

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE USOS DEL SUELO EN ANDALUCÍA Y SU PERCEPCIÓN VISUAL. REDIAM

Daniel Romero-Romero¹, Andrés L. Romero-Morato¹, Juan J. Guerrero-Álvarez², Francisco Cáceres-Clavero³, Fernando Giménez-de-Azcárate², José M. Moreira-Madueño³

¹RqueR tecnología y sistemas SL – REDIAM, Cristo del Buen Fin 7, 41002, Sevilla, España. dromero@rquertys.es

²Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía – REDIAM, Johan G. Gutenberg 1, 41092, Sevilla, España.

³Viceconsejería de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía – REDIAM, Avenida de la Guardia Civil 1-Casa Rosa, 41071, Sevilla, España.

RESUMEN

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) dispone de cartografía multitemporal y a distinto nivel de detalle sobre usos y coberturas del suelo, así como de otros aspectos físicos que conforman la piel visible del territorio. Del mismo modo cuenta con capas producidas a través del Sistema de Visibilidad de Andalucía (SVA), relativas a la accesibilidad visual, es decir, que estiman el impacto sobre la percepción de los observadores de cualquier cambio sobre el territorio, mediante la modelización de la visibilidad y la obtención, para cada punto del territorio, de un valor que pondera cuál es el peso del mismo en el imaginario que los ciudadanos tienen de su entorno.

El objeto del trabajo que aquí se presenta es un primer acercamiento estadístico entre usos y coberturas del suelo y accesibilidad visual, con el fin de obtener una comparativa -multiescalar y a distintos niveles de definición- entre los contenidos sustantivos del territorio (porcentaje de cada cobertura o uso del suelo) y el efecto que la situación de estos contenidos produce en el observador genérico.

Se diseña también un visor para estos datos, disponible en el apartado de 'herramientas de difusión', en la web del Laboratorio REDIAM (<http://laboratoriodiam.cica.es/estusossuelo/index.html>)

Palabras clave: Visibilidad, SIOSE, usos del suelo, visor web, geoestadística.

ABSTRACT

The Environmental Information Network of Andalusia (REDIAM on its Spanish acronym) has multitemporal mapping and differentiated levels of detail on uses and land cover, as well as other physical aspects that form the visible skin of the territory. Similarly, this network includes layers produced through the Visibility System of Andalusia (SVA), related to the visual accessibility, meaning that they estimate the impact on the observer perception regarding any change on the territory, by modeling the field of visibility and obtaining, for any given point of the territory, a value that ponders its weight on the citizens imaginary of their own environment.

The purpose of the work presented here is a first statistical approach between use and land covers and visual accessibility, in order to obtain a comparative analysis—multiescalar, and at different levels of definition - between the substantial contents of the territory (percentage of each coverage or land use) and the effect that the situation of these contents produces on the generic observer.

A viewer app for these data is also designed, available in the section 'dissemination tools' web REDIAM Laboratory (<http://laboratoriodiam.cica.es/estusossuelo/index.html>).

Keywords: Visibility, SIOSE, land use, web viewer app, geo-statistics.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de integrar la información relativa al medio ambiente acometido desde la REDIAM ha venido derivando en la necesidad de diseñar productos que sirvan para difundir este conocimiento. A partir de la información bruta se han desarrollado multitud de aplicaciones que tienen como último fin la difusión y la transmisión de los datos a través de elaboraciones que los hagan comprensibles para un público amplio.

El resultado se viene traduciendo en una gran cantidad de elementos de información a través de múltiples formatos; cartografía temática, ortofotos y bancos de imágenes, visores que nos permiten operar con la información geográfica, servicios OGC, etc. Tras esta actividad productiva subyace un complejo conjunto de líneas de trabajo cuya convergencia y miscibilidad en casos como el que aquí traemos, se propone no ya sólo como paradigma en la generación y tratamiento de la información geográfica, sino como punto de partida para el desarrollo de instrumentos que ayuden a entenderla y aplicarla; en definitiva a calibrar el peso y la importancia que la misma tiene.

Este trabajo supone una puesta en valor, a través de la combinación estadística, de dos líneas de generación de contenidos de gran importancia dentro de la REDIAM:

1. Línea de desarrollo del Subsistema de Información del Paisaje, con el Sistema Compartido de Información sobre el Paisaje de Andalucía (SCIPA) y el Sistema de Visibilidad de Andalucía (SVA) como herramienta que modeliza la percepción visual a través de sus parámetros y aplicaciones, una de las cuales (accesibilidad visual) nos proporciona un valor para cada tesela (20x20m) del territorio andaluz, indicador de cómo el mismo es percibido por la globalidad de observadores.

2. Línea de reconocimiento biofísico y cartografía ambiental, con el Sistema Información sobre la Ocupación de Suelos de España (SIOSE) y el Sistema de Información sobre el Patrimonio Natural de Andalucía (SIPNA) como proyectos de cabecera cuyo desarrollo ha permitido la generación de una base de referencia óptima (a escala autonómica, pero fácilmente exportable a la escala nacional), para reunir en un único sistema de información los datos precisos para el conocimiento integral de la cobertura y uso del suelo, tanto en Andalucía como en España, con el propósito de 'recoger la información una vez' y 'utilizarla por todos', de acuerdo a los principios de la iniciativa INSPIRE de la Unión Europea (Gil et al, 2010).

La difusión de los datos estadísticos almacenados se realiza mediante un servicio web que permite la navegación para diversos ámbitos geográficos a través del cambio entre varios niveles de desagregación y simultáneamente sobre la comparativa de las estadísticas resultantes, permitiendo distintos niveles de precisión temática. Todo ello con criterio de máxima simplicidad y claridad, y dotándola de la máxima interactividad.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Con los datos ofrecidos por el SVA, y a través de su combinación con otros derivados de la interpretación realizada sobre distintas bases de referencia relativas a usos y ocupación de suelos como SIOSE, y para inferir una distribución de observadores tentativa y consensuada, ha sido ya posible obtener una aproximación objetiva y replicable a la **accesibilidad visual del territorio**, entendida como *"la afección que produciría una intervención genérica, en la visión de la totalidad de los observadores potenciales, de forma que conociendo su localización y altura previstas se obtenga un valor sintético mediante el cual comparar diferentes alternativas"*.

Se realizó una versión teniendo en cuenta los efectos que distancia y proyección visual tienen en la alteración de la imagen, a la que se llamó psicofísica ('psi'), y otra en la que no se tienen en cuenta estos efectos ('sim'), útil para poder establecer comparativas y para intervenciones territoriales, cuyo efecto visual se pueda entender que no pierde importancia con la distancia. Esta comparativa nos sirvió para demostrar con facilidad el efecto amortiguador de la distancia sobre el potencial impacto que éstas producen.

Una primera solución en esta explotación suponía una distribución homogénea de observadores. A esta solución se le llamó Intervisibilidad (IVS). A través de los resultados de IVS, se pudieron elaborar estadísticas como la media (en porcentaje) de visibilidad real sobre el total posible para cada punto (70.686 has, área de un círculo de 15 km de radio, distancia máxima de visibilidad establecida en el SVA). Estas medias se reflejaron por provincias y media regional, así como para diferentes alturas de intervención (0, 10, 20, 30,60 y 120 metros).

Este acercamiento se entiende apropiado para estudios en los que el factor de distribución humana no parece importante, como podía ser el análisis de la influencia del relieve en la accesibilidad visual del territorio (Romero et al, 2014), o estudios en el ámbito de la arqueología.

En una segunda hipótesis sin embargo, se dieron valores variables a la probabilidad de encontrar observadores en cada categoría de accesibilidad local, relacionando la distribución de los mismos con el uso del suelo, y determinando para una intervención situada en un lugar arbitrario, a cuántos observadores afecta, y cuánto afectará a cada uno de ellos, para las distintas alturas previstas. A la suma de estas afecciones, aplicada al punto (tesela) donde se sitúa la intervención, se denominó Accesibilidad Visual Ponderada (AVP). Desde aquí ha sido posible derivar los valores obtenidos (mediante una suma algebraica de los valores referidos a cada píxel) para cada una de las provincias, del mismo modo que se hizo con la IVS. En este sentido se pudo apuntar la aproximación del valor de la AVP, teniendo en cuenta altura de intervención $h=0$, a la percepción que del territorio tiene el conjunto de la población (considerando la afección psicofísica producida por la distancia y la proyección visual).

Sin embargo, y tras esto resulta obvia la necesidad de cruzar los datos que se refieren a la percepción visual de nuestro entorno físico y los que se refieren a la realidad territorial. Así la piel del territorio podía quedar representada con la ayuda de algunos de los sistemas sobre ocupación y usos de suelo (SIOSE o SIPNA), mediante los cuales podemos conocer un valor referido a la superficie ocupada por cada una de las clases establecidas; además y yendo más allá se podría relacionar porcentualmente la realidad existente y lo que podíamos entender como percepción visual (AVP, $h=0$); es decir proporcionar valores de AVP para cada una de las clases de suelo en los que el territorio queda seccionado. A partir de aquí parece oportuno buscar un mismo espacio de relación que nos permita asociar los datos de visibilidad a los de ocupación de suelo.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

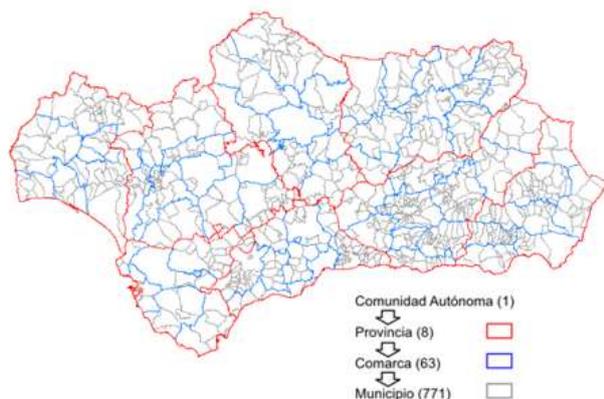


Figura 1. Límites administrativos en Andalucía. Fuente elaboración: REDIAM sobre datos del DERA

Para la realización de estas estadísticas zonales la delimitación de ámbitos espaciales a los que las mismas se deben referir, se ha realizado en base a unidades administrativas (Comunidad Autónoma, Provincias, Comarcas y Municipios), representadas en distintas escalas territoriales y presentes en el compendio Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias -DERA, donde en el Grupo 17 "Divisiones administrativas" podemos encontrar la capa "límites de términos municipales" (da02_term_munic), y a partir de la cual se determinan las comarcas según la agrupación que con criterio turístico se da en la "ORDEN de 14 de marzo de 2003, por la que se aprueba el mapa de comarcas de Andalucía a efectos de la planificación de la

oferta turística y deportiva". Finalmente, se realiza la agrupación por Provincias, acabando en la obtención por agregación del límite de la Comunidad Autónoma (figura 1).

4. METODOLOGÍA

4.1 Objetivo general

Se trata de obtener, para distintos niveles autocontenidos y jerarquizados, relacionados con la gestión y que cubren la totalidad de la Comunidad Autónoma de Andalucía, estadísticas por un lado sobre la ocupación y uso del suelo basadas en clases generadas a partir de modelos de datos como los de SIPNA y SIOSE, también jerarquizadas y autocontenidas. Esto permitirá que a partir del nivel de desagregación máximo se pueda llegar a consolidar de forma sencilla estadísticas básicas en niveles de agregación mayores (tanto en el sentido geográfico del término –de municipios a comarcas- como en el temático –de matorral a forestal). Por otra parte, es posible referir al mismo marco espacial, constituido por los niveles anteriormente expuestos, las estadísticas relativas a la accesibilidad visual del territorio. De esta manera será posible siempre comparar la importancia territorial (en términos de porcentaje sobre la superficie de la unidad de gestión que sea) de un uso o cobertura con su importancia perceptual (es decir, qué importancia adquiere en la visión del ciudadano).

4.2 Fuentes utilizadas

Planteado este escenario, podemos apuntar hacia la preparación de un espacio de trabajo común en el que podamos cotejar y comparar:

Por un lado los datos sobre visibilidad referidos anteriormente, es decir los asociados al valor de la Accesibilidad Visual Ponderada (AVP), tomando $h=0$ como altura de intervención y teniendo en cuenta la afección psicofísica (distancia y proyección visual), según el trabajo de Higashiyama y Shimono (1984). El SVA, nos proporciona un valor para cada tesela (20x20m) del territorio andaluz, indicador de cómo dicho territorio es percibido por la globalidad de observadores teniendo en cuenta cuestiones como la distancia de observación y la proyección visual, la altura de observación, la morfología del territorio, la facilidad de acceso a cada una de las localizaciones de observación, la actitud del observador que se encuentra en esa situación, o la aptitud del terreno desde el que se observa (figura 2).

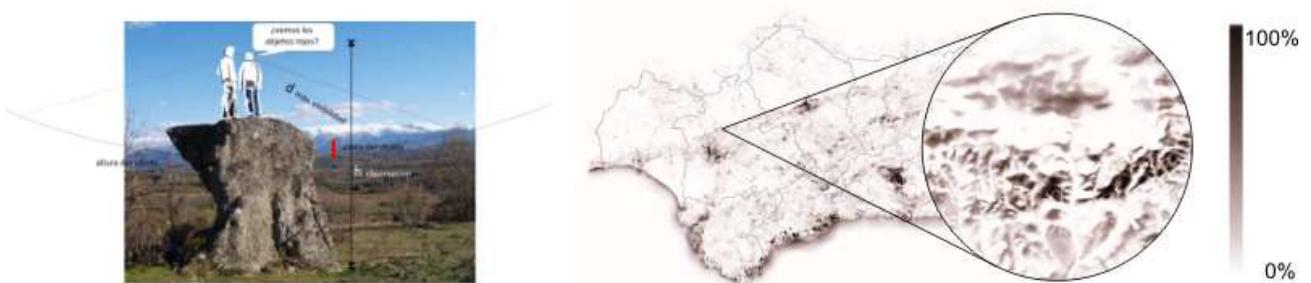


Figura 2. SVA trata de modelizar la percepción humana sobre el territorio. A la derecha, raster de Accesibilidad Visual Ponderada para intervenciones de 0 m de altura, que puede interpretarse como cuál es la influencia de cada tesela de territorio en la imagen percibida por la población. Fuente elaboración: REDIAM

Por otra parte los datos sobre la cobertura del suelo, los que conforman su piel externa, se encuentran vinculados a modelos de datos vectoriales. Su entidad de trabajo es el polígono, que es la unidad espacial que presenta una ocupación de suelo con cobertura homogénea. Será fundamental, de cara a reflejar cómo se distribuye el suelo de nuestra comunidad autónoma a efectos de uso y coberturas, concretándose en un mapa continuo, y con gran nivel de detalle.

4.3 Rasterización de la capa SIOSE-OS

Si un ráster es, en esencia, cualquier tipo de imagen digital representada en mallas, su modelo asociado se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. Así, se trata de un modelo de datos muy adecuado para la representación de variables continuas en el espacio. Entendemos a partir de este momento que la solución al problema planteado podría pasar por usar como base un modelo ráster de la misma resolución que el usado para las explotaciones de accesibilidad visual del SVA, 20 metros de resolución, que quiere decir que el tamaño del píxel que adopta los distintos valores determinados es de 20mx20m.

La opción metodológica más directa se basó en un principio, en rasterizar directamente la capa vectorial SIOSE OS (SIOSE 2009 simplificado), tomando como valor de referencia el que refleja el campo correspondiente. No obstante este método provoca problemas a la hora de obtener valores de suma para localizaciones concretas, puesto que cada rasterización se hacía por separado, provocando desajustes (por exceso o defecto) en localizaciones de límite de entidad vectorial.

Para evitar este efecto, que en una cartografía de alto nivel de detalle como SIOSE y para un tamaño de píxel que no suponía archivos demasiado grandes (20m x 20m), se optó por una metodología que pasó, en primer lugar, por hacer un análisis estadístico zonal para el área que cubre cada píxel del ráster, para después determinar cuál es el valor que toma el píxel en cada uno de esos rasters:

Se obtuvieron así 17 rasters con cobertura para toda Andalucía, de tamaño de píxel 20x20 m. Estos 17 rasters son los siguientes (figura 3, Tabla 1):

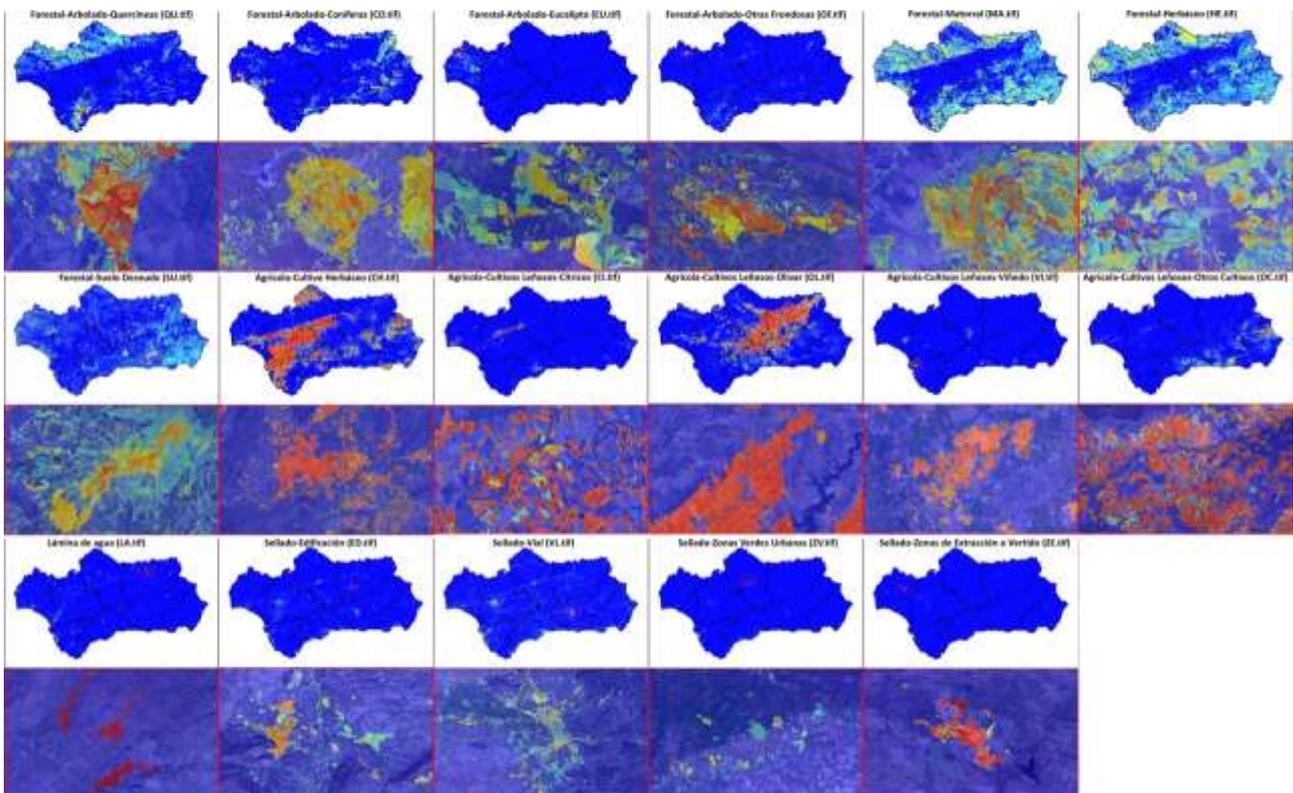


Figura 3. 17 rasters de coberturas SIOSE simplificadas. Fuente elaboración: REDIAM.

COBERTURA	ARCHIVO
Quercíneas	QU.TIF
Coníferas	CO.TIF
Eucalipto	EU.TIF

Otras Frondosas	OF.TIF
Matorral	MA.TIF
Herbáceo	HE.TIF
Suelo	SU.TIF
Herbáceo	CH.TIF
Cítricos	CI.TIF
Olivar	OL.TIF
Viñedo	VI.TIF
Otros C. Leñosos	OC.TIF
Lámina agua	LA.TIF
Edificación	ED.TIF
Vial	VL.TIF
Zonas verdes urbanas	ZV.TIF
Zonas de extracción y vertido	ZE.TIF

Tabla 1. 17 rasters de coberturas SIOSE simplificadas. Fuente elaboración: REDIAM.

Del mismo modo que hemos explicado con anterioridad, y una vez rasterizadas las coberturas SIOSE simplificadas y ajustadas a un mapa ráster de 20m de resolución, podemos deducir el valor del área en m2 de cada una de las coberturas definidas dentro de cada uno de los ámbitos de gestión, es decir podemos saber qué superficie de coníferas hay en determinado término municipal, comarca o provincia, o qué cantidad de suelo destinado a cultivos de olivar hay en un determinado municipio, comarca o provincia, así con las 17 coberturas simplificadas.

Partimos pues de una versión del SIOSE con fecha de referencia 2009 que se simplifica a 17 clases básicas (SIOSE ocupación del suelo OS), y desde el que obtenemos, para cada píxel de la extensión de Andalucía, 17 valores porcentuales relativos a estas clases, resultando en 17 rasters con valor porcentual, uno por cada una de las clases de suelo de nivel finalista (figura 5). En definitiva, una cartografía con alto nivel de detalle geométrico para un tamaño de píxel de 20x20m y que permite la comparabilidad con los datos relativos a accesibilidad visual (Figura 4).

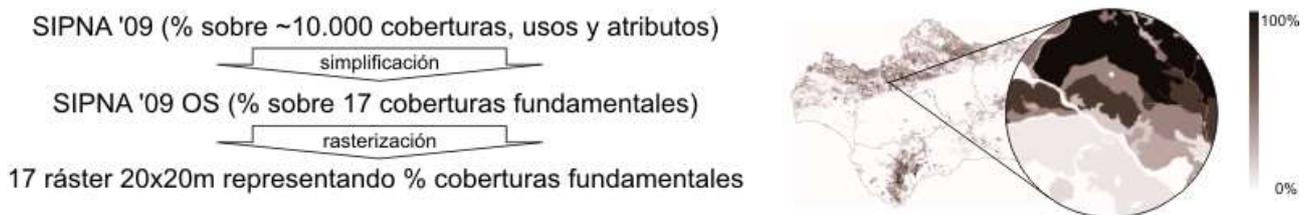


Figura 4. Proceso de simplificación y rasterización de la base de referencia SIOSE '09. A la derecha, el ráster porcentual correspondiente a la clase 'quercíneas' que define el porcentaje de quercíneas presente en cada píxel de 20x20 m para la extensión de Andalucía. Fuente elaboración: REDIAM.

Pero ¿Cómo asociamos los resultados obtenidos de Accesibilidad Visual Ponderada (AVP, $h=0$, psi) y las 17 coberturas SIOSE simplificadas obtenidas? Usando herramientas sencillas de geoprocésamiento, es posible comparar cada una de las celdas de ambos ráster obtenidos; ello facilitará la elaboración de estadísticas sobre el valor de cada tesela; esto es el valor porcentual que se obtiene de cada raster de cobertura SIOSE-OS simplificada y la Accesibilidad Visual Ponderada (figura 5).

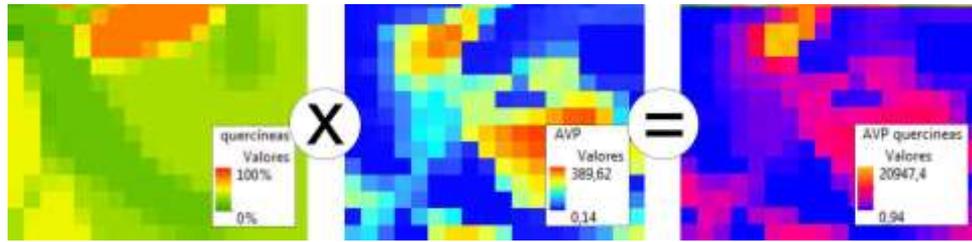


Figura 5. Ejemplo polígono rasterizado y superpuesto con Accesibilidad Visual Ponderada (AVP). Fuente elaboración: REDIAM.

Para cualquier ámbito del territorio andaluz, es posible asociar a cada polígono SIOSE rasterizado un valor de accesibilidad visual ponderada. El geoprocésamiento admite la automatización de los mismos al proporcionar un amplio 'set' de herramientas, y los mecanismos para combinarlas en un conjunto de operaciones, mediante modelos y secuencias de comandos.

5. RESULTADOS

5.1 Descripción de los resultados

PORCENTAJE VISIBILIDAD

entidad	forestal							agrícola					sellado				
	arbolado							leñoso					la	ed	vl	zv	ze
	qu	co	eu	of	ma	he	su	ch	ci	ol	vi	oc					
Almería	1,52	4,58	0,19	0,34	25,15	22,04	20,63	11,74	0,81	1,11	0,19	3,70	0,48	3,21	3,64	0,39	0,30
Cádiz	5,08	3,17	0,56	2,19	15,78	16,67	6,82	23,79	0,21	2,27	1,90	0,46	2,39	5,85	9,78	2,84	0,25
Córdoba	4,48	1,22	0,05	1,38	10,29	9,84	5,90	26,13	1,05	27,11	0,92	0,58	0,63	4,56	4,53	0,94	0,39
Granada	1,99	6,87	0,01	0,93	16,69	14,88	11,62	15,09	0,08	11,98	0,33	7,99	0,36	4,86	5,07	0,78	0,47
Huelva	6,30	5,18	1,92	0,73	16,25	15,65	10,81	15,96	2,23	5,32	0,90	2,08	3,68	5,61	5,08	1,32	0,99
Jaén	3,77	6,82	0,01	0,46	11,88	12,01	8,96	4,78	0,00	44,12	0,05	0,70	0,53	2,71	2,73	0,24	0,23
Málaga	2,27	5,22	0,08	0,99	19,99	19,77	9,01	8,15	1,45	11,01	0,38	3,96	0,52	6,64	7,46	2,72	0,37
Sevilla	2,10	0,48	0,24	0,60	4,84	6,45	6,19	38,83	2,74	17,21	0,14	1,14	0,63	6,46	10,00	1,23	0,72
ANDALUCIA	3,07	4,38	0,24	0,97	15,52	14,97	10,17	17,49	0,93	14,89	0,55	3,08	0,90	4,99	6,10	1,33	0,42
							49,31					36,94	0,90				12,84

PORCENTAJE TERRITORIO

entidad	forestal							agrícola					sellado				
	arbolado							leñoso					la	ed	vl	zv	ze
	qu	co	eu	of	ma	he	su	ch	ci	ol	vi	oc					
Almería	1,63	6,03	0,14	0,36	24,27	21,84	18,78	11,81	1,07	1,88	0,20	7,74	0,30	1,13	2,41	0,13	0,28
Cádiz	8,73	1,54	0,39	3,23	14,97	18,08	4,31	34,90	0,31	2,80	1,48	0,34	2,40	1,74	3,84	0,72	0,22
Córdoba	10,09	2,59	0,07	0,54	12,44	16,66	5,73	23,16	0,69	22,90	0,52	0,36	1,00	0,92	1,95	0,16	0,23
Granada	2,83	6,07	0,01	0,82	17,48	15,83	11,81	19,23	0,06	14,01	0,27	7,76	0,46	0,96	2,05	0,11	0,24
Huelva	8,57	5,86	4,02	0,75	23,64	24,58	11,74	8,95	1,68	3,22	0,54	1,02	1,94	0,87	1,85	0,23	0,53
Jaén	4,70	7,04	0,02	0,59	15,21	14,53	8,51	5,38	0,00	39,87	0,03	0,66	0,95	0,70	1,58	0,07	0,14
Málaga	4,51	4,45	0,11	1,21	18,83	17,34	6,89	14,06	1,68	17,25	0,56	5,20	0,73	2,38	3,68	0,81	0,31
Sevilla	6,03	0,67	0,40	0,58	9,81	12,25	5,26	40,91	1,74	14,35	0,11	0,81	1,66	1,78	3,06	0,27	0,33
ANDALUCIA	5,96	4,26	0,60	0,88	16,40	17,12	8,94	20,16	0,86	16,30	0,40	2,76	1,15	1,24	2,43	0,26	0,28
							54,16					40,49	1,15				4,20

PORCENTAJE VISIBILIDAD/ PORCENTAJE TERRITORIO

entidad	forestal							agrícola					sellado				
	arbolado							leñoso					la	ed	vl	zv	ze
	qu	co	eu	of	ma	he	su	ch	ci	ol	vi	oc					
Almería	0,93	0,76	1,36	0,95	1,04	1,01	1,10	0,99	0,76	0,59	0,92	0,48	1,61	2,83	1,51	3,14	1,08
Cádiz	0,58	2,06	1,44	0,68	1,05	0,92	1,58	0,68	0,70	0,81	1,28	1,35	1,00	3,36	2,55	3,94	1,15
Córdoba	0,44	0,47	0,84	2,57	0,83	0,59	1,03	1,13	1,51	1,18	1,79	1,59	0,63	4,97	2,32	5,86	1,70
Granada	0,70	1,13	1,44	1,14	0,95	0,94	0,98	0,78	1,32	0,85	1,23	1,03	0,77	5,05	2,47	6,97	1,99
Huelva	0,74	0,88	0,48	0,97	0,69	0,64	0,92	1,78	1,32	1,65	1,65	2,05	1,90	6,44	2,75	5,85	1,86
Jaén	0,80	0,97	0,70	0,77	0,78	0,83	1,05	0,89	1,18	1,11	1,65	1,05	0,56	3,84	1,73	3,44	1,60
Málaga	0,50	1,17	0,72	0,83	1,06	1,14	1,31	0,58	0,87	0,64	0,68	0,76	0,72	2,79	2,03	3,36	1,20
Sevilla	0,35	0,72	0,59	1,04	0,49	0,53	1,18	0,95	1,58	1,20	1,29	1,41	0,38	3,63	3,27	4,58	2,18
ANDALUCIA	0,51	1,03	0,40	1,09	0,95	0,87	1,14	0,87	1,08	0,91	1,39	1,11	0,78	4,04	2,51	5,06	1,52

Figura 6. Datos estadísticos sobre percepción visual y ocupación del suelo. Fuente elaboración: REDIAM

Las estadísticas resultantes obtenidas a través de operaciones de geoprocésamiento compatibilizan la distinta naturaleza de las capas que se pretenden combinar de la forma más precisa posible, garantizando la comparabilidad de las series estadísticas que se obtienen para la descripción del territorio en cuanto a su proporción superficial con las obtenidas teniendo en cuenta la distribución heterogénea de la accesibilidad visual del territorio. El estudio de las tablas estadísticas por sí mismo puede ser muy revelador, pero resulta un documento un tanto complicado desde el punto de vista de la difusión a no expertos.

Los resultados han sido agrupados por unidades visuales y superficiales, pudiendo con ello inferir porcentajes sobre los valores absolutos de ambas magnitudes. Esto se ha hecho con la intención de comparar ambos. En

la figura 6 se presentan las estadísticas asociadas al nivel de agregación de provincias y comunidad autónoma por porcentajes y la relación entre ambos, con un formato que nos avisa por una parte sobre la presencia visual (cuanto es percibida según el parámetro de Accesibilidad Visual Ponderada, AVP, $h=0$, psi) de cada clase o cobertura de suelo estudiada respecto a las demás en ese nivel de agregación (si sumamos los elementos de cada fila obtenemos el 100% de la cobertura); por otra parte nos informa de su presencia superficial (la de cada clase respecto al total de la superficie). Por último se presenta en la parte inferior de la figura 6 la relación entre ambos porcentajes, con un código de colores igualmente relacionado con su valor que avisa de la preponderancia visual de una cobertura respecto a su superficie. Valores más cálidos (desde el amarillo hasta el rojo) nos avisan que una clase es poco percibida visualmente, o tiene poca presencia visual respecto a la superficie que ocupa. Valores más fríos (desde el amarillo al verde), nos avisan de coberturas o clases de suelo muy visibles respecto a su superficie (normalmente están ligadas a determinadas categorías de suelo sellado).

5.2 El visor de comparación de estadísticas

Los resultados pueden ser visualizados conjuntamente y de forma comparada gracias al diseño y programación de una página web para la difusión de los datos estadísticos almacenados. La navegación interactiva entre los distintos ámbitos geográficos a través del cambio entre distintos niveles de zoom y simultáneamente sobre la comparativa de estadísticas, permite responder a distintos niveles de precisión temática. Todo ello con criterio de máxima simplicidad y claridad.

En la aplicación web que se ha desarrollado en el seno de este trabajo, la navegación geográfica se ciñe a los 3 niveles de desagregación territorial, correspondientes con cada uno de los ámbitos de gestión definidos. Es posible activar cualquier delimitación y obtener un mapa más detallado con sus subdivisiones (figura 7).

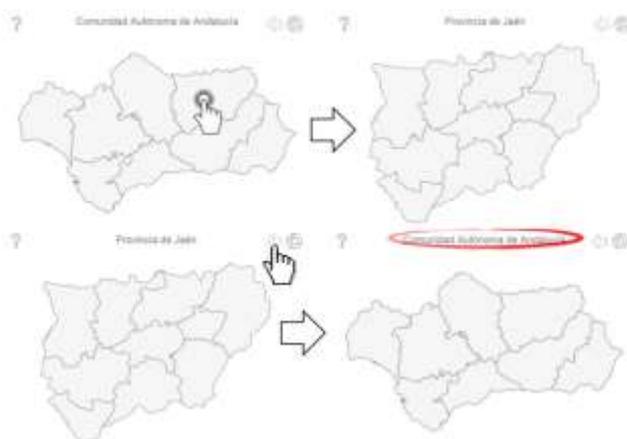


Figura 7. Ejemplo de navegación entre distintos ámbitos geográficos en el visor de estadísticas comparadas. Fuente elaboración: REDIAM.

Los datos geográficos referidos a cada nivel de zoom, para la entidad seleccionada en cuestión, quedan disponibles, no siendo accesibles los datos relativos a otros niveles de zoom o entidades geográficas no representadas. Pulsando sobre el icono de gráfica se pueden obtener los datos y la gráfica comparativa para la división administrativa activa en cada momento (figura 8).

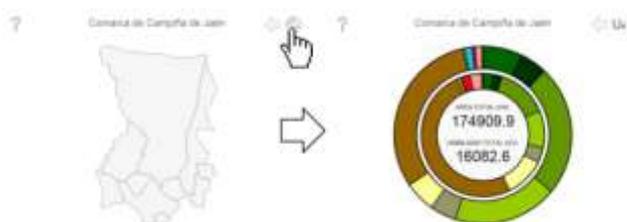


Figura 8. Activación de gráficas en visor de estadísticas comparadas. Fuente elaboración: REDIAM.

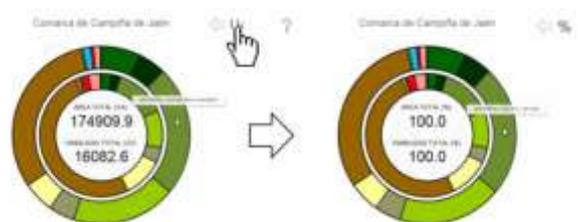


Figura 9. Presentación resultados en visor de estadísticas comparadas. Fuente elaboración: REDIAM.

Por otro lado, y para cualquier entidad seleccionada además de lo anteriormente descrito, dispondremos de dos cifras globales, la accesibilidad visual ponderada en UV (unidades de visibilidad) total para la entidad seleccionada y la superficie total en hectáreas de dicha entidad. Por otra parte y con la gráfica activa, se puede

pasar de unidades absolutas a porcentajes pulsando sobre el icono de 'cambiar unidad'. Esto cambiará también el contenido de las etiquetas emergentes (figura 9)

Los datos temáticos quedan cargados para cada entidad geográfica seleccionada, que sólo podrá ser una, y quedarán presentados mediante una gráfica sencilla, en la que se reflejarán dos datos. En la gráfica, la corona exterior representa la proporción real de cada cobertura, mientras que la interior representa la incidencia visual de las mismas. Las 17 coberturas básicas evaluadas se visualizan siempre en el mismo orden, y pueden ser agrupadas fácilmente (figura 10).

Este visor, elaborado por el equipo de paisaje de la REDIAM, está disponible en el apartado de 'herramientas de difusión', en la web del Laboratorio REDIAM (<http://laboratoriorediam.cica.es/estusossuelo/index.html>)

5.3 Análisis de los resultados

Un somero análisis de los resultados a nivel provincial y autonómico sobre los resultados arrojados y viendo las tablas de la figura 6 nos permite verificar algunas cuestiones que a priori nos parecen claras, o que damos por sentadas como es la presencia del olivar en la provincia de Jaén, y en menor medida en Córdoba y Sevilla; así como las grandes extensiones de cultivos herbáceos en la provincia de Sevilla y Cádiz y en menor medida Córdoba y Granada, asociadas a sus vegas y campiñas ; pero podemos comprobar que en algunos casos estas extensiones de cultivo pueden ser muy visibles (caso de olivar de Jaén). Podemos detectar por el código de colores referido, que existe en todas las provincias (quizá a excepción de Sevilla) una gran superficie forestal de matorral, herbáceo y suelo desnudo

Del mismo modo y a nivel autonómico, es fácil deducir que la edificación es altamente percibida visualmente respecto a la superficie que ocupa. Ello es debido a que los núcleos urbanos son conspicuos y visibles desde categorías de suelo en las que es altamente probable encontrar observadores. También arroja valores que nos permiten realizar lecturas sobre formaciones como las dehesas, en las que las quercíneas –forestal (Sup=6%, Vis=3,1%), son poco visibles respecto a la superficie que ocupan, seguramente debido a la estructura de la propiedad (conformada por grandes extensiones lejanas a núcleos poblados y vías de comunicación, en las que es poco probable encontrar observadores).

A nivel comarcal, entidades que abarcan realidades territoriales diversas como el Valle Medio del Guadalquivir (pedemonte de Sierra Morena, vega alta del Guadalquivir y campiña) ofrecen lecturas como las asociadas a la visibilidad de los cultivos herbáceos (muy por encima de su superficie real). Esto es explicable por el paso de las vías de comunicación paralelas al Guadalquivir y a la visibilidad que proporciona de estos cultivos las localizaciones más elevadas (Sierra Morena). Comprobamos también que todas las categorías asociadas a suelos forestales tienen poca visibilidad respecto al porcentaje de superficie que ocupan (cosa lógica si comprobamos la proporción que en la misma comarca ocupa el Parque Natural de la Sierra de Hornachuelos).

Este análisis, cuando se va haciendo más local nos habla de particularidades del ámbito territorial seleccionado. Así a nivel provincial, y tomando como ejemplo Huelva deducimos de la presencia (singular respecto a otras provincias) de eucaliptos en zonas poco visibles, la presencia ENCE y su relación con la gestión de espacios forestales.

A nivel de término municipal, existen casos como el de Andújar, en el que la percepción visual de las coberturas correspondientes a Olivar supera con creces la realidad existente, es decir que debido a la situación geográfica de determinadas categorías de suelo, podemos tener una percepción equivocada de la realidad, o que no se corresponde con la extensión superficial de dichos cultivos. En el caso que nos ocupa seguramente sea debido a que dichos cultivos se encuentran en entornos de vías principales que atraviesan el término, como la A-92.

Las gráficas representadas nos muestran para todos los ámbitos de gestión y de una sola mirada los 'desequilibrios' o 'equilibrios' más significativos entre la superficie que ocupan las distintas coberturas de suelo SIOSE (la piel del territorio) y como son percibidas visualmente. Es posible en este sentido realizar análisis en las 4 escalas definidas.



Figura 10. Descripción de las coronas gráficas de visualización de resultados. Fuente elaboración: REDIAM

6. CONCLUSIONES

6.1 Sobre la metodología

Los 17 rasters obtenidos han sido utilizados al objeto de ser combinados con los rasters de accesibilidad visual para obtener los datos estadísticos sobre cuáles son los usos del suelo que caracterizan visualmente al territorio, pero además:

- El procedimiento de generación de los rasters pone de manifiesto de una forma muy sencilla errores semánticos y geométricos en la capa de origen SIOSE OS. Por ejemplo, se han detectado 'overlaps' de polígonos o contenidos que no suponen el 100% de la cobertura. Además, permite la visualización ágil de la capa al completo, incluso con transparencia y orto debajo, gracias a las pirámides, con lo que la detección visual de errores puede resultar más sencilla.
- Podrían ser aplicados a la obtención sencilla de combinaciones entre cobertura del suelo y cualquier set de datos ráster, como pueden ser los datos sobre clima (por ejemplo, para estudiar cuáles son los ámbitos climáticos donde se dan determinadas coberturas).

6.2 Sobre los resultados

La percepción visual de un territorio no se corresponde en muchos casos con la realidad. Podemos tener la consideración de que en un determinado municipio existe mucha superficie dedicada a un uso concreto, cuando en realidad ésta es escasa. Ello depende en gran medida de los lugares desde los cuales se observa y como son de accesibles.

Así, lugares con más posibilidad de ser frecuentados pueden originar mayor influencia en la percepción global; es decir los terrenos visibles desde carreteras se hacen observables por mucha gente, a pesar de que ocupen poca extensión, dado que son lugares muy transitados. Opuestamente lugares poco transitados pueden contener vistas singulares, pero éstas no influyen tanto en la conciencia colectiva porque poca gente los frecuenta.

Por otra parte, para cualquier lugar desde el que observemos, dado que el territorio tiene relieve (y por encima de éste, árboles, edificaciones etc.), podemos decir que hay mucho o poco 'territorio visible'. Ambas cuestiones influyen en la configuración del imaginario de nuestro entorno: la generalizada imagen de Andalucía como territorio calmo y seco está en parte provocada por que las vías de comunicación principales transcurren por los distintos valles, dejando en un lejano segundo plano los territorios más húmedos y montañosos. La construcción del paso del AVE ha cambiado parcialmente este concepto, puesto que atravesando los Pedroches se observa un paisaje más verde y abrupto.

Si bien con la aplicación propuesta es posible comparar datos asociados a como es percibido el territorio, según diversas unidades administrativas, en la misma aún se echa de menos visualizar la conformación de esas unidades en cuanto a su relieve; o incluso la traslación del diagrama referente a su piel, al mapa representado. Pero los fines para los que se ha diseñado (de comparación estadística pura), y sobre todo la rapidez en la salida gráfica ha condicionado la decisión hacia el resultado propuesto.

7. BIBLIOGRAFÍA

Gil, Y., Romero, D., Ortega, E., Domínguez, M.C., Navas, P., Patiño, M., Vicent, C., Santos, M., Quijada, J., Giménez de Azcárate, F., Cáceres, F. y Moreira, J.M. (2010): "SIOSE Andalucía, experiencia de integración y actualización de bases cartográficas multiescala". En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Sevilla, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, pp. 116-134. Septiembre 2010, Sevilla. XIV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica.

Romero, D., Guerrero, J.J., Ghislanzoni, M., Romero, A., Sillero Almazán, J.M., Giménez de Azcárate, F., Cáceres, F., Moreira, J.M. (2014): "Evaluación de la accesibilidad visual del territorio ante distintas intervenciones a través de la explotación del sistema de visibilidad de Andalucía. REDIAM", en *Actas del XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>, pp. 226-239. Junio 2014, Alicante. XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica.

Higashiyama, A., Shimono, K. (1984): "How accurate is size and distance perception for very far terrestrial objects", *Perception & Psychophysics* 55, pp. 429-442.