

Herramientas GIS para la gestión medioambiental.

J.L. Casado[†], S. Belmonte[‡], J. García-Consuegra[†], A. López[‡],
M.A. Gallardo[‡], L. Serna[‡].

[†] Laboratorio de Sistemas de Información Distribuida e Ingeniería del Software.
Universidad de Castilla la Mancha
Campus Universitario
Parque Científico y Tecnológico s/n 02071 Albacete
Tlf: 967.599.200 Fax: 967.599.343. e-mail: jlcasado@dsi.uclm.es,
seve_belmonte@dsi.uclm.es, jdgarcia@dsi.uclm.es

[‡] Asociación para el Desarrollo Integral Mancha-Júcar Centro
C/Nueva, 13 02638 Montalvos (Albacete)
Tlf: 967.276.430. Fax: 967.276.408. e-mail: agls.mancha-jucar@cedercam.org

[‡] Concejalía de Medio Ambiente del Ayuntamiento de la Roda
Plaza Capitán Escribano Aguado, 1 02630 La Roda (Albacete)
Tlf: 967.441.403. Fax: 967.441.190 e-mail: medioambiente@laroda.es

Resumen

Enmarcados dentro de la Red de Ciudades Saludables y Sostenibles, la mayoría de ayuntamientos han venido realizando en los últimos años un gran esfuerzo en materia de gestión medioambiental. Este esfuerzo se ha materializado en una serie de políticas y planes de actuación. Dentro de estas líneas surge este trabajo, en el que se pretendía aplicar toda esta experiencia acumulada y forma de trabajar a un sistema informático que fuera capaz de dar soluciones rápidas y eficientes, tanto a tareas diarias, como a problemas puntuales. Para ello, se han realizado una serie de herramientas SIG adaptadas a la gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Gestión medioambiental, Residuos Sólidos Urbanos (RSU), código libre.

1 Introducción

En la actualidad existe una preocupación creciente por el medioambiente y el mantenimiento del mismo, muchos de los esfuerzos de gestión dentro de la administración van encaminados en esta línea.

Nuestro proyecto surge motivado por la necesidad de generar una metodología de trabajo, así como las herramientas SIG que la soporten. En su desarrollo, se hizo en estrecha colaboración con expertos medioambientales que transmitieran sus conocimientos y necesidades.

Así, se pretendía que la una metodología que abarcase desde las etapas de definición de las aplicaciones informáticas hasta los procesos de implantación de los métodos de trabajo en los distintos municipios, con dos objetivos fundamentales:

- Automatizar o por lo menos marcar las putas para el desarrollo e integración de nuevas funcionalidades, dentro del sistema desarrollado una vez terminado este proyecto.
- Implantar e integrar las aplicaciones obtenidas en cualquier equipo de trabajo medioambiental que lo desease.

Finalmente, el conjunto herramientas inicial obtenido se ha desarrollado en un entorno amigable y fácil uso para usuarios inexpertos, basados en tecnología SIG de código libre, que permiten interrelacionar los diversos datos propios de la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y el cálculo de los indicadores de sostenibilidad asociados a los mismos. Entre ellas se encuentran un gestor de información, herramientas de optimización y un generador de informes.

2 Metodología

El proyecto que motivó este desarrollo fue desarrollar una primera herramienta SIG, para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), dentro de un ambicioso proyecto por cubrir las necesidades de gestión medioambiental, para ayuntamientos relativamente pequeños, como los que nos podemos encontrar en la comarca de Mancha-Júcar-Centro, en Castilla-La Mancha.

Para facilitar el desarrollo, desde el punto de vista informático, y la interacción con los técnicos medioambientales, se concretó una metodología que abarcase todas las

etapas del ciclo de vida del software, desde la especificación o recogida de requisitos hasta el mantenimiento de las herramientas una vez en fase de explotación.

En cuanto a esta metodología [1] no entraremos en detalle ya que no es de primordial interés para la audiencia de este artículo, simplemente comentar que, dada la naturaleza del proyecto, en cuanto a tiempos de ejecución y conocimientos de los participantes, se optó por una metodología ágil basada en cortas iteraciones de realimentación de requisitos, es decir, reuniones periódicas no separadas en el tiempo con el fin de encauzar los desarrollos en la línea adecuada lo antes posible y de obtener productos o prototipos funcionales en la mayor brevedad posible.

Con todo esto, se consiguió que el dialogo entre los técnicos medioambientales y los desarrolladores fuese lo más ágil y participativo posible, que los requisitos del sistema estuviesen refinados en fechas tempranas del proyecto y que los propios técnicos medioambientales se involucrasen positivamente en el desarrollo aportando su conocimiento al mismo.

El otro elemento importante para el éxito, desde el punto de vista de técnicos medioambientales y responsables del ayuntamiento, fue la gran labor en la búsqueda y recopilación de información relativa al municipio (realización de estudios parciales de campo, adquisición de información cartográfica, económica, social, medioambiental, informes estadísticos) en diferentes formatos, para su posterior estudio y tratamiento.

3 Estudio previo

Entrando en el contexto del trabajo realizado, éste estaba enmarcado o promovido, por una asociación de nueve municipios, con poblaciones que oscilan entre los 150 a los 24.000 habitantes. Aunque durante el desarrollo se trabajó únicamente con uno de ellos debido a su dilatada experiencia en temas medioambientales, el objetivo final era dar servicio a todos los municipios que forman parte de dicha asociación.

Para cubrir las necesidades de cada ayuntamiento para la gestión en temas medioambientales, había que dotar a cada uno de ellos de las herramientas necesarias para dicha gestión así como de los mecanismos de implantación de las mismas y la formación necesaria, tanto en el uso de las herramientas como en temas medioambientales.

Uno de los primeros aspectos a estudiar era el sistema en el que se desarrollarían las aplicaciones, lenguaje y sobre que plataforma. Dado el número de ayuntamientos que conformaban la mancomunidad y el presupuesto disponible para la ejecución del proyecto, era inabordable una solución que no pasase por la utilización de tecnología de código libre, ya que los costes de las herramientas GIS sujetas al pago de licencias eran superiores al presupuesto.

Tomada esta decisión, se realizó un estudio de las herramientas GIS de escritorio de código libre existentes en el mercado [2], la cual nos serviría de base para el desarrollo de las herramientas mencionadas anteriormente. En una primera selección general, se vio que en esos momentos las apuestas más fuertes eran las de JUMP [3], gvSIG [4] y uDig [5]. Tras estudiar detalladamente cada una de las herramientas, se optó por utilizar JUMP, ya que en el momento del estudio era la solución de código libre más estable, conocida y documentada de las tres. Por lo que sería la de más fácil implantación para los usuarios finales. Además, los técnicos con los que se estaba trabajando, ya la habían utilizado con anterioridad y apoyaron esa opción desde el principio.

Por otra parte, se vio que a uDig y gvSIG se les vislumbraba un futuro muy halagüeño, aspecto que se tuvo en cuenta. Por lo que también se estudió la estructura y modelo de cada uno de ellos, así como sus posibilidades de extensión. A grandes rasgos, no se apreciaron grandes diferencias, los tres trabajan su extensibilidad mediante Plugins por lo que adaptar un desarrollo a otro no sería excesivamente costoso, si se partía de esta premisa en su desarrollo.

En cuanto a la implantación y formación del personal en el uso de las herramientas, se generó la documentación de ayuda necesaria en cada uno de los temas sobre un portal web colaborativo (wiki) que permite la actualización continua y la participación de todos los usuarios de las herramientas, complementado por una serie de cursos en los que participarían los técnicos de los ayuntamientos interesados en esta iniciativa.

4 Requisitos

Como se ha comentado anteriormente, el núcleo central de este trabajo era conseguir un sistema que permitiese, a los técnicos en medioambiente de un

ayuntamiento, realizar las labores propias de la gestión de residuos dentro de las competencias que se les otorgaban.

La utilización de un SIG como herramienta base fue uno de los primeros requisitos, ya que se debería trabajar con la posición geográfica de los contenedores o puntos de recogida y como veremos posteriormente, también se requerían algunas optimizaciones basadas en dicha información georeferenciada. Por otro lado, la mayoría de los técnicos medioambientales actualmente poseen un buen conocimiento de los SIG como usuarios, llegando en algunos casos incluso a programar sus propias funcionalidades. De todas las especificaciones obtenidas se desgranaron las siguientes funcionalidades básicas con las que se dotó al sistema:

1. Gestión de información, en la que se facilitan las interfaces necesarias para todas las tareas referentes a la inserción y mantenimiento de información referente a gestión RSU. Una de las claves exigida era la flexibilidad en modificaciones en la estructura de la información, ya que sufre modificaciones continuas. En muchas ocasiones estas modificaciones vienen por la disponibilidad de nueva información en formato digital o nuevas obligaciones.

2. Herramientas de optimización, en la que se insertan una serie de funcionalidades para la ayuda en la toma de decisiones, entre otras, caben destacar dos algoritmos que trabajan sobre información georeferenciada.

a. El optimizador para el posicionamiento de contenedores dentro del casco urbano. Que contempla tanto las directrices marcadas en materia de gestión de residuos, así como otros aspectos, tales como el número de habitantes asociados a un contenedor dado, la ordenación urbanística, frecuencia de recogida, etc.

b. El optimizador de rutas de recogida de residuos sobre dichos contenedores. Como parámetros de entrada al algoritmo, se pasa tanto el punto de inicio (salida de los camiones de recogida), punto de fin (planta de tratamiento), así como una cartografía del terreno, información sobre la ubicación de los contenedores, y estimaciones tales como el coste total de Kg. de residuos recogidos por ruta. El objetivo será minimizar las distancias a recorrer por los camiones de recogida.

3. Generador de informes, que permite al experto de medio ambiente trabajar sobre toda la información del sistema en conjunto y realizar el análisis de

la misma, y el estudio de históricos de actuaciones con el fin de mejorar planificaciones futuras.

4. Carga de datos, herramienta para la inserción en el sistema de información externa, con el fin de mantener la misma actualizada con respecto a otras fuentes de datos externas como puede ser la del catastro.

Estas funcionalidades básicas fueron ampliadas para aumentar las posibilidades ofrecidas al los técnicos de medioambiente, permitiendo no solo la gestión de RSU sino también la gestión integral de la limpieza viaria y la lucha antivectorial (control de plagas).

5 Resultados

Atendiendo a los requisitos especificados, se desarrollaron una serie de plugins sobre JUMP que soportan la funcionalidad requerida. A estas herramientas se tiene acceso a través de la barra de menú del propio JUMP como se describe en las figuras 1 y 2. Existen dos bloques fundamentales, uno de posicionamiento que en el que se engloban las herramientas de optimización (posicionamiento de contenedores y rutas) y otro en el que se enmarcan las referentes al mantenimientos de los datos (inserción, consulta, modificación y borrado).

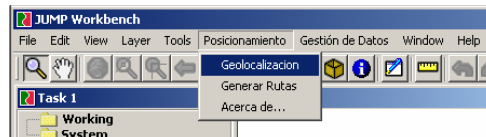


Figura 1. Acceso a las herramientas de Posicionamiento.

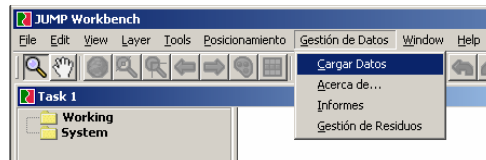


Figura 2. Acceso a las herramientas de Gestión de Datos.

En cuanto al algoritmo de posicionamiento de contenedores, se pide como dato de entrada la capa de tramos de vial (calles) sobre la que realizar los cálculos, así

como la de población que contendrá los números de policía y los habitantes en cada uno de ellos. Como se muestra en la figura 3, con todo esto se obtiene una nueva capa con la estimación de la posición de los contenedores. El algoritmo maneja datos como la distancia máxima entre contenedores y la distancia de los ciudadanos al contenedor más cercano.

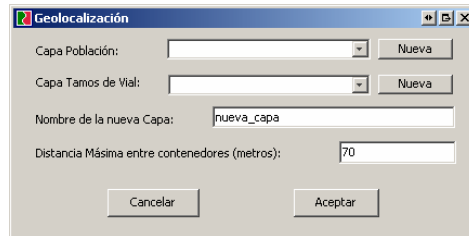


Figura 3. Formulario de posicionamiento de contenedores.

Por otra parte, el algoritmo de optimización de rutas tomará como datos de entrada la capa de tramos de vial (calles) y la de localización de contenedores, seleccionado qué atributos dentro de esas capas sirven para indicar el sentido de circulación de las calles, la cantidad de población asignada a cada contenedor, y cuál de los puntos de recogida (contenedor) es el descargadero donde el camión descargará los residuos. Dando otros datos como cantidad de residuos generados (persona/día) y el PMA del camión, como se muestra en la figura 4, se obtiene una nueva capa de puntos, en la que cada uno de ellos pertenecerá a una ruta indicando el orden en el que se recogerá cada uno de ellos dentro de cada ruta.

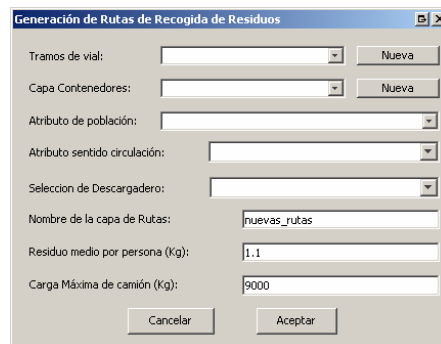


Figura 4. Formulario de generación de Rutas.

Sobre la nueva capa obtenida podremos realizar modificaciones manuales tales como el cambio del orden de recogida dentro de una ruta o el cambio de un contenedor de una ruta a otra.

En el otro conjunto de herramientas se agrupan las herramientas de inserción y tratamiento de la información. Entre las funcionalidades señaladas se encuentra la de inserción de datos, en la cual, para intentar estandarizar este proceso sin tener que ceñirnos a un formato fijo de los datos de entrada, se decidió dar la posibilidad de insertar en el sistema cualquier información que pudiese ser cargada en JUMP. En cuanto al destino de la información, se restringió a cualquier base de datos PostgreSQL, ya que ésta fue la tecnología elegida para dar soporte a la información del sistema. En cualquier caso, como la conexión con la misma se hace mediante JDBC, se podría utilizar como destino cualquier otro gestor de base de datos o fichero de texto.

En el formulario de carga de datos simplemente se tendrá que seleccionar la capa origen que queremos insertar en la base de datos y la tabla de la base de datos destino, para posteriormente establecer la correlación entre los atributos del origen y del destino de cada una de las entidades. Figura 5.

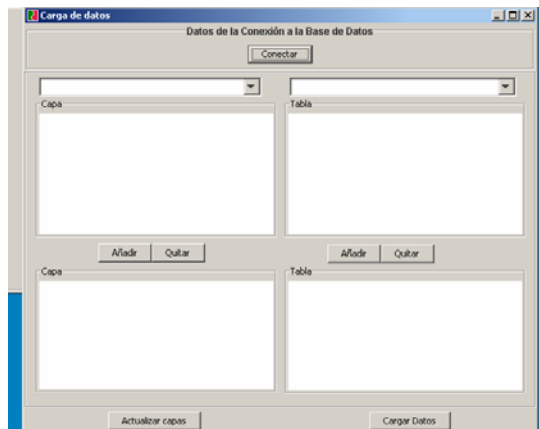


Figura 5. Formulario de Carga de Datos.

Al igual que la carga de datos, el generador de informes trabaja directamente contra la base de datos PostgreSQL mediante JDBC. Para generalizar el tipo de consultas o de informes que se pudiesen obtener se ha dotado al usuario de un pequeño asistente para la generación de consultas SQL, en el que se deberá especificar las tablas de las que se quiere consultar, las columnas y las restricciones o filtros

dentro de las mismas, como resultado se podrá obtener un EXCEL con el que se podrá trabajar libremente (Figura 6).

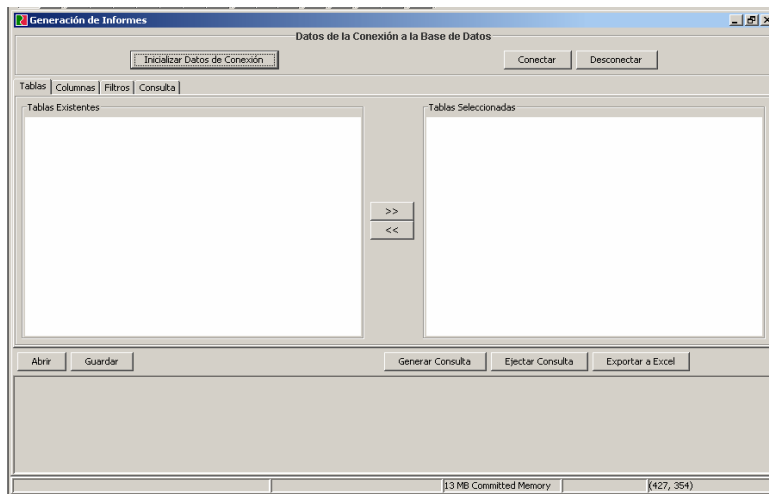


Figura 6. Formulario de Informes.

Después de estudiar junto a los técnicos de medioambiente las diferentes opciones, se decidió que la más adecuada era la del generador de consultas SQL, ya que en este caso los usuarios tenían ciertos conocimientos técnicos en la materia y era la mejor posibilidad para dar total flexibilidad en la generación de informes sin tener que utilizar ningún tipo de plantilla.

Por último, la herramienta de gestión de información nos servirá para insertar nueva información (registro a registro) o mantener actualizada la ya existente. Como en los dos casos anteriores, la flexibilidad era una de las características primordiales de las que debía disponer el sistema, por lo que se optó por facilitar al usuario un explorador de entidades para poder navegar por toda la base de datos e ir insertando, eliminando o modificando cualquiera de ellas. La forma de mostrar la información será mediante una vista de árbol para la navegación por las diferentes capas del sistema y una rejilla de datos con el fin de soportar cualquier tipo de datos del origen (Figura 7).

Además esta forma de trabajar nos aporta la flexibilidad mencionada ya que el sistema se adapta a cambios en el modelo de datos, es decir, a la inserción de nuevas capas o de nuevos atributos en las mismas.

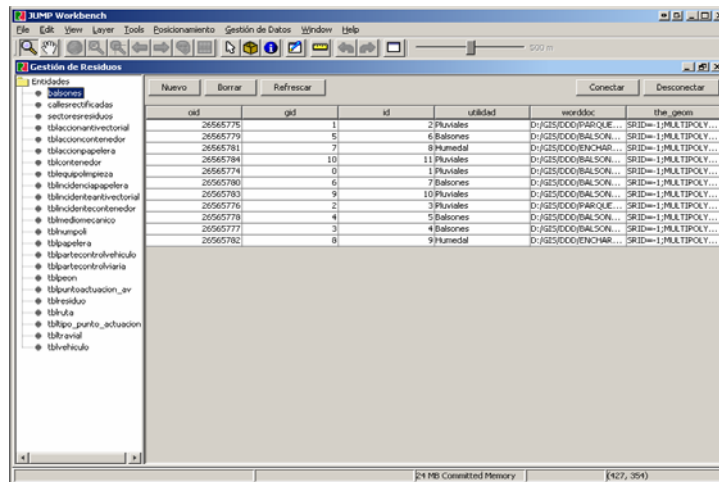


Figura 7. Formulario de Gestión de residuos.

6 Conclusión

Esta experiencia es la demostración práctica de que la gestión de RSU, al igual que otros muchos temas ambientales puede ser llevada a cabo mediante aplicación de tecnología SIG, utilizando código libre.

En esta línea, es muy extenso el abanico de posibilidades que se abre a raíz de esta experiencia, dado el éxito de la misma, se ha visto que este tipo de herramientas específicas pueden ser de gran utilidad. Es más, el empleo de una metodología idónea puede dar solución a multitud de problemas o cuestiones planteadas por los expertos de cualquier campo.

Referencias

- [1] J.L Casado, "Metodología para la localización de estructuras en el ámbito urbano. Un caso práctico", PFC EPSA, Junio 2005.
- [2] FreeGis, software libre relacionado con SIG. <http://www.freegis.org>
- [3] JUMP Unified Mapping Platform (JUMP), <http://www.jump-project.org/>
- [4] gvSIG, GIS de la Generalitat Valenciana. <http://www.gvsig.gva.es/>
- [5] User-friendly Desktop Internet GIS (uDig), <http://udig.refractor.net/confluence/display/UDIG/Home>