

LA DELIMITACIÓN DEL SUELO URBANIZADO: EL CASO DE LA COSTA ALICANTINA, ESPAÑA ⁽¹⁾

Yraida Romano Grullón

Arquitecta. Investigadora en Formación del Centro de investigación de Política de Suelo y Valoraciones
yraida.romano@upc.edu

Josep Roca Cladera

Dr. Arquitecto. Director del Centro de investigación de Política de Suelo y Valoraciones
josep.roca@upc.edu

Av. Diagonal 649, 4ª Planta, Barcelona, España
Teléfono + 34 93 4016396
Departamento de Construcciones Arquitectónicas I
Centre de Política de Suelo y Valoraciones
Universidad Politécnica de Cataluña

Palabras clave: Urbanización, Teledetección, Foto-interpretación, SIG

- (1) Esta ponencia se desarrolla como parte de las investigaciones realizadas en el marco del Proyecto *EL PROCESO DE URBANIZACIÓN EN LA COSTA MEDITERRANEA: ¿HACIA UN MODELO INSOSTENIBLE DE OCUPACION DEL SUELO? Un análisis retrospectivo (1956-2006) y prospectivo (2006-2026)*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, MICINN, en la Convocatoria de Concesión de Ayudas para la realización de proyectos de investigación, en el marco de algunos Programas Nacionales del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007. Convocatoria 2006. (SEJ2006-09630/GEOG).

Resumen

La transformación urbana producida en España en las últimas décadas va siendo una cuestión más central en los trabajos de investigación sobre las dinámicas de evolución del territorio, debido a la progresiva extensión de las manchas urbanas a través de fenómenos cada vez más complejos. Uno de dichos trabajos realizado por el Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CPSV) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), en su proyecto de investigación "20 paisajes x 50 años"¹ analiza el crecimiento en la tasa de consumo de suelo de 20 paisajes urbanos en España, en tres etapas temporales entre los años de 1956 y el 2006.

Entre los objetivos del proyecto se generó una base de datos actualizada al año 2006 de las áreas urbanizadas objeto del estudio, desarrollada a través de la foto interpretación en Google Earth con el soporte de la clasificación realizada en el marco del proyecto europeo corine land cover (CLC).

Un aspecto central en este trabajo es el planteamiento de una metodología para la delimitación "crítica" de áreas urbanizadas en cuanto a la demarcación de "confines" entre zonas rurales en procesos de urbanización y zonas urbanas consolidadas, ocupando también nuevas herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y teledetección para disminuir el tiempo del análisis interpretativo gracias a procesos semi-automáticos.

Se abre una discusión, a través de una muestra de casos objeto del análisis a diferentes escalas, a cerca de las bases de datos manejadas, la precisión de los datos obtenidos y su integración con otras bases de datos en SIG para la obtención de diversos indicadores. La aplicación de la metodología se desarrolla en la costa Alicante, aprovechando la variedad y complejidad de sus tejidos urbanos, así como la variedad del uso de suelo, con particular atención a las urbanizaciones en la franja costera.

¹ Convenio de colaboración entre el Ministerio de Vivienda y la Universidad Politécnica de Cataluña, para la realización de un estudio sobre la evolución de veinte paisajes urbanos en los últimos cincuenta años con objeto de la exposición "50 años de urbanismo en España"

1. Introducción

La población urbana ha pasado de 750 millones de personas en 1950 a 2.860 millones de personas en el año 2000, representado en la actualidad más del 50% de la población mundial. España no ha sido una excepción, ya que la transformación urbana producida en este país en los últimos 50 años es un fenómeno de una magnitud indiscutible. A mediados del siglo pasado aún era un país agrícola, donde casi el 50% de la población trabajaba en esta actividad. Actualmente, en cambio, el porcentaje de la población que se dedica a actividades agrarias representa poco más de un 5%. Este creciente aumento de la urbanización, amparado en un sistema de vida que prima al consumo por encima del resto de valores, no sólo degrada el "capital natural", sino también compromete gravemente la calidad de vida de las generaciones futuras.

Por consiguiente hoy día son de vital importancia los trabajos dirigidos al estudio de los cambios de las coberturas y usos del suelo, especialmente los que se dedican a clasificar y delimitar los cambios ocurridos en el tiempo, ya que estos podrían ser piezas claves en la formulación de planes de ordenación y al mismo tiempo en la generación de estrategias ambientales y socioeconómicas. En este sentido debe puntualizarse, la importancia que tiene la exactitud de los resultados de la delimitación y de la clasificación del suelo urbanizado utilizados en cualquier tipo de investigación.

En el campo concreto de la ocupación del suelo, los satélites Landsat han proporcionado una fuente de información idónea para un gran número de inventarios de escala regional y nacional, en los últimos años los satélites de observación de la tierra han experimentado un desarrollo espectacular, el salto cualitativo hacia la utilización de estas técnicas se produce a partir de 1972 con el lanzamiento del primer satélite de la serie ERTS, verdadera clave en el desarrollo de las aplicaciones de esta tecnología en todo el mundo. Las principales ventajas del sistema para estos trabajos pueden esquematizarse como sigue: a) Visión sinóptica de una amplia superficie del terreno, que asegura un gran volumen de información tomado en condiciones homogéneas. b) Información concierne a varias longitudes de onda, más allá del espectro visible. c) Cobertura periódica y relativamente rápida. d) Rapidez y economía de tratamiento e) Versatilidad del tratamiento numérico (Chuvieco, 1985). Gracias a este importante avance hoy día se pueden obtener trabajos cartográficos de ocupación del suelo con un alto nivel de precisión. Dentro de los que se destacan como uno de los trabajos más completos a nivel europeo, las bases de datos del corine land cover, la cual tiene como objetivo principal, la creación y actualización permanente de información sobre la cobertura y usos del territorio.

En esta misma línea el Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CPSV) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), en su proyecto de investigación "20 paisajes x 50 años" analiza el crecimiento en la tasa de consumo de suelo de 50 paisajes urbanos en España, en tres etapas temporales entre el año 1956 y el año 2006. Entre los objetivos del proyecto, se plantea la generación de una base de datos actualizada del año 2006 de las áreas artificiales urbanizadas de los 154 municipios que contempla el estudio. En el proceso de generación de dicha base de datos, se ha utilizado como punto de partida para la digitalización, las bases de datos del CLC00, en las que se han detectados errores importantes en cuanto a la clasificación y delimitación del suelo urbanizado.

Por tal motivo este trabajo pretende: evaluar la diferencia entre ambas bases de datos, definir donde se localizan estas incongruencias dentro de la clasificación del suelo urbanizado y identificar cuáles son sus posibles causas; al mismo identificar si éstas se deben a un problema de la delimitación o de un error en la clase asignada.² De igual forma se pretende explicar el proceso de la metodología aplicada para la delimitación de áreas urbanizadas en la base de datos del CPSV-UPC.

En el ámbito de lo señalado se tiene tres objetivos principales:

- Explicar la metodología utilizada en el proyecto 20 paisajes x 50 años, utilizando Google Earth como herramienta para la fotointerpretación.
- Realizar un análisis comparativo entre CLC00 y la base CPSV-UPC, con el se explique la importancia de la escala de trabajo.
- Demostrar que la mayor cantidad de errores en la delimitación del suelo urbanizado aparece en la categoría del suelo urbanizado discontinuo.

El análisis comparativo se desarrolla con una muestra de las bases de datos del suelo urbano del CLC00 contra las bases de datos del CPSV-UPC.

² CATALÁ, M., BOSQUE, J., y PLATA, R., (2008): Análisis de posibles errores en la base de datos Corine Land Cover (1990-200) en la Comunidad de Madrid.

2. La Delimitación del suelo urbanizado

Delimitar el suelo urbano, es decir, distinguir mediante una línea precisa qué parte del suelo se considera urbanizado y qué parte aun no, es un proceso bastante complejo, especialmente en aquellas zonas que no cuentan con los suficientes elementos urbanos que permitan establecer estos límites. Es importante considerar que la determinación del suelo urbanizado se hace en base a la situación en que se encuentra el territorio en el momento en que esta se realiza, en consecuencia en este trabajo se consideran urbanizadas aquellas áreas que han sufrido un grado suficiente de artificialización en el proceso de transformación del suelo rural y consecuentemente todas aquellas completamente urbanizadas.

Los problemas de delimitación no aparecen en el caso de las zonas centrales de pueblos o ciudades, que sin ninguna duda son urbanos, sino que aparecen preferentemente en la periferia de estos. Las ciudades no crecen por áreas acabadas, de tal modo que hasta que una no está suficientemente urbanizada y edificada no se empieza otra, sino que los crecimientos tienen en cada momento grados diferentes de urbanización y edificación, y a la vez, se intercalan con terrenos que mantienen usos y características aún rurales. En consecuencia, la fijación de la línea límite no se puede realizar de forma automática y el problema tendrá diferentes soluciones en función de los criterios que se empleen (Esteban 1998).

El Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) integra la información de las Bases de Datos de Ocupación del Suelo de las CCAA y de la AGE. Dicho proyecto ha desarrollado una metodología para la digitalización de polígonos en zonas urbanas en la que se catalogan aquellas zonas urbanas no consolidadas como "Asentamientos Agrícolas Residenciales (ver ficha 1), particularmente en esta clasificación los criterios para su delimitación son fijados por la existencia de un principal uso residencial y por un alto porcentaje de zonas de cultivos. Aun así con esta clasificación no se podrían seleccionar las zonas urbanas no consolidadas, debido a que no se están considerando aquellos asentamientos de escaso uso residencial que no están alta mente vinculados a zonas agrícolas.

Ficha 1. Descripción del la clasificación de Asentamiento Agrícola Residencial (SIOSE)

4.5.2.4 Asentamiento Agrícola Residencial


Se clasificarán como asentamiento agrícola residencial aquellas zonas donde hay un claro y principal uso residencial del suelo, caracterizado por un poblamiento disperso de edificaciones o bien concentraciones de pequeños núcleos de casas. Alrededor de estos asentamientos coexisten parcelas cultivadas con hortalizas y cultivos leñosos, constituyendo una ocupación secundaria del suelo destinada al autoconsumo. En algunos casos estas parcelas cultivadas pueden encontrarse yuxtapuestas con zonas húmedas de vegetación natural.

Esta cobertura compuesta es una asociación con nombre propio pero que debe identificarse a partir de las coberturas simples que la componen (edificaciones, cultivos leñosos, cultivos herbáceos, láminas de agua artificial, etc.) y en la que se debe indicar el % de ocupación del suelo de cada una de estas coberturas simples:

- Cultivos herbáceos
- Cultivos leñosos
- Arbolado forestal
- Edificación
- Lámina de agua artificial
- Prados
- Matorral

Asentamiento Agrícola Residencial:

Cultivo herb. dist. de arroz:	50%
Cultivos leñosos:	0%
Frondosas caducifolias:	10%
Edificación:	25%
Láminas de agua artificial:	0%
Prados:	15%
Matorral:	0%



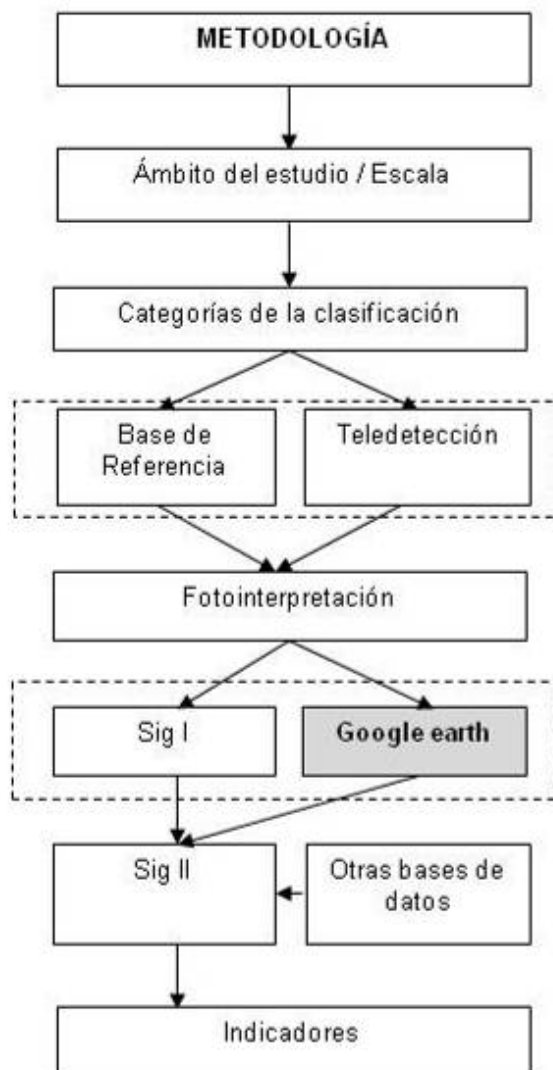
Fuente: SIOSE

3. Metodología

La metodología empleada utiliza como base de referencia los datos del CLC00 e intenta de forma práctica llegar a definir un proceso para la delimitación del suelo urbanizado, en la que los datos resultantes lleguen a obtener una mejor captura de la información especialmente en la demarcación de las áreas de las periferias urbanas.

El aporte principal al proceso metodológico es el uso de Google Earth como una herramienta gratuita para la fotointerpretación de las imágenes, la cual no ha sido utilizado anteriormente en este tipo de trabajos, para lo que se ha definido el siguiente procedimiento:

Figura 1. Esquema de la Metodología



3.1 El ámbito de estudio y la escala

El ámbito de estudio (Figura 2) está compuesta por los siguientes municipios: Finestrat, Benidorm, Villajoyosa, El Campello y Santa Pola; los mismos están situados en la costa de la provincia de Alicante, en la comunidad Valenciana Española.

La selección de estos municipios se ha realizado aprovechando la variedad y complejidad de sus tejidos urbanos ya que son zonas que han experimentado grandes desarrollos urbanos en los últimos años, pasando de tener 2,3 Km² urbanizados en 1956 a 42,9 Km² urbanizados en 2006.

De forma parecida a los equipamientos una adecuada articulación de plazas, pequeños jardines, parques urbanos y parques territoriales con un estructura interconectada i una urbanización amable, con el sistema de equipamiento es un elemento clave en la mejora de las condiciones de calidad del entorno urbano.

Figura 2. Costa Alicantina, España



Fuente: Elaboración propia

La evaluación de la expansión de los fenómenos urbanos requiere de la adopción de información y herramientas eficaces a diferentes escalas. La escala de trabajo utilizada tendrá que ver con el tipo de análisis realizado y dependerán del ámbito de influencia y de las divisiones administrativas del mismo.

En casos de trabajos de grandes coberturas territoriales, por razones operativas no es factible llegar a niveles de detalle como el de las bases del CPSV-UPC, aun así cuando se trata de trabajos específicos que utilizan estas bases generales, como las del CLC00 es indispensable hacer una evaluación de los datos a una escala más detallada. Este trabajo ha sido realizado escala municipal para poder llegar a los niveles de interpretación deseados.

3.2 Bases de Datos

Los datos utilizados provienen esencialmente de dos fuentes:

1) La primera procede de los datos del CLC00, proyecto que se pone en marcha en el año 1999 para la actualización del Corine Land Cover 1990, el cual aportaría la información necesaria para la obtención de los indicadores de cambio en las dinámicas de ocupación del suelo. Esta actualización se basa principalmente en dos componentes estrechamente relacionados: a) Image 2000, el cual tiene como objetivo la adquisición de imágenes de satélite de toda Europa, la ortorectificación y la producción de un mosaico nacional y europeo de imágenes; b) CLC 2000; éste comprende las actividades relacionadas con la elaboración de un mapa de cobertura y uso del suelo para el año 2000, y la detección e interpretación de los cambios ocurridos en la cobertura del suelo dentro del periodo de 1999 a 2000.

Este proyecto denominado I&CLC2000 presenta las siguientes especificaciones técnicas, definidas para España en la Guía Técnica de actualización del Corine Land Cover 2000 (Ministerio de Fomento, 2001), siendo tres los elementos determinantes:

- El sistema geodésico de referencia: Europeo ED50, elipsoide de Hayford, Datum Postdam, excepto para las Islas Canarias que posee su propio sistema geodésico denominado REGCAN95, proyección cartográfica UTM y escala de edición 1:100.000.
- La unidad mínima superficial cartografiable es de 25 hectáreas, excepcionalmente, al nivel 5 aparecerán entidades inferiores a 25 hectáreas, relativas a superficies artificiales y cuerpos de agua.
- La nomenclatura es jerárquica e incluye 44 clases al nivel 3 europeo. En el ámbito español ha sido revisada y actualizada la generación de una nomenclatura de 85 clases de ocupación del suelo al nivel 5 (Ministerio de Fomento, 2002).

La metodología empleada se basa en la fotointerpretación de imágenes del satélite Landsat 7 ETM del año 2000, mediante la utilización de técnicas SIG y de tratamiento digital de imágenes. La clasificación del suelo urbanizado del CLC00 se enmarca en las siguientes categorías:

Tabla 1. Nomenclaturas del CLC2000

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
SUPERFICIES ARTIFICIALES	Zonas Urbanas	Tejido Urbano Continuo	Tejido Urbano Continuo
		Tejido Urbano Discontinuo	Estructura Urbana laxa Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
	Zonas Industriales, comerciales y de transporte	Zonas industriales comerciales y de transporte	Zonas industriales o comerciales
		Redes viarias ferroviarias y terrenos asociados	Autopista, autovías y terrenos asociados Complejos ferroviarios
		Zonas Portuarias	Zonas Portuarias
		Aeropuertos	Aeropuertos
	Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	Zonas de extracción minera	Zonas de extracción minera
		Escombros y vertederos	Escombros y vertederos
		Zonas en construcción	Zonas en construcción
	Zonas verdes artificiales, no agrícolas	Zonas verdes urbanas	Zonas verdes urbanas
		Instalación deportiva y recreativa	Instalación deportiva y recreativa

Fuente: Elaboración propia en base al CLC2000

2) La segunda fuente utilizada proviene de una base de datos de elaboración propia del suelo urbanizado denominado CPSV-UPC. La misma presenta las siguientes especificaciones técnicas:

- Imágenes históricas de Google Earth para el año 2000
- Imágenes actuales de Google Earth para el año 2006
- El sistema geodésico de referencia: Europeo ED50, elipsoide de Hayford, Datum Postdam, proyección cartográfica UTM
- La unidad mínima cartografiable en la escala de visualización es de 500 metros

La clasificación del suelo urbanizado del CPSV-UPC utiliza de referencia la clasificación del CLC2000, haciendo modificaciones en cuanto a las categorías de clasificación del tejido urbano continuo y del tejido urbano discontinuo. Como podemos ver en la siguiente tabla:






Tabla 2. Modificaciones en las nomenclaturas del suelo urbano del CPSV-UPC

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
SUPERFICIES ARTIFICIALES	Zonas Urbanas	Tejido Urbano Continuo Compacto	Tejido Urbano Continuo Compacto
			Tejido Urbano Continuo con Viviendas Aisladas
		Tejido Urbano Discontinuo	Estructura Urbana en Bloques / con Alineación al Vial
			Tejido Urbano Discontinuo con Viviendas Aisladas Zonas Discontinuas Periurbanas

Fuente: Elaboración propia

Las nuevas categorías incluidas en la clasificación del suelo urbano del CPSV-UPC han sido incorporadas con el objetivo de mejorar la captura de los datos especialmente en las zonas urbanas de las periferias. En el caso del tejido urbano continuo se agrega la clasificación de “tejido urbano continuo con viviendas aisladas”, con la finalidad de separar de la estructura urbana central, aquellos tejidos con una estructura más dispersa, como es el caso de las edificaciones con espacios ajardinados. Por otro lado en la clasificación del tejido urbano discontinuo se ha agregado la clasificación de “zonas discontinuas periurbanas”, con el objetivo de delimitar aquellas zonas que no tienen los suficientes elementos urbanos que permitan definir los confines de su delimitación, pero que si tienen un alto grado de artificialización por la cantidad de edificaciones existentes.

Tabla 3. Descripción de las categorías del suelo urbanizado del CPSV-UPC

1. Tejido Urbano Continuo	
1.1 Tejido Urbano Continuo Compacto	
	La mayor parte del territorio está cubierto por estructuras y redes de transporte. Edificios, carreteras y superficies artificiales cubren más del 80% de la superficie total.
1.2 Tejido Urbano Continuo con Vivienda Aislada	
	<p>Zonas próximas al continuo urbano compacto. La mayor parte del territorio está cubierto por estructuras y redes de transporte. Edificios, carreteras y superficies artificiales cubren más del 80% de la superficie total.</p> <p>La discriminación con el tejido urbano continuo compacto se hace por la presencia de vegetación visible que refleja o casas individuales con jardín.</p>
2. Tejido Urbano Discontinuo	
2.1 Estructura Urbana en Bloques / Con Alineación al Vial	
	Edificación en bloques o con alineación al vial con o sin espacios verdes asociados, tales como calles arboladas o pequeños parques y/o jardines.
2.2 Urbanización Discontinuo con Vivienda Aislada	
	Zonas de urbanizaciones de primera o segunda residencia, a las afueras de los núcleos urbanos típicas por su fisonomía de edificaciones con espacios verdes.
2.3 Zonas Discontinuas Periurbanas	
	Zonas rurales en proceso de urbanización con un alto grado de artificialización a través de la edificación.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Fotointerpretación desde Google Earth

La utilización de Google Earth como herramienta para la fotointerpretación y digitalización ha sido motivada porque dispone de las siguientes ventajas:

- Es una herramienta gratuita con una interacción ágil.
- Posee imágenes satelitales del sensor satelital Ikonos con resolución de 0.82 m, lo que permite hacer trabajos a menor escala y con mayor exactitud.
- Permite una fácil integración con otras bases de datos existentes.
- Permite una constante actualización.
- Permite realizar la fotointerpretación a diferentes escalas de visualización.

Los criterios aplicados para la digitalización de polígonos de las zonas urbanizadas desde Google Earth son los siguientes:

- Para la delimitación de las zonas urbanas continuas la escala de visualización ha sido entre 2 y 3 Km.

Figura 3. Visualización a 3 Km



Figura 4. Visualización 2 Km



- Para la delimitación de las zonas urbanas discontinuas la escala de visualización ha sido entre los 1.000 y 500 metros.

Figura 5. Visualización a 1.000 metros



Figura 6. Visualización a 500 metros



Para la verificación de los resultados obtenidos en la fotointerpretación también se han utilizado otras fuentes complementarias tales como: cartografía topográfica y fotografías aéreas de imágenes de fechas próximas.

3.4 Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información geográficas (SIG) son herramientas que apoyan nuevas formas de investigación, especialmente las asociadas en el campo del análisis urbano. Una vez corregida y ordenada la información requerida, a través de los SIG se lleva a cabo la ejecución de operaciones de síntesis o de modelado espacial, con la finalidad de construir modelos que arrojen indicadores que pueden ser utilizados para diversos objetivos, tales como la predicción y generación de posibles escenarios futuros y el análisis del impacto ambiental y socioeconómico. Las bases obtenidas de la fotointerpretación desde Google Earth en formato KML se han convertido a formatos SIG para hacer el análisis comparativo con los datos del CLC00.

4. Análisis comparativo entre las bases del CLC00 y CPSV-UPC

Aunque para la clasificación del suelo del CPSV-UPC se han integrado nuevas categorías de clasificación, el análisis comparativo se ha realizado utilizando las mismas categorías de clasificación que en la de CLC00.

Es muy importante conocer la confiabilidad de los mapas utilizados en la comparación. Ya que las confusiones entre categorías se dan en general entre clases afines, estos errores desaparecen al manejar categorías más generales. Por ejemplo, las confusiones entre bosque de pino, de pino encino y de encino, se absorben al juntarlas en una sola clase "bosque templado" (MAS y FERNÁNDEZ, 2003). Es entonces preferible manejar categorías menos detalladas pero más confiables.

El análisis comparativo se ha realiza a dos niveles; uno con el valor total de las áreas artificiales y otro agrupando las principales categorías de clasificación; para lo que se han agrupado en tres las quince categorías del suelo urbanizado, las cuales han sido denominadas: Urbanizado continuo, Urbanizado discontinuo e Industrial.

Las áreas del suelo urbano de las bases de datos analizadas son las siguientes:

Tabla 1. Diferencia directa del Suelo Urbanizado

CPSV-UPC	CLC00	Δ
2.935 ha	3.360 ha	425 ha

De partida podemos observar que existe una diferencia directa igual a un 12,8 % entre ambas bases de datos.

Figura 7. suelo urbano, CPSV-UPC

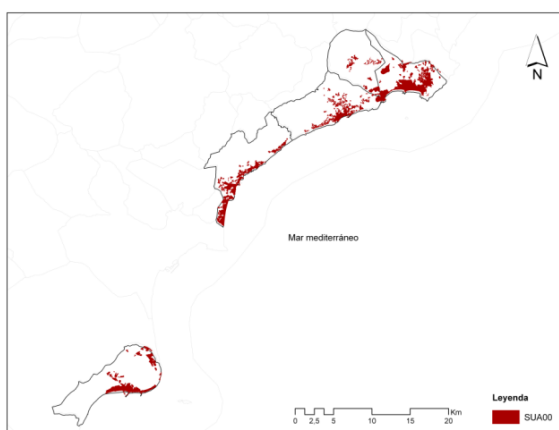
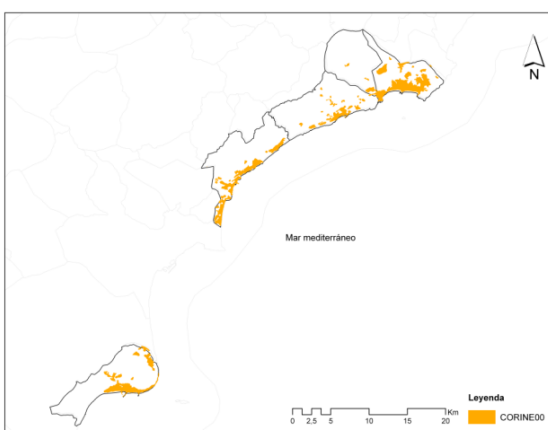


Figura 8. suelo urbano, CLC00



Las mismas comprenden las siguientes diferencias directas:

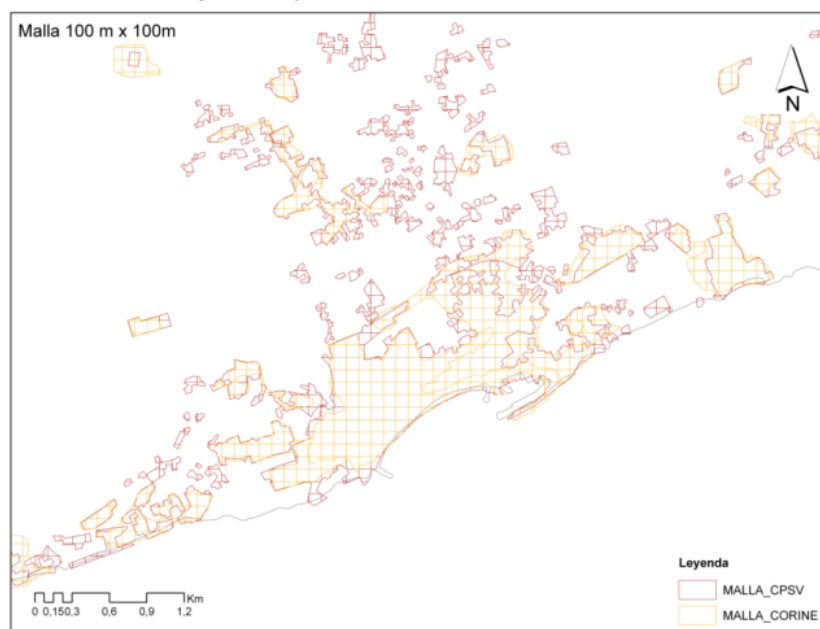
Tabla 2. Suelo urbanizado por categorías. Diferencia directa

Suelo Urbano	CLC00	CPSV-UPC	Δ
Continuo	1191 ha	1161 ha	30 ha
Discontinuo	1324 ha	1104 ha	220 ha
Industrial	452 ha	363 ha	89 ha

La tabla anterior describe de qué forma se distribuye la diferencia directa en las tres categorías de clasificación del suelo urbanizado, en el que un 1,1% corresponde al urbano continuo, un 8,4% al discontinuo, y un 3,3% al industrial. Aunque esta diferencia no es completamente real, ya que aunque la discrepancia en valores es poca, a nivel espacial existe una diferencia mucho mayor entre ambas bases de datos, como se demuestra en el análisis siguiente.

Para identificar la diferencia real entre ambas bases de datos a través de herramientas SIG, se ha aplicado una malla de 100m x 100m para realizar un análisis detallado por hectárea. Cada hectárea corresponde a una unidad de análisis en la que se calculan las diferencias y coincidencias entre ambas bases de datos.

Figura 9. Ejemplo del análisis por hectáreas



Los datos resultantes de este análisis se agruparon de la siguiente forma:

Grupo A = CPSV = CLC00, Grupo B = CPSV > CLC00, Grupo C = CPSV < CLC00

Como podemos ver en el esquema a continuación los datos resultantes arrojan una diferencia real de 1.090 ha, la cual representa una diferencia real **41,3 %** entre ambas bases. De los cuales 714 ha (65%) corresponde a suelo clasificado como urbanizado que no lo es, determinando que existen un suelo excedente y las 376 ha (35%) restante corresponde a suelo que si es urbanizado, pero que no ha sido incluido en las bases de datos del CLC00, por consiguiente podría considerarse como suelo faltante.

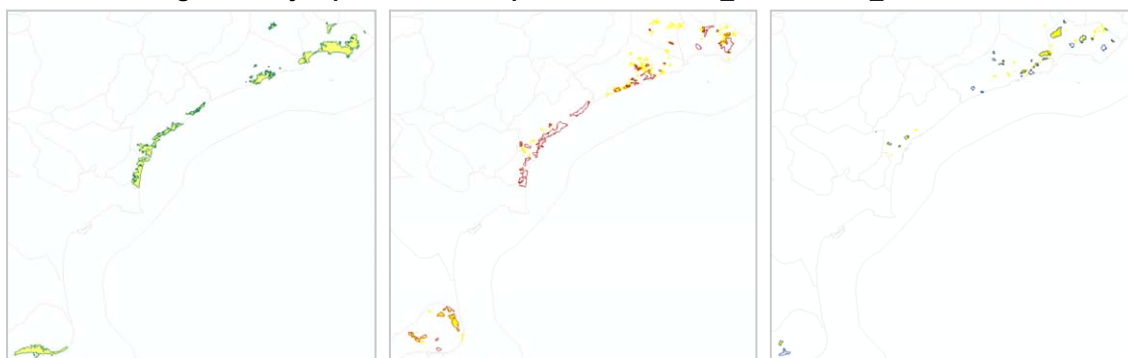
Tabla 5 Datos resultantes del análisis por hectáreas

	CLC00	CPSV-UPC	CLC00	CPSV-UPC	Δ
A			1051 ha.	1051 ha.	0 ha.
B			720 ha.	1434 ha.	714 ha. -
C			857 ha.	481 ha.	376 ha. +

Fuente: Elaboración propia

El segundo paso consistió en determinar las clasificaciones del suelo urbanizado a las que pertenecen las diferencias detectadas en el análisis anterior.

Figura 10. Ejemplo del análisis por usos continuo_discontinuo_industrial



La diferencia real se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 6. Distribución de la diferencia directa (1090 ha) por categorías de clasificación

Suelo Urbano	Δ
Continuo	306 ha
Discontinuo	561 ha
Industrial	223 ha

Fuente: Elaboración propia

El análisis anterior responde el tercer objetivo de partida, demostrando que los principales errores en la delimitación del suelo urbanizado se producen en el suelo urbano discontinuo.

Como podemos ver el mayor porcentaje de la diferencia directa corresponde al suelo urbano discontinuo con un 21,3%, mientras que el suelo urbano continuo tiene un 11,6% de diferencia y el industrial un 8,4%. Finalmente, la siguiente tabla muestra los datos reales del suelo urbanizado por clasificación, de la base de datos del CLC00, para los municipios analizados excluyendo las áreas que tienen diferencias con las bases del CPSV-UPC.

Tabla 7. Datos reales de las bases de datos del CLC00

Suelo Urbano	CLC00	CLC00 análisis
Continuo	1191 ha	1122 ha
Discontinuo	1324 ha	935 ha
Industrial	452 ha	295 ha

Fuente: Elaboración propia

5. Principales problemas detectados

Se han detectados tres principales situaciones que producen errores en la delimitación del suelo urbanizado: delimitación de las edificaciones aisladas periurbanas, delimitación de las grandes edificaciones aisladas y la delimitación de las edificaciones de zonas en construcción.

5.1 Delimitar las edificaciones aisladas periurbanas

Problemática: Se sobrevalora el cálculo de las áreas, porque se delimita el conjunto de las edificaciones aisladas considerándolas como un espacio único.

Posible solución: Seleccionar las edificaciones aislada de forma agrupada cuando exista una consolidación en una de las fachadas de la edificación. Y cuando estás no estén consolidadas se agruparan cuando exista una separación máxima entre ellas igual a la del tamaño de la edificación promedio del conjunto.

Figura 11. Delimitación de zonas urbanas aislada. Izquierda CLC00, derecha CPSV-UPC



5.2 *Delimitar las grandes edificaciones aisladas*

Problemática: La problemática para delimitar estas edificaciones se presenta en su emplazamiento ya que generalmente son zonas situadas en grandes emplazamientos y es difícil definir los límites de su parcela sin un plano catastral o alguna otra fuente de referencia.

Figura 12. Delimitación de grandes edificaciones aisladas. Izquierda CLC00, derecha CPSV-UPC



Posible solución: Seleccionar estas zonas por el perímetro de su edificación.

5.3 *Delimitar las zonas en construcción*

Problemática: Se debe prestar especial atención a estas zonas, ya que se da el caso en que se seleccionan áreas que no están en procesos constructivos.

Figura 13. Delimitación de una zona en construcción. CPSV-UPC



6. Trabajo futuro

En la siguiente imagen podemos observar como en las bases de datos del CLC, se producen situaciones incongruentes en cuanto a la asignación de las categorías de clasificación, en la imagen siguiente podemos observar como esta zona está dividida en dos categorías, el polígono rojo es urbano continuo y el amarillo es urbano discontinuo, aunque claramente ambas zonas tienen las mismas características.

En consecuencia creemos que de cara a trabajos futuro se deben estudiar estas diferencias, las cuales como hemos venido comentando podrían arrojar resultados erróneos en trabajos de investigación, especialmente los dedicados a estudiar fenómenos de dispersión urbana.

Figura 14. Posible error en la asignación de la clasificación en el CLC00



Fuente: Elaboración propia

7. Conclusiones

En este estudio se demuestra la importancia que tiene la escala de trabajo en la delimitación del suelo urbanizado, con el análisis comparativo de estas dos bases de datos las cuales han sido realizadas con diferentes procesos metodológicos se demuestra como en el CLC pierde una cantidad importante de datos y también como llega a delimitar zonas que realmente no están urbanizadas debido a la escala que utiliza.

Finalmente los puntos más relevantes resultantes del proceso comparativo entre ambas bases de datos son:

- Para poder realizar una clasificación del suelo urbanizado, que permita desarrollar análisis precisos en cuanto a las diferentes tipologías edificatorias es necesario agregar sub-categorías de clasificación a las categorías del suelo urbanizado que utilizan las bases de datos del CLC.
- El entorno y la navegación ágil en Google Earth, permitió una fotointerpretación y elaboración de bases de datos del suelo urbanizado: rápida, gratuita y colaborativa. La exactitud de los datos a través de este proceso metodológico ha sido mejora considerablemente.

- En el proceso de digitalización desde google earth el elemento determinante para la mejora de la exactitud de los datos, ha sido poder trabajar a diferente escala de visualización ya que se puede llegar a tener detallados niveles de interpretación.
- Debido a la escala cartografiada de las bases de datos del CLC éstas no son apropiadas para realizar estudios dedicados a analizar los fenómenos urbanos vinculados a la dispersión urbana, tales como el sprawl, ya que la escala mínima (25ha) cartografiada con la que se generan éstas bases de datos, excluye las áreas que no se encuentran dentro de estos rangos.
- La mayor cantidad de errores detectados en CLC se da en la delimitación del suelo urbanizado discontinuo, especialmente en las áreas periurbanas, ya que estas zonas requieren de un nivel de interpretación a menor escala.
- Es difícil pensar que el proceso de delimitación del suelo artificializado podría llegar a ser completamente automático, ya que existen zonas que requieren para su correcta clasificación un proceso detallado de fotointerpretación.

Bibliografía

CATALÁ, M., BOSQUE, J., y PLATA, R., (2008): *Análisis de posibles errores en la base de datos Corine Land Cover (1990-2000) en la Comunidad de Madrid*. Estudios Geográficos, LXIX, pag 81-104. España.

CHUVIECO, E. (1985): "Aportaciones de la Teledetección espacial a la cartografía de ocupación del suelo", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, nº 5. Ed. Universidad Complutense. Pag 31-32.

EEA-EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006): *The thematic accuracy of Corine Land Cover 2000. Assessment using LUCAS (Land use/cover area frame statistical survey)*. EEA-EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006):

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN), Ministerio de Fomento:

http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Teledeteccion/corine/clc2000/caracteristicas/.

ESTEBAN, J. (1998): Elementos de Ordenación Urbana. Edición UPC.

MAS, J. F. y FERNÁNDEZ, T. (2003): "Una evaluación cuantitativa de los errores en el monitoreo de los cambios de cobertura por comparación de mapas", *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, nº 51, pp. 73-87. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/569/56905106.pdf>.

MINISTERIO DE VIVIENDA (2006): *Atlas estadísticos de las Áreas urbanas de España*. Edita: secretaría general Técnica Centro de Publicaciones.

Manual de Fotointerpretación (Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España) Versión 0.2. Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2007.