

INFORMACIÓN, TIG, PARTICIPACIÓN, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS:
SIXOT UNA PROPUESTA DE INTEGRACIÓN

RAFAEL CRECENTE MASEDA.

Investigador PROMETEO. Universidad Azuay-RIGTIG. rcrecente@gmail.com

INÉS SANTÉ RIVEIRA

Laboratorio del Territorio. Universidad de Santiago de Compostela. ines.sante@usc.es

JOSÉ MARIA TUBIO SÁNCHEZ.

Laboratorio del Territorio. Universidad de Santiago de Compostela.

josemaria.tubio@rai.usc.es

FABIÁN REYES BUENO.

Dept. Ciencias Naturales. Universidad Técnica Particular de Loja. frreyes@utpl.edu.ec

OMAR DELGADO INGA

IERSE. Universidad del Azuay. odelgado@uazuay.edu.ec

Resumen

La ponencia presenta la herramienta y metodologías generadas en la construcción de SIXOT (sistema de información para la gestión y ordenamiento territorial). Responde a la necesidad de una mayor coordinación entre las administraciones con competencias en la materia así como una mayor y mejor participación ciudadana. Se plantea en el marco de la red RIGTIG (red de investigación en gestión del territorio y tecnologías de la información geográfica), una hoja de ruta que permita a través de la investigación validar su aplicabilidad en la realidad ecuatoriana, dado su carácter de referente regional en las políticas de ordenación territorial.

Índice

1. Introducción y justificación	2
2. PPGIS como integración: una revisión.....	3
3. Contexto institucional multinivel: Europa, España y Galicia.	4
4. SIXOT (Sistema de Información para la Gestión y Ordenación Territorial): una propuesta de integración.....	7
4.1. Módulo de 'Análisis y diagnóstico'.....	9
4.2. Módulo de 'Planificación y propuesta'	9
4.3. Módulo de 'Participación pública'	11
4.4. Módulo de 'Evaluación y gestión'	13
4.5. Módulo de 'Documentación'	14

5. La realidad ecuatoriana	14
6. Propuesta de futuro	15
7. Conclusiones.....	16
8. Bibliografía.....	17

1. Introducción y justificación

La información constituye la base para cualquier proceso de toma de decisiones. Calidad, precisión, actualización, interoperabilidad, son algunos de los atributos exigidos a la información empleada en los procesos de planificación y ordenación territorial. Nos encontramos sin duda en la era de la información.

El uso de información geoespacial y tecnologías asociadas presenta un crecimiento constante. Proveedores de información a nivel mundial como Google son conscientes de esta circunstancia, con los numerosos productos y servicios relacionados con estas tecnologías que ha desarrollado (GoogleEarth, Google Maps, Street View, etc.). En 2009 Google reconoció que casi un 50% de las consultas recibidas por parte de internautas se hacían a través de Google Maps.

Hemos pasado del paradigma de la necesidad de la información, al paradigma del manejo de la información y a la necesidad de convertir esta en ciencia y finalmente en conocimiento para una mejor toma de decisiones.

Las TIG (tecnologías de la información geoespacial), entre las que consideramos, sensores remotos para captura de información, sistemas de información geográfica para el análisis, procesado y simulación, PPGIS para la participación en los procesos, internet para compartir la información, son ejemplos de herramientas para el apoyo en el proceso de ordenación territorial. Hoy en día la integración de estas herramientas como las soluciones SIG-Web proporcionan un medio eficiente y de bajo coste para la distribución de productos cartográficos a usuarios y población en general. Su aplicación a los procesos de ordenación territorial (zonificación, ordenanzas, diseño de modelo territorial etc.) tradicionalmente cerrada a expertos y técnicos, facilitan la participación a la población generando un medio efectivo para la implicación en el proceso (Yaakup et al., 2001). Los ciudadanos pueden acceder a datos SIG, sin disponer de su propio software SIG en su ordenador y sin necesidad de poseer grandes conocimientos técnicos.

Internet cumple todos los criterios de interactividad requeridos para un medio de participación pública (Ball, 2002), permitiendo una comunicación bidireccional entre los ciudadanos y los responsables de la ordenación territorial (Mansourian et al., 2011).

Como ejemplos de esta tecnología SIG-Web empleada en los procesos de ordenación territorial y urbanística podemos citar los trabajos de Ozturan et al., 2004; Hossack et al., 2004; Anrong et al. 2006; Culshaw et al., 2006, Lapierre y Cote, 2008.

Al hablar de participación, debemos tomar en consideración los distintos peldaños de la escalera de participación (Arnstein, S. 1969). Si realmente buscamos una participación más allá de la mera disponibilidad de la información, sólo los tres últimos peldaños (colaboración, delegación de poder y control ciudadano) aseguran un efectivo nivel de participación, más allá de los primeros peldaños de manipulación, terapia, información, consulta, o tranquilizador.

Con el objetivo de avanzar en procesos reales de participación, en los últimos años, han cobrado un importante desarrollo los PPGIS (Public Participation Geographic Information Systems), muchos de ellos implementados en Web para fomentar la efectiva participación pública en la planificación territorial.

2. PPGIS como integración: una revisión

Los primeros PPGIS implementados en Web permitían tan sólo la visualización y consulta de información geográfica y alfanumérica (p. ej. Yaakup et al., 2001). Un paso más en su desarrollo dio lugar a los primeros sistemas que permitían un flujo bidireccional de información referenciada geográficamente. Uno de los primeros y más conocidos sistemas de este tipo es el descrito por Kingston et al. (2000), en el que los ciudadanos pueden visualizar mapas e incorporar sugerencias vinculadas a una localización geográfica para la mejora de su localidad, de modo que todos los usuarios pueden ver los comentarios introducidos. Este mismo sistema y otros dos son considerados por Carver et al. (2001) como ejemplo de 'cyberdemocracia'. En la misma línea, Rinner (2001) introduce los "*argumentation maps*" como un medio para permitir discusiones online y vinculadas a un mapa. Un PPGIS similar es el que proponen Bugs et al. (2010), en el que los usuarios pueden introducir opiniones seleccionando un icono cuyo color identifica la temática, colocándolo en el mapa y etiquetando estos comentarios como sugerencias, preguntas, quejas y comentarios a favor o en contra. En la misma línea, Han y Peng (2003) proponen un PPGIS para la gestión de propiedades comunes en viviendas públicas, en el que los ciudadanos pueden informar sobre problemas y aportar sugerencias referenciadas a una localización precisa en el mapa. Poplin (2012) describe la integración de mapas SIG interactivos con un cuestionario online. Algunos SIG-Web más recientes incluyen herramientas para análisis espaciales más complejos y técnicas de toma de decisión

multicriterio. Estos sistemas son relativamente frecuentes para planificación ambiental, por ejemplo, Rao et al. (2007) describen un SIG-Web que integra un modelo hidrológico y un modelo para clasificación de imágenes para la planificación de las Reservas Naturales en EEUU, Sikder y Gangopadhyay (2002) también integran en un SIG-Web un modelo hidrológico para visualizar el cambio en la distribución de contaminantes al modificar el uso del suelo, y Ghaemi et al. (2009) implementan una herramienta llamada *Interactive Park Analysis Tool* para calcular el uso potencial de los parques mediante operaciones de geoprocésamiento cuando el usuario asigna una parcela nueva a un parque.

Sin embargo, los PPGIS para planificación urbana y territorial todavía son escasos. Entre ellos puede citarse el SIG-Web desarrollado por Dragicevic y Balram (2004), en el que los usuarios pueden utilizar las herramientas MapNotes y EditNotes de ArcIMS para introducir comentarios georreferenciados y digitalizar polígonos en un mapa digital para mostrar áreas de interés, y el PPGIS basado en tecnología SOLAP de McHugh et al. (2009), que facilita consultas espaciales complejas y realiza un análisis de la influencia de los pesos introducidos por los ciudadanos. Más completo es el SIG-Web descrito por Simao et al. (2009), que incluye, además de un *argumentation map*, un módulo sencillo de evaluación multicriterio en el que los ciudadanos pueden asignar pesos a factores de evaluación y visualizar las consecuencias de esas decisiones en la clasificación de las localizaciones alternativas para un parque eólico. Técnicas multicriterio más complejas son integradas en el PPGIS descrito por Mansourian et al. (2011), en el que los usuarios pueden solicitar permiso para urbanizar una parcela y, mediante operaciones de análisis espacial se compara la solicitud enviada con el plan existente. Si la solicitud cumple el plan, el permiso es otorgado, en caso contrario se recurre a la opinión de los ciudadanos, que pueden evaluar la solicitud ayudándose de mapas de aptitud, que son elaborados por ellos mismos mediante el proceso analítico jerárquico y que son combinados mediante el análisis de concordancia en un mapa final de aptitud que es utilizado por la autoridad local para tomar la decisión final. El *Ecosystem Portfolio Model* (Labiosa et al., 2013) es otro ejemplo de PPGIS para planificación del uso del suelo, que incorpora técnicas de evaluación multicriterio con la finalidad de evaluar planes de uso del suelo mediante una serie de indicadores ambientales y económicos.

3. Contexto institucional multinivel: Europa, España y Galicia.

En la “Carta Europea de la Ordenación del Territorio” se afirma que la ordenación del territorio debe ser democrática, es decir, debe ser realizada de modo que se asegure

la participación de la población afectada. La importancia del carácter democrático y de la participación pública en la ordenación del territorio ha sido recientemente reafirmada por la *Napflion Declaration: Promoting Territorial Democracy in Spatial Planning* en la 16th Sesión de la CEMAT (Consejo de Europa de Ministros en Ordenación Territorial) 2014, en la cual se pone de manifiesto la importancia de la participación pública para mejorar la calidad democrática de los procesos de planificación territorial, gestionar los intereses conflictivos en el uso del suelo, alcanzar una visión compartida del territorio y mejorar la cohesión e inclusión social. Sin embargo, en la práctica existen muchas dificultades para la tramitación de los instrumentos de ordenación territorial, así como para conseguir que la participación pública sea efectiva.

La ordenación del territorio es una técnica administrativa porque la iniciativa sobre la elaboración de planes y su aprobación corresponde a la Administración Pública. Desde el punto de vista administrativo, la ordenación del territorio es una función pública que responde a la necesidad de controlar la incidencia de las actividades humanas sobre el territorio (Gómez Orea, 2002).

El artículo 148.1.3 de la Constitución Española establece que la ordenación del territorio es competencia de las comunidades autónomas. Aunque el desarrollo de esta competencia se ha producido de una forma muy dilatada en el tiempo (González Pérez, 2007), actualmente todas las comunidades autónomas poseen legislación específica sobre ordenación del territorio y urbanismo. Estas leyes atribuyen la gestión de la ordenación territorial a la Administración Pública, como ejemplo puede citarse el artículo 5º de la *Ley 9/2002 de Ordenación Urbanística y Protección del Medio Rural de Galicia*, que en el punto 4 afirma que *“en la formulación, tramitación y gestión del planeamiento urbanístico las administraciones urbanísticas competentes deberán asegurar la participación de los interesados y, en particular, los derechos de iniciativa o información por parte de las entidades representativas de los intereses que resulten afectados y de los ciudadanos”*.

A pesar de que la legislación en materia de ordenación del territorio y urbanismo es completa y compleja, existe una deficiente implementación de los instrumentos de ordenación territorial definidos en estas leyes (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2010). Ejemplo de esto es el hecho de que en el año 2010 casi la mitad de las Comunidades Autónomas no tenían aprobado su instrumento de ordenación territorial de ámbito regional o que, a pesar de que el 79% de los municipios españoles tenían aprobada alguna figura de planeamiento urbanístico, tan sólo el 25% tenían

como figura de planeamiento un plan general (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2010), la única figura que garantiza una ordenación integral de todo el territorio municipal. Esta reducida aplicación de los instrumentos de ordenación territorial puede explicarse por causas técnicas, debido a la complejidad de los contenidos y a los múltiples documentos y etapas necesarios para la elaboración de un plan, pero también por causas administrativas, originadas por la dificultad de coordinación entre diferentes niveles y sectores administrativos y la necesidad de complejos trámites burocráticos (Crecente y Santé, 2011).

Por todos estos motivos el proceso de elaboración y aprobación de un plan de ordenación territorial es largo y laborioso. En el caso concreto de los planes municipales de ordenación urbanística, se requiere un gran esfuerzo por parte de la administración local y de su equipo técnico para su consecución. Este esfuerzo es todavía mayor en el caso de municipios con escasa población, pocos recursos y un equipo técnico y administrativo limitado. Existe además el requerimiento legal, de asegurar la participación de la población, lo cual además mejora y amplía la información utilizada para la toma de decisiones, al capturar el conocimiento local, y contribuye al éxito de los planes de ordenación territorial (Davies, 2001; Burby, 2003; Golobic y Marusic, 2007). Sin embargo, en la práctica existen muchas dificultades para conseguir que la participación pública sea efectiva (Moote et al., 1997), lo cual se debe en gran medida a la escasez de herramientas y métodos que permitan alcanzar un compromiso entre la toma de decisiones democrática y el conocimiento científico experto. Todo esto hace que exista una demanda creciente de herramientas que den soporte al proceso de planificación territorial.

Particularizando esta problemática global en el caso concreto de los Planes Generales de Ordenación Municipal que establece la *Ley 9/2002 de Ordenación Urbanística de Galicia (España)*, una de las diecisiete Comunidades Autónomas Españolas, que son las que detentan las competencias plenas en ordenación territorial y urbanismo. En este caso concreto, la actividad legislativa en materia de urbanismo, la sitúan como la comunidad autónoma de mayor actividad legislativa en materia de urbanismo. En la actualidad está en proceso de tramitación una nueva ley del suelo. Por lo que se refiere a mecanismos de participación pública para la elaboración de estos planes, en esta Comunidad Autónoma se reducen a un periodo de información y exposición pública por un plazo mínimo de un mes y máximo de dos meses, durante el cual los ciudadanos y asociaciones pueden hacer alegaciones al plan. Este procedimiento de participación pública es el más frecuente en la mayoría de los procesos de ordenación

territorial llevados a cabo en España y prácticamente el único. Las alegaciones a los planes deben ser respondidas por el equipo técnico de forma individual. Este proceso presenta dos problemas o carencias graves. El primero relacionado con dificultades administrativas para la gestión del mismo; el segundo con las limitaciones para una participación más proactiva por parte la población. El primer problema se refiere a que el proceso de elaboración, recogida, tramitación y respuesta de las alegaciones supone una carga de trabajo considerable para la administración local y el equipo técnico. El volumen de alegaciones gestionado habitualmente es muy elevado (un número de entre 600 y 700 alegaciones para municipios con entre 3000 y 6000 habitantes) y a que la plantilla administrativa y técnica suele ser reducida. Sin embargo, es fundamental la rápida gestión de las alegaciones con el fin de acortar el tiempo de elaboración y aprobación del plan, ya que la etapa de realización y resolución de alegaciones es la que demanda un periodo de tiempo más prolongado durante el procedimiento de tramitación de un plan, el cual se prolonga de media entre 8 y 10 años en Galicia. El segundo problema está relacionado con la falta de transparencia y democracia en el proceso de planificación territorial, donde conceptos como gobernanza, planificación participativa, acceso a la información, etc. todavía no son aplicados o lo son de forma muy limitada.

Frente a la realidad descrita, en la *Disposición Adicional Tercera del Borrador de Ley del Suelo de Galicia* en tramitación se propone la creación de una Plataforma Urbanística Digital de Galicia¹ *“que facilite la participación en los procedimientos de planificación urbanística y que tendrá como finalidad posibilitar la tramitación integral de los instrumentos de planeamiento urbanístico”*.

4. SIXOT (Sistema de Información para la Gestión y Ordenación Territorial): una propuesta de integración.

Ante la realidad descrita en el marco institucional, desde el grupo de investigación Laboratorio del Territorio² de la Universidad de Santiago de Compostela (Galicia-España) hemos venido trabajando en el diseño, desarrollo e implementación de herramientas y metodologías, que permitan una más efectiva integración de la información, las tecnologías para fortalecer una efectiva participación pública y una mayor coordinación horizontal y vertical en las administraciones con competencias en el proceso de formulación y gestión de planes de ordenación territorial.

¹ <http://www.xunta.es/hemeroteca/-/nova/031092/medio-ambiente-traballa-nunha-plataforma-urbanistica-dixital-para-garantir-transparencia>

² <http://laborate.usc.es>

Fruto de este trabajo es la plataforma SIG-web <http://sixot.es> en la que se integra la información y herramientas necesarias para la elaboración y gestión de un plan de ordenación del territorio, así como funcionalidades para facilitar y promover la participación pública. Esta plataforma ya en funcionamiento para la tramitación de un plan municipal (concretamente el municipio de Cervantes) sigue en proceso de construcción, de modo que el estado de desarrollo de las diversas herramientas y funcionalidades es variado. Algunas ya están disponibles de forma totalmente funcional, otras se encuentran en una etapa inicial de desarrollo, otras han sido diseñadas pero no implementadas e incluso quedan herramientas por definir con precisión. En la siguiente sección se detallan las características de los diferentes módulos y herramientas de la plataforma, indicando su estado de desarrollo actual.

El sistema consiste en una plataforma SIG-Web modulable, que reúne e integra en un entorno único múltiples herramientas que sirven de soporte a la realización y tramitación de planes de ordenación urbanística y territorial. Está formada por varios módulos o componentes, con funcionamiento autónomo, que responden a las necesidades de cualquier tipo de plan. Esta posibilidad de modulación permite adaptarlo a las necesidades del plan, el equipo redactor o el organismo administrativo responsable. Las herramientas destinadas a los técnicos incluyen desde documentación, legislación y manuales hasta software destinado a facilitar distintos procesos de ordenación. Las Administraciones públicas responsables de la ordenación urbanística y territorial podrán beneficiarse de herramientas para el intercambio de datos y documentación, para la elaboración colaborativa de información y soluciones de planificación y para la agilización de los trámites. Por otra parte, SIXOT proporciona los medios necesarios para una participación activa de los ciudadanos durante todo el proceso de planificación urbanística y territorial.

La plataforma presenta una organización temática ligada a las fases habituales de redacción de un plan de ordenación del territorio. Las fases que se identificaron como comunes a todo el proceso de planificación son las siguientes: (i) inicio, (ii) análisis y diagnóstico, (iii) planificación y propuesta, (iv) participación pública y (v) evaluación y gestión. La etapa de inicio corresponde al proceso de contratación y contacto con las instituciones. En la etapa de análisis y diagnóstico se incluyen las funcionalidades y documentación ligadas a los estudios previos y la toma de datos, que servirán como base para elaborar el diagnóstico, así como las herramientas de análisis, simulación y modelización utilizadas para dicho diagnóstico. La etapa de planificación y propuesta incorpora las herramientas para el diseño de la solución de planificación. Por último, la

evaluación y gestión, más orientada a los organismos públicos responsables del control y seguimiento del plan, incluye funcionalidades de evaluación y gestión de la implementación del plan.

4.1. Módulo de 'Análisis y diagnóstico'

Este módulo proporciona herramientas, modelos y documentación aplicables a distintas tareas de la etapa de análisis y diagnóstico territorial. Las secciones de este módulo incluyen:

- *Manuales y documentos técnicos*; guías metodológicas, guiones de información, guías de tramitación, etc.
- *Modelo de datos de planeamiento*: incluye una descripción de un modelo de datos de planeamiento y su implementación en una geodatabase.
- *SIMULA*: modelo basado en un autómata celular urbano que simula la evolución del uso urbano en función del planeamiento urbanístico, de la aptitud del suelo para el uso urbano, de la accesibilidad y de los usos existentes en la vecindad (García, et al, 2013a; García, et al, 2013b; García, et al, 2012; García, et al, 2011; Santé, et al 2010). Se trata de una herramienta de ayuda a la toma de decisiones en la planificación urbanística mediante la simulación de los posibles escenarios resultantes de las diferentes condiciones de partida. Este modelo ha sido adaptado y validado para varios núcleos urbanos gallegos.
- *Envolvente paisajística*: algoritmo para delimitar el área de entorno de los núcleos rurales y obtener un valor para el paisaje de esta envolvente del asentamiento. De este modo se trata de analizar la relación entre el espacio edificado del núcleo y su envolvente a través de la percepción visual del paisaje, con el fin de tener en cuenta los resultados de este análisis en el planeamiento de los núcleos.

Las dos últimas secciones están finalizadas, mientras que las dos primeras todavía están en proceso de desarrollo.

4.2. Módulo de 'Planificación y propuesta'

Proporciona documentación y varias herramientas de software para el diseño de los planos de ordenación y la propuesta de planificación. En este módulo se pueden encontrar las siguientes secciones (todas ellas finalizadas excepto la primera):

- *Manuales y documentos técnicos*.
- *OpenRules*: OpenRULES es un Sistema de Ayuda a la Planificación (Santé et al., 2008) que integra tres etapas básicas del proceso de planificación del uso del suelo; (i) la evaluación de la aptitud del suelo para cada uso, (ii) el cálculo de la

- superficie óptima para cada uso y (iii) la localización espacial simultánea de los múltiples usos del suelo. El objetivo de OpenRULES es la automatización de los procesos de diseño de un plan de uso del suelo, teniendo en cuenta la opinión y experiencia de los técnicos y generando un escenario óptimo de uso de suelo para las condiciones especificadas. OpenRULES está implementado como un conjunto de algoritmos agrupados en tres módulos (Evaluación de tierras, Optimización de áreas y Localización espacial) dentro del árbol de algoritmos de Sextante (una extensión utilizada en gvSIG para el análisis ráster). En esta sección puede descargarse el manual de OpenRULES y el software necesario para su instalación, así como dos documentos que son guías prácticas para la realización de dos ejercicios de planificación del uso del suelo con OpenRULES. La descripción detallada de OpenRULES ha sido publicado en los siguientes artículos científicos (Santé, et al. 2008a; Santé, et al. 2008b; Santé, & Crecente, 2007; Santé, & Crecente, 2005).
- *Delimitación de núcleos rurales*: en esta sección puede descargarse un software que proporciona la delimitación automática del suelo de núcleo rural siguiendo los criterios de la *Ley 2/2010 de Medidas Urgentes de Modificación de la Ley 9/2002 de Ordenación Urbanística y Protección del Medio Rural de Galicia*. El algoritmo implementado en este software permite, además de obtener automáticamente la delimitación legal de los núcleos rurales, realizar delimitaciones alternativas de los núcleos aplicando criterios científicos (Porta et al., 2013a). Al igual que OpenRULES, este algoritmo está implementado dentro del árbol de algoritmos de Sextante para gvSIG. En esta sección puede descargarse el software necesario para su instalación y el manual de usuario.
 - *Delimitación de clases y categorías de suelo*: en esta sección puede descargarse un software que proporciona dos algoritmos para la delimitación automática de clases y categorías de suelo (urbano, urbanizable y rústico de protección agropecuaria, forestal, paisajística, patrimonial, de espacios naturales, de aguas, de costas y de infraestructuras). Estos algoritmos proporcionan un mapa de ordenación que divide toda la superficie municipal en las distintas categorías de suelo optimizando dos objetivos: (i) la aptitud del suelo para cada categoría de suelo y (ii) la compatibilidad de las regiones asignadas a cada categoría. Estos algoritmos operan sobre el parcelario catastral de modo que la delimitación de categorías que proporcionan sigue la estructura parcelaria. Los dos algoritmos realizan los mismos cálculos y proporcionan el mismo resultado (mapa de

ordenación de categorías de suelo) pero uno está basado en un algoritmo genético (Porta et al., 2013b) y otro en el simulated annealing (Suárez et al., 2011). Ambos son algoritmos paralelizados lo que ha permitido reducir notablemente el tiempo de cálculo requerido, a pesar del elevado número de parcelas que suele estar implicado en este proceso de zonificación a nivel municipal. Estos algoritmos también están implementados dentro del árbol de algoritmos de Sextante para gvSIG. En esta sección puede descargarse el software necesario para su instalación y el manual de usuario.

4.3. Módulo de ‘Participación pública’

La participación pública en la ordenación del territorio puede enfocarse de dos modos. El primero, y más habitual, consiste en que los técnicos elaboran un plan, que es presentado a los ciudadanos para que lo evalúen. El segundo requiere una implicación más temprana de los ciudadanos en el proceso de elaboración del plan y que los participantes intervengan en un mayor número de acciones o actividades, como son la toma de decisiones, el diseño y priorización de los objetivos, la consulta o la propuesta de actuaciones. Este segundo enfoque es el que defiende la *Napflion Declaration* y pretende conseguir una participación más proactiva de la población, para lo cual es necesario que los ciudadanos y los diferentes colectivos dispongan de los medios necesarios para aportar información, expresar sus preferencias y colaborar en el proceso de diseño del plan de ordenación territorial. Por ello, en este módulo se dispone de herramientas para la realización de alegaciones al plan, pero además se incluyen nuevas herramientas participativas de carácter público, como puede ser, por ejemplo, la participación en un foro cartográfico de debate:

- *Visor – consultas*: el visor geográfico proporciona la visualización y consulta de toda la información cartográfica y alfanumérica del plan, tanto la información de partida para su elaboración como la obtenida en el desarrollo del mismo, incluyendo: (i) información cartográfica base: divisiones administrativas, red viaria y ferroviaria, hidrografía, topografía, usos del suelo, edificaciones, servicios urbanos, etc., así como ortofotografías y parcelario catastral procedentes de servicios WMS de instituciones oficiales, (ii) información cartográfica del plan: mapas de ordenación, mapas de propuestas de actuación, bienes catalogados y yacimientos arqueológicos y (iii) documentación gráfica y textual del plan. El visor cuenta además con las herramientas de navegación, medición, información y consulta propias de los SIG-Web.

- *Gestión de alegaciones*: el módulo está desarrollado sobre un visor con las mismas características, al que se ha incorporado una aplicación web para la gestión de las alegaciones. El acceso a esta aplicación puede ser realizado por cuatro tipos de usuarios; visitantes, ciudadanos, técnicos y administradores. Los visitantes tan solo pueden hacer uso de las funcionalidades del visor. Los ciudadanos, usuarios registrados en la aplicación y que, por consiguiente, pueden realizar alegaciones. Para ello el ciudadano debe seleccionar una parcela (o varias), utilizando el visor geográfico o buscándola por su referencia catastral, a la que se vinculará la alegación. También es posible asignar la alegación a una geometría digitalizada por el usuario. A continuación se abre un formulario en el que se puede introducir el texto de la alegación y adjuntar ficheros con información adicional. Una vez completada la introducción de los datos, el alegador puede comprobar el archivo de alegación generado y enviarlo a los técnicos del Ayuntamiento vía web. Una vez enviado, los datos de la alegación son introducidos automáticamente en la base de datos y el alegador puede comprobar el estado de su alegación en cada momento. Los técnicos son los encargados de revisar y contestar las alegaciones, para ello cuentan con una herramienta que facilita la clasificación de las alegaciones y su respuesta, y elabora automáticamente informes estadísticos de las alegaciones recibidas, en los que se analizan las características de los alegadores (edad, procedencia, etc.), el tipo de alegaciones (clase y categoría de suelo de la parcela, motivo de la alegación, etc.) y las respuestas (aceptación, aceptación parcial o denegación). Los administradores son los responsables de gestionar la aplicación.
- *Foro cartográfico*: comprende un visor web dotado con capacidades de digitalización, en el que se posibilita la inclusión de comentarios, tanto de cabecera como de respuesta a otros existentes de forma encadenada. Los usuarios pueden realizar un comentario vinculado a una localización geográfica, la cual puede estar representada por uno o varios puntos, líneas o polígonos. Gracias a esta herramienta el equipo redactor puede ver las inquietudes de los vecinos y a estos les sirve asimismo de herramienta de resolución de dudas. Las herramientas de digitalización incorporadas en el visor cartográfico permiten además a los usuarios crear su propia cartografía y proporcionar información y conocimiento local al equipo redactor. Este módulo y el anterior están siendo ampliados y mejorados con nuevas capacidades de digitalización.

- *Diseño de soluciones de planificación*: este módulo ha sido diseñado y se han realizado algunos prototipos pero todavía no está implementado. Este diseño comprende dos herramientas:
 1. Herramienta para diseñar un mapa de ordenación: con ella el usuario podrá aportar su propio mapa de ordenación de usos del suelo o de categorías de ordenación, seleccionando parcelas o digitalizando zonas sobre el visor geográfico y asignándolas a una categoría de ordenación. Una vez finalizado el mapa, podrá enviarlo a través de la web al equipo técnico.
 2. Herramienta para calcular mapas de aptitud para usos del suelo: el usuario podrá calcular mapas de aptitud para usos del suelo mediante dos técnicas de evaluación multicriterio: la suma lineal ponderada y el análisis de punto ideal. Dispondrá de una serie de mapas correspondientes a factores de evaluación predefinidos (por ejemplo; pendiente del terreno, altitud, orientación, uso actual, tipo de suelo, clima, densidad de población, renta económica, distancia a carreteras, distancia a centro urbano, etc.). Estos mapas podrán ser visualizados por el usuario al activar la capa correspondiente en el visor geográfico. Para el cálculo del mapa de aptitud el usuario deberá seleccionar los factores que considere que influyen en la aptitud para esa categoría de ordenación, asignar un peso a cada factor y seleccionar como método de cálculo la suma ponderada o el análisis de punto ideal. En este último caso deberá además indicar el valor de un parámetro que determina el nivel de riesgo asumido en la toma de decisiones.

4.4. Módulo de 'Evaluación y gestión'

Actualmente se está trabajando en el diseño de este módulo, pero todavía no se dispone de ninguna de las herramientas propuestas, las cuales se describen a continuación:

- *Foro interadministrativo*: similar al foro cartográfico incluido en el módulo de participación pública. La diferencia entre ambos sería que, mientras el foro cartográfico está destinado a cualquier ciudadano que quiera participar en el desarrollo de un plan, el foro interadministrativo sería utilizado por las diferentes administraciones implicadas en un plan. Es decir, el foro interadministrativo sólo estaría disponible para los técnicos de la Administración, los cuales podrían acceder con uno de un conjunto de usuarios predefinidos (algunos ejemplos de posibles usuarios serían: patrimonio, industria, aguas, medioambiente, costas, etc.), de modo que cada usuario sólo podría editar las capas cartográficas de su

competencia (por ejemplo, el usuario 'costas' podría editar la capa 'suelo rústico de protección de costas', la capa 'deslinde marítimo-terrestre', la capa 'servidumbre de costas', etc.) más una capa de Comentarios en la que cualquier Administración podría introducir cualquier tipo de información geográfica y añadirle los comentarios correspondientes, que podrán ser visualizados y respondidos por otras administraciones.

- *Indicadores para el Informe de Sostenibilidad Ambiental:* se pretende construir módulos de software aplicables en un SIG estándar para el cálculo automático de los indicadores necesarios para la realización del Informe de Sostenibilidad Ambiental de un plan de ordenación territorial.
- *Indicadores urbanísticos:* se pretende construir módulos de software aplicables en un SIG estándar para el cálculo automático de indicadores urbanísticos, tales como: porcentaje de nuevo suelo urbano, grado de consumo del suelo urbano, superficie de parques y zonas verdes en relación a la superficie urbana o al número de habitantes, accesibilidad a servicios públicos, etc.

4.5. Módulo de 'Documentación'

Esta sección estará disponible a todos los potenciales usuarios de la plataforma: ciudadanos, técnicos y Administraciones. Los técnicos y Administraciones podrán subir a esta sección, en cualquier formato, los documentos que deseen, asignarlos a la etapa correspondiente del plan (avance, anteproyecto, informe previo, aprobación inicial, memoria ambiental, aprobación provisional o aprobación definitiva) y dar permiso para su visualización y descarga a los usuarios que desee (sólo técnicos, sólo Administración, técnicos y Administración o todos los usuarios). Los ciudadanos sólo podrán visualizar aquellos documentos a los que técnicos o Administraciones les den acceso y que se corresponderán generalmente con los documentos definitivos y públicos de cada etapa de tramitación del plan.

5. La realidad ecuatoriana

En el Ecuador, tras la constitución del 2008, se aprueban los Códigos: Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y el Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización – COOTAD-, que establecen competencias y lineamientos de planificación. Esto obliga a que los GADs elaboren sus planes a fin de cumplir con la legislación. Esta normativa instituye además de la formulación de planes incluso su mínimo contenido: Diagnóstico, Propuesta y Modelo de Gestión, así mismo condiciona parte del presupuesto asignado a cada Gobierno seccional, al grado

de cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Desarrollo y al plan de desarrollo de cada Gobierno Seccional.

Según información levantada en Ecuador, los GAD municipales han elaborado y aprobado los correspondientes PDOT, en 181 municipios de los 221 (82%, a nov.2012). En la Zona 6 de 34 cantones, 29 cuentan con un PDOT concluido (85%, al 2013). De estos sólo cuentan con Modelo de Gestión 18 de los 34 cantones de la zona, 52%, (a 2013), pero se desconoce si éste fue ya implementado en algún cantón.

Si bien ha habido precedentes en el ámbito de la planificación territorial en Ecuador, es a partir de la Constitución de 2008 que el país se ha convertido en un referente regional en la apuesta por la ordenación territorial, no sólo por el hecho de retomar este proceso sino porque, a diferencia de etapas anteriores, se plantea la coordinación y articulación interinstitucional, así como la participación ciudadana (Lozano, 2013). Se ha generado información geográfica a diferentes escalas y de diferentes subsistemas, así como información estadística, que ha sido puesta a disposición de los GADs desde el Sistema Nacional de Información. Adicionalmente, en los últimos años ha aumentado la penetración de internet en este país, y ha llegado a implementar aproximadamente 500 infocentros comunitarios, muchos en parroquias rurales. Sin embargo la pregunta que se plantea desde muchos GADs es, ¿qué hacer con esa información?. La ausencia de metodologías, herramientas y de un modelo propio para ordenar el territorio para el Buen Vivir, con un fuerte componente de participación ciudadana ponen en riesgo esta nueva generación de planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Las herramientas presentadas en esta ponencia pretenden mostrar cómo la combinación de tecnología e información que actualmente existen en Ecuador mediante la investigación colaborativa, pueden resultar en una herramienta de gran ayuda para la generación y gestión de los PDOT, mediante el desarrollo y adecuación de herramientas como SIXOT, al caso ecuatoriano.

6. Propuesta de futuro

SIXOT ha sido desarrollada por el Laboratorio del Territorio (LaboraTe) de la Universidad de Santiago de Compostela; este grupo de investigación ha venido trabajando en Ecuador desde el año 2002 en cooperación con distintas instituciones e investigadores ecuatorianos. Específicamente en el año 2013 se constituye la Red de Investigación en Gestión del Territorio y Tecnologías de la Información Geospacial (RIGTIG), con el objetivo principal de fortalecer la investigación mediante el trabajo en

red. A partir de todo lo anterior, estamos trabajando en una propuesta para continuar el desarrollo de SIXOT, aplicándolo a la realidad ecuatoriana.

Entre los próximos pasos a dar están:

- a) Plantear un programa de transferencia de conocimientos a los miembros de la Red RIGTIG sobre el alcance y funcionamiento de la herramienta, este programa estaría dirigido a los equipos de investigadores de las universidades ecuatorianas, con el objetivo de evaluar su aplicabilidad en el medio.
- b) Adecuación del SIXOT a las institucionalidad del estado Ecuatoriano, acoplar los manuales, procedimientos conforme la legislación nacional, regional y local.
- c) Implantar SIXOT en Ecuador en algún GAD
- d) Desarrollar nuevos módulos aplicando el principio de funcionalidad, esto es de aplicabilidad en el territorio ecuatoriano. Un nuevo módulo podría ser para la actualización de planes existentes, ya que la SENPLADES está exigiendo tal requerimiento.

La ejecución de esta propuesta requeriría de instituciones con competencias, interesadas en su puesta en práctica real.

7. Conclusiones

Las TIG son imprescindibles para una efectiva, eficaz y eficiente ordenación territorial.

Las plataformas como la descrita, al compartir información, facilitan la coordinación vertical (niveles de gobierno) y horizontal (administraciones sectoriales del mismo nivel de gobierno), auténtico reto de la ordenación en todos los países del mundo.

Las TIG fortalecen la participación de la población en todo el proceso de planificación, desde el inicio, diseño, toma de decisiones, gestión y evaluación. Esta al ser reforzada garantizará gobernanza, democracia, aceptación por la población, en definitiva planes más efectivos

SIXOT ha recibido el aval científico a partir de las publicaciones citadas en la bibliografía y ha sido implementado y está funcionando como herramienta en la formulación de un plan municipal real.

La apuesta por la planificación basada en la participación que se da en Ecuador, constituyen un entorno ideal para la puesta en práctica de colaboraciones como la que se pretende desarrollar.

8. Bibliografía

- ANRONG, D., Lei, W., HUIZHEN, S. y HAOYING, H. (2006). Study on sharing digital urban planning information based on WebGIS. *Proceedings of SPIE*, 6421: 64211V-1 – 64211V-4.
- ARNSTEIN, S. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4): 216-224
- BALL, J. (2002). Towards a methodology for mapping 'regions for sustainability' using PPGIS. *Progress in Planning*, 58: 81-140.
- BURBY, R. J. (2003). Making plans that matter. *Journal of the American Planning Association*, 69(1), 33-49.
- BUGS, G., GRANELL, C., FONTS, O., HUERTA, J., PAINHO, M. (2010). An assessment of Public Participation GIS and Web 2.0 technologies in urban planning practice in Canela, Brazil. *Cities*, 27, 172-181.
- CARVER, S., EVANS, A., KINGSTON, R., TURTON, I. (2001). Public participation, GIS, and cyberdemocracy: evaluating on-line spatial decision support systems. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28, 907-921.
- CRECENTE, R., SANTÉ, I. (2011). Los SIG como herramienta para el planeamiento municipal. En: Ferreira Neto, J. A., Einloft, C. J., Gonçalves, R. L. (Eds.), *Desenvolvimento Rural, Sustentabilidade e Ordenamento Territorial* (pp. 9-26). Visconde do Rio Branco, Brasil: Ed. Suprema.
- CULSHAW, M. G., NATHANAIL, C. P., LEEKS, G. J. L., ALKER, S., BRIDGE, D., DUFFY, T., FOWLER, D., PACKMAN, J. C., SWETNAM, R., WADSWORTH, R. y WYATT, B. (2006). The role of web-based environmental information in urban planning – the environmental information system for planners. *Science of the Total Environment*, 360: 233-245.
- DAVIES, A. (2001). What silence knows – planning, public participation and environmental values. *Environmental Values*, 10, 77-102.
- DRAGICEVIC, S., BALRAM, S. (2004). A Web GIS collaborative framework to structure and manage distributed planning processes. *Journal of Geographical Systems*, 6, 133-153.
- GARCÍA, A. M., SANTÉ, I., BOULLÓN, M., CRECENTE, R. (2013a). "Calibration of an urban cellular automaton model by using statistical techniques and a genetic algorithm. Application to a small urban settlement of NW Spain". *International Journal of Geographical Information Science*; vol 27(8); pp. 1593 – 1611.

GARCÍA, A. M., SANTÉ, I., REYES, F., CRECENTE, R. (2013b). "Estimación de la probabilidad de impacto del crecimiento urbano en áreas naturales a través de un modelo de autómatas celulares". En: 1er Congreso Internacional Ciencias de la Tierra y la Construcción, Sangolquí, Ecuador; 14 Out 2013.

GARCÍA, A. M., SANTÉ, I., BOULLÓN, M., Crecente, R. (2012). "A comparative analysis of cellular automata models for simulation of small urban areas in Galicia, NW Spain". *Computers, Environment and Urban Systems*; vol 36; pp. 291 – 301.

GARCÍA, A. M., SANTÉ, I., CRECENTE, R., MIRANDA, D. (2011). "An analysis of the effect of the stochastic component of urban cellular automata models". *Computers, Environment and Urban Systems*; vol 35; pp. 289 – 296.

GHAEMI, P., SWIFT, J., SISTER, C., WILSON, J. P., WOLCH, J. (2009). Design and implementation of a web-based platform to support interactive environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33, 482-491.

GOLOBIC, M., MARUSIC, I. (2007). Developing an integrated approach for public participation: a case of land-use planning in Slovenia. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34, 993-1010.

GÓMEZ OREA, D. (2002). *Ordenación Territorial*. Madrid: Editorial Agrícola Española, Ediciones Mundi-Prensa.

GONZÁLEZ, J. (2007). Urban planning system in contemporary Spain. *European Planning Studies*, 15 (1), 29-50.

HAN, S. S., PENG, Z. (2003). Public participation GIS (PPGIS) for town council management in Singapore. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 89-111.

HOSSACK, I., ROBERTSON, D., TUCKER, P., HURSTHOUSE, A. Y FYFE, C. (2004). A GIS and web-based decision support tool for the management of urban soils. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 35: 499-509.

KINGSTON, R., CARVER, S., EVANS, A., TURTON, I. (2000). Web-based public participation geographical information systems: an aid to local environmental decision-making. *Computers, Environment and Urban Systems*, 24, 109-125.

LABIOSA, W.B., FORNEY, W.M., ESNARD, A.-M., MITSOVA-BONEVA, D., BERNKNOPF, R., HEARN, P., HOGAN, D., PEARLSTINE, L., STRONG, D., GLADWIN, H., SWAIN, E. (2013). An integrated multi-criteria scenario evaluation web tool for participatory land-use planning in urbanized areas: The Ecosystem Portfolio Model. *Environmental Modelling & Software*, 41, 210-222.

LAPIERRE, A. Y COTE, P. (2008). Using open web services for urban data management: A testbed resulting from an OGC initiative for offering standard CAD/GIS/BIM services. En: *Urban and Regional Data Management. Annual Symposium of the Urban Data Management Society*, 10-12 October 2007 (pp. 381-393). Stuttgart, Germany.

LOZANO, A. (2013). Ordenamiento Territorial y Buen Vivir-*Sumak Kawsay*. Retos del estado plurinacional ecuatoriano. *Runa Yachachiy*. 1, 1-35

MCHUGH, R., ROCHE, S., BÉDARD, Y. (2009). Towards a SOLAP-based public participation GIS. *Journal of Environmental Management*, 90, 2041-2054.

MANSOURIAN, A., TALEAI, M. Y FASIHI, A. 2011. A web-based spatial decision support system to enhance public participation in urban planning processes. *Journal of Spatial Science*, 56(2): 269-282.

MOOTE, M. A., MCCLARAN, M. P., CHICKERING, D. K. (1997). Theory in practice: applying participatory democracy theory to public land planning. *Environmental Management*, 21 (6), 877-889.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA. (2010). *Sostenibilidad en España 2010*. Disponible en (17/07/2014): <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0637065.pdf>.

OZTURAN, M., EGELI, B. Y BACIOGLU, F. (2004). Web-GIS based urban management information system: the case of satellite cities in Istanbul. *GIS and Remote Sensing*, 8: 13-21.

PORTA, J., PARAPAR, J., DOALLO, R., BARBOSA, V., SANTÉ, I., CRECENTE, R., DÍAZ, C. (2013a). "[A population-based iterated greedy algorithm for the delimitation and zoning of rural settlements](#)". *Computers, Environment and Urban Systems*, 39, 12 – 26.

PORTA, J., PARAPAR, J., DOALLO, R., RIVERA, F. F., SANTÉ, I., CRECENTE, R. (2013b). High performance genetic algorithm for land use planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 37, 45-58.

POPLIN, A. (2012). Web-based PPGIS for Wilhelmsburg, Germany: An integration of interactive GIS-based maps with an online questionnaire. *URISA Journal*, 25(2), 75-88.

RAO, M., FAN, G., THOMAS, J., CHERIAN, G., CHUDIWALE, V., AWAWDEH, M. (2007). A web-based GIS Decision Support System for managing and planning USDA's Conservation Reserve Program (CRP). *Environmental Modelling & Software*, 22, 1270-1280.

- SANTÉ, I., GARCÍA, A. M., MIRANDA, D., CRECENTE, R. (2010). "Cellular automata models for the simulation of real-world urban processes: A review and analysis". *Landscape and Urban Planning*; vol 96; pp. 108 – 122.
- SANTÉ, I., CRECENTE, R., MIRANDA, D. (2008a). "GIS-based Planning Support System for rural land-use allocation". *Computers and Electronics in Agriculture*; vol 63(2); pp. 257 – 273.
- SANTÉ, I., BOULLÓN, M., CRECENTE, R., MIRANDA, D. (2008). "Algorithm based on simulated annealing for land use allocation". *Computers & Geosciences*; vol 34(3); pp. 259 – 268.
- SANTÉ, I., CRECENTE, R. (2007). "LUSE, a decision support system for exploration of rural land use allocation: application to the Terra Chá District of Galicia (N.W. Spain)". *Agricultural Systems*; vol 94(2); pp. 341 – 356.
- SANTÉ, I., CRECENTE, R. (2005). "Evaluación de métodos para la obtención de mapas continuos de aptitud para usos agroforestales". *Geofocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, 5, 40-68.
- SUÁREZ, M., SANTÉ, I., RIVERA, F. F., CRECENTE, R., BOULLÓN, M., PORTA, J., PARAPAR, J., DOALLO, R. (2011). A parallel algorithm based on simulated annealing for land use zoning plans. En: *The 2011 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications*, Las Vegas, EEUU, 18 July 2011.
- SIKDER, I. U. Y GANGOPADHYAY, A. (2002). Design and implementation of a web-based collaborative spatial decision support system: organizational and managerial implications. *Information Resources Management Journal*, 15(4): 33-47.
- SIMAO, A., DENSHAM, P. J., HAKLAY, M. (2009). Web-based GIS for collaborative planning and public participation: An application to the strategic planning of wind farm sites. *Journal of Environmental Management*, 90, 2027-2040.
- YAAKUP, A., JAMA'AN, J., BAKAR, Y. A. y SULAIMAN, S. 2001. Web-based GIS for public participation in urban planning and management. En: *ASIA GIS 2001 June 20-22*. Tokyo, Japón.