN BILBAO, ESPAÑA
(PERÍODO 1950-1990)**

INDICADORES	(%)
Pérdidas de áreas naturales debido al crecimiento urbano	14,5
Pérdidas de áreas agrícolas debido al crecimiento urbano	32,3
Pérdidas de áreas naturales y agrícolas debido al crecimiento urbano	20,6

Fuente: AEMA, 2002.

Estas apreciaciones y los indicadores seleccionados justifican la elaboración del presente trabajo y revelan la cantidad de información que puede desprenderse, gracias al apoyo de los SIG, de un mapa de cambios en la cobertura de la tierra.

CONCLUSIONES

Desde la perspectiva ambiental, el uso insostenible de la tierra puede conducir a procesos de erosión y desertificación, puede suponer una amenaza para los ecosistemas y dar lugar a la pérdida del hábitat natural, a la modificación del paisaje y en consecuencia a generar efectos negativos sobre la vida del planeta.

Los resultados obtenidos no permiten calificar el nivel de sostenibilidad o insostenibilidad de los Municipios madrileños, por cuanto sólo se evalúan algunas de las múltiples variables que deben integrar los tres componentes del desarrollo sostenible: económico, social y ambiental; sin embargo, reflejan directa o indirectamente la disponibilidad de algunos recursos naturales y dan cuenta del grado de avance del proceso urbanizador sobre las cubiertas agrícolas y vegetales, por lo tanto aporta información significativa para la toma de decisiones.

De hecho se aprecia una tendencia general de expansión del área metropolitana, mediante el incremento de las zonas artificiales desde los Municipios ubicados en el centro de la Comunidad hacia los de la periferia, tanto de Madrid capital como de los restantes centros urbanos y las áreas rurales, a través de procesos iniciados en períodos anteriores, tales como: periurbanización radial y lineal sobre los ejes viales principales, descentralización industrial y rururbanización

Discriminar la variabilidad porcentual de los indicadores ambientales presentada en los Municipios de la Comunidad, orienta en principio sobre las medidas de repoblación vegetal y control del desarrollo urbanístico que ameritan algunos de ellos. Particularmente sobre aquellos municipios que arrojan los mayores valores (entre el 25 y el 35%) por pérdidas naturales y agrícolas debidas a la expansión urbana.

Gracias al apoyo de los SIG, los resultados presentados, revelan por una parte la gran cantidad de información que puede aportar un mapa de cambios en la cobertura de la tierra, para la medición de indicadores ambientales y por la otra conforman un marco de referencia, una aproximación a un problema que presenta diversas dimensiones y complejidades y un campo importante para el desarrollo de investigaciones más detalladas sobre el total de la Comunidad Madrileña, que abarquen objetivos más amplios de los planteados y alcanzados en el presente trabajo de investigación.

El déficit ambiental o la distancia entre la situación ambiental de la Comunidad de Madrid y las metas establecidas en materia de política y legislación ambiental, amerita de la ampliación del estudio, la incorporación de muchas otras variables y de una evaluación que integre economía, ambiente y sociedad, bajo la responsabilidad de un equipo multidisciplinario, generando resultados que permitan establecer el horizonte ambiental hacia el cual es preciso tender y las prioridades de actuación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aema. 2002. **Towards an Urban Atlas: Assessment of Spatial Date on 25 European Cities and Urban Areas.** Environmental. Informe N° 30.
http://www.reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_30/en/Chap02
2. Benitez, J. 2001. **Indicadores del Cambio de Condición de la Tierra para el Manejo Sostenible de los Recursos.** FAO. Boletín de Tierras y Aguas. N° 5, Roma, Italia.
<http://www.fao.org/DOCREP/004/W4745S/w4745s09.htm>.
3. Brinkman, R. 2001. **Indicadores de la Calidad de la Tierra: Aspectos del Uso de la Tierra, del Suelo y de los Nutrimientos de las Plantas.** FAO. Boletín de Tierras y Aguas. N° 5 Roma, Italia.
<http://www.fao.org/DOCREP/004/W4745S/w4745s09.htm>
4. CCE. 1994. **Directions for the EU on Environmental Indicators and Green National Accounting. The Integration of Environmental and Economic Information Systems.** Commission to the Council and the European Parliament. Revista Oficial, COM, 670. Bruselas.
5. Caravaca, Inmaculada. 1998. **Los Nuevos Espacios Emergentes.** Estudios Regionales. (50):39-80.
6. Consejería del Medio Ambiente Español. 1997. **Mapa de Vegetación y Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Madrid.**
<http://medioambiente.comadrid.es/areastematicas/biodiversidad/vegetacion.html>
7. Di Pace, M. y Crojethovich, A. s/f. **La Sustentabilidad Ecológica en la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Indicadores para la Región Metropolitana de Buenos Aires.** Colección Investigación. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento. Argentina. Serie Informes de Investigación (3): 12-78.
8. Gallardo, L. y Vallejos, S. 1999. **Indicadores de Desarrollo Sustentable. Aplicación de una Metodología Propuesta por la Organización de las Naciones Unidas.** Salud Pública de México. 41 (2).
http://www.insp.mx/salud/41/41s2_11.pdf.

9. García, José. 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, Madrid. (20):419-436.
10. García, J., Rodríguez F., y Velarde, M. 1999. **Propuesta de Indicadores Ambientales para la Comunidad de Madrid.** Consejería del Medio Ambiente. Comunidad de Madrid. España. 143 pp.
11. Gutiérrez Sergio. 2002. **La Evolución Reciente de la Población Rural: ¿Un Episodio Coyuntural o un Verdadero Cambio de Tendencia?.** Pp.359-368, en: Actas del XI Coloquio de Geografía Rural: los espacios rurales entre el hoy y el mañana. Asociación de Geógrafos Españoles. Grupo de Geografía Rural. Universidad de Cantabria, Santander.
12. López, José. 1989. **La Observación de la Tierra Desde el Espacio: el Mapa de Ocupación del Suelo de la Comunidad Económica Europea.** Estudios Geográficos. Madrid. Tomo XLX (196):409-434.
13. López de Lucio, R. 1998. **La Incipiente Configuración de una Región Urbana Dispersa: el Caso de la Comunidad Autónoma de Madrid (1960-1993).** Pp. 169-196, en Monclus, F. (ed.). Urbanismo Ciudad Historia (I). La Ciudad Dispersa. Centro de cultura contemporánea de Barcelona.
14. Manitega Lola. 2000. **Los Indicadores Ambientales como Instrumento para el Desarrollo de la Política Ambiental y su Integración en Otras Políticas.** Estadística y Medio Ambiente. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla. pp: 75-87.
15. Méndez, Ricardo. 1994. **La Nueva Industria en la Comunidad de Madrid.** Pp. 415-447, en: V Jornadas de Geografía Industrial. Girona.
16. Méndez, R. y Mecha, R. 2001. **Transformaciones de la Industria Española en el Contexto de la Globalización.** Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid. (21):183-202.
17. Ministerio del Ambiente Español. 1996. **Indicadores Ambientales. Una Propuesta para España.** Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. España. 146 pp.

18. ONU. 1992. **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Agenda 21**. Río de Janeiro. Brasil.
<http://un.org/esa/sustdev/agenda21sp>.
19. ----- 1996. **Indicadores de Desarrollo Sostenible. Marco y Metodologías**. New York. 478 pp.
20. ----- 1999. **Lista de Indicadores del Desarrollo Sostenible. División de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible**.
<http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/spanish/lista.htm>
21. Pino, María. 2001. **Los Indicadores Ambientales como Parámetros Clave de la Sostenibilidad**. <http://www.ub.es/cres/cres/indica.htm>
22. Poso, Enrique. 1998. **La Evolución de la Población en la Comunidad de Madrid (1991-1996)**. Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid. (18):299-316.
23. Prados, M. y Cunningham, C. 2002. **Calidad Ambiental y Nuevas Pautas en la Movilidad Residencial de la Población. Propuesta Metodológica para el Estudio de Procesos de Natururbanización**. Pp. 425-433, en: Actas del XI Coloquio de Geografía Rural: los espacios rurales entre el hoy y el mañana. Asociación de Geógrafos Españoles. Grupo de Geografía Rural. Universidad de Cantabria, Santander.
24. Sabaté, A. 1977. **La Segunda Residencia como Factor de Transformación del Paisaje Natural**. Pp.251-256, en: V Coloquio de Geografía. Granada.
25. Sancho, J., Moreno, F., Navalpotro, P., y Santaolalla, A. 1995. **El Espacio Rural en una Sociedad Urbana: valoración ambiental y paisajística**. Anales de Geografía de la Universidad Complutense. Madrid. (15):651-662.
26. Silva, Rocío. 2002. **Una Propuesta Tipológica de Espacios Rurales en el Contexto de la Globalización**. Pp.759-769, en: Actas del XI Coloquio de Geografía Rural. Asociación de Geógrafos Españoles. Grupo de Geografía Rural. Santander.
27. USDA 1994. **Agricultural Resources and Environmental Indicators**. US Department of Agriculture, Economic Research Service, Natural Resources and Environment Division. Agricultural Handbook Washington, D.C. (705):25-33.