

ACE 35

Electronic offprint

Separata electrónica

PROPUESTA DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA DELIMITACIÓN DEL ESPACIO URBANO Y RURAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. APLICACIÓN AL CASO DE ASTURIAS

Víctor M. González Marroquín, José L. Pérez Rivero y Fernando Rubiera Morollón

Cómo citar este artículo: GONZÁLEZ MARROQUIN, V.M.; PÉREZ RIVERO, J.L. y RUBIERA MOROLLÓN, F. *Propuesta de un procedimiento para la delimitación del espacio urbano y rural mediante Sistemas de Información Geográfica. Aplicación al caso de Asturias* [en línea] Fecha de consulta: dd-mm-aa. En: *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 12 (35): 213-222, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.12.35.4776> ISSN: 1886-4805.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

c

ACE 35

Electronic offprint

Separata electrónica

PROPOSAL OF A PROCEDURE FOR THE DELIMITATION OF URBAN AND RURAL SPACES BY MEANS OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS: APPLICATION TO THE ASTURIAN CASE

Key words: rural areas; urban sprawl; urban planning; digital cartography; territorial digital models

Structured abstract

The growth and sprawl of current cities combined with the improvement of communications generate a higher integration of rural and urban spaces making difficult to distinguish one from another. However, to properly apply agrarian or rural policies as well as to planning the growth of the surroundings of the urban areas or to protect natural environments it is necessary to delimitate accurately urban or rural spaces. In this work a procedure to classify the territory based in indexes of building concentration or dispersion, using geographical information systems, combined with accessibility and density measures is proposed. As an illustration of how the procedure works it is applied to the case of Asturias, a region with a polycentric disperse urban area in the centre with diverse rural spaces in the periphery. The proposed combination of indicators, using principal components, allows obtaining a classification of the territory in five levels of urbanization being possible to identify very accurately the real rural areas of the region.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

PROPUESTA DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA DELIMITACIÓN DEL ESPACIO URBANO Y RURAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. APLICACIÓN AL CASO DE ASTURIAS

GONZÁLEZ MARROQUÍN, Víctor M.
PÉREZ RIVERO, José L.
RUBIERA MOROLLÓN, Fernando¹

Remisión inicial: 15-05-2016

Remisión final: 16-10-2017

Palabras clave: ruralidad; dispersión urbana; planificación y ordenación del territorio; modelos digitales del terreno y cartografía digital

Resumen estructurado

La expansión y dispersión de las ciudades junto con la mejora de las comunicaciones facilita la integración de campo y ciudad y dificulta la distinción de los entornos urbanos y rurales. Sin embargo, la correcta aplicación de políticas agrarias o de desarrollo rural, la regulación y planificación del crecimiento urbano o la protección de los espacios medioambientales o culturales requiere de técnicas que ayuden a delimitar y graduar con precisión el territorio urbano y rural. En este trabajo se propone un procedimiento de clasificación del territorio apoyado en índices de concentración/dispersión de la edificación o la población y en medidas de accesibilidad que es posible elaborar usando modelos digitales del terreno y cartografía de redes de transporte. A modo de ilustración aplicamos el procedimiento propuesto al caso de Asturias, especialmente interesante por su complejidad urbana –con una metrópoli dispersa y policéntrica en el centro de la región–, como por su diversidad rural –con espacios rurales periurbanos, turísticos y netamente agrarios–. La combinación de los indicadores mediante componentes principales arroja una clasificación del territorio en cinco niveles de urbanización que ayudan a clasificar una región compleja como Asturias.

1. Introducción

El crecimiento de las ciudades y la mejora de las comunicaciones acercan el campo a la ciudad y desdibujan los límites entre lo urbano y lo rural. Esto hace que, en muchas ocasiones, sea muy difícil delimitar hasta donde llegan las ciudades, donde empieza el mundo rural. Sin

¹ Laboratorio de Análisis Económico Regional – REGIOlab, Universidad de Oviedo (Asturias, España). Correo electrónico: rubiera@uniovi.es

embargo, disponer de un criterio objetivo para delimitar y graduar el territorio rural o urbano resulta relevante para la correcta aplicación de múltiples políticas como la Política Agraria Común (PAC), acciones concretas de la Política de Cohesión Social y Territorial, políticas de protección de espacios de valor medioambiental o para la regulación/planificación urbana.

Para caracterizar un espacio como rural o urbano normalmente se recurre a criterios de tamaño y densidad de la población o estructura económica –participación en el empleo o la producción de las actividades primarias–. Sin embargo estos criterios presentan varios problemas relevantes. En primer lugar, la creciente extensión de las ciudades y dispersión de su periferia hace que clasificaciones basadas en densidad o aspectos demográficos no sean capaces de identificar correctamente hasta donde se extiende el espacio residencial urbano. En segundo lugar, la reducción general del sector agrario en economías avanzadas hace caer su participación, incluso en entornos rurales muy alejados de las principales ciudades. En tercer lugar, los datos económicos y demográficos que se utilizan para identificar espacios dominados por las actividades agrarias o pesqueras suelen estar disponibles sólo a altos niveles de agregación espacial (NUTS IV o superiores en el caso de Europa) no pudiendo aplicar mayores grados de desagregación y clasificando el territorio de un modo muy grueso. Estos y otros factores están haciendo que sea cada vez más difícil delimitar apropiadamente el territorio recurriendo a tamaño o densidad de población o estructura económica.

En esta nota se propone un sistema de clasificación del territorio como rural o urbano recurriendo a índices de concentración/dispersión de la edificación, índices de densidad poblacional por metro cuadrado construido o accesibilidad elaborados a partir de modelos digitales del terreno (MDT) y de cartografías de redes de transporte. Este modo de aproximarnos al problema de la clasificación urbano/rural del territorio permite alcanzar el grado de desagregación espacial que deseamos, sin estar limitados por la disponibilidad de información económica y permite llegar a ser mucho más preciso en casos complejos ya sea por entornos urbanos dispersos, procesos de metropolización o dispersión/concentración de los núcleos rurales.

Se ilustrara el procedimiento aplicándolo al caso particular de Asturias, especialmente interesante por la complejidad urbana y rural de esta región: tres ciudades, muy próximas entre sí localizadas en el centro de la región y que están conformando una metrópoli dispersa y policéntrica, que se entremezclan con el entorno cada vez menos dependiente de las actividades agrarias.

La nota se estructura del siguiente modo. En una primera sección, tras esta introducción, se presenta el caso de estudio y las fuentes cartográficas en las que se apoya el análisis. En un segundo apartado se presentan los pasos del procedimiento que se propone, mostrando los resultados que se obtienen. Se termina la nota con algunas reflexiones finales a modo de conclusión.

2. Cartografía y unidades espaciales usadas en nuestro caso de estudio: Asturias

Como se apunta en la introducción el procedimiento propuesto se ilustrará con los datos de Asturias. Esta región del norte de España es especialmente interesante para nuestro análisis dado que en un espacio muy reducido (aproximadamente 10 mil Km²) convive una realidad urbana compleja, una zona de desarrollo industrial y un entorno rural. La zona centro de la región es la más urbanizada donde está emergiendo una gran metrópoli a partir del crecimiento y expansión urbana de tres ciudades previamente existentes junto con varios núcleos poblacionales de diferente tamaño que han crecido al su alrededor. En la zona oriental y occidental encontramos la Asturias más rural donde, sin embargo, en los últimos años ha crecido intensamente la actividad turística y los núcleos poblacionales de viviendas de segunda residencia. La región ofrece, de este modo, un excelente marco con dinámicas urbanas, procesos de metropolización y entornos rurales cambiantes que resulta muy apropiado para probar el funcionamiento del procedimiento de delimitación de espacios rurales y urbanos con criterios urbanísticos y de localización que se proponen.

La superficie urbanizada suponía en 1996 el 4,08% del total de la superficie asturiana, una tasa relativamente baja. Pero esta ocupación del suelo varía mucho entre municipios. Es máxima en los municipios de Avilés (32,61%), Muros de Nalón (26,11%) y Noreña (23,94%). En el extremo opuesto se encuentran los municipios de Allande (0,85%), Degaña (0,75%), Ibias (0,64%) o Villanueva de Oscos (0,81%). El proceso de crecimiento de la urbanización durante la década de 1996-2006 ha sido relativamente intenso, con una media en el periodo del 0,47% con diferencias que son también muy apreciables entre los municipios con altas tasas de crecimiento como Llanera (1,25%), Corvera (1,19%) y Noreña (1,17%) frente a otros con tasas de crecimiento mínimas como Caso (0,01%) o Proaza (0,03%).

Se ha recurrido a la información cartográfica y de movilidad que ofrece el Sistema de Información Territorial del Principado de Asturias (SITPA) elaborado por González *et al.* (2001, 2002 y 2004). El SITPA integra información cartográfica digital a escala de referencia 1:5.000 con un desarrollo de cobertura territorial completa para los años de vuelos 1994 a 1996, y 2002-2003. Adicionalmente contiene información en forma de orto-fotos derivadas de PNOA, Plan Nacional de Ortofotos, con una cobertura completa de España a escala mínima 1:5.000 (5 a 2,5 m de resolución), realizado en colaboración por el IGN-CNIG y los organismos de gestión del territorios de cada Comunidad Autónoma.

El procedimiento utilizado no predetermina el ámbito de aplicación dado que por definición una cartografía abarca todo el territorio limitada sólo por la escala de los mapas. Esto es especialmente interesante en Asturias, región uniprovincial con sólo 78 municipios aunque existen cerca de 5.000 núcleos poblacionales, de modo que la unidad municipal resulta demasiado agregada. Históricamente, en Galicia y Asturias, se ha utilizado la división en Parroquias realizada por la Iglesia como base para estudiar la distribución. En Asturias existen 852 parroquias que nos permiten tener una delimitación del espacio urbano y rural de la región

mucho más desagregado. Dado que la oficina de estadística del Principado de Asturias (SADEI) usa esta clasificación del territorio en muchos de sus análisis y presentación de datos optamos por usar esta unidad espacial como referencia. No obstante, otras unidades podrían aplicarse igualmente, tales como distritos censales, códigos postales o cualquier parcelación *ad hoc* del territorio.

3. Propuesta para la delimitación y graduación del territorio como urbano o rural a partir de un MDT. Ilustración con el caso de Asturias

Como se indicaba en la introducción el objetivo de esta nota es proponer un procedimiento que, apoyado en la información de uso del suelo que proporciona la cartografía digital georeferenciada, nos permita clasificar y graduar el territorio como urbano o rural.

El primer paso consiste en delimitar las zonas más densamente urbanizadas, que llamaremos núcleos urbanos. Para delimitar tales núcleos urbanos proponemos el cálculo de un *Índice de Concentración Urbana (ICU)* con el que medimos la intensidad del uso del suelo usando los datos cartográficos.

Delimitados los núcleos urbanos podemos establecer una gradación del resto del espacio para lo que tendremos en cuenta tres variables que caracterizan el grado de ruralidad de un territorio usando criterios de uso del suelo: (i) la distancia de cada lugar al núcleo urbano más cercano, (ii) la densidad de población del lugar y (iii) el grado de uso del suelo. Estas tres ideas se pueden concretar en tres indicadores o índices que comentaremos a continuación con mayor detalle.

Finalmente se puede integrar la información de los tres indicadores mediante la técnica de componentes principales que permite disponer de una clasificación del territorio sintética de los distintos indicadores.

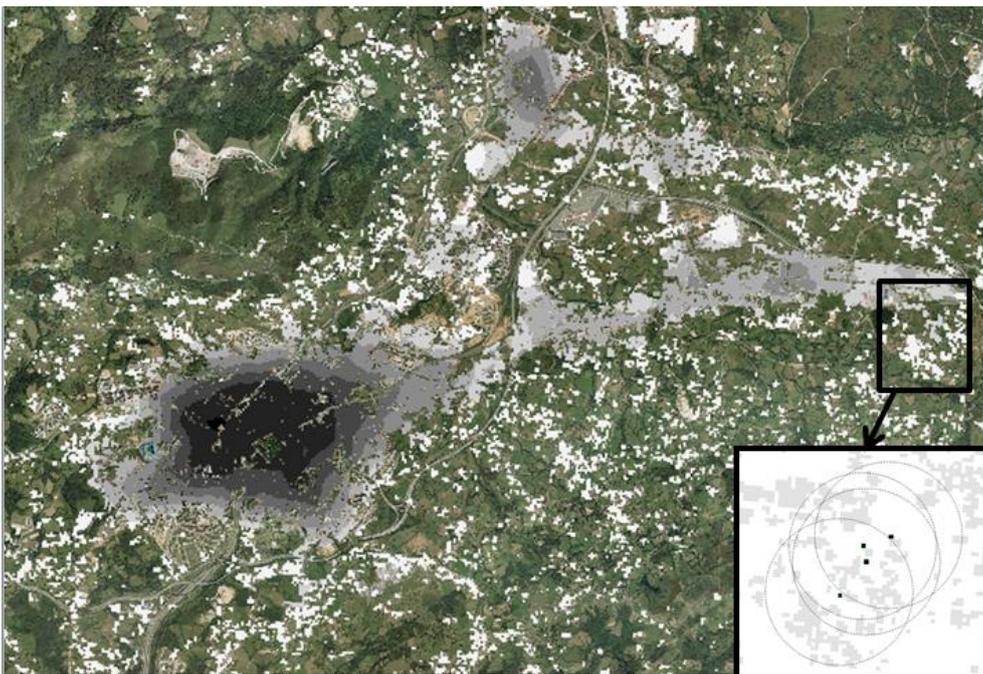
3.1 *Primer paso: la identificación de los núcleos urbanos mediante el Índice de Concentración Urbana*

Entendemos por núcleo urbano el espacio urbano propiamente dicho donde la ciudad ocupa la mayor parte del suelo disponible con una densidad de construcción muy elevada.

Para delimitarlo objetivamente se puede usar el *Índice de Concentración Urbana (ICU)*. El *ICU*, propuesto en trabajos previos (González *et al.*, 2013). Esto nos da una medida del grado de concentración de edificación que existe alrededor de cada pixel edificado que luego se puede promediar al nivel de agregación que deseemos (en este caso usaremos la unidad espacial de parroquias). Véase la Figura 1 y para más detalles sobre este índice consultar González *et al.* (2013a y 2013b).

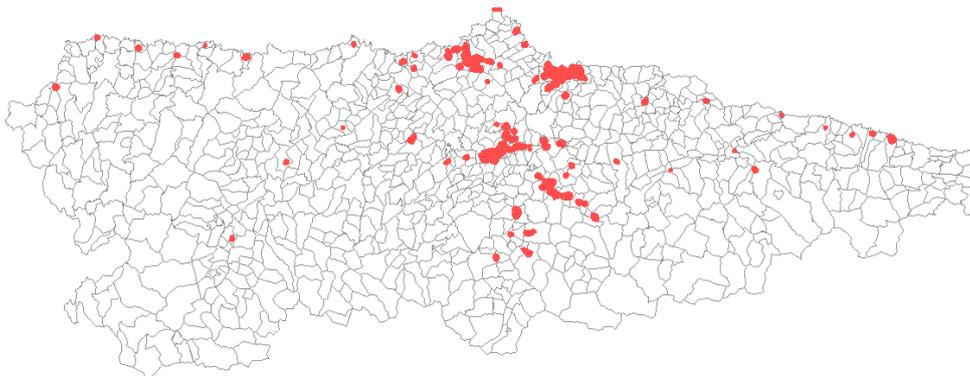
Una vez que se dispone de un valor del ICU para cada unidad espacial podemos aplicar un criterio ad hoc para delimitar cuales son tomadas como los núcleos urbanos. Observando la graduación de los resultados que obtenemos hemos determinado como criterio delimitador aquellos espacios en el que se obtienen píxeles edificadas con un valor por encima de 0,33 (1/3) del total, equivalente a la existencia de 333 píxeles construidos en un círculo centrado en el píxel analizado de 1 Km². La Figura 2 muestra los núcleos urbanos que se han identificado en el caso de Asturias.

Figura 1. Índice de Concentración Urbana (ICU) en el caso de la ciudad de Oviedo



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Núcleos Urbanos (NU) formados por agrupaciones de píxeles con IC > 1/3



Fuente: elaboración propia.

3.2 Segundo paso: caracterización del resto del territorio en función de distancia a núcleos urbanos, densidad y dispersión

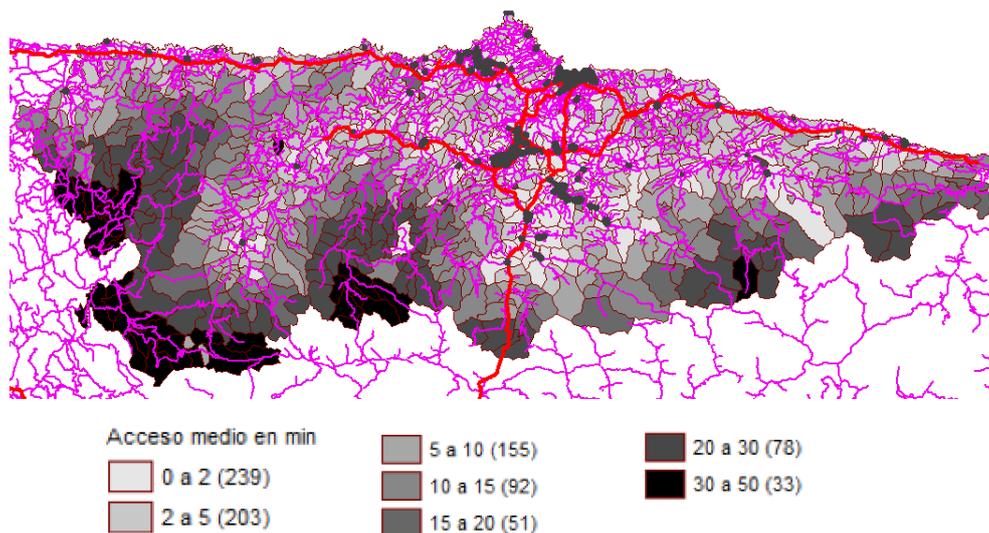
Una vez que tenemos delimitados los núcleos urbanos clasificamos el resto del territorio con los tres criterios antes propuestos: (i) la distancia de cada lugar al núcleo urbano más cercano, (ii) la densidad de población del lugar y (iii) el grado de uso del suelo disponible.

Para calcular la distancia se ha procedido a calcular los costes de travesía desde los píxeles construidos al núcleo urbano más cercano sobre la base de carreteras de 2012 aplicando la información que nos ofrece la cartografía de redes de transporte. Para realizar estos cálculos se han asignado las siguientes velocidades medias de travesía:

- Autovías y Autopistas: 100 km/h
- Carreteras: 60 km/h
- Calles: 30 Km/h
- No vías: 255 segundos para atravesar 40 m.

Se seleccionan los edificios situados en una franja creada alrededor del eje de las vías de 2 Km. Estos edificios nos proporcionarán una media aritmética de accesibilidad de cada parroquia que recogemos en la Figura 3.

Figura 3. Accesibilidad media de las Parroquias con la red viaria de 2012



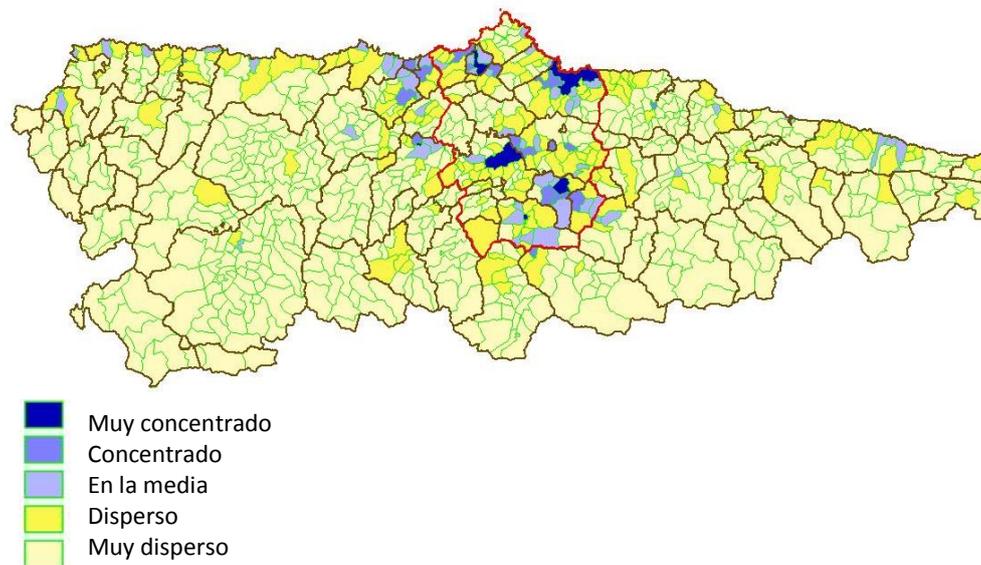
Fuente: elaboración propia.

El *Índice de Densidad Poblacional (IDP)* en adelante se puede calcular usando los datos del censo de población a escala parroquial que ofrece la oficina de estadística del Principado de Asturias, SADEI. Para incorporar una precisión mayor a esta información agregada para todo el

término parroquial la podemos calcular por metro cuadrado construido lo que nos informa, en cierto modo, de la altura media de edificación está incluida en ese valor.

Finalmente, para observar el grado del uso del suelo podemos usar el *Índice de Dispersión Urbana (IDU)* propuesto por Burchfield *et al.* (2005). El *IDU* está definido como el porcentaje de espacio libre 1 km² alrededor del píxel edificado. Nótese la similitud con el *ICU* antes propuesto. En la Figura 4 se muestra el mapa de parroquias con su *IDU* relativo (1996).

Figura 4. **Índice de Dispersión Urbana (IDU) en parroquias relativo a la media provincial**



Fuente: Elaboración propia

3.3 *Tercer paso: combinación estadística de la información para la graduación del territorio como urbano o rural*

Para aprovechar las posibilidades de la información de los modelos digitales del terreno y la cartografía de redes de transporte sintetizada en los indicadores propuestos se integran los mismos mediante componentes principales, ofreciendo una agrupación de las parroquias en cinco niveles que se pueden ver en la Figura 5.

El nivel 0 se corresponde con las parroquias que delimitamos como núcleos urbanos usando el *ICU*. Comprenden las parroquias más urbanas (de más de 50.000 habitantes, Oviedo, Gijón y Avilés) pero también parroquias con un alto nivel de densidad (baja dispersión) como Mieres, Grado, Cangas de Narcea y Cudillero.

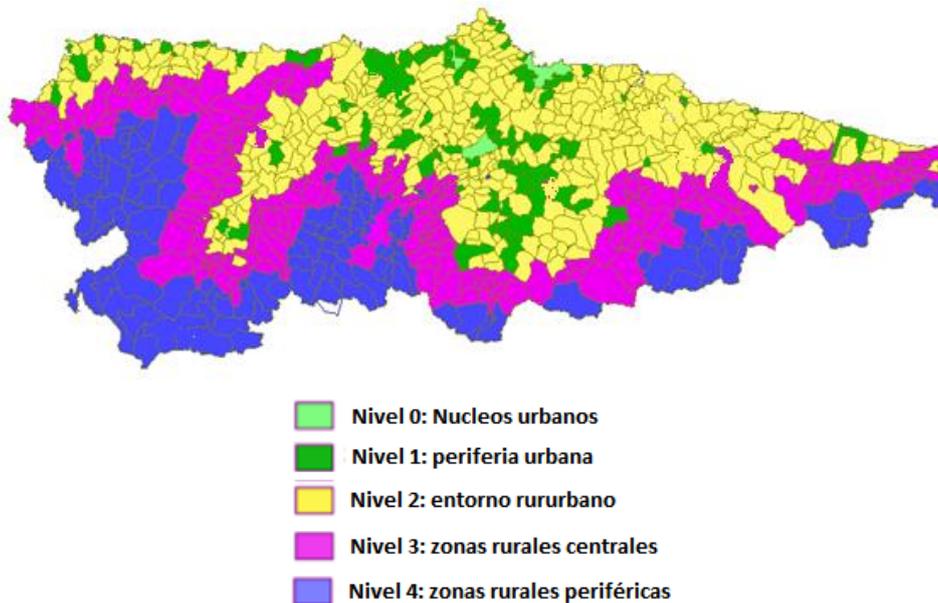
Los niveles 1 y 2 se corresponden con lo que designaríamos como periferia urbana (nivel 1) y zonas rururbanas (nivel 2), entornos claramente urbanos en definitiva. El nivel 1 se caracteriza

por una alta concentración y proximidad a los núcleos urbanos mientras que el rasgo que más diferencia al nivel 2, el rururbano, es su alto nivel de dispersión.

Los niveles 3 y 4 son los netamente rurales con una graduación de intensidad siendo rural central, por su mayor proximidad a núcleos urbanos, el nivel 3, y rural periférico el nivel 4. Esta clasificación ha combinado la densidad poblacional y dispersión urbana. De hecho la dispersión es el elemento que más ayuda a delimitar los cuatro niveles desde la periferia urbana a la rural. El nivel 3, como el 2, presenta una alta dispersión urbana. Mientras el nivel 4 es mucho menos denso poblacionalmente. No obstante la diferenciación entre el nivel 3 y 4 viene fundamentalmente determinada por la accesibilidad.

Como podemos ver el procedimiento consigue alcanzar una delimitación del espacio urbano muy precisa que se correspondería con los niveles 0, 1 y 2. Identifica claramente el espacio más conflictivo donde lo urbano y rural se entremezclan y donde es más probable que el crecimiento urbano pueda dañar los entornos naturales, el nivel 2. Asimismo identifica los espacios rurales con claridad, niveles 3 y 4, pero siendo posible delimitar la ruralidad más intensa, el nivel 4, fundamentalmente por la periferialidad que la caracteriza.

Figura 5. Delimitación y gradación del espacio urbano y rural en Asturias integrando la información del MDT mediante componentes principales



Autovalores				
Función	Auto valores	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	1,783	65,6	65,6	0,800
2	0,862	31,7	97,3	0,680
3	0,072	2,7	100,0	0,259

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

Disponer de un procedimiento para delimitar los espacios rurales o la determinar hasta donde se extienden las ciudades es relevante para la aplicación de políticas agrarias, de desarrollo rural, de planificación urbana o de protección medioambiental, entre otras. Normalmente el territorio es clasificado usando criterios de especialización económica o estructura demográfica. Sin embargo estos procedimientos son muy imprecisos y pueden cometer importantes errores de delimitación sobre todo en contextos urbanos muy dispersos donde ciudad y mundo rural se entremezclan o en economías avanzadas con entornos rurales en proceso de cambio. Los procedimientos están basados, además, en estadísticas que se suelen ofrecer a una elevada escala de agregación, municipal o superior, lo que impide poder hacer clasificaciones del territorio a un alto nivel de desagregación espacial.

En este trabajo se propone un procedimiento de identificación del espacio rural y urbano y de clasificación del mismo usando la información que proporcionan la cartografía digital georeferenciada que ofrece información de densidad de construcción, distancias o dispersión entre otros muchos posibles indicadores. Se puede utilizar esta información para delimitar con mayor precisión y desagregación espacial el territorio como urbano o rural basándonos en criterios exclusivos de modo de uso del suelo y distancias.

El procedimiento propuesto consiste en identificar primero los núcleos urbanos principales mediante el uso de un *Índice de Concentración Urbana*. El resto del territorio es clasificado integrando mediante la técnica de componentes principales tres indicadores: (i) distancia los principales núcleos urbanos, (ii) densidad poblacional por unidad construida y (iii) dispersión de las edificaciones.

Se ha ilustrado como se aplicaría el procedimiento para el caso de Asturias. Es un caso especialmente atractivo por la combinación de entornos rurales y urbanos en un espacio reducido y por tener una realidad urbana en el centro de la región muy compleja, con tres ciudades que están conformando un área metropolitana policéntrica y con tendencia a la dispersión. El procedimiento identifica con precisión todas estas peculiaridades resultando, tras aplicar la técnica de componentes principales, cinco niveles: dos netamente urbanos y dos netamente rurales junto a un nivel intermedio o rururbano. A parte de identificar los núcleos urbanos principales es posible delimitar las zonas por las que estos tienen a crecer con intensidades de uso del suelo muy elevadas, cercanas al del propio núcleo. Sin embargo, es en el entorno rururbano donde se observa la mayor tendencia a la dispersión residencial y la interrelación más complicada entre campo y ciudad. Entre los niveles rurales es el grado de accesibilidad el factor fundamental que determina que un lugar sea más intensamente rural (rural periférico).

El procedimiento permite clasificar el territorio, identificar los espacios claramente rurales donde es oportuno aplicar políticas rurales, la zona de extensión de la ciudad y las zonas de mayor peligro de depredación del suelo por un crecimiento urbano. Esta clasificación objetiva del

territorio es relevante para aplicar políticas de uso de suelo y urbanización “a la carta”, diferenciadas en cada lugar, dentro de un espacio pequeño que es muy gruesamente clasificado con procedimientos tradicionales.

Bibliografía

BURCHFIELD, M., *et al.* *Causes of Sprawl: a portrait from space*. En: The Quarterly Journal of Economics, 121 (2): 587-633, 2005.

GONZÁLEZ, F. *et al.* *La modernización de la Administración a través de un Sistema de Información Geográfica Corporativo: el SITPA*. En: Mapping, 70: 28-31, 2001.

GONZÁLEZ, F. *et al.* *El sistema de información territorial del Principado de Asturias*. En: Ordenación del territorio, política regional, medio ambiente y urbanismo, FUNDICOT, 903-916, 2002.

GONZÁLEZ, F. *et al.* *SITPA. Sistema de Información Territorial del Principado de Asturias. Un enfoque tecnológico*. En: Mapping, 91: 62-64, 2004.

GONZÁLEZ, V.M. *et al.* *Descripción y análisis de la huella urbanística del “boom” inmobiliario en Asturias mediante SIG, 1996-2006*. En: Investigaciones Regionales, 25: 115-140, 2013a.

GONZÁLEZ, V.M. *et al.* *Dispersión urbana en áreas metropolitanas policéntricas: análisis del caso asturiano mediante el uso de sistemas de información geográfica*. En: ACE: Architecture, City and Environment [en línea]. 2013b, 8 (24): 38-63 [Fecha de consulta: 15 Octubre 2016]. DOI: <DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.8.24.2715>>

SADEI. *Censo de Población de las Parroquias Asturianas*, Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias. Oviedo, varios años.