

# **USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA GESTIÓN DEL AGUA.**

## **Tema: Gestión del agua / Tema: Agua y ciudad**

*Rodríguez Valle, F. L. \*; Serra Bigas, E. \*; Perati i Lloan, À. \**

*\*Auding;*

La Gestión del Agua realizada por las administraciones y empresas colaboradoras implica el tratamiento y manejo de gran cantidad de datos gráficos (CAD y SIG), alfanuméricos (Excel, Access, PostGIS, Oracle, MySQL, etc.) y de información asociada (.doc, .pdf, .jpg, etc.) y una gran dispersión espacial de los activos por el territorio. Por tanto es importante trabajar con una interface de trabajo amigable y un sistema escalable que permita realizar de forma óptima el control de la documentación y tener un conocimiento global del ámbito territorial de actuación.

En la complejidad de la Gestión del Agua no es suficiente comprender el fenómeno sobre el que hay que accionar, es necesario haber acordado un marco conceptual y metodológico que evidencie la problemática y permita definir un rumbo, disponer de los datos necesarios para abordar el problema, sistematizar el tratamiento de los mismos y procesar estos datos en información utilizable, y además, contar con las herramientas que permitan manejar y actualizar estas informaciones en el tiempo y el espacio pertinente.

Es importante destacar que administrar, regular, controlar y planificar las acciones sobre la Gestión del Agua que se desarrollan en un territorio determinado constituye una tarea compleja que requiere de un conocimiento especializado, la formación de equipos multidisciplinares, el acceso a la información de forma estructurada y software de apoyo que permitan sistematizar los análisis y modelizar escenarios para la toma de decisiones. En este sentido, identificar las variables que intervienen en el proceso de administración, permite conocer una parte del problema. Paralelamente resulta imprescindible comprender y analizar las interrelaciones que existen entre esas variables. De este modo es posible construir no sólo el escenario de comportamiento en un momento dado, sino simular comportamientos posibles, deseados o no, para conducir la gestión del agua en el sentido deseado; o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones imprevistas.

En este sentido (acceso, manejo y actualización de la información y modelización de los comportamientos del agua) los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) aportan beneficios sustanciales. Los SIG se pueden definir de forma genérica como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y sus atributos de una manera coordinada y ordenada, con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

Existen multitud de soluciones tecnológicas SIG (software, BBDD, lenguajes de programación, dispositivos móviles, etc.) que permiten aportar mejoras a la Gestión del Agua. Tanto los principales distribuidores de comerciales (Esri, Intergraph, Smallworld, Autodesk, Bentley, etc.) como Open Source (EPANET, gvSIG, LocalGIS, etc.) aportan soluciones específicas y/o genéricas.

El uso de los SIG y las TIC en la Gestión del Agua permite mejorar, optimizar y sistematizar: la gestión documental, la conectividad, la topología y validación de la red, el dimensionado de redes de regadío, abastecimiento y saneamiento, la generación de polígonos de corte y sectorización de la red, la modelización de escenarios, la gestión de activos (ordenes de trabajo, mantenimiento predictivo y correctivo, etc.), la generación de inventarios de campo mediante el uso de dispositivos móviles, la transmisión de los datos de campo a tiempo real, la interface con los sistemas de telecontrol y la integración en bases de datos corporativas.

Palabras clave: Gestión del Agua, Utilities, Gestión Documental, Gestión de Activos, Tecnologías de la Información y Comunicación, Sistemas de Información Geográfica, Esri, Intergraph, gvSIG, Open Source y Dispositivos móviles.

# 1 Introducción

AUDITORÍAS E INGENIERÍAS, S.A. (AUDING), se constituye en Barcelona en el año 1.979, con la vocación de prestar servicios de ingeniería en el campo de la obra pública, la ordenación territorial, el urbanismo y la edificación. Desde entonces, siguiendo sus principios fundacionales, ha colaborado estrechamente con las Administraciones Territoriales, Ayuntamientos y Organismos Locales, Promotores e Industriales, desarrollando proyectos y coordinando obras y nuevas instalaciones, contribuyendo, en definitiva, al desarrollo de España. AUDING está clasificado como contratista del Estado Español V 02 D, para la implementación de proyectos SIG:

- Grupo V: Servicios de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.
- Subgrupo 2: Servicios de desarrollo y mantenimiento de programas.
- Categoría D: Sin limitación de presupuestos.

AUDING dispone de un departamento de Gestión de la Información Territorial orientado a la ejecución de proyectos SIG y TIC en función de las necesidades específicas de cada cliente (administraciones territoriales, ayuntamientos, clientes privados, etc.), realizando una gestión global que va desde la consultoría, a la integración de sistemas, el desarrollo de aplicaciones personalizadas, la elección e instalación de plataformas tecnológicas, la formación y el mantenimiento de los productos implementados, la realización de inventarios de campo, etc. Para cada proyecto se utiliza la plataforma SIG (Comercial o Open Source) más apropiada sin pre-condicionamientos.

La organización de la empresa permite disponer de grupos de trabajo multidisciplinares (formados por Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, Ingenieros de Caminos, Ingenieros Agrónomos, Economistas, Abogados Ingenieros Técnicos Agrícolas, Economistas, Abogados, Ingenieros de Sistemas, etc.) lo que facilita la comprensión de la problemática territorial, optimizando la generación de los datos geográficos y su transformación en información territorial.

A continuación expondremos de forma breve algunos de los trabajos más significativos ejecutados por la empresa, relacionados con la Gestión del Agua, los SIG y las TIC en los que se puede observar que debido a la complejidad de la Gestión Integral de Agua y de las problemáticas planteadas se ha realizado un uso diversificado de las soluciones tecnológicas SIG.

## 2 Casos Prácticos

### 2.1 Proyectos de Regadío (Concentraciones Parcelarias)

La primera experiencia de la empresa referida a la problemática asociada con la Gestión del Agua y los SIG se inició con el proyecto del Sistema de Riego del Segarra-Garrigues el cual permite aprovechar el agua del río Segre para el regadío de aproximadamente 70.000 hectáreas de las comarcas de l'Urgell, el Pla d'Urgell, la Segarra, la Noguera, les Garrigues i el Segrià. El objeto de la sociedad "Reg Sistema Segarra-Garrigues, SAU (REGSEGA)", empresa pública que depende de la Generalitat de Catalunya es proyectar, construir, conservar, mantener y explotar las infraestructuras necesarias para la distribución del agua que procede del canal principal Segarra-Garrigues.

Para el sistema de Riego Segarra-Garrigues se han realizado Proyectos de Concentración Parcelaria con el fin primordial de constituir explotaciones de estructura y dimensiones adecuadas (realizando las compensaciones necesarias entre clases de tierras que resulten necesarias):

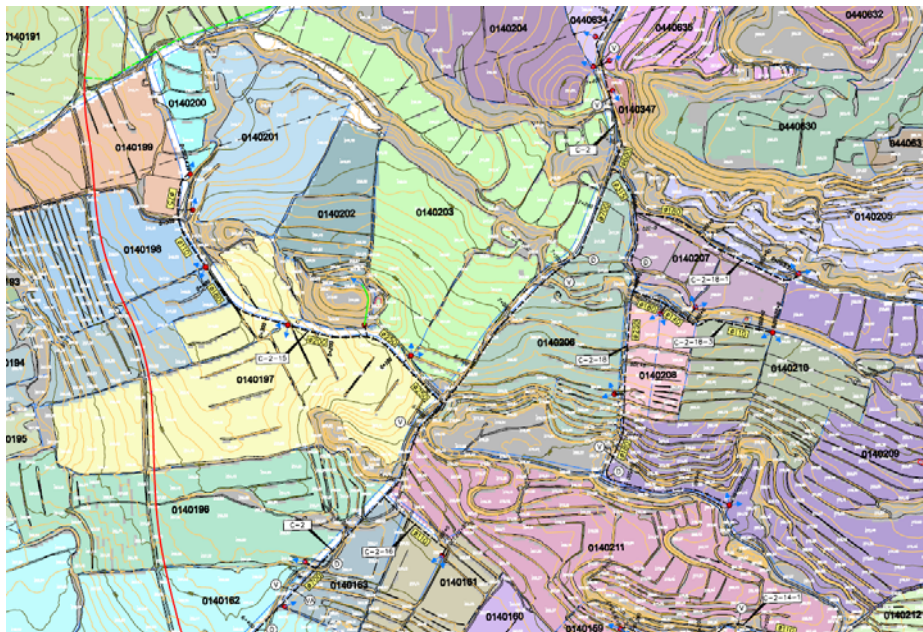
- Adjudicando a cada propietario, en el menor número de fincas de reemplazo posible, un valor equivalente a las inicialmente aportadas al proceso de concentración parcelaria.
- Suprimiendo explotaciones que sean antieconómicas y situando las nuevas fincas en el lugar que mejor pueda atenderlas quien las explote.
- Acceso de las nuevas fincas a las vías de comunicación, modificando y creando nuevos caminos.

Las concentraciones parcelarias realizadas incluyeron los procesos de definición de Bases Provisionales, Bases Definitivas, Proyecto de Concentración, Acuerdo de Concentración, Toma de Posesión, Acta de reorganización de la propiedad y Proyecto de obra de Concentración Parcelaria.

Como Software SIG se utilizó Geomedia y un desarrollo específico sobre este programa para el tratamiento de los datos y sistematización de la generación de informes y ArcGIS para la ejecución de algunos análisis espaciales. Los SIG aportaron soluciones eficientes para el tratamiento e identificación catastral de los usuarios incluidas dentro del ámbito actuación, valoración y clasificación de suelos, agrupación de parcelas homogéneas, reasignación de superficies equivalentes a las iniciales menos el porcentaje destinado a la ejecución de los obras (instalaciones, caminos, acequias, etc.), identificación de los pasos de caminos sobre la red, caracterización morfológica e hidrológica de cuencas, caracterización geológica y ambiental de las zonas de actuación, y sistematización de la generación de informes.

## 2.2 Proyectos de Regadío (Redes de distribución)

Para el Sistema de riego del Segarra-Garrigues y de Aldea-Camarles también se han realizado diversos Proyectos de Análisis de Alternativas, Constructivos y Complementarios de la red de Distribución utilizando el Software comercial ArcGIS y Geomedia y software Open Source Dioproam (para el análisis sistematizado de alternativas y calibración del dimensionado de la red). Dioproam ha sido desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia para el diseño óptimo de redes hidráulicas de distribución ramificadas basada en la aplicación de un modelo de programación con una función objetivo de tipo económico y restricciones funcionales, referentes tanto a las presiones de servicio como a otras variables hidráulicas, y que incluye un desarrollo especialmente cuidado para el cálculo de caudales de Clement en el caso del riego a la demanda.



## 2.3 SIG corporativo de AIGÜES TER-LLOBREGAT

En el año 1990, el Gobierno de la Generalitat de Catalunya creó la empresa pública Aguas Ter Llobregat (ATLL), adscrita al Departamento de Medio Ambiente y Vivienda, como responsable del abastecimiento de agua en alta a la ciudad de Barcelona y ocho comarcas de su entorno, lo que representa abastecer a más de cuatro millones de habitantes, cerca de 100 municipios, así como a la industria y servicios instalados en esta área. Su red de distribución presenta más de 500 kilómetros de tuberías en servicio y 300 de tuberías en proyecto o en construcción.

Para la mejora en la gestión de la red de distribución en alta y su problemática asociada se creó un Sistema de Información Geográfica Corporativo que incluyó la definición de la plataforma Tecnológica del Hardware y del Software. La solución implantada se basa en la Suite para Sistemas de Información Geográfica de Intergraph:

- Geomedia Profesional: para el tratamiento de datos y análisis espaciales avanzados.
- Geomedia Publicworks: extensión basada en la tecnología denominada Modelo de entidad avanzado (AFM) que proporciona inteligencia incorporada de la conectividad en la red, incluyendo asociaciones entre dos entidades cualesquiera, el número de asociaciones permitido por entidad, restricciones geométricas o de atributos necesarias, y operaciones de entidad. Además, AFM permite controlar las reglas pertinentes a la conectividad en la red.
- G/Interaqua (con sus diferentes módulos Administración, Consulta, Edición): solución tecnológica especialmente diseñada para la Gestión Integral de Redes de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento que permite la configuración e implantación del modelo hidráulico geo-relacional, aportando soluciones específicas para la generación de reporting avanzado sistematizado, generación automática de perfiles, gestión del catalogo multimedia de la información asociada a la red (as-builts, fichas técnicas y descriptivas de instalaciones, actas patrimoniales, convenios de servicios, expedientes de afección, etc.), exportación e importación de datos a EPANET y configuración de ordenes de trabajo para el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
- Geomedia Transportation: Es una herramienta desarrollada con todas las capacidades de segmentación dinámica y análisis lineal de redes y canalizaciones y de transporte de servicios que permite de una forma muy rápida, validar la red y corregir errores asegurando una red lineal topológicamente correcta. Esta herramienta se ha usado para la construcción de la red de distribución y la creación de la red de carreteras usada con para el aplicativo del cálculo de rutas entre instalaciones (depósitos, estaciones de bombeo, arquetas, etc.).
- Geomedia Web Map Profesional: que permite la publicación web de mapas en la Intranet de ATLL para la consulta y visualización de los datos cargados en el sistema.

Los trabajos realizados para la ejecución del proyecto incluyen:

- El análisis tecnológico de la plataforma SIG.
- El dimensionado del sistema informático.
- La definición del modelo de datos relacional.
- La preparación, tratamiento y carga sistemática de la información.
- Soluciones personalizadas para la gestión patrimonial de la red de distribución en alta y de las instalaciones a través del desarrollo de un aplicativo desktop sobre Geomedia que permite la gestión, consulta y visualización de las geometrías de las diferentes superficies de ocupación y de su información alfanumérica asociada.
- Soluciones personalizadas en Desktop sobre Geomedia para la gestión de los Servicios afectados que ofrece soluciones para la documentación de las solicitudes recibidas, localización, estado, descripción de la afectación, del solicitante (empresa, contratista, etc.) y de la instalación o tramos de red afectados y sistematización de la generación de informes de respuesta.
- Desarrollo de un aplicativo Desktop sobre Geomedia para la vinculación masiva de elementos multimedia.
- La publicación WEBMAP de la información en la Intranet de ATLL.

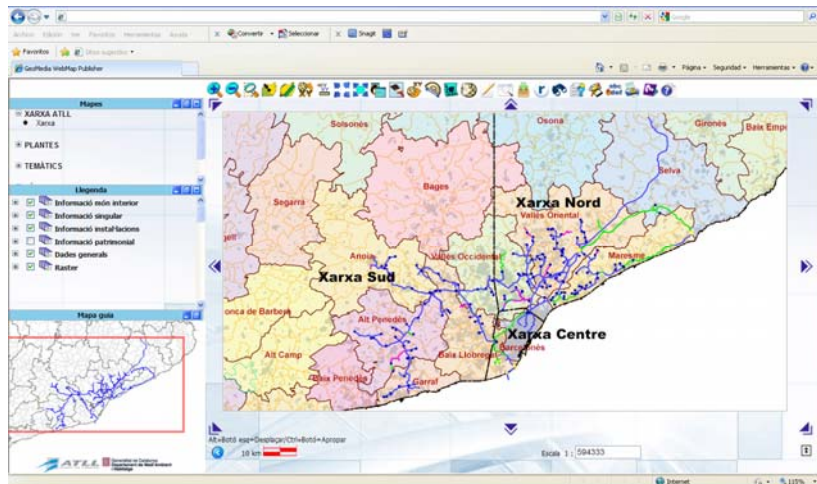


Figura 2 Publicación Web Map del SIG corporativo de ATLL

- Formación de usuarios básicos, avanzados y administradores del entorno Desktop y Web.
- Procedimientos de normalización de la información que entregan las asistencias de Proyectos, As-built, Expropiaciones y Asistencias Técnicas para que toda la información generada quede automáticamente actualizada en el sistema.
- Mantenimiento del aplicativo web de cálculo de rutas entre instalaciones, depósitos, estaciones de bombeo, pozos, chimeneas de equilibrio y arquetas que permite el cálculo de rutas en el orden introducido o el cálculo de rutas optimas de todos los puntos seleccionados de forma que se optimizaba la localización de los recorridos de campo para los empleados de las diferentes área de ATLL (distribución, mantenimiento, etc.) y para los trabajos que realizan las asistencias técnicas menos familiarizadas con el territorio y la distribución espacial de los elementos.
- Desarrollo de funcionalidades Web para la localización y consultas de referencias catastrales basadas en peticiones Getfeatureinfo y Getmap para Web Map Services (WMS) según los estándares del Open Geospatial Consortium (OGC).

Para operarios de campo y Asistencias que realizan trabajos de sobre el territorio se ha implementado un aplicativo utilizando el software Open Source para dispositivos móviles Gvsig Mobile 0.3. El aplicativo se ha instalado en ordenadores portátiles conectados via bluetooth a unas antenas GPS marca ZAAPA de 51 Canales que permiten junto con la cartografía de referencia cargada en el dispositivo (ortofomapas 1/25000, 1/5000 distribuidos por el Instituto Cartográfico de Cataluña distribuidos en formato MrSid y transformado mediante rutinas de automatización de procesos de MicroStation a formato ECW ) la localización espacial de los técnicos de campo en relación a las instalaciones de ATLL (plantas de tratamiento, depósitos, estaciones de bombeo, arquetas) y la captura y actualización de los datos en campo con formularios y listas de valores predefinidas. Una vez recogida la información el volcado de los datos se realiza de forma automática al sistema.

La elaboración del SIG corporativo de ATLL ha permitido mejorar el tratamiento de la información, la difusión de los datos, la gestión de los activos, la planificación y la toma de decisiones corporativas, optimizando los recursos y mejorando el servicio. También han sentado la base para la interconexión del SIG corporativo con otros sistemas actualmente implementados en ATLL como NAVISION (Dynamics NAV(Navision) es una línea de soluciones de gestión de finanzas, relaciones con clientes y cadena de suministro que ayuda a las empresas a trabajar de una manera más eficaz) y SCADA (sistema que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado).

## 2.4 Directiva Marco del Agua

La Directiva Marco en Política de Aguas de la Comunidad Europea (DMA—2000/60/CE), origina y condiciona un cambio importante en el concepto de gestión, protección y planificación del uso de agua y los espacios asociados a este medio, tanto a las masas de agua continentales (superficiales y subterráneas), como a las



costeras y de transición. La Directiva contempla este recurso como una parte estructural y funcional indispensable del medio natural e integrado, a la vez, dentro de un marco de uso y gestión sostenible.

La finalidad de la Directiva Marco del Agua se basa en lograr un buen estado ecológico de las masas de agua en el año 2015 a través de medidas hidrológicas, ecológicas, económicas y sociales. Los aspectos más destacables de esta Directiva son:

- Diagnosticar el estado ecológico de las masas de agua a partir de la identificación de las presiones, impactos y los riesgos que las condicionan.
- Fijar los objetivos de calidad para alcanzar el buen estado ecológico.
- Diseñar las medidas que permitan pasar del estado actual al buen estado ecológico en cada una de las masas de agua.
- Acordar cómo se consigue mejorar la calidad de las masas de agua y la redacción de los Planes de Gestión de cuenca y los programas de medidas necesarios para alcanzar los objetivos ambientales.
- Establecer los mecanismos económicos de la gestión basada en el principio de recuperación de costes.

Los SIG fueron incorporados como parte de la Metodología de trabajo del estudio de Presiones e Impactos y los riesgos que los condicionan para el conocimiento del estado actual de las masas de agua y descripción del ámbito territorial objeto de estudio, preparación de la información para el Modelo de Análisis de Presiones e Impactos y representación de resultados.

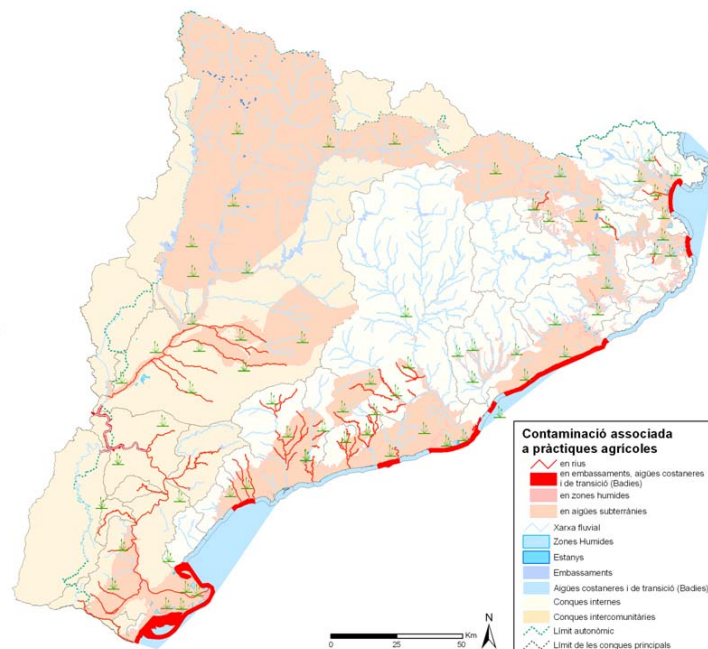


Figura 3 Contaminación de los cursos de agua asociada a las practicas agricolas

Aunque los resultados fueron presentados con la tecnología de los SIG en una geodatabase de ESRI, se utilizaron diferentes soluciones SIG (ArcGIS, Geomedia, Gvsig y Autocad Map) para realizar los diferentes procesos y análisis espaciales.

Para la definición actual de las masas de agua y proyectadas en el 2015 de los diferentes escenarios planteados, se incorporaron los datos de las estaciones de control, de las superficies de regadío, la delimitación de cuencas, los usos del suelo, la red de drenaje, se determinaron tramos homogéneos (que fueron codificados según el “Modelo de datos de la Cartografía y tablas generadas en el estudio de Presiones e Impactos” en el cual se asignaba un ID único formado Id\_Cuenca + código tramo+ código elemento) y para cada tramo se calculó la longitud, la cota máxima y mínima según la cartografía LIDAR facilitada por la Agencia Catalana del Agua, la temperatura media mensual ponderada y velocidad del viento según los datos facilitados por el Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya, la distancia a aportaciones puntuales, la distancia a la ubicación de la EDARS actuales y previstas en el PSARU (Programa de Saneamiento de Aguas Residuales Urbanas), la



Para mejorar la gestión del trabajo de campo se han incorporado dispositivos móviles PDA-GPS con cámara de fotos para la realización de un inventario geo-referenciado del estado de la Red de Saneamiento en Alta las zonas de Lleida y Tarragona (490 km de colectores en alta). La utilización de este tipo de dispositivos requiere definir de forma previa la estructura del modelo de datos, estandarizar los formularios y sus listas de valores de forma que desde el momento inicial la información queda integrada en un Sistema de Información Geográfica y se asegura el posicionamiento espacial adecuado, la integridad y estandarización de los datos y un volcado automático de los datos de trabajo de campo.

Estandarizar y sistematizar el proceso de captura requiere un conocimiento avanzado de la problemática y fue necesaria la formación de equipo multidisciplinar (formado por los técnicos de colectores, los técnicos de planta, programadores, especialistas en bases de datos, y técnicos de SIG) que evaluara de forma correcta las necesidades. Estandarizar la información ha permitido simplificar el proceso de captura y homogeneizar el resultado final de los inventarios.

En primer lugar se realizó un estudio inicial que analizó los antecedentes, recopiló la información previa existente, estableció los objetivos, predeterminó el diseño del modelo de datos relacional. Posteriormente se realizó un análisis de alternativas tecnológicas a la solución a implementar. El resultado de este análisis permitió establecer una metodología que fue validada en una fase de pruebas y una fase de implementación que incluyó la formación de los técnicos de colectores, de los técnicos de planta y de los responsables del proyecto.

Se ha diseñado un modelo de datos geo-relacional para la caracterización de la red de saneamiento de los colectores en alta (Estaciones de bombeo, 490 km de colectores en alta de los sistemas de Lleida y Tarragona, emisarios y registros) con el modelo lógico de los datos, las tablas, tipología de campos, los campos clave de cada tabla, las listas de valores y las relaciones entre las diferentes tablas.

Los dispositivos móviles (TRIMBLE tipo Juno SB) utilizados para los trabajos de campo incluyen un procesador de 533 MHz, una pantalla de 3,5 pulgadas y una cámara de 3 megapíxeles que permiten la toma de fotografías geo-referenciadas y la toma de datos al mismo tiempo que realiza las actividades de inspección y mantenimiento. El sistema operativo del dispositivo trabaja sobre Windows móviles 6.1 y cuenta con un receptor y antena GPS/SBAS1 integrados. Las baterías son de larga duración permitiendo realizar una jornada completa de trabajo sin necesidad de cambiarlas. La memoria del dispositivo ha sido ampliada con tarjeta micro SD de 8 GB para permitir configurar los trabajos de campo con cartografía de referencia (topónimos, orto imágenes 1/2500 y 1/5000, términos municipales, posicionamiento 1/50000 de la red de colectores en alta) que facilita y ayuda al posicionamiento del técnico de campo. También se han escogido estos dispositivos porque permitirán implantar (con el uso de las TIC y vía internet) en un futuro próximo la comunicación de forma automática de las incidencias detectadas en las instalaciones objeto de la Asistencia Técnica de Control de Gestión y Explotación de Depuradoras al centro de recogida de datos.

Para la captura de datos con los dispositivos se ha utilizado un software cliente (ARCPAD 10 de ESRI) con capacidades SIG y GPS avanzadas para la edición y visualización de información geográfica de manera rápida y eficiente. Los datos más críticos o sensibles pueden ser revisados, incluidos o eliminados y permite la captura de la información de forma estandarizada mediante campos normalizados y listas de valores. Los dispositivos permiten también la captura de fotos descriptivas de las instalaciones que quedan geo-referenciadas y vinculadas al elemento que se está capturando.

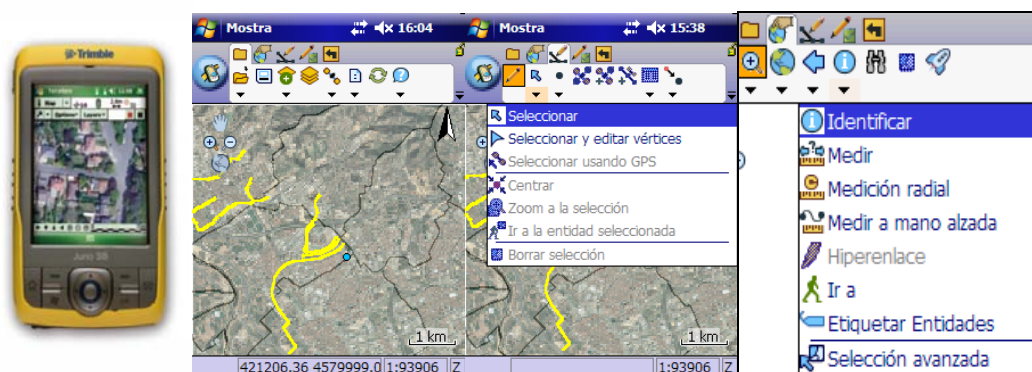


Figura 5 Colector de datos de Juno SB



Toda la información recopilada hasta el momento en el trabajo de campo, ha sido volcada de forma automática a una geo-database y revisada para asegurar la correcta conectividad de la red, la dirección de flujo, para completar de forma masiva diferentes atributos como el nombre del sistema al que pertenecen, la cuenca de drenaje, el termino municipal, pendiente media de los colectores (calculada en base a los parámetros de cota de terreno y profundidad en el inicio del colector, cota de terreno y profundidad en el final del colector y la longitud), identificación de nodos de la red, asignación de nodo de inicio y nodo final a cada colector.

Así mismo, en la actualidad se está configurando un proyecto desktop que permitirá (tanto a los técnicos de la AUDING como a los técnicos del ACA relacionados con el proyecto) la mejora del conocimiento de los activos y del territorio, estandarizar la nomenclatura de la información, sistematizar la Gestión Documental, el análisis espacial avanzado, automatizar el reporting territorial y establecer las bases para la realización la Integración de Sistemas.

## **2.6 Proyectos y Obras en el Área de Dominio Público Hidráulico.**

La “Asistencia técnica al Área de Dominio Público Hidráulico del ACA para la redacción de informes técnicos sobre los proyectos y obras que interfieren con el espacio fluvial” tiene el objetivo de analizar la documentación asociada a un proyecto, obra o documento de planificación que define alguna interferencia con un espacio fluvial, comprobar que las actuaciones definidas son correctas desde el punto de vista ambiental, hidrológico e hidráulico y se ajustan a las directrices del ACA. El análisis de la documentación técnica y las conclusiones que se derivan se recogen en un informe técnico. AUDING también da apoyo técnico durante la redacción de proyectos y ejecución de obras que GISA realiza en todo el ámbito de Cataluña.

Las tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica permiten mejorar el conocimiento del ámbito territorial donde se realiza la actuación (cursos de agua afectados, denominación de cuenca afectada, término municipal, coordenadas, figuras de protección ambiental afectadas, etc.) y sistematizar la preparación de los datos que serán usados en la herramienta el Programa de modelización Hidráulica HEC-RAS, aplicación desarrollada por Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers) que incluye un modelo numérico para realizar el análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre de ríos y canales que permite modelizar tanto el agua en el área de influencia de las estructuras hidráulicas como del flujo en zonas de inundables

La interface que permite la preparación de los datos geométricos para la importación en HEC-RAS, es HEC-GeoRAS que es una extensión de ArcGIS. Esta misma extensión procesa los resultados mediante una simple importación de datos para la visualización de resultados de la distribución espacial de las zonas inundables y de sus los caudales.

Para el resto de Proyectos y Obras (Infraestructuras lineales de transporte viario como carreteras y ferrocarriles y proyectos de urbanismo) se realizan cálculos para la caracterización morfológica de las cuencas y sub-cuencas de drenaje (valor medio de ponderado de los periodos de retorno, cálculo de la pendiente media ponderada, cota máxima y mínima, longitud de curso de agua más largo, usos de suelo y superficies impermeables) para el dimensionado de las obras hidráulicas según los requerimientos de la Administración competente en cada curso de Agua afectado.

## **2.7 CONCLUSIONES**

El uso de los SIG y de las TIC en la Gestión Integral del Agua permite:

- Definir y conocer de una forma eficiente el ámbito de territorial de la zona de trabajo.
- Optimizar y sistematizar la gestión de documental de la información de los activos distribuidos por el territorio ofreciendo una interface de trabajo intuitiva y agradable y un acceso a la información de forma estructurada.
- Añadir inteligencia a la redes de riego, distribución o saneamiento mediante la topología de red: las reglas de comportamiento entre elementos hidráulicos, correcta conectividad de la red, dirección de flujo, etc.
- Los SIG y las TIC no ofrecen soluciones por si mismos porque administrar, regular, controlar y planificar las acciones sobre la Gestión del Agua que se desarrollan en un territorio determinado

constituye una tarea compleja que requiere de un conocimiento especializado y la formación de equipos multidisciplinares que comprendan la problemática.

- La integración y la comunicación (preparación de datos y representación de resultados) con diferente software de apoyo (Diopram, Epanet, etc) para la modelización de escenarios actuales y posibles, para conducir la gestión del agua en el sentido correcto; o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones imprevistas.
- El uso de múltiples soluciones específicas y/o genéricas de software Comerciales o Open Source.
- La superposición de la información con componente territorial en múltiples formatos y el análisis espacial avanzado de forma eficiente. Una de las principales carencias de la gran mayoría de software SIG es que no permiten trabajar de forma continua (solo de forma discreta) con la variable tiempo en sus análisis.
- Aportar soluciones eficaces cuando el ámbito territorial de estudio y/o el volumen de datos a trabajar es grande evitando que el proceso sea lento y pesado.

### 3 Referencias

- Agencia Catalana del Agua (ACA) Disponible en <http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca> [Consultado: 4 de Julio de 2011].
- Colector de datos GIS Juno SB, Disponible en <http://www.trimble.com/> [Consultado: 5 de Julio de 2011].
- Descripción de Dynamics NAV(Navision), Disponible en <http://www.navision.es/> [Consultado: 4 de Julio de 2011].
- Diopram, Diseño Óptimo de Redes RAMificadas, Disponible en <http://fluing.upv.es/diopram.html> [Consultado: 4 de Julio de 2011].
- Reg Sistema Segarra-Garrigues, SAU (REGSEGA), Disponible en <http://www.regsega.cat/> [Consultado: 7 de Julio de 2011].
- Reg Sistema Segarra-Garrigues , Disponible en <http://www.aiguessegarragarrigues.cat/> [Consultado: 7 de Julio de 2011].
- Software ArcGIS y ArcPAD de Esri, Disponible en <http://www.esri.es/es/> Consultado: 7 de Julio de 2011].
- Software Epanet, Disponible en <http://www.instagua.upv.es/Epanet/> [Consultado: 7 de Julio de 2011].
- Software HEC-RAS, Disponible en <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/index.html> [Consultado: 7 de Julio de 2011].
- Open Geospatial Consortium <http://www.opengeospatial.org/> [Consultado: 11 de Julio de 2011].
- Software Geomedia de Intergraph, Disponible en <http://www.intergraph.com/global/es/> [Consultado: 11 de Julio de 2011].
- Software Gvsig mobile, Disponible en <http://www.gvsig.org/web/> [Consultado: 11 de Julio de 2011].