

Desarrollo de un SIG para instalaciones portuarias

J. L. DÍAZ RATO (*); M. R. GONZÁLEZ MORADAS (**); C. GONZÁLEZ NICIEZA (**); A. MENÉNDEZ DÍAZ (***)

RESUMEN En una zona portuaria, es primordial el rápido acceso al ingente volumen de información, así como disponer de mecanismos que faciliten la toma de decisiones en función del estado de las instalaciones y del grado de uso de los servicios del puerto. Con la tecnología actual este tipo de necesidades son satisfechas, en gran medida, con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta es la causa por la que se ha desarrollado e implantado un sistema de Información Geográfica en el departamento de Infraestructuras de la Autoridad Portuaria de Gijón (Norte de España) denominado SIGZP.

El presente artículo analiza el desarrollo de este sistema desde dos puntos de vista, a saber: el puramente informático, con la presentación y explicación de los módulos implementados en MicroStation para satisfacer las necesidades propuestas, y el que afecta a la información en sí, con la exposición de la metodología y técnicas empleadas hasta lograr una correcta puesta a punto y estructuración de los datos. La última parte del artículo versa sobre la integración de los resultados obtenidos en cada una de las etapas de desarrollo.

DEVELOPMENT OF A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR HARBOUR FACILITIES

ABSTRACT In a harbour zone, it is essential to archive a rapid access to the huge amount of information, as well as a location of mechanisms that facilitate the decision making on the state of the facilities and the degree of use of the port services. With the actual technology, this type of necessities are satisfied with Geographic Information Systems (GIS). This is why a Geographic Information Systems, called SIGZP, has been developed and introduced in the department of Substructures of the Gijón Port Authority (North of Spain).

The present paper analyses the development of this system from two different points of view: one, the software with the introduction and explanation of the implemented modules in MicroStation to satisfy the proposed necessities and, other, all that affects the information with the exposition of the methodology and the techniques used to obtain a correct starting and data classification. The last part of the paper summarises the integration of the obtained results in each one of the development steps.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfico; Puertos; Programación; MicroStation; Base de datos.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la alta diversificación de la información y la gran cantidad de datos hacen que sean necesarios sistemas basados en soportes informáticos para lograr la adecuada gestión de dichos datos [1].

De entre los múltiples sistemas de información existentes el más adecuado es el S.I.G. (Sistema de Información Geográfica), puesto que, en un porcentaje muy elevado, la información que se maneja es georreferenciada y porque son capaces de realizar análisis complejos que implican no sólo el manejo de información referenciada, sino también información temática [2] [3] [4].

El primer problema que se planteó fue la selección del tipo S.I.G. Este aspecto ha sido objeto de una profunda con-

sideración, ya que tanto los costes finales en la implantación del SIGZP como los de explotación dependen de su correcta elección [5]. Se ha intentado que los mismos se reduzcan al simple hecho de adecuar la información existente, desarrollar ciertos módulos en MicroStation y realizar las conexiones entre la información. Para ello se ha realizado un análisis previo en el que ha tomado en consideración: software existente, tipo de información georreferenciada que habitualmente se maneja en el Departamento de Infraestructura y campo de aplicación de la herramienta a desarrollar.

Una vez preestablecido el tipo de SIG: multiusuario (basado en el modelo vectorial, compatible con MicroStation 95 y conectado a Access v.7 a través de ODBC de 32 bits) el desarrollo del mismo ha sido abordado desde dos frentes de actuación: implementación de un software específicamente diseñado para los fines propuestos y estudio de los datos, esto es, recopilación, adecuación, análisis y clasificación de los que van a ser manejados por el SIGZP. Ha existido un constante flujo de información entre ambos frentes de actuación, de tal forma que los resultados obtenidos en cada fase han condicionado al resto de las etapas de desarrollo.

La metodología aplicada (ver figura 1) se ha abordado en varias fases, a saber: recopilación y clasificación de la infor-

(*) Autoridad Portuaria de Gijón.

(**) Departamento de Explotación y Prospección de Minas. Universidad de Oviedo.

(***) Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería de la Fabricación. Universidad de Oviedo.

nación, adecuación de la misma a formato digital, desarrollo del software y establecimiento de conexiones entre la información existente.

A su vez, el software ha requerido varias etapas de desarrollo; primero se abordaron los comandos genéricos (acceso a planos, asignación de información a entidades, acceso a planos, esto es, navegación, integridad, etc) y luego utilidades específicas como las referentes a arquetas, grúas, salidas gráficas, consultas prototipo, etc. La última fase, la inclusión de los datos en el software desarrollado, ha sido una de las más tediosas y en la que se ha invertido una buena parte del tiempo empleado en la creación del SIGZP.

2. TRATAMIENTO DE DATOS

Previo al inicio de la implementación del software específico para el SIGSP se ha realizado una recopilación, organización y estructuración de los datos disponibles. Los resultados de estos trabajos han sido uno de los factores condicionantes en el posterior desarrollo del software.

2.1. TIPO DE DATOS RECOPIRADOS

Se acepta, de forma general, que los datos presentan tres componentes: espacial, temática y temporal [6]. La primera componente hace referencia a la localización geográfica y a las **propiedades espaciales** de los objetos; este tipo de información procede fundamentalmente de dos fuentes, a saber: *fotografías aéreas* o de satélites, y *planos* procedentes de las obras realizadas en las instalaciones portuarias que suele ser información más detallada y puntual.

La segunda componente (temática) hace referencias a las características que poseen los objetos geográficos y que no pueden ser representados gráficamente. Es lo que habitualmente se conoce como **atributos**. La procedencia de este tipo de información, ha sido recopilada de *inventarios, informes* y, en ocasiones, extraída de los *planos*.

La tercera componente (temporal) se refiere a las variaciones que las dos componentes anteriores pueden tener a lo largo del tiempo; gracias a ella se puede tener un registro histórico de las obras acometidas en el Puerto. Ésta, prácticamente no se ha tenido en cuenta salvo en cuestiones particulares tales como batimetría, conducciones de saneamiento, sondeos, cortes geológicos, etc. En la medida de lo posible se ha introducido la información más actualizada.

Se ha estudiado la posibilidad de incluir información de procedencia directa, concretamente de GPS, pero éste ha sido un aspecto desestimado por los altos costes que supondrían [8], [9] y porque no aportaría datos más precisos de los que se disponen. Únicamente los datos de batimetría tienen esta procedencia.

Todos los datos estaban en formato convencional y agrupados básicamente en función de los proyectos de obra de ampliación del puerto y de los posteriores proyectos de mantenimiento. En gran medida esta información no es homogénea, posee datos repetidos, y en algunos casos contradictorios por lo que no ha podido ser incluida directamente en el SIGZP. Ello ha hecho necesario abordar dos nuevas etapas en el tratamiento de los datos:

1. Revisión y clasificación de los mismos.
2. Adecuación a formato digital.

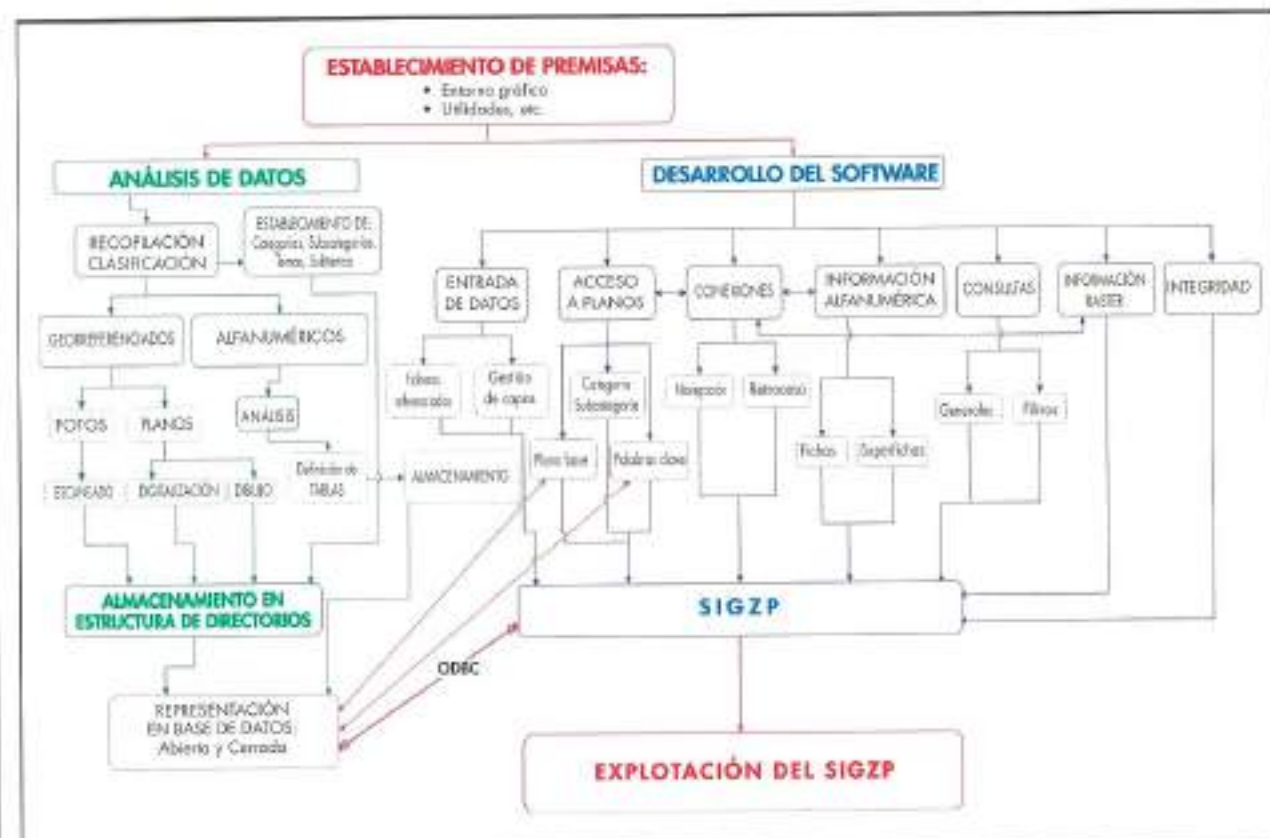


FIGURA 1. Esquema de la metodología empleada en el desarrollo del SIGZP

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
CARTOGRAFÍA	Altimetría
	Balizamiento
	Batimetría
	Cuadrícula
	Límites del Puerto
	Vértices
	Zonas de aguas
CONCESIONES	Concesiones
	Servicios portuarios
	Usos portuarios
EDIFICACIÓN	Edificios y construcciones
GEOLOGÍA	Campañas de sondeos geológicos
MÁQUINAS Y ESTRUCTURAS	Cintas transportadoras
	Grúas / Pórticos / Rotapalés
	Instalaciones espaciales
	Material auxiliar Carga / descarga / transporte
	Material móvil y flotante
OBRA CIVIL	Ballados / defensas
	Diques / Muelles / Pontones
	Muros y cierras
	Otras obras
	Pavimentos
	Urbanización y viales
	Vías de ferrocarril y grúas
SERVICIOS	Líneas de comunicación
	Red de agua
	Red de alumbrado
	Red eléctrica
	Red de saneamiento
	Otras conducciones

TABLA 1.

La revisión y clasificación de los datos han obligado a realizar una serie de tareas, a saber:

- Definición del conjunto de categorías y subcategorías. Se han establecido los que aparecen en la tabla I. Implica la aparición de, al menos en cada categoría, un plano y por tanto un fichero. Son una estructura cerrada y esta organización condiciona el archivo de los mismos en la estructura de directorios.
- Definición de temáticos y subtemáticos en cada categoría. Dentro de cada fichero es lo que determina la organización de la información por capas. No está sujeta a una estructuración rígida, esto es, serán los usuarios los que establezcan la clasificación de cada capa, podrán modificar dicha clasificación en cada momento e incluso

definir nuevos temáticos y subtemáticos si el plano lo requiere.

- Eliminación de la información redundante.

El siguiente paso ha sido integrar la información procedente de dos fuentes distintas (fotografías y planos) en un conjunto homogéneo de información digital [7]. El modelo de representación se ajusta al vectorial condicionado en gran medida por el tipo de representación que es manejado por la Autoridad Portuaria.

La adaptación a formato vectorial se ha realizado en tres fases abordadas simultáneamente:

- Digitalización de planos. Con este sistema se han generado el 10% de los planos.

- Dibujo de aquellos planos deteriorados o que poseían información detallada y que han sufrido un proceso significativo de cambio y actualización. Constituye el 85% de los planos tratados.
- Vectorización de las fotografías aéreas obtenidas de vuelos aéreos. Ha dado lugar a la mayoría de los planos generales del Puerto. Constituyen el 5% de la información.

Existe un pequeño volumen de información que se ha incorporado al SIGGP en formato raster. A este grupo pertenecen las fotografías de detalle y esquemas (alzados de grúas, esquemas de arquetas, columnas geológicas, etc.). Para su adecuación a formato digital se han utilizado dos métodos: el escaneado de las fotografías y planos, y la rasterización de ciertos esquemas que ya existían en formato vectorial. En estos casos los formatos de ficheros utilizados son, en todos los casos, de tipo*. GIF.

El último paso en el tratamiento de datos espaciales ha sido la creación de un **plano base** que contiene la información general y más relevante de la zona portuaria. Para ello, sobre un plano que contiene únicamente las Zonas del Puerto se han referenciado los ficheros (planos) asignados a cada una de las categorías definidas. Para mayor facilidad y rapidez de manejo en el plano base de toda la información referenciada, únicamente se visualiza a priori la zonación del Puerto, la batimetría, los edificios y estructuras singulares, los viales, las vías y las grúas. Cualquier otro tipo de información que se desee ver deberá ser activada posteriormente por el usuario.

La información alfanumérica (atributos) también ha sido objeto de tratamiento, revisión y clasificación, condicionada al conjunto de categorías y subcategorías definidas anteriormente. Se ha incluido información referente a: arquetas, grúas, pozos de saneamiento, tomas de fuerza, carriles, vértices y puntos de apoyo, luminarias, conducciones de saneamiento, paneles informáticos, defensas de atraque y bolaridos.

2.2. ESTRUCTURACIÓN DE LOS DATOS

Para el adecuado manejo de la información que ha de ser incorporado al SIGGP, se han organizado tablas en una base de datos. Se diferencian dos grupos de tablas, a saber:

- Tablas que controlan la estructuración lógica de planos y fotografías. Estas contienen la información sobre la pertenencia de ficheros (planos) a cada una de las categorías definidas y qué capas de los planos pertenecen a cada temático. La estructura de las mismas no puede ser modificada por el usuario.

• Tablas en la que se almacena la información alfanumérica. Dentro de este grupo se diferencian aquellas cuya estructura ha sido previamente establecida y no puede ser modificada, de aquellas que son creadas por el usuario con estructura arbitraria. El primer grupo maneja la información referente a: arquetas, grúas, vértices geodómicos, propietarios, bolaridos, defensas y cintas transportadoras dando lugar a utilidades concretas en el SIGGP. Al segundo grupo pertenecen todas aquellas tablas que pueden ser creadas por el usuario en el momento que sean requeridas.

Aunque la **base de datos es única** el conjunto de tablas con estructura rígida —que controlan parte de las funcionalidades del SIGGP— no susceptibles de ser borradas y entre las que se han establecido relaciones, es lo que se ha llamado **BASE DE DATOS CERRADA**. El resto de tablas no interrelacionadas y con estructuras creadas por el usuario se ha denominado **BASE DE DATOS ABIERTA**, tal y como se aprecia en la figura 2.

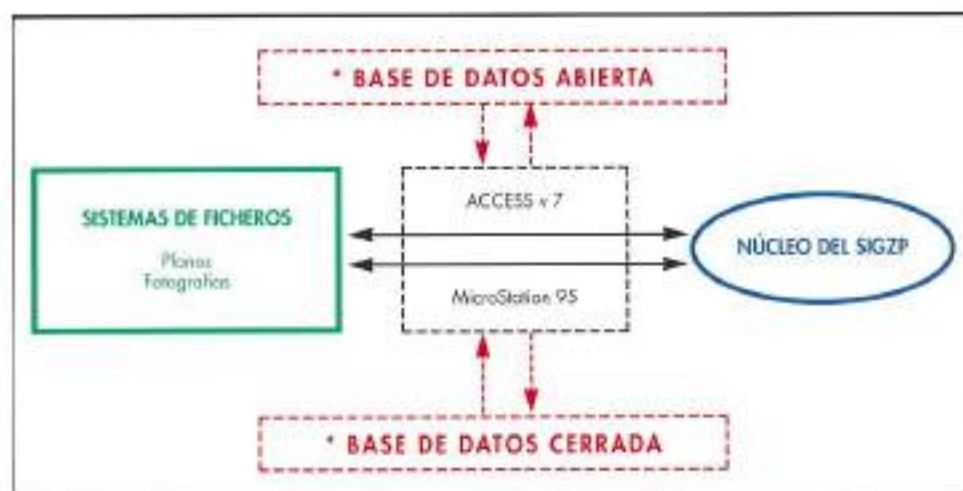
3. DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DEL SOFTWARE

El desarrollo del software, se ha iniciado una vez finalizada la fase de organización de planos y tras la realización del análisis abordado en varias etapas:

1. Establecimiento de premisas.
2. Elección del modelo.
3. Elección del entorno gráfico y base de datos.
4. Definición de utilidades generales.
5. Determinación de las herramientas.

Se ha optado por un tipo de SIG multiusuario en el que existe un gestor y un número indeterminado de consultores todos ellos conectados en red. Todos los planos y base de datos están implantados, en un servidor con sistema operativo Windows NT Server 4.0, al que se puede acceder cada vez que se trabaja con el SIG. Este sistema presenta el inconveniente

FIGURA 2. Diagrama explicativo de la relación entre los módulos del programa SIGGP.



niente de la ralentización de operaciones como la visualización de planos que contienen gran volumen de información. Este aspecto se ha solucionado obligando al sistema a almacenar en el ordenador de cada consultor una copia del conjunto de planos que han sido visualizados en las últimas sesiones. Es el propio SIGZP el que efectúa las comprobaciones necesarias, para determinar si los planos requieren actualización, en caso de que haya habido alguna modificación. Además de este conjunto de planos, en cada consultor existe: el SIGZP, el software propio del entorno gráfico y el necesario para la conexión entre la base de datos y el entorno gráfico.

El modelo de SIG utilizado ha sido vectorial; ello obedece, entre otras cosas, a que la mayor parte de la información gráfica tanto existente como futura está en este tipo de formato, la localización de los objetos es muy precisa y la calidad de la representación gráfica es muy alta.

La elección del entorno gráfico también ha estado supeditado al software existente en el Puerto de Gijón y a las recomendaciones de que todos los puertos españoles posean un Sistema de Información Geográfico que sea compatible con MicroStation. Por ello, el entorno gráfico elegido ha sido MicroStation 95, la base de datos empleada, Access v. 7 (por ser relacional y de bajo coste) y el interface MicroStation-Acess se ha realizado a través de ODBC de 32 bits (Open Data Base Connectivity).

La implementación informática ha estado condicionada por todas las características hasta ahora expuestas. La aplicación se ha desarrollado en lenguaje C utilizando el conjunto de funciones MDL que proporciona MicroStation. El

enlace entre las entidades gráficas y la información contenida en la base de datos se realiza por medio de los denominados "linkaje data".

3.1. MÓDULOS DESARROLLADOS

Como ya se ha indicado, el SIGZP existen dos niveles de acceso: como gestor o como consultor. Del conjunto de módulos y comandos implementados, al consultor sólo le es posible utilizar aquellos que no impliquen manipulación de los datos, esto es, que no lleven parejo asignación, borrado, actualización de información alfanumérica a entidades gráficas ni creación de entidades nuevas.

El programa se ha estructurado en módulos:

- **Módulo para la organización y activación de la información espacial.** A él pertenecen las funciones que permiten: incluir un plano en una de las categorías y subcategorías preestablecidas, organizar las capas de cada plano en base a temáticos y subtemáticos, y crear nuevos temáticos y subtemáticos. En la base cerrada se encuentran las tablas en las que se guardan y controlan estas asociaciones.

En la figura 3 se observa los pasos que se han de realizar para la activación de cualquier plano. En primer lugar éste ha de ser clasificado en base a la categoría y subcategoría a la que pertenece; para ello se dispone de una función específica que muestra en pantalla un cuadro de diálogo tal y como aparece en la figura en el que se incluye la clasificación por categorías que maneja el SIGZP. El conjunto de información resultante es almacenada en una



FIGURA 3. Diagrama explicativo para dar de alta planos.

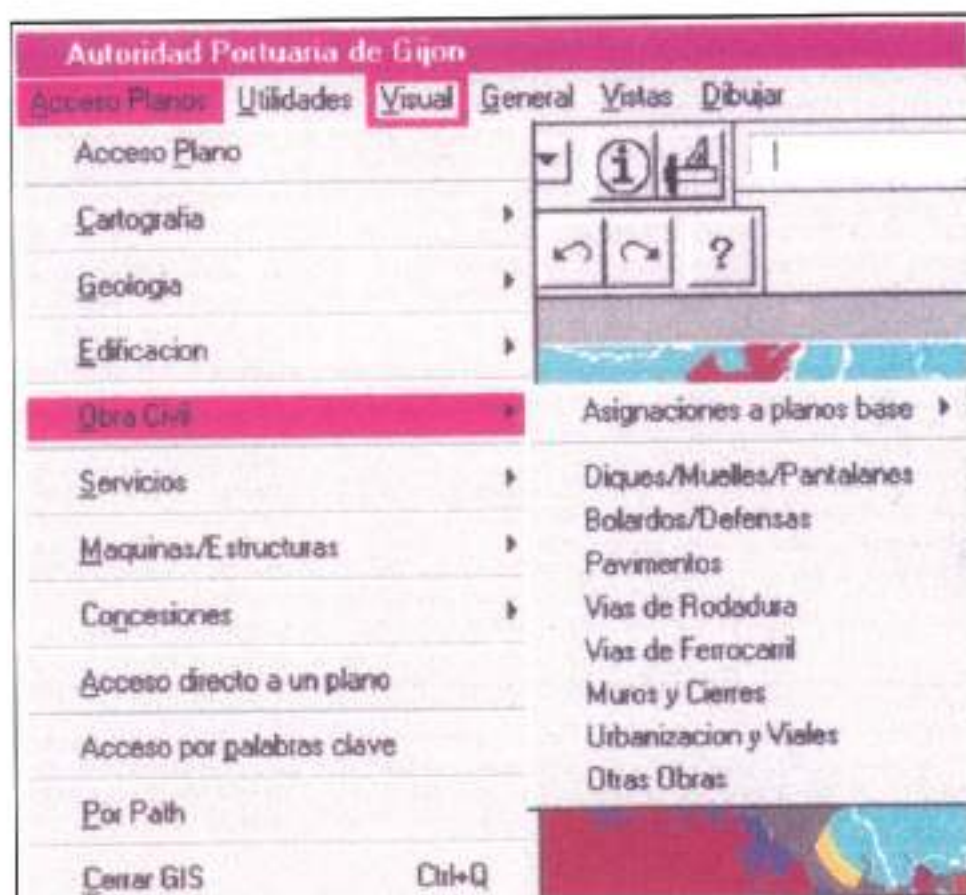


FIGURA 4. Opciones para activar los planos de forma directa o través de los comandos incluidos en la opción de acceso directo como por navegación con el contenido visualizar.

tabla especial de la base de datos a la que se ha dado como nombre genérico: clasificación del plano. En una segunda etapa se han de clasificar todos y cada uno de los niveles (o capas) que forman el plano; para ello también se dispone de una serie de funciones especiales. Activando estas funciones al usuario se le presenta en pantalla un cuadro de diálogo con el que poder clasificar cada capa en base a una serie de temáticos y subtemáticos. En el caso de que no existan, éstos pueden ser creados fácilmente sin necesidad de abandonar las funciones activas. El resultado de dichas operaciones se almacenará en dos tablas creadas especialmente para tal fin, a saber, la denominada *clasificación de capa* que como su nombre indica contiene el identificador del plano, el nivel concreto y la clasificación del mismo, y la tabla denominada *temático-subtemático* que contiene el total de temáticos y subtemáticos que han sido creados en SIGZP.

- **Módulo que permite el acceso a la información.** Es el conjunto de comandos básico que permiten acceso directo a planos, visualización y retroceso. El acceso directo permite visualizar el plano previa determinación de: la categoría, las palabras claves, el nombre lógico del plano o el nombre del fichero que lo soporta, tal y como se puede observar en la figura 4.

El comando visualizar presenta en pantalla la información asociada a una entidad gráfica. En caso de que sea otro plano, el inicial será desactivado y aparecerá el nuevo en pantalla (ver figura 5). Si la información está en formato raster (caso de las fotografías) el proceso opera-

tivo es idéntico aunque hay que reseñar que en este caso el plano activo permanece como tal y es la fotografía la que aparece superpuesta hasta que el usuario decida eliminarla de pantalla. Sobre cualquier plano activo serán efectivos todas las funciones que posee el SIGZP.

- **Módulo para la creación y eliminación de conexiones** entre entidades gráficas de un plano con información georeferenciada (planos), alfanumérica (fichas y superfichas) y/o esquemas, fotografías (en formato raster). El resultado de las conexiones puede verse en la figura 5 en la que se observa que a una misma entidad gráfica se le pueden asociar tantos elementos (planos, fotografías o fichas) como se deseen.

La información de cada una de las conexiones se incluye en tablas específicas de la base de datos, así cuando se asocia un plano la conexión queda registrada en la tabla de *navegación* y sobre ella se realizan las consultas cuando se quiere ver el plano asociado a la entidad gráfica. Si se ha asociado una fotografía, la conexión queda registrada en la tabla denominada *fotografías*, mientras que la información alfanumérica irá incluida en tablas cuyos campos dependen del tipo de información almacenada.

Cuando se selecciona una entidad con conexiones, si éstas son de distintos tipos, el sistema pregunta sobre cuál de ellos se quiere actuar, lo que implica el conocimiento de la tabla sobre la que realizar las operaciones de selección y el resultado es la presentación en pantalla de nuevos planos, fotografías o cuadros de diálogo con informa-

ción alfanumérica asociada a la entidad concreta. Todas estas operaciones son realizadas automáticamente por el sistema.

- **Módulo para la gestión de la información alfanumérica** por medio de cuadros de diálogo semejante a los de la figura 6. A éste pertenecen dos grupos de funciones; a saber: las que manejan utilidades preestablecidas (SUPERFICHAS) y las que permiten crear y gestionar nuevas utilidades (FICHAS). Las primeras son controladas por la base de datos cerrada mientras que las segundas lo son por la abierta.
- **Módulo de consultas.** Los datos se convierten en información valiosa para la toma de decisiones cuando puedan ser manejados de forma selectiva a través de consultas. Éstas se pueden realizar sobre la base de datos abierta, cerrada a ambas simultáneamente a través de asistentes para los que no se requiere el conocimiento del lenguaje SQL, aunque también se ha contemplado esta posibilidad. Las consultas pueden realizarse sobre todo el plano o sobre áreas previamente acotadas por el usuario (filtrado geométrico). Las entidades filtradas pueden constituir la base de nuevas consultas (refiltrado). La figura 7 presenta todas las posibilidades de consulta. Independientemente de la complejidad de la consulta; el resultado final es el resalte de las entidades que cumplen las condiciones

preestablecidas. Sobre ella se pueden realizar zooms automáticos, prelistados de coordenadas, etc.

- **Módulo para el control de la integridad del sistema.** Permite no solo localizar errores tales como: entidades que han perdido la conexión con registros de la base de datos, registros duplicados (si se ha actuado directamente sobre la base de datos), sino también corregir de forma automática estos fallos.
- **Módulo para la gestión de salidas gráficas con el** que, tanto de planos como de informes, pueden ser adaptados a los formatos standard empleados en la Autoridad Portuaria de Gijón. El conjunto de comando que integran este módulo permiten, además, imprimir en papel un área concreta de cualquier plano calculando su escala y ajustándola a las escalas convencionales en función del tamaño de papel definido, todo ello automáticamente.

Independientemente de las funciones desarrolladas y que se acaban de explicar someramente, se ha personalizado todo el entorno gráfico lo que permite un manejo intuitivo del Sistema de Información. La personalización se observa en dos aspectos: la inclusión de todos los comandos en un menú principal e independiente de MicroStation y la creación de paletas de herramientas que permiten el manejo visual de los comandos propios y más utilizados del SIGZP.

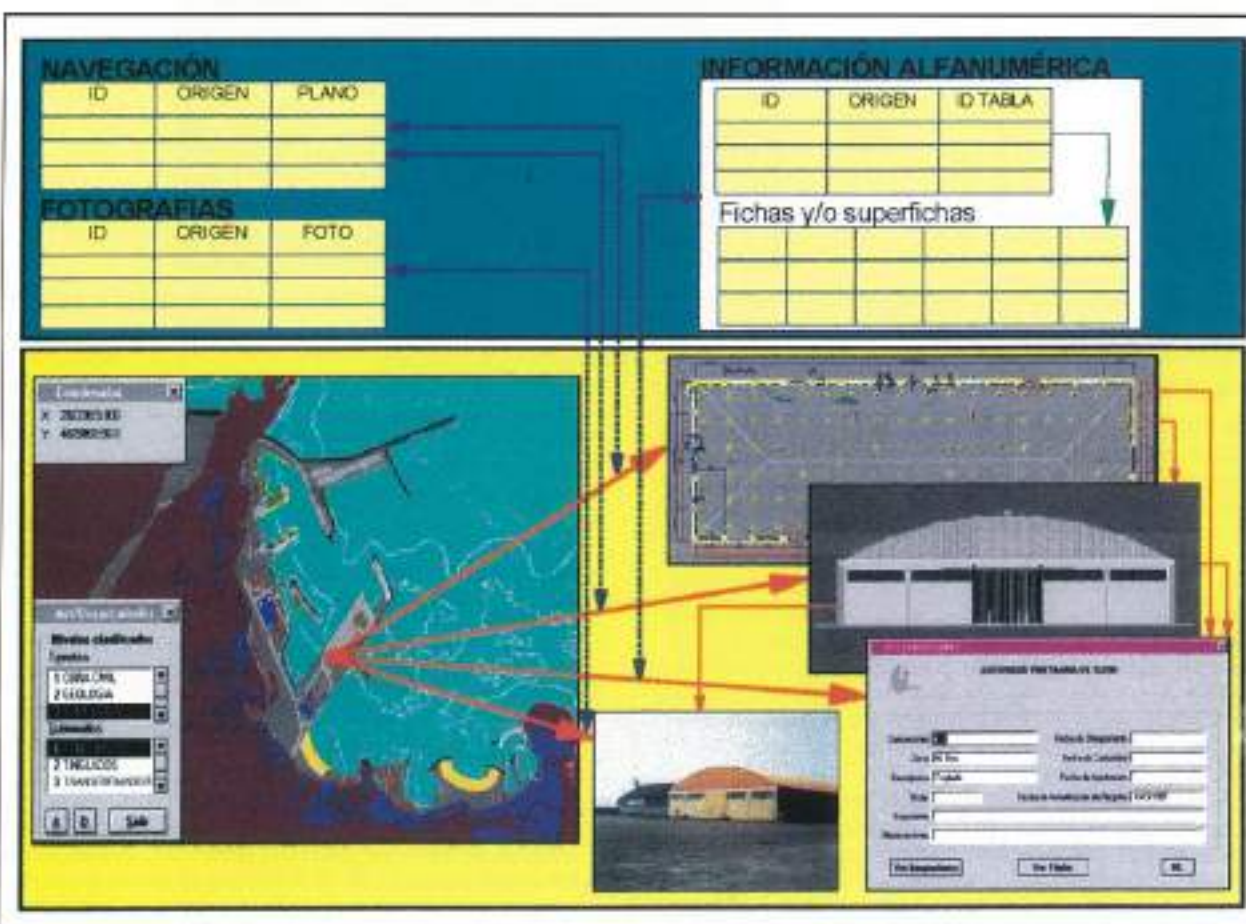


FIGURA 5. Esquema explicativo de la asignación y visualización de información a entidades gráficas.

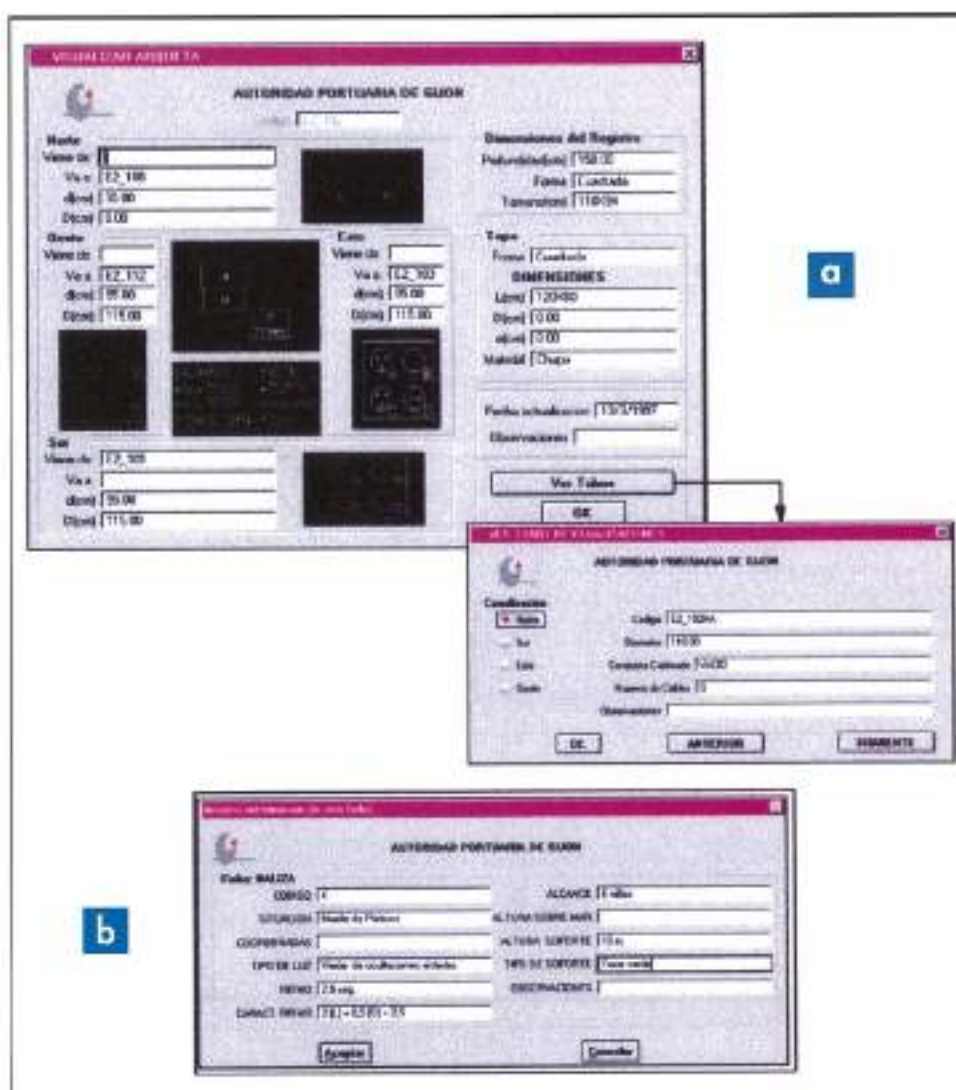


FIGURA 6. a) Superficha de "arquetas": se permite la inserción de imágenes y la relación de tablas. b) Fichas de "bolizos".

5. IMPLANTACIÓN DEL SIGZP

Una vez que se han tenido a punto los datos y el software, ha sido necesario la puesta en funcionamiento del SIGZP propiamente dicho. Esta ha sido una de las etapas más arduas de todo el proceso y en la que se ha invertido un buen porcentaje del tiempo destinado al proyecto.

Para ello se ha tenido que: dar de alta en la base de datos todos y cada uno de los planos manejados por el SIGZP, introducir toda la información alfanumérica desde teclado, definir todas las conexiones entre planos que permiten la navegación, asignar las fotografías disponibles a las entidades gráficas correspondientes, asociar información alfanumérica a las entidades y elaborar consultas prototipo, es decir, aquellas de uso más habitual en función de las necesidades específicas del Puerto.

El resultado de estas labores junto con la estructuración de los datos y el desarrollo de herramientas informáticas son los tres pilares sobre los que descansa el Sistema de Información Geográfica del Puerto de Gijón. Tal es así que el acceso a la información de los usuarios consultores, dependerá de cómo el gestor establezca las relaciones entre entidades gráficas e información. Se puede asociar a una deter-

minada entidad del plano base varios planos de detalle, fotografías y fichas, o bien asociar un sólo tipo de información a cada entidad. El consultor estará obligado a seguir los pasos impuestos por el gestor hasta llegar a los datos que le interesan, sin necesidad de tomar decisiones; éste es un tipo de estructuración rígida. Por el contrario en el primer caso es el consultor el que debe elegir entre toda la información que se le ofrece; requiere consultores que estén familiarizados con el sistema. En el SIGZP se han combinado las dos modalidades descritas.

6. CONCLUSIONES

A tenor de la experiencia acumulada en el desarrollo del SIGZP, se ha de destacar:

- La importancia y utilidad del programa hacen preciso que se centralicen todas las labores de introducción y estructuración de datos por parte del gestor del Sistema de Información ya que es él, en definitiva, el que al incorporar los planos al Sistema de Información, va a condicionar qué tipo de información se puede obtener o qué tipo de consultas se pueden hacer.

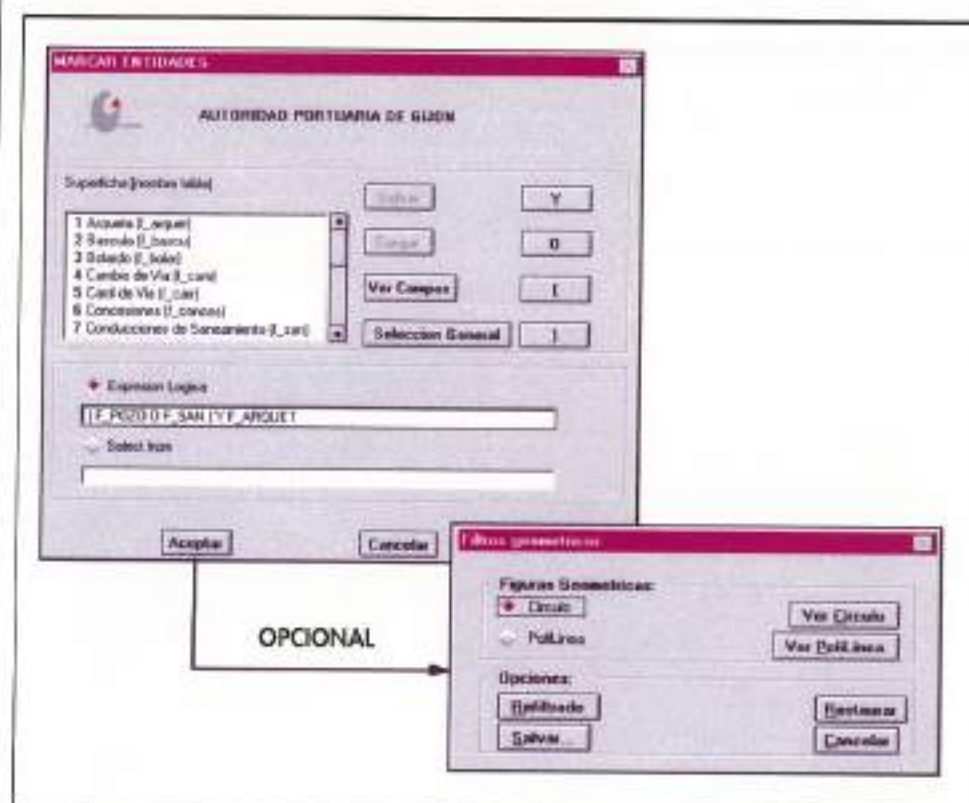


FIGURA 7. Cuadros de diálogo para la realización de consultas.

- La utilidad y éxito del programa reside, en gran medida, en cómo el gestor clasifique los planes base y los planos de detalle, y el grado de actualización y exactitud de la información contenida en los mismos. En este sentido conviene evitar al máximo la presencia de planos repetidos, o redundantes debido a la dificultad en hacer las pertinentes actualizaciones cuando se producen cambios en los planos.
- Como no conviene que los consultores del SIGGP alteren la estructuración básica de los planos y de sus interrelaciones a través de la navegación, ya que por lo general suelen tener criterios particulares en función del problema coyuntural que precisan analizar en la instalación. Por este motivo se ha creado una organización, que ha de ser asumida por todos los miembros del equipo, y que se basa en una arquitectura cliente-servidor donde a cada consultor se le asignan una serie de privilegios y permisos a la hora de consultar tanto la base de datos gráfica como alfanumérica.

El objetivo final que se persigue con el programa SIGGP es proporcionar a los responsables de cada instalación del Puerto una herramienta que les facilite la toma de decisiones.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] BARREDO, J. I. (1996): "Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio". Ed/Ra-Ma. 264 p. Madrid.
- [2] NCGIA (1990): "NCGIA Core Curriculum". Universidad de California. Sta. Bárbara.
- [3] RODRÍGUEZ PASCUAL, A. (1993): "Propósito de una definición profunda de SIG". Actas del 2º Congreso de la Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica (AESIG). Junio 1993, pp 127-142, Madrid.
- [4] ARONOFF, S. (1989): "Geographic Information Systems: a management perspective". WDL Publications. Ottawa.
- [5] MOLES, F. J. (1995): "Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica". Ed/Ra-Ma. Madrid.
- [6] GUTIÉRREZ PUEBLA, J.; GOULD, M. (1994): "SIG: Sistemas de Información Geográfica". Ed/Sintesis, 251 p., Madrid.
- [7] GONZÁLEZ MORADAS, M. R.; DÍAZ RATO, J. L.; EMBIL FAJUL, A.; MENÉNDEZ DÍAZ, A. (1997): "Gestión automática de planos para instalaciones". IX Congreso Internacional de Ingeniería gráfica. 4-6 Junio. Bilbao.
- [8] KENNEDY, M. (1996): "The Global Positioning System & GIS". 250 p.
- [9] HEATLY, R. O. (1995): "GOS-GPS Sources. Technology and Computer technology". 300 p.



Cimentaciones especiales

Edificaciones

Instalaciones mecánicas

Obras hidráulicas

Obras marítimas

Puentes y estructuras

Carreteras y ferroviarias

Restauración de patrimonio

Refuerzos estructurales

Urbanizaciones y obra industrial

CYES
CONSTRUCCIONES
Y ESTUDIOS, S.A. ≡

**Cyes Valencia,
Castellón y Baleares:**

Edif. La Lonja, Muelle del Caballero, s/n.
Tel.: (96) 367 55 12
Fax: (96) 367 00 49
46024 Valencia

**Cyes Alicante
y Murcia:**

Rambla Méndez Núñez, 22, 1º, 2º
Tel.: (96) 514 00 59
Fax: (96) 514 02 04
03002 Alicante

Cyes Zona Centro

C/ Rafael Calvo, 18, 5º, 5º
Tel.: (91) 319 04 45
Fax: (91) 319 06 33
28010 Madrid