

# MAPPING

TELEDETECCIÓN

SISTEMAS DE

MEDIO AMBIENTE

CARTOGRAFÍA

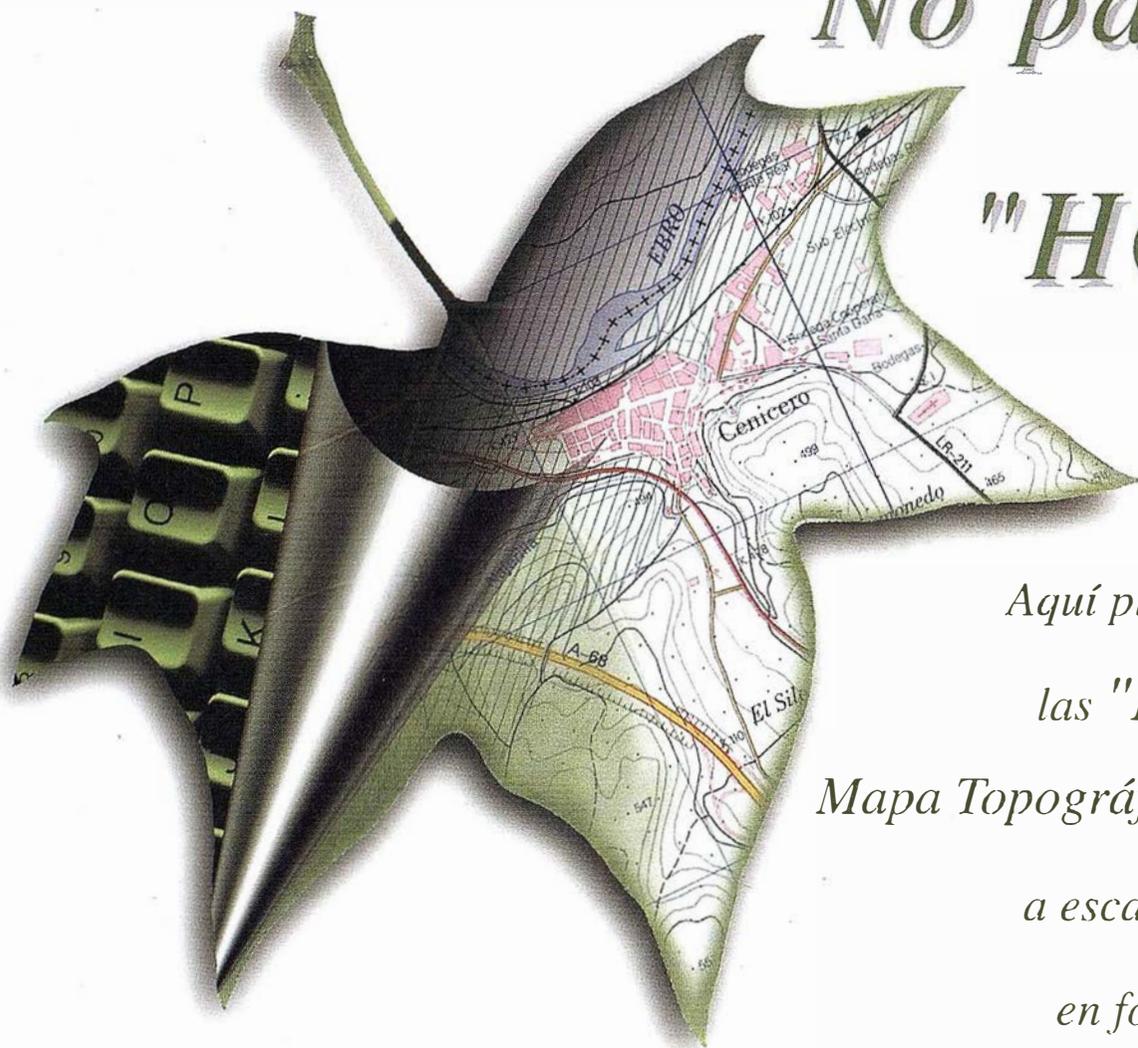


PRECIO 6 EUROS

Nº 76 MARZO 2002

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

# No pase la "HOJA"



*Aquí puede encontrar  
las "HOJAS" del  
Mapa Topográfico Nacional  
a escala 1:25.000  
en forma digital.*

**I**mprescindible en proyectos de...

- √ Redes de distribución, √ Puntos de venta, √ Localización de mercados, √ Tendidos eléctricos,
- √ Previsión de riesgos, √ Optimización de rutas, √ Obra civil,
- √ Estudios medioambientales, demográficos, etc.

**P**roductos disponibles:

Base de Datos 1: 25.000 (BCN25), Base de Datos 1: 200.000 (BCN200), Base de Datos 1:1.000.000 (BCN1000),  
Modelo Digital del Terreno (MDT25), (MDT200) y (MDT1000), Base de Datos Monotemáticos,  
Mapa de Usos del Suelo (Corine-Land Cover), Datos Teledetección (Landsat TM)  
(Spot Pancromático), Líneas Límite (Varias escalas).

## Integración y Análisis de datos vía Web

La tecnología GeoMedia y los Sistemas de Información (IT) son los engranajes que, acoplándose perfectamente, unifican con facilidad toda la información que su negocio necesita.

Trabaje libremente con los datos corporativos de su empresa, GeoMedia® integra el GIS con los Sistemas de Información, proporcionando un acceso fácil y completo a los datos geográficos. Podrá extraer datos de sistemas existentes y unificarlos en un entorno único y abierto, aumentando el valor total de la suma del GIS y el IT en su empresa.

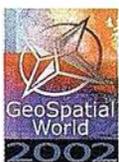
Sin ser un experto en GIS le sacará partido a GeoMedia, que es intuitivo y fácil de usar. Su arquitectura abierta permite a numerosos usuarios emplear simultáneamente múltiples fuentes de datos y proyecciones geográficas, analizando toda la información en una simple ventana de mapa. La solución GeoMedia Web integra datos de diferentes fuentes y de manera transparente, permitiéndole incorporar datos en formato nativo a su flujo de trabajo. Estas soluciones ofrecen análisis en tiempo real para explotar estos datos. En cualquier lugar. En cualquier momento.

Las soluciones de GeoMedia Web son flexibles, abiertas y escalables. Proporcionan acceso sin precedentes a la información geográfica, permitiendo creación, edición y análisis; en resumen: explotación completa de información inteligente a través de la Web. GeoMedia pone todas las piezas juntas, dando al usuario el poder para la toma acertada de decisiones.

Para más información acerca de las soluciones de Intergraph, visite [www.intergraph.com/gis](http://www.intergraph.com/gis).

BRINGING  
IT TOGETHER.

 **GeoMedia**



**Register Today!**  
**GeoSpatial World 2002**

The Intergraph GeoSpatial Users Community  
International Training and Management Conference  
June 10-12, Atlanta, Georgia USA • [www.intergraph.com/geospatialworld](http://www.intergraph.com/geospatialworld)



**INTERGRAPH**  
Mapping and GIS Solutions

# MAPPING

## SUMARIO

6 ¡HABLEMOS DE LA FOTOGRAMETRÍA!

7 PRIMERA CHARLA IMPARTIDA POR EL PROF. F. ACKERMANN: «VISTA RETROSPECTIVA SOBRE EL PROGRESO DE LA FOTOGRAMETRÍA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS».

16 PRESENTACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTOS INPHO. POR JUKKA HAKALA, DIRECTOR GERENTE DE INPHO.

26 SEGUNDA CHARLA IMPARTIDA POR EL PROF. F. ACKERMANN: «AEROTRIANGULACIÓN AUTOMÁTICA CON GPS Y SISTEMAS INERCIALES».

53 LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA RED DE CARRETERAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID: UNA ENCUESTA PIONERA.

60 APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS SIG PARA LA REALIZACIÓN DE UNA CLASIFICACIÓN DE USOS DE SUELO HÍBRIDA PARAMÉTRICA-NO PARAMÉTRICA A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE LANSAT TM.

74 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE UNA RED LOCAL GPS.

82 «PROYECTO PILOTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EXTREMADURA» (II).

88 UTILIZACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y CALIDAD AMBIENTAL.

**Foto Portada:** Cedida por GTB.IBÉRICA. Organizo su 1ª Jornada Fotogramétrica en Madrid.  
**Edita:** CAR SIGMA CARTOGRÁFICA, S.L. **Director de Publicaciones:** D. José Ignacio Nadal.  
**Redacción, Administración y Publicación:** C/ Hileras, 4 - 2º, 28013 Madrid - Tel. 91 547 11 16  
Fax: 91 547 74 69 - [http:// www.mappinginteractivo.com](http://www.mappinginteractivo.com), E-mail: [mapping@ctv.es](mailto:mapping@ctv.es) **Diseño Portada:** R & A MARKETING **Fotomecánica:** P.C. FOTOCOMPOSICIÓN **Impresión:** COMGRAFIC  
**ISSN:** 1.131-9.100 **Dep. Legal:** B-4.987-92.



El nuevo sistema de Topcon para una sola persona para levantamientos y replanteos, está basado en un principio exclusivo, el enlace de datos óptico de comunicación entre el prisma y el instrumento. El sistema se compone de la estación total GTS-800A, y del pequeño dispositivo de control remoto RC-2.

Utilizando el RC-2, el topógrafo puede "hablar" con la estación total, dando instrucciones para medir y decirle al instrumento donde está el prisma después de perderlo. La función "Rápida Localización" es la mayor ventaja del sistema, permitiendo que el instrumento nos localice después de haber perdido contacto con el prisma en cuestión de segundos. Aún más, la estación total puede "contestar" al topógrafo, enviándole todos los datos medidos para su almacenamiento en la unidad de control.

# El más Rápido Sistema para Topografía de una Sola Persona

ENLACE DE DATOS EXCLUSIVO DE 2 VÍAS



Frederic Mompou 5 - ED. EURO 3  
08960 SANT JUST DESVERN  
Tel.: 93 470 40 57  
Fax: 93 473 39 32

Av. Burgos, 16 E, 1º  
28036 MADRID  
Tel.: 91 302 41 29  
Fax: 91 383 38 90

Av. Guardia Civil, 30  
(esquina Av. Cataluña)  
46020 VALENCIA  
Tel./Fax: 96 362 13 25

Urtzaile, 1 Bajo  
ED. AURRERA  
20600 EIBAR (GUIPUZCOA)  
Tel./Fax: 943 120 300

Av. Luis de Morales, 37  
ED FORUM, Pl. 1º, Mod. 22  
41018 SEVILLA  
Tel./Fax: 95 454 14 76

E-mail: [topografia@topcon.es](mailto:topografia@topcon.es)

<http://www.topcon.es>

**Creation**  
TOPCON - 2002  
70 years of inspired creation

PARA MÁS DETALLES VISITAR  
[www.topconeurope.com](http://www.topconeurope.com)

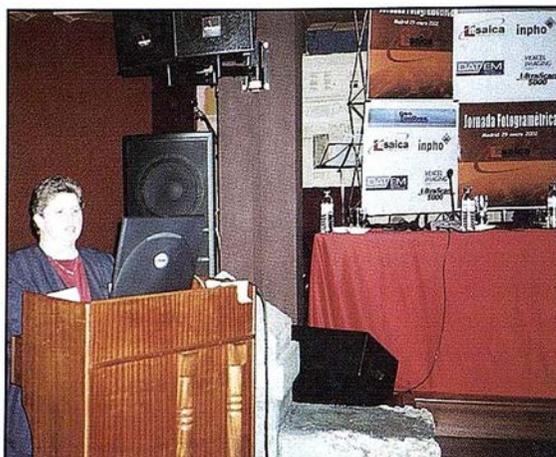


# ¡Hablemos de la Fotogrametría!

El día 29 de enero, gtbibérica, antiguamente ITSaica, organizó su primera Jornada Fotogramétrica. El acontecimiento tuvo una gran acogida por parte de los asistentes, los cuales nos expresaron su gran satisfacción por haber podido asistir a la Jornada. Nuestro interés es poder juntar de forma periódica a los profesionales de la fotogrametría, para que podamos compartir con ellos los nuevos desarrollos conseguidos. El cambio de nombre de ITSaica a gtbibérica responde al deseo de integrar la empresa aun más en apoyo a nuestros clientes, y de dar un excelente servicio pre y post venta.

GeoToolBox es un consorcio formado por diversas empresas relacionadas con el desarrollo de software y hardware para fotogrametría, y que abarcan todo el proceso fotogramétrico. Entre ellos están INPHO, Vexcel Imaging Austria y DAT-EM, con los que gtbibérica tiene un trato muy estrecho.

El propósito de la jornada fue cuádruple. Por un lado el poder juntar a los usuarios de productos GeoToolBox con los máximos responsables de las empresas que desarrollan estos productos, buscando el intercambio de inquietudes. También el presentar la gama de productos GeoToolBox, de



los que gtbibérica es distribuidora. Por otro lado queríamos que la gente disfrutase de unas conferencias amenas y tremendamente interesantes, impartidas por el padre de la fotogrametría moderna, el Prof. Ackermann. Como cuarto objetivo nos planteamos el que nos pudiésemos reunir en un ambiente distendido, que facilitase el diálogo entre los asistentes. En este fin, organizamos la Jornada en una sala de sabor cubano, invitamos a los asistentes a un ágape y amenizamos el final de la jornada con una orquesta cubana. Ciertamente creemos que fue un gran éxito.

La mañana se centró en la reunión de usuarios, en la que los representantes de las principales empresas de GeoToolBox comentaron las nuevas funcionalidades de sus productos. Pudimos escuchar a Rhonda Lucas, Ejecutiva Comercial de DAT-EM, Jukka Hakala, Director Gerente de INPHO y Michael Gruber, Director de Negocios de Vexcel Imaging Austria.

Como he comentado, tuvimos el enorme placer de contar con la presencia del Prof. Ackermann, gracias a cuyos desarrollos muchos de nosotros nos ganamos la vida. Friedrich Ackermann ha dedicado toda su vida profesional a



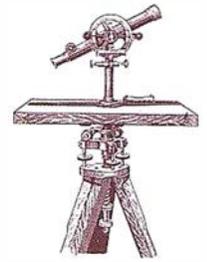
la fotogrametría. Ha trabajado en la empresa privada, ha desempeñado importantes cargos en instituciones públicas y privadas, posee un innumerable número de distinciones internacionales por sus importantes aportaciones a la fotogrametría y el número de publicaciones científicas que ha publicado alcanza es de más de ciento setenta. Fue socio fundador de INPHO, (research INstitute of PHOtogrammetric information processing), desarrolladora de aplicaciones integrales para fotogrametría.

Este bagaje profesional le ha llevado a dar conferencias en numerosos países (USA, Canadá, Brasil, América Central y del Sur, India, Nepal, Tailandia, Australia, Indonesia, China, Japón,...), entre los que ahora esta España. No hay duda de que sus importantes desarrollos de métodos para el procesado automático de imágenes, para aerotriangulación, generación de MDT's, generación de mosaicos por compensación radiométrica y producción de ortofotos, han dado un importantísimo impulso a la fotogrametría moderna, la fotogrametría digital.

Es las siguientes páginas podrán leer las dos conferencias que impartió el Prof. Ackermann y la interesante muestra de los productos GeoToolBox que hizo Jukka Hakala.



# 1ª Charla impartida por el Prof. F. Ackermann: «Vista retrospectiva sobre el progreso de la fotogrametría en las últimas décadas»



La fotogrametría es el arte o la técnica de obtener información de fotografías, generalmente de fotografías aéreas, y dicha información tiene 3 niveles distintos. Para empezar tenemos la información física, en forma de color, como longitud de onda. Esto es más bien teledetección, componente que la fotogrametría convencional no ha estado implicada. Si que lo ha estado en la precisión geométrica, la medida de puntos, formas y demás. En tercer lugar, como componente que nunca se reconoció, es la información semántica, en el sentido de reconocer los objetos del mundo real, el evaluar los objetos, cosa que siempre ha hecho el operador y nunca nos pareció un problema pero ahora, en la fotogrametría digital, cuando intentamos automatizar estos procesos nos damos cuenta de lo difícil que es reconocer una cosa como tal. Así, siempre hemos diferenciado la información física, la precisión (como información métrica) y la interpretación o el reconocimiento de los objetos.

La fotogrametría siempre a estado impulsada por la tecnología, esto es importante y hay que mencionarlo, porque empezó con la invención de la fotografía y luego siguió con los aviones, ningún usuario había pedido una imagen con datos GPS, ninguno había pedido una imagen digital, pero sin embargo estos nuevos desarrollos aparecieron. Estas eran tecnologías ya desarrolladas que nosotros empezamos a utilizar para tal o cual aplicación.

No quiero entrar en detalle en este tema pero, para mí, desde el punto de vista filosófico, he notado en mi propio trabajo que herramientas como

los ordenadores pueden hacer mucho más de lo que nosotros realmente pensamos que pueden hacer. Al principio las herramientas, la tecnología, abren nuevas aplicaciones y nosotros hacemos uso de estas herramientas, y hoy en día las herramientas son tan poderosas que todavía no hemos podido investigar toda la utilidad de ellas.

En cuanto a las fases del desarrollo de la fotogrametría, para empezar teníamos fotogrametría analógica hasta el año 70 o 75, luego tuvimos fotogrametría analítica, sobre lo que volveré más adelante. En los últimos 10 años la fotogrametría digital ha sufrido un desarrollo espectacular, enorme.

La clasificación de acuerdo con los instrumentos es solo una parte de la historia. El término analógico implica mucho más, es un concepto, porque en aquel entonces todo era algo gráfico, La fotogrametría era para hacer mapas, era para la cartografía, era realmente un proceso analógico. Incluso se vendía en aquel entonces que la fotogrametría era «el arte para evitar tener que hacer cálculos», que se decía al alumno. Hoy los alumnos se ríen de esto, pero era la única manera de hacerlo, porque las herramientas para hacer cálculos sencillamente no estaban disponibles, no existían, y por lo tanto la mejor manera de tener éxito era el evitar tener que hacer cálculos. Cuando esto se



lo decía a mis alumnos muchas veces les comentaba «bueno, no importa que ustedes hoy digan que ya no saben como nosotros trabajábamos en los 50, como trabajamos en la fotogrametría en el pasado», pero lo que resulta realmente peligroso es que no se puedan ni imaginar el poder hacer trabajos sin ordenador. Hoy en día ya sé que es prácticamente inconcebible, pero en aquel entonces era todo lo contrario, no se podía trabajar de otra manera.

Otra cosa también importante es que en aquel entonces era normal que el operador humano trabajara en la construcción, en levantamiento de los planos, etc., y esta persona tenía el conocimiento de la vida real en su mente, gracias a su experiencia de vida, y solo hoy, cuando intentamos automatizar ciertos procesos, nos damos cuenta de la complejidad de este proceso.

El siguiente paso fue la fotogrametría analítica, que empezó aproximadamente en los 70 o 75, y ahí el restituidor analítico fue lo que se utilizaba, es el ejemplo del instrumento de aquel entonces y era un ordenador digital lo que se utilizaba para relacionar las imágenes con los puntos en el terreno a través de este instrumento. Esto era posible esencialmente por que en los 70 salieron los primeros ordenadores digitales, que aunque no eran muy poderosos si eran suficientemente capaces para esta tarea. Pero una vez más el instrumento era solo una parte más del proceso, pero lo realmente importante en mi opinión era que la fotogrametría analítica se abrió a los métodos numéricos. El ordenador, como herramienta para procesar datos, fue una novedad decisiva en la fotogrametría analítica, que permitía hacer medidas de puntos de forma numérica. El restituidor no había sido modificado mucho en comparación con el instrumento analógico, porque el operador seguía dibujando las líneas y haciendo los planos, pero, como digo, lo más importante era el hecho de que teníamos la posibilidad de realizar un procesado de los datos independiente de la captura de

estos, off line, y eso fue un nuevo paso a delante que representó o ayudó a tener éxito en este campo de la fotogrametría analítica.

Lo que más nos interesa en este contexto es la triangulación aérea y los modelos digitales del terreno, pues son los elementos clave que se desarrollaron en los años 70. En el Instituto de Fotogrametría de Stuttgart tuve la suerte de poder contribuir a estas novedades.

En lo que respecta a los modelos digitales del terreno, el modelo tradicional es un modelo cuadrículado, en cuadrículas o mallas, que de una forma más exigente se representaría mediante curvas de nivel. Todo esto se pudo desarrollar con el ordenador en los años 70. Por entonces ya se desarrollo la primera versión del programa SCOP. Ya por entonces empezamos a ver los principales pasos, las medidas o adquisición de datos a través de un restituidor analítico, la interpolación, la computación del modelo, del que obtenemos un modelo de elevación digital, que es un producto autónomo que se podía utilizar para muchas cosas, pero que en aquel entonces esto se veía entorpecido por la escasez y limitación de los programas informáticos. Esta limitación hoy se ha vencido, pero en aquel entonces la idea era hacer simplemente la derivación de las curvas de nivel con el SCOP (Stuttgart Country Program).. El caso es que el modelo digital del terreno fue uno de los logros más importantes en la fotogrametría digital, junto con la triangulación aérea, es decir el ajuste por bloques. Esto fue desarrollado a principios de los 70, de donde se pasó rápidamente a los grandes bloques, mientras que los requisitos en cuanto al control del terreno se fueron reduciendo utilizando el autocalibrado.. El automatismo del proceso es muy estándar y todos los programas lo incluyen.

Todo esto se desarrollo en aquel entonces y un gran segundo paso en el desarrollo de la fotogrametría, sobre lo que voy a hablar en mi segunda conferencia, es relativo a los que apor-

tan los datos adicionales de las observaciones GPS.

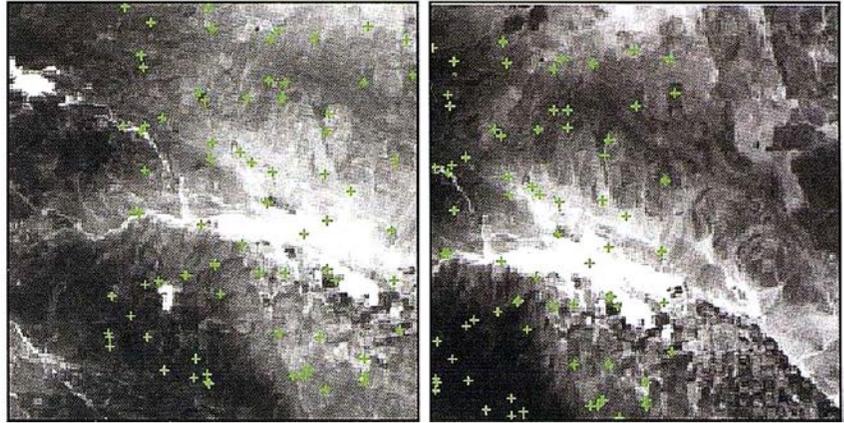
El desarrollo de la triangulación aérea en los años 70 impulsó la fotogrametría y la elevó a un nuevo nivel de rendimiento, de eficacia, de precisión y a sido aplicada en la práctica diaria desde entonces. Bueno, como profesor, claro que tengo que mostrar el planteamiento básico para la triangulación aérea o aerotriangulación. Tenemos las medidas y los parámetros desconocidos, los puntos del terreno y las coordenadas, que en principio es un planteamiento sencillo y lo único que habría que hacer es resolver este sistema, que es no lineal y que por lo tanto tenemos que empezar con valores aproximados, linealizar. Luego, el proceso de resolución sigue adelante y hoy en día todos los alumnos lo pueden hacer perfectamente con cualquier ordenador personal, pero en 1969 las cosas eran muy distintas.

Fui al centro de informática de nuestra universidad y supuse que iban a tener un programa para resolver las ecuaciones lineales, pues es lo que nos hacia falta aquí, y si, efectivamente había diez de ellos, pero todos solo eran capaces de solucionar ecuaciones con 100 puntos desconocidos. Ante esto, yo dije «pues necesito un programa que por lo menos resuelva ecuaciones con 5.000 puntos desconocidos». Tuvimos que desarrollarlo nosotros mismos, lo que llevó entre uno y dos años. Una vez que yo tenía la idea en mi mente y con un poco de empeño se pudo lograr la solución, que además funcionó bien, mediante una solución directa que resolvía cualquier tamaño de bloque[SP2], cualquier número de puntos, cualquier tratamiento,... Era muy sencillo mirando hacia atrás, pero claro, cada avance llevó 2 o 3 años y no fue en absoluto fácil hacerlo.

Desde el punto de vista general, la fotogrametría analítica hoy en día la vemos como periodo de transición desde la fotogrametría analógica a la fotogrametría digital. Desde hace diez años estamos en el periodo de la fotogrametría digital, y ha habido muchas novedades y muchos éxitos

con esta técnica, gracias fundamentalmente al hecho de estar basada en la tecnología, la cual ha proporcionado ordenadores mucho más poderosos y más rápidos, un espacio de almacenamiento mucho mayor, que da la posibilidad de pensar la posibilidad de imágenes digitales. También a habido novedades electrónicas en relación con las imágenes digitales, que eran el punto de partida de la fotogrametría digital. En cuanto los restituidores y otros instrumentos, ahora tenemos las estaciones de trabajo estéreo, es decir, tenemos una pantalla y un ratón para hacer los bloques. En este sentido la estación de imagen en estéreo no era muy diferente del restituidor analítico, por lo menos en cuanto al trabajo del operador que se dedica a la restitución. Lo realmente importante de este avance y esto va a ser mi punto de arranque, no se trata de la imagen digital en si, sino las prestaciones de trabajo con esas imágenes digitales, el procesado de la imagen y la posibilidad de automatizar muchas de las tareas. Es de esto de lo que voy a hablar con algo más de detalle.

Una imagen digital es una fotografía que se transforma en una serie de píxeles con ciertos valores de luminosidad distribuidos en forma de matriz. Por supuesto interviene también hay algo de hardware implicado en todo esto, como son las cámaras digitales. Estas cámaras digitales estaban disponibles solo para la fotografía de cerca, y para trabajos aéreos ahora se están desarrollando y hasta el momento y creo que en el futuro próximo estas imágenes digitales serán producidas por escáneres. Acabamos de oír esta mañana hablar del escáner Vexcel, que son sencillamente instrumentos para digitalizar fotografías existentes y convertirlos de este modo en imágenes digitales. Luego tenemos la generación de imágenes estéreo, que es sencillamente un ordenador con pantalla para hacer las observaciones. El resto del proceso de tratamiento digital de imágenes se deriva al ordenador y es el resultado del uso del ordenador. Esto es realmente lo principal, que me lleva al punto central: el progreso im-



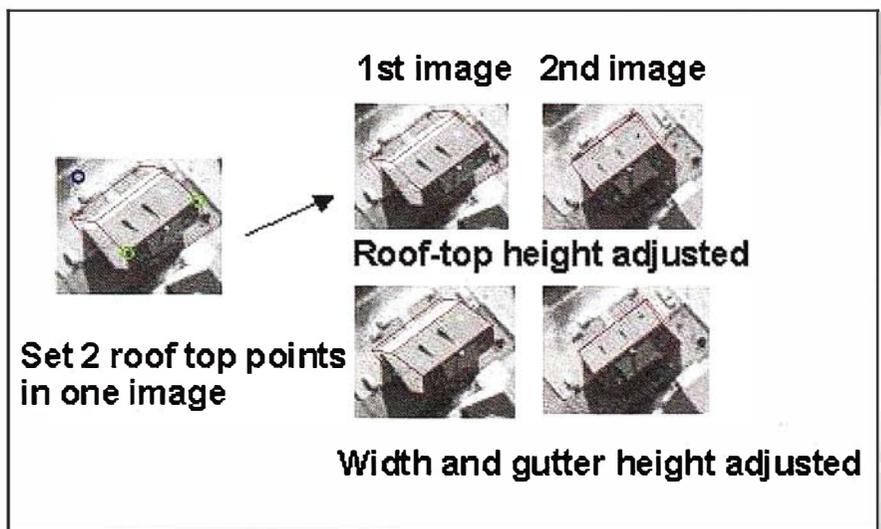
**Automatización de puntos de paso**

portante en la fotogrametría tiene que ver con la potencia del procesamiento de las imágenes. Ahora que podemos procesar imágenes podemos hacer todo tipo de cálculos y no voy hablar de lo que se denominan operaciones a bajo nivel (operaciones elementales de transformación de imágenes).

Las transformaciones de las imágenes son procesos digitales y por lo tanto son fáciles; la modificación de contraste para la mejora de la imagen, el procesado de los datos, autoproyección, bueno, todo esto es relativamente sencillo que pueden llevarse a cabo con las imágenes digitales. La capacidad de almacenamiento y la memoria de los ordenadores modernos es enorme, una sola fotografía tiene probablemente 600 megabytes de datos digitales y mostrare más adelante, en la segunda presentación, un bloque

digital con 1700 fotografías que ocupan 300 gigabytes de datos. Estas cosas sencillamente no eran concebibles hace 15 años pero ahora resulta posible, quizás no sea algo que se hace a diario pero es algo que se puede hacer, estamos a un nivel tan alto de rendimiento técnico en nuestros ordenadores que realmente podemos hacer cosas muy importantes. Por lo tanto lo importante no es solamente el procesado de las imágenes sino la posibilidad de automatizar las operaciones, de forma que ahora automatizamos tareas que, hasta el momento y solo en la fotogrametría analítica, lo podía hacer el operador. Ahora intentamos sustituir al operador en una serie de operaciones importantes.

Todo empezó con lo que se denomina la correlación de imágenes por pirámides. Hace ya 30 años tenía-



**Detección automática de edificios a través de InJect**

mos la idea de esta correlación de imágenes, claro ahora son imágenes digitales y es posible la correlación automática, pero por entonces lo que teníamos que hacer para obtener una medida en estéreo era que el experto mirase con un ojo cada fotograma del par estereoscópico y tener una fusión en estéreo. Esto era lo más parecido a la correlación que hoy conocemos. Esto ahora se hace a través del ordenador y es muy sencillo, tenemos dos imágenes digitales que forman un par estereoscópico por separado, unimos las imágenes hasta que concuerdan y esta es la medida estereoscópica. Para automatizar este proceso es necesario contemplar una transformación geométrica y otra radiométrica, que da lugar a una correlación de imágenes con ocho parámetros lineales. Esto es un planteamiento que funcionaba perfectamente y resultó para todo el mundo una sorpresa. En Europa, fue el Instituto de Fotogrametría de Stuttgart uno de los primeros en desarrollar este tema, mediante una solución mínimo cuadrática. La sorpresa fue la precisión de esta correlación de imágenes, pues se llegó a una precisión de 0,1 o 0,2 píxeles, por debajo de un píxel.

La correlación de imágenes ya se conocía por entonces, pero no se pensó que podría ser útil en el ámbito de la fotogrametría digital. Realmente no éramos los que inventamos totalmente este sistema, porque ya Jukka Hakala (Director Gerente de INPHO) lo había utilizado en los Estados Unidos años antes pero lo había abandonado, y no sabía que estábamos también trabajando en este campo de la correlación de imágenes. Él lo dejó porque verifico que el sistema divergía si la aproximación no era muy buena, a dos o tres píxeles del resultado final. Estos primeros resultados de Jukka Hakala no eran muy precisos, pero esta correlación de imágenes fue la base de una serie de procesos de automatización muy importantes.

En un principio se utilizó la correlación automática para generar modelos digitales del terreno, de lo que hablaré luego con más detalle, en la se-

gunda presentación. Luego se empezó a utilizar para la transformación automática de puntos, sobre lo que INFO trabaja ahora con el programa Match-AT y otros. Como he dicho, yo no hice el desarrollo, pero sí que aporté el concepto, la estrategia. La aerotriangulación digital no es más que un modelo digital del terreno automático, sin operador, y es muy cierto es que ha sido el primer éxito y los primeros pasos que se dieron hacia la automatización con fotogrametría digital.

Ahora me gustaría hacer unos comentarios sobre los modelos digitales del terreno. Antes un operador medía una serie de puntos en el terreno y la modelización digital del terreno se hacía de otra manera. El operador evidentemente es mucho más lento que el método automático. Así, en aquella época se medían 5.000 puntos en un terreno en modalidad estereoscópica en 2 o 3 horas y luego se hacía una interpolación. Este resultaba un método muy lento. Ahora, con los procedimientos automáticos, en lugar de hablar de 5.000 puntos, podemos hablar de 500.000 o incluso 1.000.000 de puntos, y no en dos horas sino en diez minutos o menos. Ahora estamos a un nivel totalmente diferente de rendimiento, de potencia y lo cierto es que ahora ya hacemos las cosas de manera automatizada, lo más importante de esto.

Antes se medía el menor número posible de puntos, los absolutamente necesarios para que caracterizaran el terreno. Luego se interpolaban el resto de los puntos de la malla que fuese a definir el modelo digital del terreno. Ahora, con la medición automática, se miden cien veces más de puntos. Con esta gran cantidad de puntos y empleando el método de elementos finitos, se obtiene un ajuste, no una interpolación. Por lo tanto estamos hablando ya de un método matemático totalmente diferente, que permite detectar los puntos que tengan error en su medida, mientras con los modelos anteriores, no había manera de localizar estos puntos erróneos. De pronto nos encontramos con una situación mucho más

fiable, más precisa y que nos permite controlar los resultados. Las nuevas herramientas que están a nuestra disposición dan lugar a nuevas situaciones, a nuevos conceptos y a nuevos métodos, que están generando una nueva base metódica.

La situación, evidentemente, no es tan fácil como suena, hay que abordar estos modelos teóricos siguiendo una serie de pasos. Siguiendo esta pirámide de imágenes, empezamos con píxeles muy gruesos, de 600 micras por ejemplo. Primero tenemos un MDT de píxeles muy gruesos, del que pasamos a 320 micras y finalmente a un modelo digital de terreno definitivo mucho más preciso, de hasta 20 micras. Los resultados son realmente muy buenos en los MDT, incluso con diferentes tamaños de píxeles obtenemos el mismo resultado sobre terrenos montañosos con muchas rocas.

Con la aerotriangulación digital nos encontramos en una situación muy parecida a la que se daba en la aerotriangulación analítica. La cuestión era que se pudiese automatizar ese proceso. Lo primero era que el operador eligiese puntos de paso para hacer la transferencia de puntos. Luego se hacían las mediciones con un restituidor analítico y finalmente se ajustaba. Según este método clásico, solamente el ajuste de bloques se hacía automáticamente, sin intervención humana, con lo que la pregunta es ¿se pueden automatizar también las dos primeras etapas?. Ahora veremos que sí se puede hacer con la correlación de imágenes.

Lo más importante en la aerotriangulación consiste en identificar puntos de paso y transferirlos de una fotografía a otra. Tradicionalmente el operador tenía que escoger esos puntos de paso, según el patrón típico de puntos de paso, y transferirlos de una fotografía a otra de forma manual. Así, en puntos de paso entre dos pasadas, el operador tenía que identificar un solo punto en hasta seis fotografías. Ahora la selección de estos puntos no la hace el operador sino que la hace el ordenador de for-



ma automática. A continuación el mismo ordenador hace la transferencia de puntos de una fotografía a la otra, en búsqueda de una estrategia de plena automatización. La ventaja del método automático es que ahora podemos utilizar más puntos de paso que cuando se utiliza el método convencional, normalmente había 9 puntos de paso por imagen en las posiciones estándar, pero ahora podemos hablar de grupos de seis o diez de puntos en lugar de uno solo en esas posiciones estándar. De pronto nos encontramos con cientos de puntos de paso, lo que tiene dos ventajas; se pueden ver rápidamente los errores y también mejora la precisión, pues la precisión de ese grupo de puntos es mejor que la de uno solo. Los resultados la verdad es que son muy buenos, muy precisos y estas cosas realmente están empezando a funcionar con mucho éxito.

La automatización es en realidad simplemente un algoritmo, algo mecánico. Antes, para la generación de un MDT/MDE, la inteligencia del operador se utilizaba, era necesaria, pues se utilizaban solo unos pocos puntos y había que colocarlos en lugares característicos del terreno. Ahora, si tienes cientos o miles de puntos, eso da igual, no hace falta tener una estrategia para saber cuáles son los puntos correctos y los que no, tienes tantos puntos que da igual.

Lo mismo se puede decir sobre la transferencia de puntos en la aerotriangulación analítica. Es decir, que con este procedimiento tenemos todas las operaciones de fotogrametría que se pueden automatizar sin necesidad de incorporar demasiada inteligencia. Yo siempre digo que la inteligencia es sustituible por la redundancia. Si tengo cien veces más puntos no necesito ya inteligencia.

Tenemos adquisición de datos, corrección, almacenamiento, modelos digitales del terreno, fotos..., todo esto se hace de forma automática, pero ya cuando intentamos identificar elementos del mundo real, como son las carreteras, los ríos... y que no están definidos matemáticamente, sino que son cosas que reconocemos nosotros en las imágenes, aparece un difícil problema.

La cuestión es ¿podemos llevar la automatización más lejos todavía?. La automatización de la interpretación semántica, el reconocimiento de los objetos del mundo real por parte de los ordenadores, se ha convertido en algo esencial, es el nuevo reto en el campo de la fotogrametría. Ya estamos en camino, en el buen camino, pues ya estamos del reconocimiento semiautomático de edificios, como se ha conseguido con el producto InJect.

Las extracciones de edificios totalmente automáticas a partir de pares estereoscópicos es un proceso muy complicado, que básicamente consiste en averiguar donde hay una casa, un bloque. Esto se hace con un modelo de terreno especial, que demuestra que una casa es un bulto en el modelo digital del terreno, donde se buscan líneas de contraste, bordes... Esto se hace comparando este modelo especial con un modelo matemático. Ese es el principio de la inteligencia artificial, que es el hecho de comparar modelos almacenados con el resultado real de la observación del terreno, buscando el encaje de un modelo almacenado a priori o con el modelo del «mundo real». Se tienen distintos tipos de casas, de formas, almacenadas en el ordenador y lo único que se hace es identificar la solución que más se aproxima a la realidad. Esto se puede hacer pero evidentemente hay problemas, como por ejemplo si te encuentras de pronto con un castillo francés, porque ya no resulta tan fácil de identificar si se trata de chalets adosados o de un castillo. En cualquier caso es un modelo que ya funciona y podemos penetrar en este problema de identificación de objetos yendo paso por paso, empleando la potencia que nos dan todas las herramientas de procesamiento de imágenes digitales con extracción de líneas, detección de bordes...

La verdad es que este tipo de herramientas va a funcionar muy bien, al igual de aquellas que realizan la extracción automática de carreteras. Hay también problemas, porque a veces hay sombras sobre la carretera, obstrucciones..., pero lo cierto es que los resultados que se han obtenido son bastante razonables y, aunque la cuestión no esté todavía resuelta, los primeros pasos ya se están dando en este sentido y resultan muy prometedores. En general podemos decir que siguen siendo un desafío, un reto para los desarrolladores de software y para los científicos el conseguir que el automatismo llegue lo más lejos posible y que pueda reconocer ese tipo de cosas, de forma que el operador no tenga que tomar mediciones y que solo se dedique a guiar u orientar a



la maquina, sacar ciertos resultados complejos, pero que en cualquier caso no tenga que hacer todo el trabajo de tomar medidas. Desde luego que en los próximos años podemos esperar que se produzca un gran progreso en el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

En lo que respecta al desarrollo de la fotogrametría digital no solamente consiste en la mejora del procesamiento de imágenes, sino también en la generación de nuevos sensores. Este a sido un desarrollo totalmente independiente del que se ha producido en el ámbito de la comparación o correlación de imágenes, y

que tiene que ver con el desarrollo de la electrónica que se ha producido en los últimos diez o quince años. Ahora los sensores van equipados con un sistema de orientación GPS y otro inercial (INS) para la determinación de altitud. E Este va a ser el tema de mi segunda conferencia, donde trataré con más detalle todos estos temas.

Lo que respecta al GPS, la verdad es que ha tenido un efecto importante, pues ya estamos hablando de una altísima precisión en el posicionamiento de la cámara sobre un objeto volante, siempre sobre la base de una serie de operaciones de onda

portadora y por este motivo hay que hacerlo en relación con estaciones terrestres GPS, esta es la situación actual y los resultados como digo son muy buenos. Empezamos a trabajar en esto en el año 88 o el 89 y por entonces había que confiar en las medidas por pseudocódigo y obteníamos unas precisiones de no más de diez metros. Actualmente, a través de la medida de fase y trabajando con referencia a estaciones GPS fijas en tierra estamos hablando de precisiones en el posicionamiento absoluto de las cámaras aéreas de diez centímetros. Empezamos entonces a hacer ese desarrollo y cuando empezamos a hablar de una precisión de 10 cm. en lo que respecta al posicionamiento GPS, se nos presentó un problema y es que estas mediciones fase tienen necesitan conocer la ambigüedad de fase, pues estas mediciones miden únicamente las últimas longitudes de onda, de 20 cm. de longitud más o menos, con una precisión de pocos milímetros. El problema es que hasta los 20.000 kilómetros de altitud, que es donde esta el satélite, no se sabe cuantos ciclos hay de esa onda, no sabes cuál es la distancia real, solamente conoces la última parte que se ha medido de forma precisa. Entonces es cuando se produce el problema de ambigüedad de fase, eso se puede resol-



ver si haces el despegue a partir de un punto de coordenadas conocidas. Pero cuando estas volando en un avión y das vueltas, las señales pueden desaparecer, con lo que se pierde la ambigüedad y hay que restaurarla. Hace 10 años, al principio de los años 90, esto no era posible, teníamos que confiar en el posicionamiento por pseudocódigo, que era solamente válido para 10 m. y había entonces errores de desviación de deriva. Estas correcciones de deriva, que eran lineales afortunadamente, las incluíamos en el ajuste combinado, junto con las coordenadas de posición de la cámara GPS. El problema es que si lo haces así, empiezas a tener problemas de singularidad matemática y hay que hacer algo respecto. Esto se solucionaba haciendo pasadas transversales. Se computaba el ajuste combinado y el resultado es que podías tener una estación terrestre muy lejos. Eso lo hicimos ya en el año 92, hicimos una prueba en la que teníamos una estación terrestre en una zona y otra a 500 kilómetros de distancia, si procesabas a ambos con este método eran idénticos los resultados, la diferencia era de un centímetro a lo mejor, los resultados eran magníficos.

El GPS ha cambiado la triangulación fotométrica en muchos sentidos. El patrón clásico de control terrestre exigía tener un control horizontal a lo largo del perímetro del bloque a aerotriangular, además de tener cadenas verticales de puntos de apoyo para control vertical. Ahora, el hecho de tener el posicionamiento de la cámara con precisión de diez centímetros, es como tener un control terrestre no solo de la tierra sino en el aire. Estos bloques GPS son excelentes y se pueden controlar muy bien internamente, por eso la precisión del bloque ahora no es controlado por elementos de control terrestre sino por medidas GPS en el avión. El control terrestre solamente hace falta para la transformación definitiva. Realmente a sido un hito, sobre

todo en términos de economía, porque lo cierto es que el control terrestre empezó a resultar mucho más fácil.

El último paso son los sistemas inerciales, que pueden determinar la actitud de las imágenes. Estos sistemas inerciales, sobre los que no quiero hablar mucho, dan unas precisiones de entre diez y veinte segundos, lo que significa que todavía no es suficiente pero que nos estamos acercando y puede ser que llegue el día en que estaremos midiendo los elementos de orientación directamente. Si esto llegase a funcionar, no sería necesario hacer aerotriangulación, por lo que ochenta años de desarrollo se podrían tirar a la papelera. Tenemos otros sensores en los que la orientación absoluta es obligatoria, como es el ejemplo del láser. Para aplicaciones de este tipo, los sistemas GPS combinados con sistema inerciales (INS) están dando resultados satisfactorios, lo que hace de estas aplicaciones unos instrumentos muy valiosos (para ciertos trabajos, claro está), pues a la utilidad del GPS/INS se une la propiedad del láser de atravesar la vegetación y poder medir perfiles en zonas de bosques.

Esto es todo lo que les quería comentar en esta visión panorámica que les acabo de dar. Como pueden ver, después de muchos avances importantes en el campo de la fotogrametría, hemos llegado a un nivel en el que las cosas están mejorando de forma exponencial, y se esta produciendo explosión de desarrollos y avances, lo que nos está empujando a entrar en una nueva era en el mundo de la fotogrametría. Ya no nos preocupa tanto como hacer orientación relativa, ni como medir la transferencia de puntos, ni como medir tal cosa o tal otra, ..., estoy exagerando un poco evidentemente. La verdad es que esta bien tener a gente que conozca todas esas cosas, pero bueno, lo cierto es que todas esas cosas ahora se están automatizando y

si somos capaces de automatizar gran parte de la extracción de objetos, por ejemplo de casas, edificios, ríos, carreteras..., sería algo realmente útil.

Como fotogrametas, hablamos constantemente de automatización de tal o cual cosa, poniendo gran esfuerzo en ello, y nos tenemos que dar cuenta que la fotogrametría, en lo que respecta a la adquisición de datos, esta ahora fusionándose de una forma general con otros elementos, con otras técnicas. Así que, por ejemplo, la fotogrametría multisensor hace que tomemos imágenes multiespectrales, lo que nos lleva a la combinación de la geometría y de los datos multiespectrales de los elementos del mundo real. Es un avance muy importante porque ahora ya podemos hacer esta clasificación de objetos físicos al mismo tiempo que hacemos cartografía. La fotogrametría tiene que abrirse al área de multiespectro y, al mismo tiempo, la gente que trabaja en multiespectro tiene que acercarse a la fotogrametría, tenemos que unir nuestros esfuerzos y ahora ya lo podemos hacer, gracias a estas técnicas digitales. Otro aspecto importante a tenerse en cuenta por parte de los fotogrametas es el considerar la importancia de los sistemas multidados, en el sentido de que lo que nosotros hacemos tiene que encajar con muchos otros sistemas, como por ejemplo los Sistemas de Información Geográfica. Tenemos que abrirnos al mundo de los geodatos, al mercado de los datos geográficos.

Bien, esto es lo que quería exponerles a todos ustedes. A pesar de que soy mayor, de que tengo una edad ya ciertamente avanzada, me sigue fascinando el progreso que se está realizando y también las posibilidades que tenemos. Personalmente estoy encantado de haber podido hacer una aportación importante a este desarrollo tan magnifico, teniendo en por supuesto que estas aportaciones no solo las he hecho yo sino mi equipo también.

www.bentley.com



**Bentley es la compañía que desarrolla más productos de software básico para E/C/O – Ingeniería, Construcción y Operaciones –, Producción Cartográfica, Servicios y Gestión de Redes**

**MicroStation GeoGraphics y ModelServer Publisher:**  
Sistema de Información Geográfica y Publicación en Internet.  
**MicroStation Triforma:** Arquitectura  
**InRoads Site, InRoads e InRail:** Ingeniería Civil\*  
**PlantSpace:** Diseño de Plantas  
**ProjectWise:** Gestión de Documentación Técnica

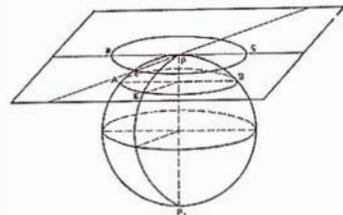


Para más información:  
Bentley Systems Ibérica S.A.  
Centro Empresarial El Plantío  
C/ Ochandiano, 8  
28023 Madrid  
Tfno: 91 372 89 75  
Fax: 91 307 62 85  
[www.bentley.es](http://www.bentley.es)

\*Los Productos de Ingeniería Civil se pueden ejecutar sobre distintas plataformas de CAD

Bentley, la "B" del logo de Bentley, MicroStation, MicroStation GeoGraphics, ModelServer Publisher, MicroStation Triforma, InRoads, InRail, PlantSpace y Project Wise son marcas registradas de Bentley Systems Incorporated o Bentley Software Inc.  
Copyright 2001 Bentley Inc.

# Presentación técnica de productos INPHO. Por Jukka Hakala, Director Gerente de INPHO



En el pasado, cuando se creó la empresa INPHO, las principales actividades eran los modelos digitales por ajuste de haces y hoy en día queremos continuar por el camino diseñado por el profesor Ackermann. Estamos constantemente buscando nuevas tecnologías y pronto sacaremos algunos productos nuevos muy interesantes, que más adelante os mostraré. Por lo tanto, actualmente estamos centrando nuestra atención en la extracción de rasgos globales para la correlación automática y otras cosas que más tarde les comentaré.

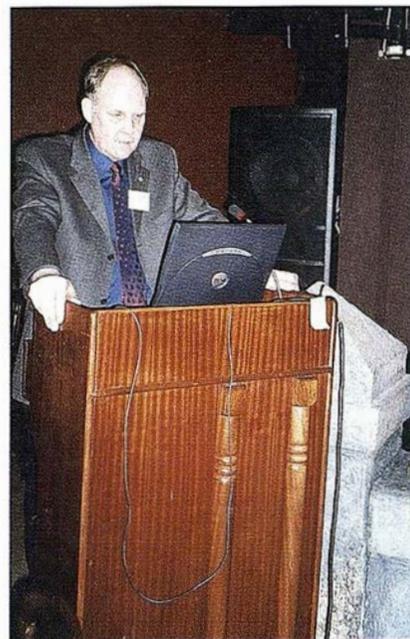
INPHO tiene su sede en Stuttgart (Alemania) y tiene actualmente veintidós empleados. También disponemos de una oficina nórdica, en Finlandia, se llama INPHO TECHNOLOGIC, que es donde trabajo yo y que fue creada en el 93. Nosotros vendimos nuestras acciones a INPHO, y por lo tanto ahora somos una empresa del grupo INPHO. En los Estados Unidos se estableció una oficina en Colorado, donde hay dos personas trabajando.

Con el fin de poder crecer y pasar de un nivel de proveedor de componentes a convertirnos en proveedor de sistemas, nos unimos a algunas empresas que tenían software de gran calidad para ampliar nuestra línea de productos. El restituidor digital que tenemos en nuestra línea de productos viene de la empresa DAT-EM, de Ancorch (Alaska). También estamos desarrollando productos con ellos, en el campo de la integración del MDT y de las sus librerías. También tenemos contactos con la empresa Stellacore, con la cual hemos creado un sistema de mosaico para ortofotografías. La tercera empresa dentro de este grupo llamado GeoToolBox, es Vexcel Imaging Austria, que suministra los escáneres foto-

gramétricos de alta precisión, que forma parte también de la línea de productos que ofrecemos.

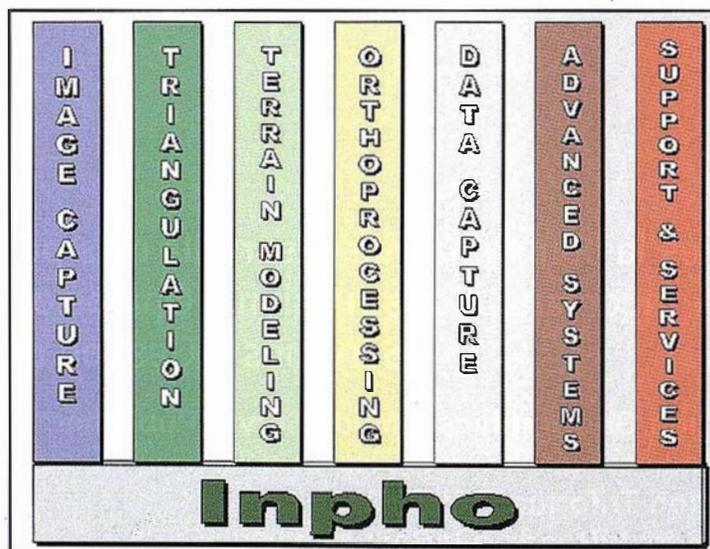
Hemos dividido en los siguientes grupos los productos que ofrecemos: captura de imágenes, aerotriangulación, modelado del terreno, ortoprocesado, captura de datos, sistemas avanzados y soporte y servicios. A continuación querría comentar algo sobre cada uno de estos grupos.

El UltraScan 5000, en el grupo de captura de imágenes, es el único miembro de este grupo. Es un escáner fotogramétrico austriaco de alta precisión, sobre el que ya hizo Michael Gruber una estupenda presentación, donde se pudieron escuchar los detalles de este escáner, por lo que solo voy a darles algunos datos sobresalientes. Es un sistema excelente para imágenes en color y blanco y negro, tiene un sistema de rebobinado automático o manual, y con este sistema es posible hacer que el escáner funcione las 24 horas del día. Ayer vi dos escáneres Vexcel aquí, en Madrid, que estaban funcionando de forma automática y el cliente estaba encantado con



**Momento de la intervención de Jukka Hakala, Director Gerente de INPHO.**

su funcionamiento. Este escáner proporciona una precisión de ( 2 micras y desde el punto de vista del diseño siempre a sido posible obtener datos de 12 bits, es decir de 4.096 niveles gris y el almacenamiento de datos puede realizarse en 8 ó 16 bits canal.



**Figura 1. Gama de productos INPHO**



Figura 2. Análisis de puntos de paso

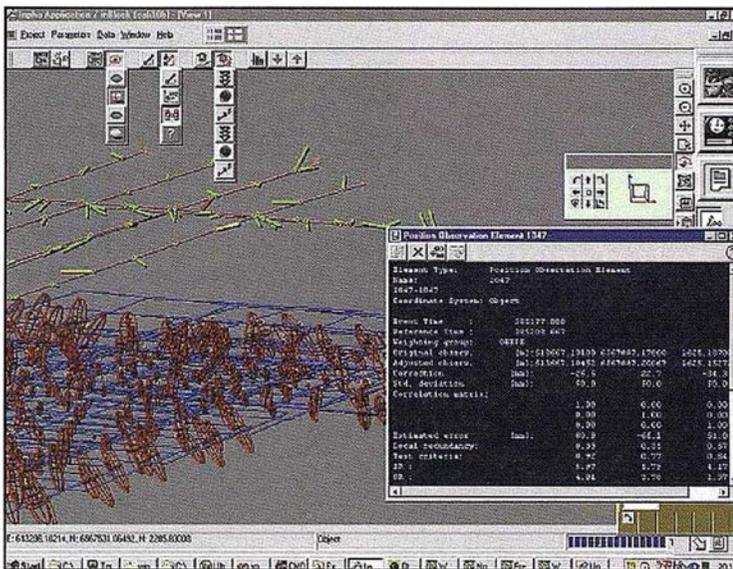


Figura 3. Análisis de precisión 3D

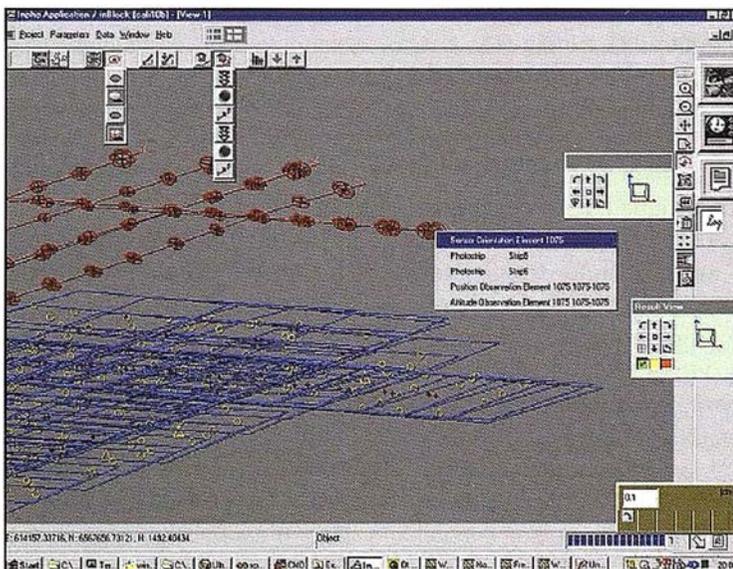


Figura 4. Análisis GPS/INS

En el nuevo software tenemos funcionalidad auto dodging y también de orientación interior automática. Posee una resolución flexible y fácilmente elegible, de entre 2.500 micras por píxel hasta 2,5 y una relación excelente entre precio y rendimiento.

En cuanto al grupo de triangulación, todos los que han trabajado durante bastante tiempo en este campo de la fotogrametría, por lo menos 5 ó 10 años, conocerán estas dos abreviaciones Pat B y Pat M, que son realmente los motores principales de la triangulación. Pat B para el ajuste por haces y Pat M para ajuste por modelos. Todavía de vez en cuando recibimos peticiones de nuestros clientes para que le enviemos el Pat M, pues lo utilizan todavía para su aerotriangulación. Esperamos sin embargo poder pronto sustituir esta línea de productos con el nuevo ajuste por haces INPHO InBlock, que se basa en nuestro motor de ajuste multi-sensor, que está diseñado para ajustar todo tipo de observaciones. En la primera fase se va a utilizar en las aerotriangulaciones digitales y luego en las versiones futuras se introducirán otros sensores, como por ejemplo Iconos. Tiene una construcción automática de bloques muy robusta y que está ya eliminando los principales errores. Tiene un ajuste libre de red y autocalibrado. En este producto hemos centrado todos nuestros conocimientos en el ajuste por haces. Incluye el apoyo GPS e INS, con el fin de obtener los resultados más precisos posibles de los bloques de imágenes. De acuerdo con las pruebas realizadas recientemente, este tipo de ajuste por haces será necesario para mantener la calidad de los sistemas de imágenes aéreas que utilizan sensores GPS e INS. Viendo la imagen de los bloques, podemos ver un ejemplo de análisis del dibujo (ver Figura 2), donde tenemos varios puntos de paso que muestran un vector rojo, lo cual significa que hay un error. Si señalamos con el ratón sobre este elemento podemos ver detalles sobre el error.

Incluso podemos entrar en más detalle analizando imagen por imagen



**Miguel Pelaz y el Profesor Ackermann.**

en una ventana aparte, cada punto de paso, donde se pueden incluso ver los parámetros de la orientación de imágenes. Todo se puede hacer gráficamente, lo que sirve de gran apoyo.

En el analizador de precisión vemos todas las elipses de error y una vez más si queremos obtener información de uno de estos puntos basta con pincharlo con el ratón y la ventana de información se abre (ver Figura 3).

En el analizador de precisión de tres dimensiones podemos analizar 2 errores a través de las elipses y aquí vemos estas tiras con los residuales de las observaciones GPS, si queremos obtener información de uno de los puntos GPS, sencillamente se señala con el ratón y se puede obtener la información correspondiente en la ventana adicional. En la figura 4 se puede ver el análisis de datos INS-GPS. Se muestran las elipses de error y las observaciones de altura, etc., todos estos elementos están incluidos en este ajuste por haces y son fáciles de manejar. Los puntos de control se pueden ver en la figura, codificando por colores las magnitudes de sus errores. El verde significa que está bien, amarillo significa que se sospecha de errores y en rojo esta la indicación de errores. De forma gráfica e interactivamente podemos eliminar o modificar el punto

de acuerdo con nuestros deseos. Así evitaremos el tener que hacer un estudio de las listas de errores, sino que actuamos directamente sobre el sistema gráfico. El análisis de viabilidad nos muestra si no podemos detectar todos los errores en la red, pues podremos ver cual es el efecto de un error no detectado sobre el resultado general de las coordenadas. Podemos ver las elipses, el vector de desplazamiento y cual es ese desplazamiento en una situación sin errores.

Dentro del grupo de triangulación tenemos el Match-AT, que es el producto líder para el área de triangulación totalmente automatizada. Ofrece al usuario un proceso integrado desde la entrada de imágenes hasta la salida de resultados, integra el ajuste por haces, orientación interior totalmente automatizado, tiempo corto de procesado (con la nueva versión, que se lanza de aquí a dos meses, creo que estaremos hablando de menos de un minuto de tiempo de proceso), podemos tener observación en mono o estéreo para la medida de puntos de control. Match-AT nos ofrece resultados muy precisos y fiables, puede procesar bloques de cualquier tamaño y forma. Utiliza las áreas Vón Gruber para localizar los puntos de paso, porque son las áreas más eficaces. También nos permite realizar un estudio de sub-bloques, tie-

ne su propia interfaz de usuario y un analizador gráfico. Con él podemos pasar los datos a todas las demás fases del proceso fotogramétrico a través de todos los productos INPHO.

Dentro del grupo de triangulación el tercer producto es SKIP 3. Es un sistema de post proceso para los datos GPS aéreos para poder calcular con precisión la posición de la cámara durante la trayectoria. Para ajustar las posiciones de las cámaras en la nueva versión, que va a salir dentro de dos meses, empleando varias estaciones de referencia terrestres, se van a implementar una serie de técnicas informáticas especiales que permitirán combinar las trayectorias de las diferentes estaciones terrestres con el fin de obtener la mayor precisión posible.

El Match-T Engine, el cual pertenece al grupo para modelado del terreno, y como dijo el profesor Ackermann, se inventó en INPHO, y fue la primera empresa en introducir un sistema de generación MDT automatizado. Produce MDT's densos y muy precisos, con 500.000 puntos por modelo. La interpolación es muy robusta y en la nueva versión hemos introducido también el cálculo de datos de interés y de imágenes epipolares y a dos veces la velocidad de la versión anterior. Ya no tenemos que calcular las imágenes epipolares, ni parámetros epipolares, lo cual ahorra espacio el disco. En colaboración con DAT-EM hemos utilizado esta tecnología en el sistema de edición de MDT's, en estéreo. Hablaremos de algunos de estos datos más adelante.

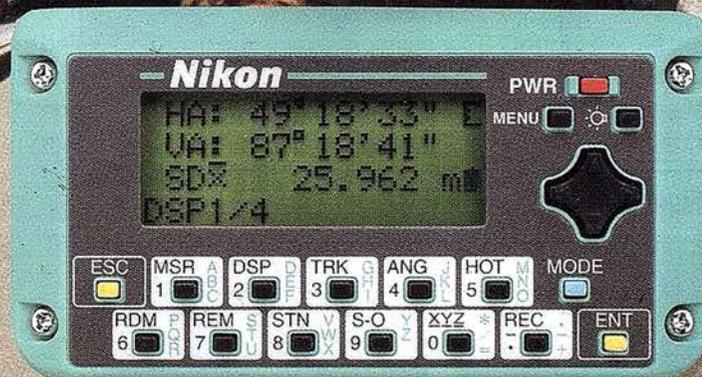
El segundo producto en el modelado del terreno es el SCOP, que mencionó también el profesor Ackermann. Es un sistema de modelado de terreno que acepta datos de diferentes fuentes, de muchos formatos. La característica más importante de SCOP es su capacidad de tratar gran cantidad de datos sin ningún tipo de problema. Tenemos muchos clientes que utilizan SCOP por su robustez tratando datos láser o para tratamiento de datos con LIDAR. Tenemos un SCOP que es analizador, visualizador y gestor. Este

# Nikon

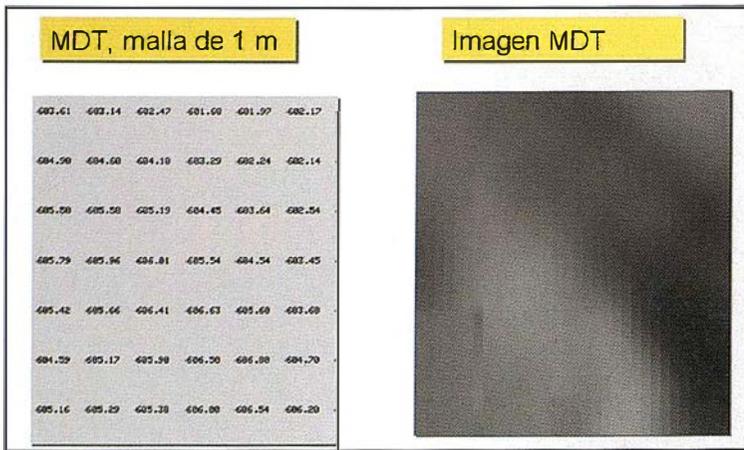
## Por fin una estación total que trabaja tan duro como tú.

ESTACIÓN TOTAL

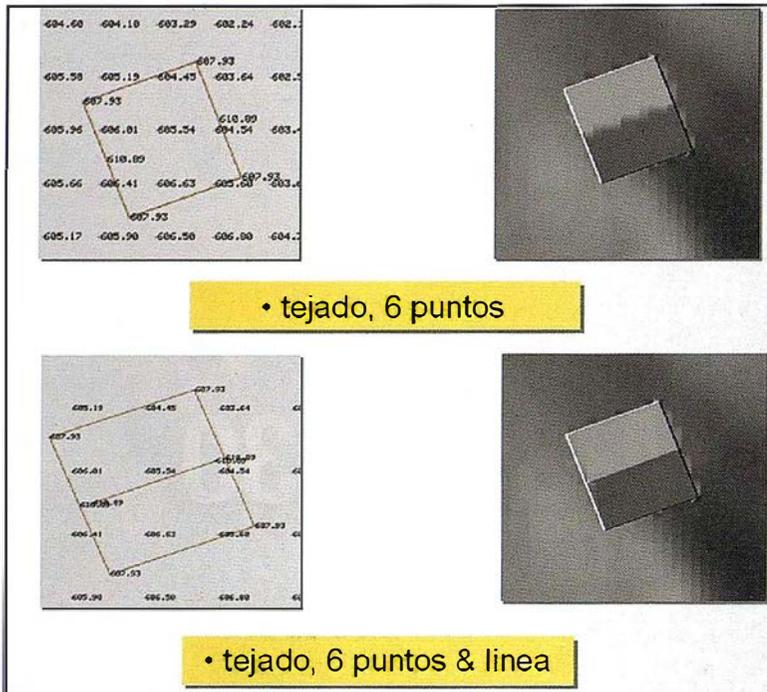
# DTM-350/330



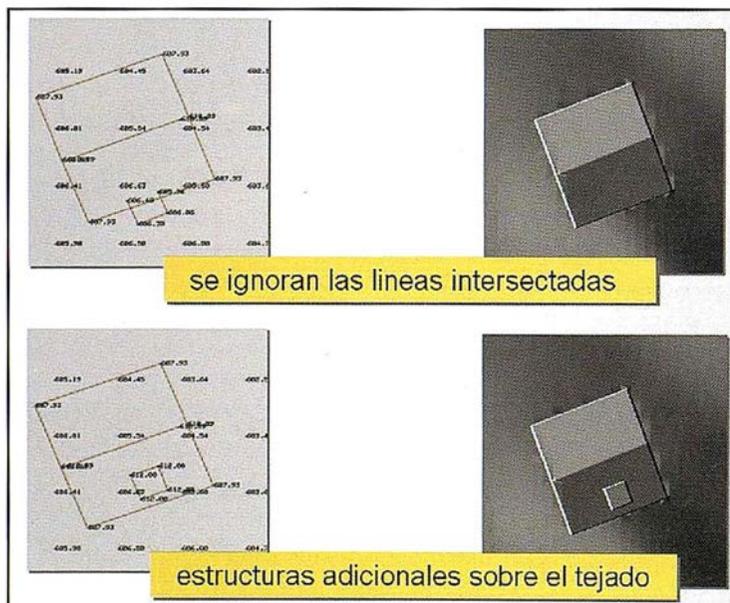
- Batería de gran duración (16 horas de trabajo continuo).
- Construida con índice de permeabilidad IPx6.
- Innovador diseño del distanciómetro (EDM), ofreciendo mayor velocidad, precisión y alcance.
- Potente sistema de almacenamiento interno.
  - Memoria para almacenar 5.000 puntos con posibilidad de organizar trabajos.
  - Inmejorable sistema de codificación.
  - Numerosas aplicaciones internas.
- Teclado ergonómico que permite una sencilla introducción alfa-numérica.
- Diseño ligero y compacto.



**Figura 5. Segmento de MDT**



**Figura 6. Tejado de edificio en un MDT**



**Figura 7. Tejados complejos**

software se utiliza para unificar y gestionar hasta 1.000 millones de puntos. El nuevo SCOP++ tiene una nueva interfaz de usuario y será lanzado este verano.

En cuanto al grupo de ortoprocesado de imágenes, está el OrthoMaster de INPHO. Se basa en el concepto multi-sensor, igual que todo el software INPHO. En un primer paso nos permite hacer ortorectificación de las imágenes de cámaras aéreas. A continuación vamos a poder integrar todos los demás sensores y por lo tanto tendremos una más alta resolución. Tiene un manejo por haces muy avanzado y solo con dos pulsaciones de botón podemos obtener toda la ortorectificación de un bloque. Acepta diferentes formatos MDT y también es capaz de hacer el cálculo MDT en el momento a partir de datos X,Y,Z de multitud de puntos y de líneas de ruptura. Los resultados son el mosaico equilibrado. Con OrthoMaster y OrthoVista podemos crear todo tipo de imágenes y ortoimágenes. Hablaremos dentro de un rato de algún detalle adicional de este último software.

En la figura 5 se puede ver un pequeño segmento de un MDT con una malla de un metro. La figura 6 es la nueva imagen del mismo modelo de terreno con líneas de formas que es el tejado de un edificio. Introduciendo la estructura del tejado en el MDT ya calculado podemos crear imágenes en tres dimensiones que incluyen el edificio.

Con OrthoMaster vamos a poder calcular ortofotos correctamente y utilizando el trazado del centro de proyección podemos calcular si hay alguna zona oculta entre un edificio y otro. Cuanto mayor el edificio mayor el área oculta. En la figura 6 tenemos un tejado plano y podemos ver los resultados a la derecha. Así obtenemos un modelo tridimensional bastante decente del edificio, que será suficiente para calcular ortoimágenes de alta calidad. Si añadimos la línea del tejado, entonces pues una estructura más precisa, aunque esto realmente no es necesario.

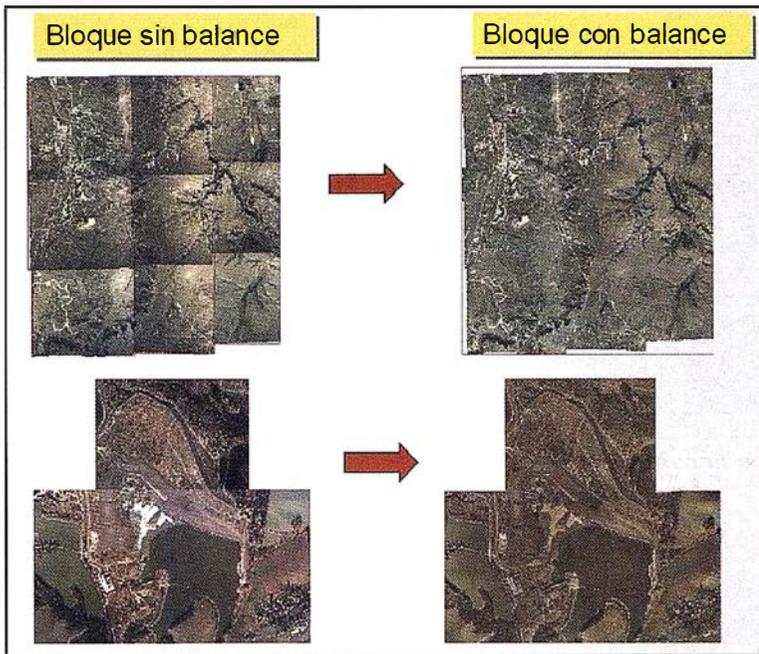


Figura 8. OrthoVista.

Se pueden añadir módulos adicionales o estructuras encima del tejado en formato DXF, de forma que se defina más exactamente la forma del tejado. En la figura 7 se puede ver un ejemplo de esto, donde se ve la perspectiva y la proyección de una casa. El resultado es que a través de la ortofoto, con los tejados indicados no hay ningún error geométrico, vemos además las zonas ocultas y el usuario puede decidir el valor en píxeles para sacar estas zonas oscuras ocultas.

Esto se puede procesar con OrthoVista. En OrthoVista tenemos ortofotografías geocodificadas y localiza las zonas ocultas y sustituye estas zonas ocultas utilizando otra imagen donde este área resulta visible, y por lo tanto los resultados serán excelentes. OrthoVista creo que es el software líder en el mundo para mosaicos de color automatizados, es capaz de hacer la mejor radiográfica de imágenes individuales y también puede hacer el balance de imágenes en todo el bloque, detecta automáticamente las líneas intermedias y el usuario puede editar los resultados con el editor manual. Posee también un editor radiométrico manual, que permite hacer ajustes antes de que empiece a funcionar el sistema OrthoVista. OrthoMaster y OrthoVista se venden en conjunto como OrthoBox y por supuesto el precio es algo más barato.

Vamos a ver resultados del uso de OrthoVista. El software permite trazar grandes mosaicos, tan grandes como lo permite el ordenador. Realmente la limitación es únicamente de hardware. Hay una limitación en cuanto a formato TECH y es que no se pueden almacenar ficheros de más de 2 gigabytes, por lo tanto, desde el mosaico virtual podemos hacer el balance de color, luego el mosaico y luego podemos cortar ficheros de menos de 2 gigabytes en el fichero de mapas y utilizarlos como imágenes de fondo en nuestro sistema. En la figura 8 vemos un ejemplo de nueve imágenes sin balance y con toda cla-

se de problemas radiométricos. OrthoVista es capaz de eliminar de forma automática todos los problemas radiométricos, incluso en zonas difíciles, como en la figura 8, que es un ejemplo de un bloque fotografiado en dos momentos diferentes (bloque inferior). Vemos que la parte inferior tiene menos contraste que la parte superior, si vemos una ampliación (figura 9) es más evidente todavía y podemos utilizar el editor radiométrico para comprobar la situación. Este es el espacio de color y todas las imágenes están aquí, podemos trasladar todos los colores en conjunto para realizar el ajuste, o podemos también trasladar imágenes individualmente. Después de procesar la imagen con OrthoVista podemos ver que no hay ningún problema y que con el editor radiométrico se ha desplazado el contraste hacia la zona de mayor contraste y han desaparecido los problemas.

En la figura 10 vemos la detección automática de líneas. Entre las líneas rojas tenemos la zona que es donde las ortofotos se solapan, y hay aquí problemas geométricos claramente. A la derecha vemos la imagen después de su proceso a través de OrthoVista, donde ya no vemos ninguna línea, funciona realmente bien, es un poco más lento el sistema que alguno de los competidores, pero desde luego no necesita ninguna intervención manual. En la figura 11 se ven las zonas ocultas de un puen-

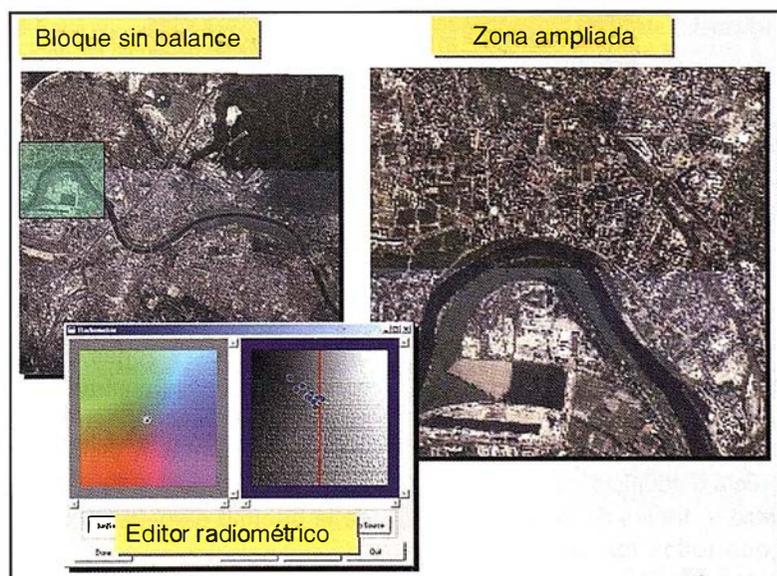


Figura 9. Corrector radiométrico.



Figura 10. Detección de líneas.

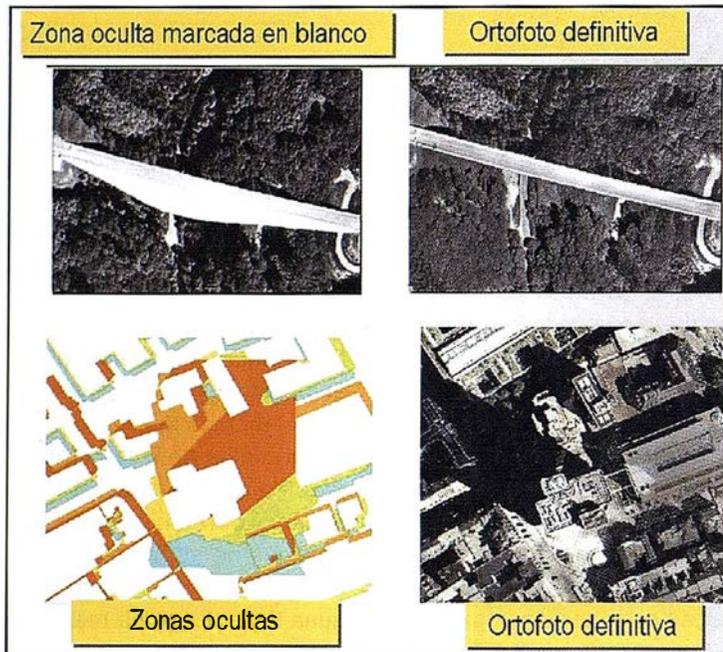


Figura 11. OrhoVista.



Figura 12. Summit Evolution.

te, marcada con píxeles blancos. Como vemos el resultado es perfecto. En esta misma figura se aprecia la zona centro de Frankfurt, donde se aprecia un edificio muy grande en el centro. A través de la ortofoto vemos que todos los edificios están verticales y no hay ninguna distorsión geométrica. Este edificio central

presenta muchas zonas ocultas en varias fotografías (mostradas en tres colores), pero a la vez en diferentes imágenes aparecen visibles estas zonas, por lo que el resultado final de la ortofoto es perfecto.

Dentro del grupo de captura de datos está el producto Summit Evolu-

tion, que viene de la empresa DAT-EM (Alaska). Summit Evolution es una estación de trabajo fotogramétrica digital estéreo avanzada, de segunda generación. Trabaja con Windows 2000, y permite la administración del proyecto y su orientación. Tiene las características más necesarias para el operador de fotogrametría, y tiene una interfaz de usuario muy manejable. La adquisición de datos se hace mediante Autocad o MicroStación, empleando el software captura, Capture-NT. Para el tratamiento en lotes podemos utilizar el software Map/Editor, que también funciona bajo el entorno de Autocad o MicroStación. El módulo SuperImposition permite visualizar de forma combinada y el 3D de los datos vectoriales y el modelo estereoscópico.

En colaboración con DAT-EM hemos integrado dos productos INPHO en el sistema, que son el Match-T y las librerías del Scop. La idea de integrar el Match-T es para poder hacer comprobaciones estéreo en el restituidor. Si integramos esta tecnología en el Summit Evolution, podíamos importar ficheros ASCII con las coordenadas del MDT, acompañadas de información estadística de densidad de punto y de precisión en la altura. Así, esta información estadística se puede ver codificado en colores en el sistema. De esta forma podemos crear isolíneas, definir varios parámetros para estas isolíneas y así corregir el MDT en el modelo estero tridimensional. Si tenemos, por ejemplo, un modelo una zona boscosa, sabemos que el bosque tiene cierta altura media, y de esta forma podemos tener desplazamientos relativos. De esta forma, reduciendo la altura del MDT por ejemplo 20 metros, reducimos el MDT a la superficie del terreno.

El segundo paquete de software en este grupo es el InJect. Se emplea para la extracción semiautomática de edificios, generando imágenes tridimensionales de estos edificios. No necesita visualización en estéreo, ya que con las imágenes sin procesar es suficiente. Permite generar modelos de ciudades excelentes. La figura 13 muestra un modelo de Washington CD, que permite podemos ver los

# Si quiere que sus clientes y proveedores le busquen ponga su empresa donde todos la encuentren

e-difica  
**PÁGINAS  
NARANJA,**  
el mejor  
Directorio de la  
Construcción

¡Aproveche  
esta oportunidad,  
amplíe su negocio!

Forme parte del Directorio  
**Gratuito** de Empresas  
más completo y visitado  
del sector de la construcción.  
Su empresa recibirá las  
peticiones de oferta más  
interesantes para su negocio.

Si ya forma parte de  
e-difica Páginas Naranja,  
actualice sus datos y  
compruebe que está  
clasificado correctamente.

Deseo aparecer de forma gratuita en **PÁGINAS NARANJA**, el Directorio del Sector de la Construcción.

Nombre o Razón Social: .....

CIF/NIF: .....

Dirección Principal: .....

Código Postal: .....

Localidad: .....

Provincia: .....

Teléfono: .....

Fax: .....

e-mail: .....

Página Web: .....

Actividad: .....

Ámbito de actuación geográfica (indicar Comunidades Autónomas y/o provincias): .....

#### PERSONA DE CONTACTO:

Nombre: .....

Apellido: .....

Cargo: .....

Teléfono: .....

Fax: .....

e-mail: .....

Describa brevemente la actividad concreta que desarrolla su empresa para su mejor localización:

- Entre en [www.edifica.com](http://www.edifica.com), seleccione Páginas Naranja y complete el formulario con los datos de su empresa; o
- Rellene este cupón y envíenoslo por fax al 91 203 33 01; o
- Llámenos al 902 515 515 y nosotros registraremos o actualizaremos los datos de su empresa.

"En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal, E-DIFICA ONLINE, S.A. le informa de que sus datos personales aportados en este formulario serán incorporados a un fichero automatizado titularidad de esta empresa con la finalidad de incluirle en nuestro Directorio de Páginas Naranja de empresas dedicadas al sector de la construcción y afines. Del mismo modo, le comunicamos que sus datos serán cedidos a otras empresas del grupo o terceras empresas con las que concluya acuerdos de colaboración, para una mejor prestación del servicio, así como para informarle de novedades, productos o servicios relacionados con cualquiera de estas empresas que pudieran resultar de su interés, respetando, en todo caso, la legislación española sobre protección de datos de carácter personal.

Por último, le informamos de la posibilidad de ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición mediante petición escrita dirigida a E-DIFICA ONLINE, S.A., c/ Sepúlveda, 6, Alcobendas (Madrid)".

[www.e-difica.com](http://www.e-difica.com)

**e-difica**  
Construye Ventajas

902 515 515

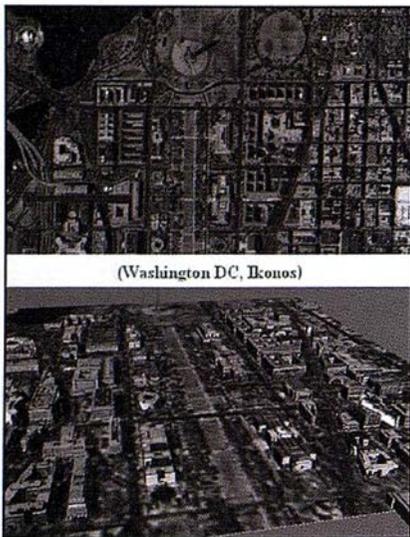


Figura 13. Modelado con InJect.

edificios de manera tridimensional. La idea de InJect es que tenemos cuatro tipos de edificios diferentes, con una estructura básica, que se colocan sobre las imágenes definiendo puntos característicos de los edificios. Incluso permite hacer orificios en los edificios. Generada la imagen básica, se le pueden añadir texturas para conseguir aspectos totalmente realistas.

La idea es integrar la tecnología de InJect con la de OrthoMaster, de forma que si se desea medir algún edificio con InJect se pueda hacer sin necesidad de un restituidor. Nosotros, en Finlandia y en Alemania, estamos trabajando y distribuyendo el Image Web Server (ER Mapper). Estamos muy satisfechos con este software, pues es capaz de gestionar enormes cantidades de datos, como los que se van recogiendo todos los días.

Trabajamos con una empresa alemana que se llama ESG, y en algún momento durante este año tendremos funcionando un sistema de distribución de datos digitales a través de Internet. Su estructura se puede ver en la figura 14.

En cuanto a sistemas avanzados, tenemos también un software muy interesante que, como a demostrado el profesor Ackermann va también en el mismo sentido de automatización. La idea es tener cada vez mayor automatización. Cobra es una herramienta de orto que trae todo en uno. Permite hacer procesos en paralelo. Cualquier organización puede tener su propio

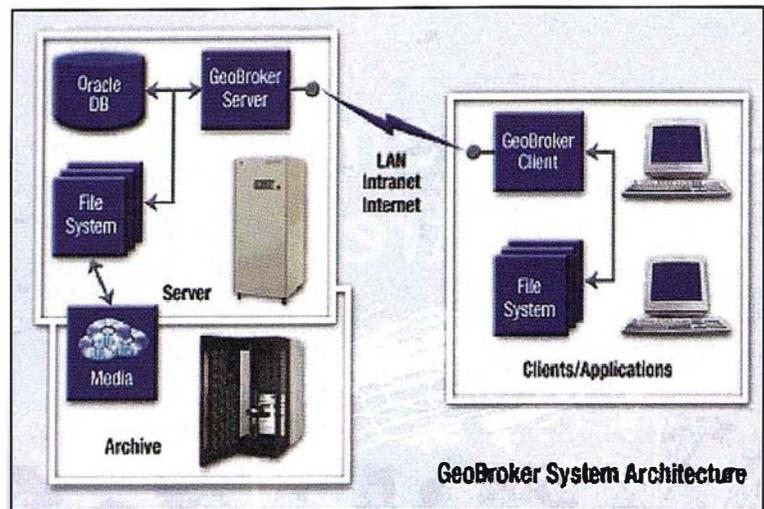


Figura 14. Servidor de imágenes.



Figura 15. Mosaico 3D realizado con Cobra.

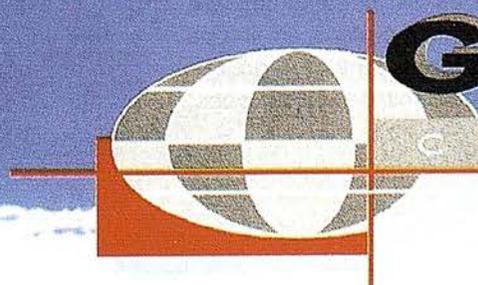
equipo para hacer este tipo cómputos, pues se trata de una aplicación escalable basada en multisensores. Proporciona una automatización de procesos fotogramétricos de última tecnología, donde no hace falta ninguna operación humana. Las operaciones manuales se reducen a lo mínimo. Lo único que hay que hacer es dirigir las estaciones de cámara, pues luego no hace falta medir nada, todo se produce con un solo cómputo simultáneo; la orientación externa, el modelo digital y también equilibrado y balanceado de color. Tiene una enorme potencia de procesamiento.

Vamos a ver ahora algunos ejemplos de que es lo que podemos crear con Cobra. En la figura 15 de muestra un mosaico tridimensional realizado con Cobra.

Finalmente, aunque no menos importante, comentarles que tenemos también un equipo de soporte y servicios de mantenimiento, ya que INPHO es una empresa de software y tenemos

que hacer todo lo posible para que nuestros clientes estén satisfechos. Realmente hacemos un gran esfuerzo para tener un servicio de producto muy bueno. Para clientes que están iniciándose en la tecnología digital tenemos equipos de apoyo para que les ayuden. Ofrecemos servicios de consultoría y de vez en cuando también ofrecemos servicios de proyecto, lo que quiere decir que ajustamos la carga de trabajo de algunos de nuestros clientes cuando tienen temporada de mucho trabajo, haciendo la triangulación por ellos, ajustes, etc. ¿Qué es lo que les puede ofrecer INPHO?, pues tecnología fotogramétrica de última generación, así como también procesado de datos fácil y rápido, gran precisión, gran fiabilidad y un servicio post venta profesional. Todo esto da lugar a una altísima productividad y una gran satisfacción por parte de los clientes. Muchísimas gracias por su atención, en nombre de INPHO y de nuestros socios. Seguimos trabajando como socios innovadores para conseguir una auténtica fotogrametría digital.

# CARTOGRAFIA



**GEOMAP**

CARTOGRAFIA

C/ Villanueva, 2 - 28001 MADRID  
Tel. 91 435 52 01 - Fax. 91 435 51 15

## 2ª Charla impartida por el Prof. F. Ackermann: «Aerotriangulación automática con GPS y sistemas inerciales»



En mi conferencia anterior hablé sobre la evolución que se ha producido sobre todo en el campo de la triangulación aérea, así como de los nuevos sensores y del efecto que ha tenido sobre todo el GPS. Ahora voy a hablar un poco más sobre la aerotriangulación como un desarrollo de la fotogrametría. Quizá algunos sabrán que durante toda mi vida profesional me he ocupado del tema de la aerotriangulación, lo que realmente indica que es mi tema favorito, porque me encanta y lo cierto es que se han producido desarrollos fantásticos en este campo y por esto me sigue pareciendo tan interesante.

En fotogrametría tenemos el antiguo problema de la orientación absoluta. Hay muchos métodos que se han desarrollado con el objetivo de hacer restitución fotogramétrica de imágenes y para ello hay que orientar la cámara, las imágenes, etc., lo que siempre se ha hecho con la ayuda de puntos de control terrestres, al menos en la fotogrametría aérea. Antes de la Guerra Mundial la fotogrametría terrestre lo que hacía era medir la orientación directamente, pero en cuanto se empezó hacer fotogrametría aérea con el uso de aviones dejó de ser posible medir directamente la orientación. Por eso, durante unos setenta años el método de orientación absoluta de fotografías individuales para la rectificación de pares estéreos en la aerotriangulación se hacía a través de puntos de control terrestre. La toma o medición de los puntos de control terrestre resulta caro y en ciertas áreas, cuando se va hacer una cartografía a pequeña escala, resulta imposible o al menos muy difícil conseguir estos puntos de control terrestre. Por esto se inventó la aerotriangulación, con el fin de reducir el número

de puntos de control terrestre y que estos puntos fuesen los estrictamente necesarios para poder hacer la aerotriangulación y lograr la orientación absoluta de cada fotografía. Todo eso se hacía con el ajuste de bloques.

La triangulación en bloques es una orientación simultánea de todas las fotografías con la ayuda de todas las intersecciones, ayudadas por algunos pocos puntos de control terrestre. Este tipo de triangulación se desarrolló muchísimo en los años 70 y de hecho se ha utilizado mucho. La relación entre la precisión y el control terrestre hizo que la aerotriangulación fuera planificable, y los resultados buenos, de forma que se empezó a utilizar por ejemplo en temas de catastro. El ajuste por bloques fue un paso importante en el desarrollo de la aerotriangulación, porque hizo que la aerotriangulación llevara un nivel de rendimiento muy superior y que resultara más barata. Ahora tenemos una situación totalmente diferente con el empleo de datos auxiliares, sin olvidar que en los años 30 se hicieron grandes avances en este sentido, buscando una buena orientación de las cámaras, aunque, la verdad, nunca funcionaron muy bien.

Ahora ya tenemos GPS y sistemas inerciales y al menos el GPS a tenido un impacto enorme en lo que respecta al rendimiento de la aerotriangulación. No voy a explicar todo el sistema del GPS, por que es un tema que lo conocemos todos. Ya sabemos que los satélites GPS hacen dos tipos de mediciones de distancia. Uno de ellos se utiliza fundamentalmente para navegación plana en tiempo real, para navegaciones fotogramétricas y otros tipos de aplicaciones,

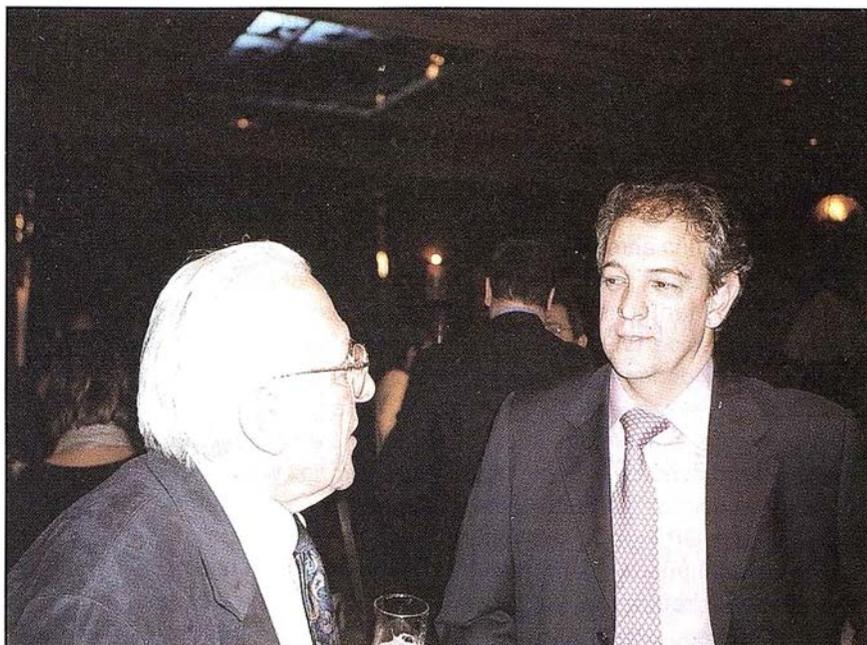
pero aquí lo que nos preocupa a nosotros son las observaciones de fase, de ondas portadoras, donde la precisión es de pocos centímetros, es magnífica. Aquí tenemos el problema, porque, como dije antes, estas observaciones de fase solamente observan el último ciclo de las ondas, en relación con una onda de referencia, que tiene una longitud de onda de más o menos 19 cm. o incluso ahora de hasta 24 cm. Pero el problema lo encontramos en el número entero de longitudes de onda, que es desconocida. Aquí surge el problema de ambigüedad, del que hablaré más tarde con más detalle.

El GPS en la fotogrametría aérea se utiliza para navegación de vuelo y sobre todo para aerotriangulación apoyada o asistida por GPSm, que es el tema que voy a tratar yo. También hablaré algo sobre los sistemas INS y sobre la orientación directa de fotografías, sin aerotriangulación ni apoyo terrestre.

Debido a los errores sistemáticos y a otros motivos, a nosotros lo que nos preocupa es el posicionamiento GPS cinemático relativo, es decir, siempre en relación con una estación en tierra. La idea es que tenemos un receptor GPS que hace mediciones de fase para ondas portadoras en el avión y otro en una estación conocida, que funciona como estación de referencia que está sobre el terreno. En la observación GPS se pueden dar ciertos problemas que aquí no quiero abordar, pues lo que me interesa es hablar del uso del GPS para la aerotriangulación. Es cierto que ya estamos hablando de precisiones en torno a diez centímetros, pero el problema existe, o más bien existía, en la ambigüedad de fase.

Este tipo de ambigüedades se producen cuando se pierde la señal, al girar el avión o cuando el viento ensombrece la señal. De esa manera se pierde la referencia y entonces hay que restaurarla, lo que se hace mediante computación, lo que hace diez años, a principios de los 90 no era posible hacerlo, solamente podíamos utilizar el código C/A y el posicionamiento que era tan preciso como ahora. Solamente podíamos resolver el problema de ambigüedad de forma aproximada. Así, teníamos referencias erróneas y el efecto de estas referencias erróneas es que se producían errores de deriva, que bueno, afortunadamente en un primer caso son errores lineales. En fin, este que les cuento es el resultado de las primeras pruebas que hicimos en el año 88 y con las que inmediatamente descubrimos que estos errores de deriva eran lineales, lo que hacía que fuesen relativamente fáciles de corregir.

Al hacer el ajuste de bloque conjunto lo que hacemos es añadir observaciones adicionales, como son los datos GPS. A ese sistema de ecuaciones se añadirían unos términos de corrección para eliminar los efectos de la deriva. Esto que les acabo de contar no olviden que fue hace ya diez años, en el año 90, cuando no teníamos otra manera de resolver este error de la ambigüedad. Solamente había un problema y es que cuando se seguía este procedimiento, había que tratar cada pasada GPS de forma aislada, pues sino surge un problema de singularidad matemática y por lo tanto las ecuaciones no se podían resolver. Lo que había que hacer entonces era hacer estables estos bloques, sobre todo volando a través de pasadas transversales. Ya lo dije antes que este sistema GPS funcionaba muy bien pero había que volar de forma transversal con el sistema GPS. No voy a hablar mucho sobre esto porque estamos hablando de principios de los 90, del año 90 o 91. El aspecto que tenían estos bloques no era demasiado regulares, solamente había unos cuantos puntos de control terrestre en los extremos de este bloque y con alguna



**Profesor Ackermann con D. Alfonso Gómez,  
Director General de Stereocarto.**

banda adicional que permitían resolver este problema.

Recientemente se han diseñado diferentes métodos para resolver este problema de la pérdida de la ambigüedad. Esto se hace de dos maneras, primero tenemos receptores de doble frecuencia, lo que ayuda por el hecho de trabajarse con dos longitudes de onda, y luego está lo que se conoce como las soluciones OTF (On The Fly). Así, durante el vuelo y sobre la marcha, se puede restaurar la ambigüedad y de esa manera ya no hacen falta las pasadas transversales. Tenemos ya una trayectoria continua de vuelo, lo que simplifica mucho las cosas, evidentemente. Ya no hacen falta las pasadas transversales, ni los parámetros de deriva y, aunque sigue existiendo el problema de la transformación general de los datos, esto es fácilmente solucionable con unos pocos puntos terrestres de referencia. Si tenemos una solución de ambigüedad OTF, es decir una línea continua, solo son necesarios cuatro puntos de control terrestre, situados en las esquinas del bloque.

Hemos hecho muchos estudios teóricos para detectar la precisión a principio de los 90, y hemos observado

que los bloques con datos GPS son muy precisos, sobre todo en (o, lo que proporciona una precisión muy alta en el ajuste de los bloques, a pesar de emplear solo unos pocos puntos de control terrestre. Siguiendo el sistema antiguo de ajuste de bloques, el control terrestre era responsable de la precisión del ajuste del bloque, en función de las distancias verticales y horizontales de los puntos de control terrestre. Ahora tenemos una nueva situación, en la que el control terrestre no tiene nada que ver con la precisión del bloque, con su estabilidad, ya que esto es proporcionado por todas estas estaciones de cámara con GPS. Por este sistema el bloque queda muy bien controlado, pues la precisión casi absoluta de las posiciones de las cámaras mediante GPS es como tener control terrestre en cada posición de la cámara, pero en el aire. Se están obteniendo sus coordenadas absolutas y es esto realmente lo que representa el progreso y simplifica toda la aerotriangulación.

Queda una idea sobre la que quiero insistir; «Con GPS absoluto podemos hacer aerotriangulación sin ningún control terrestre», esto a sido anunciado hace pocos años, en un eslogan que decía «Aerotriangulación

sin control terrestre», ¡que bien, magnifico!. Sería magnifico si funcionara, y en teoría funciona, pues si tenemos todas las estaciones de las pasadas en términos absolutos podríamos «colgar» las fotografías en estas pasadas mediante puntos de paso, haciendo una aerotriangulación en la que geoméricamente todo estaría perfectamente estable, pero referido al elipsoide WGS84. Lo que es importante y donde residen todos los errores por utilizar datos GPS tal y como vienen, sin ningún tipo de control, es el hecho de que el sistema de referencia al que está referido el sistema GPS es el elipsoide WGS84, el cual puede diferir mucho del sistema de referencia local que cada uno utilice.

Como les acabo de mostrar, este sistema funciona muy bien, pero no hay manera de comprobar su precisión. Hace unos pocos años hablé con un señor en los Estados Unidos que quería tener bloques GPS sin control terrestre, y me comentó dos casos en los que por no haber hecho control terrestre antes de entregar los resultados del trabajo, se encontraron con errores de dieciséis metros en vertical. Claro, no habían aplicado ningún tipo de transformación y de esta manera no tenían como verificar la bondad del trabajo. Por lo tanto, en nuestro lenguaje, la fiabilidad de un caso así es nula, porque si en el sistema de referente de GPS algo va mal no hay manera de saberlo. Esto sería un pecado mortal en la fotogrametría y en la topografía, al no poder comprobar la exactitud la precisión del trabajo. Todo esto nos está indicando que hay que tener algunos puntos de control terrestre, con el fin de garantizar el sistema de referencias necesario para hacer la adecuada transformación desde el sistema de coordenadas GPS.

Resumiendo; ¡cuidado con la aerotriangulación sin control terrestre!, es un riesgo excesivo y el entregar un resultado equivocado es algo que no nos podemos permitir, y esto ocurría a principio de los años 90. Con la solución OTF, unos años después, en INPHO fuimos los primeros en

entrar en el ajuste de bloques con GPS. En 1991 solo hicimos dos ajustes de bloques de estas características, pero ya en 1993 habíamos hecho veinticinco, y nunca fallamos. Estos trabajos los hicimos en diferentes países, diferentes escalas (gran escala, pequeña escala,...), con ampliación y sin ampliación... El bloque más grande tenía mis seiscientos fotografías. Ya en aquel entonces trabajábamos con esta cantidad de fotografías, pero siempre con las pasadas transversales, pues esto era obligatorio, y ya empleábamos muy pocos controles terrestres.

Ahora les voy a hablar de un proyecto que llevamos a cabo entre 1994 y 1997 o 1998, y consintió en un sistema de información geográfica a gran escala, 1:6.000. Se trabajó con una gran precisión en altimetría, pues se exigían isolíneas cada dos pies y en total se hicieron tres bloques. INPHO fue el subcontratista, tuvimos que hacer el ajuste de bloques y yo era como el asesor. Así, yo insistí (bueno, insistí no es la palabra correcta), yo convencí a todos para que utilizaran GPS, aun a sabiendas de que era un riesgo en aquel entonces, con estos bloques tan grandes, porque el primer bloque tenía ochocientos fotografías, el segundo mil quinientas, y el tercero mis setecientas. Eran proyectos de gran envergadura y la idea era utilizar solo unos pocos puntos de control terrestre y GPS para determinar las posiciones de las cámaras. Claro, había que hacer pasadas transversales para salvar la situación, de forma que pudiésemos estabilizar los bloques. El primer bloque tenía dos pasadas transversales y se emplearon solo unos pocos puntos de control terrestre, de hecho nos permitió experimentar un poco, pues solo se utilizaron cuatro o cinco puntos de apoyo terrestre. Otra dificultad que se nos presentó fue el hecho de que era una zona de costa y por lo tanto había muchas irregularidades entre las distintas fotografías debido a las mareas, al hacer que el agua no esté siempre nivelada. Existen ciertos modelos para hacer una nivelación de las mareas, que funcionaron a la perfección y que nos per-

mitieron rebajar los errores a tan solo siete centímetros. Al final fue un margen fantástico. Incluso este tipo de cosas, que para nosotros representó una dificultad adicional, se pueden resolver.

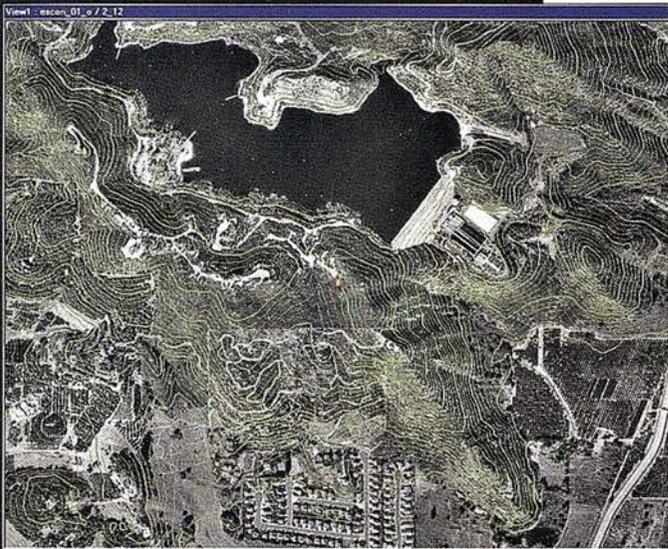
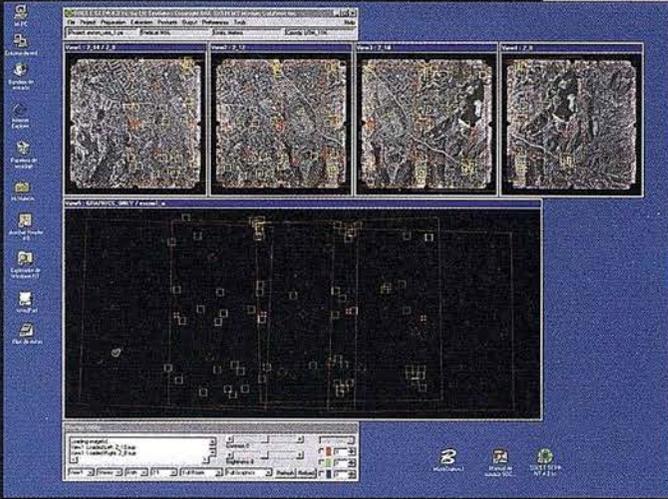
En cuanto al primer bloque, el procesado GPS se hizo con cierto software, además de con nuestro software Skip GPS, con el que comprobamos que los resultados fueron prácticamente iguales. La precisión de la observación fotogramétrica fue de en torno a cinco micras de media, los puntos de transferencias empleando el sistema tradicional tuvieron un error residual de cuatro centímetros, un resultado excelente[SP1]. Esto fue ajustado por un lado con parámetros de deriva y utilizando las pasadas transversales, y por otro, aprovechando una solución GPS continua, hicimos un ajuste solo con los datos GPS, sin las pasadas transversales. Los resultados son realmente comparables, al obtener solo en alguna zona de 6 a 10 cm. de residuos GPS y de 3 a 12 cm. en puntos de comprobación de coordenadas absolutas. Los resultados son excelentes en los dos casos, pero lo que realmente nos interesa es el segundo caso, en el que no se emplearon las pasadas transversales, porque la solución GPS debe funcionar así. El sistema OTF funcionó a la perfección.

Tenemos una verificación más de que este tipo de ajustes funcionan a la perfección, pues verificamos que empleando catorce y cuatro puntos de control terrestre de forma independiente, los resultados son prácticamente idénticos. De esta forma hemos comprobado que un bloque GPS es estable de por sí y que el control terrestre se utiliza únicamente para la transformación final, por lo que usar cuatro o catorce puntos de control no importa. Es realmente una situación en donde los resultados no son afectados por los puntos de control terrestre.

El segundo bloque es un poco mayor, con mil quinientas setenta fotografías. Está compuesto por treinta y

# LH Systems SOCET SET®

## Máxima productividad en fotogrametría



El software **SOCET SET** de LH Systems le permite configurar la estación fotogramétrica digital a la medida de sus necesidades.

- Correlación automática de imagen en todos los módulos.
- Aerotriangulación automática: Medición de puntos de paso totalmente desasistida.
- Ajuste de bloques por haces y GPS con **ORIMA** sin límite de imágenes.
- Extracción automática de MDT de cualquier número de modelos.
- Generación automatizada de mosaicos.
- Ajuste radiométrico, mosaicos uniformes en contraste y color.
- Visualización estereoscópica pasiva o activa.

### PRO600

- Conexión directa con MicroStation®.
- Restitución con **TopoMouse 3D** o manivelas.
- Extracción de MDT manual y/o asistida por correlación.
- Perspectivas y animaciones.



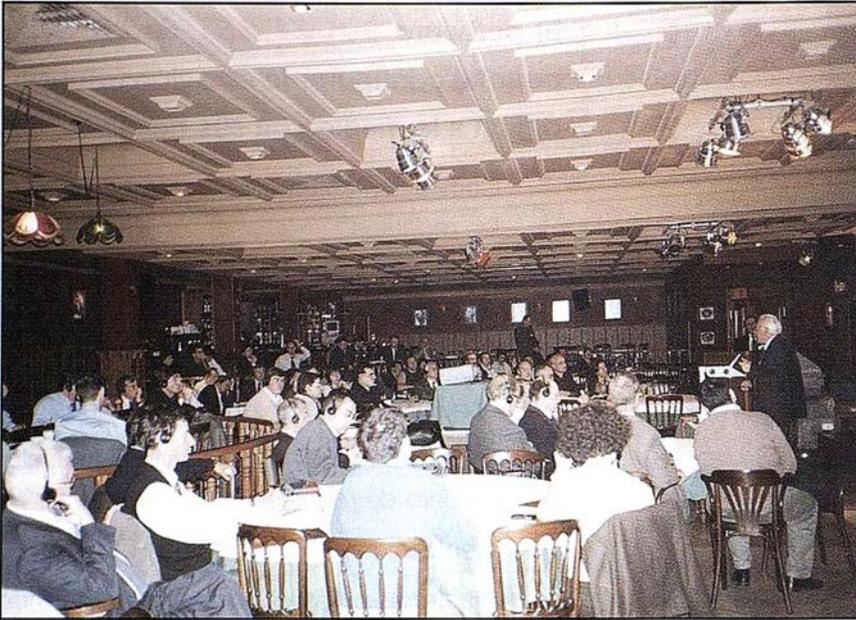
### LH Systems Imaging, S.L.

General Díaz Porlier, 18 - 28001 Madrid  
Telf. (+34) 915 766 579 - Fax (+34) 915 764 408



[www.lh-systems.com](http://www.lh-systems.com)  
e-mail: [info@lh-systems.com](mailto:info@lh-systems.com)

**Soluciones en fotogrametría**



***El Profesor Ackermann en uno de los momentos de su intervención.***

dos pasadas, con algunas de ellas transversales. En él tuvimos más controles terrestres, pero eso no modificó mucho el resultado final. Se emplearon unas fotografías de color y por lo tanto los resultados fueron algo peores. Hicimos el ajuste con los parámetros de deriva y con las pasadas transversales y el resultado fue de 5,8 micras, en vez de 4,7 del primer caso, para (o,.. con errores residuales en estaciones GPS de seis a diez centímetros, lo que está bastante bien, y una precisión absoluta de 8, 7 y 9 centímetros en X,Y,Z. Cuando intentamos hacer una trayectoria GPS continua con OTF, el resultado no fue bueno. Obtuvimos veintidós errores residuales GPS de entre 75 y 23 centímetros, lo que llevó a una precisión absoluta 31 centímetros. Nos dimos cuenta de que había un error de un metro en GPS, probablemente un error de sincronización entre GPS y la cámara. Por lo tanto, de no haber tenido las bandas transversales para obtener esta corrección, hubiéramos fracasado, al tomar como buenos los datos GPS en cuanto precisión absoluta. Aquí fueron de vital importancia las pasadas transversales.

Con el tercer bloque, compuesto por mil setecientas imágenes, intenté insistir en la fotogrametría digital, de forma que hicimos aerotriangulación

no con un restituidor analítico sino con una estación digital. Hicimos el escaneo de todas las fotografías, lo que nos llevó cinco semanas hacerlo (es un trabajo enorme, desde luego) en los Estados Unidos. Una vez más los resultados la trayectoria continuada de GPS no funcionó, no sabemos porque. Lo cierto es que los datos los obtuvimos de alguien en los Estados Unidos y no hubo manera de comprobarlos, pues de esto nos dimos cuenta tres meses después del vuelo. Como ya no se podía hacer nada, una vez más tuvimos que volver a utilizar nuestros parámetros de deriva y las pasadas transversales. Esto claro, es una experiencia de 1997, pero en aquel entonces es lo que ocurrió. El resto la aerotriangulación digital funcionó muy bien, 4,7 micras de (o,.. errores residuales GPS entre 8 y 14 centímetros, en los puntos de control en coordenadas absolutas se obtuvo un poquito más de error; 6, 7 y 9 centímetros, pero el resultado en definitiva es perfecto y ese fue el primer bloque digital tratado totalmente con sistemas automáticos con el Mach-AT, que fue el inicio de todo este proceso.

Como he dicho, el resultado era perfecto, por lo menos tan bueno como las soluciones analíticas. Fue un proyecto enorme, por que en las medidas automáticas de bloque no sola-

mente teníamos 9 y 10 puntos por foto, sino hasta 84 por imagen. Teníamos casi 300.000 observaciones de coordenadas para incluir en el ajuste de los bloques, y el caso es que 134.000 puntos eran desconocidos y había que resolverlos. Teníamos casi 300 gigabytes de datos para almacenar, preparados para la correlación automática de imágenes. Es muy importante darse cuenta de la enormidad del proyecto, porque lo que realmente cuenta en estos casos es ver el tiempo que necesitaríamos para llevarlo a cabo. El tiempo de proceso automático fue de tres minutos por imagen para la generación de las pirámides y la medida en la aerotriangulación automática fue de cuatro minutos por imagen. El resto de procesos es menos importante y no merece la pena tenerlo en cuenta. En total estamos hablando de unas doscientas horas de operación, lo que en un sistema clásico con transferencia manual de puntos llevaría unas diez veces más de tiempo.

En términos prácticos, si podemos disponer de datos GPS continuos, no es necesario el empleo de bandas transversales, pero si no estamos seguros de como va a funcionar el trabajo o no tenemos experiencia con nuestro propio equipo, es mucho mejor tener cuidado y mi recomendación, por aquel entonces por lo menos, era volar en todos los casos pasadas transversales. Quizás no las necesitemos después pero, por si acaso y para salvar el proyecto, es recomendable hacerlas, pues estos problemas que yo experimenté siguen dándose incluso hoy, aunque por supuesto hemos progresado muchísimo en el uso de GPS y del OTF.

Hay otro punto en el que el GPS también es necesario en términos de posicionamientos absolutos, que es en el empleo de otros sensores como por ejemplo el láser o los sensores multiespectrales. Es por esto por los que tenemos que hacer todos los esfuerzos necesarios para que el posicionamiento absoluto GPS funcione perfectamente. Con los sistemas láser tenemos la necesidad,

además de la mejora en el sistema GPS, del desarrollo de los sistemas de inerciales, al ser vital el poder conocer la actitud y altitud del avión. Hemos estado desarrollando las observaciones con láser en nuestra universidad y a principios de los 90 hicimos las primeras pruebas. Los resultados se obtuvieron con una precisión de 10 centímetros en alturas relativas, lo que resultó bastante interesante. El problema existía en que teníamos que restaurar geométricamente las escenas, al no tener datos GPS continuos ni datos inerciales de inclinación y altura sobre el terreno suficientemente fiables.

En 1996, este problema de conseguir datos continuos para GPS en los vuelos, era algo que no sabíamos como resolverlo, porque no funcionaba del todo y por lo tanto queríamos investigar más. Así lo hicimos entre 1996 y 1998. No aliamos con una organización europea para la investigación experimental para poder realizar nuestras propias investigaciones. Para ello teníamos un campo de pruebas cerca de Stuttgart, con un receptor GPS en la zona, otro en el tejado de nuestra universidad en Stuttgart, otro en Tounnstot, a 106 kilómetros de distancia de Frankfurt, y otro en Hannover, a 386 kilómetros. Con todo esto la pregunta sin resolver era «¿a qué distancia podemos alejarnos con nuestra estación GPS y seguir teniendo un resultado continuo?». No voy a decir mucho sobre esto, porque no me queda mucho tiempo, pero bueno, la idea era sencilla. Hicimos un vuelo durante dos horas sobre el campo de pruebas, sobre el que teníamos una serie de puntos señalizados. A través de una aerotriangulación independiente pudimos establecer las coordenadas de estos puntos de control, que pudimos comparar con sus coordenadas terreno observadas por GPS. Los resultados fueron realmente muy interesantes. Lo primero que se hizo fue comparar las trayectorias calculadas desde las diferentes estaciones terrestres que teníamos. Lo primero que observamos es que siempre existían una serie de interrupciones, que siempre correspondían

a giros del avión, donde había una pérdida de la señal GPS. En cualquier caso esto no fue ningún problema, porque el OTF funcionó perfectamente y siempre se recuperaron las ambigüedades. Cuanto más nos alejábamos más problemas encontrábamos, en Frankfurt y sobre todo en Hannover, pero en cualquier caso los resultados seguían siendo bastante buenos, no tanto como a corta distancia, pero no estaban nada mal. Las trayectorias calculadas a partir de las diferentes estaciones resultaron estar prácticamente solapadas, lo que nos dio otra prueba de la bondad de las observaciones. Para acortar la historia, que es bastante larga, les diré que teníamos siempre algún error sistemático, pero en X e Y eran pequeños (de entre 12 y 18 centímetros) y siempre constantes e independientes de la distancia. En cualquier caso eran errores de menos de 45 centímetros prácticamente en todas las estaciones. Solo en Hannover se dispararon un poquito, pero de todas maneras teníamos que esperar algún desplazamiento y algún error en los datos GPS, lo cual significa que de todas las maneras hay que hacer por lo menos una transformación de datos para eliminar este tipo de errores.

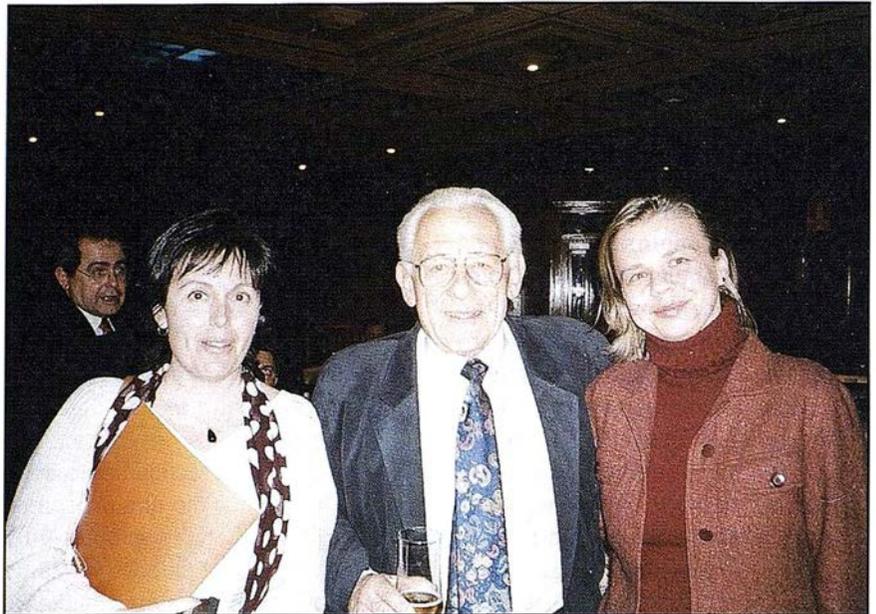
Al mismo tiempo hicimos algunas pruebas también en Noruega. Nuestros colegas noruegos también tuvieron un campo pruebas en Fredrikstad, con varias estaciones terrestres, incluso en Trounsvel, a 2.500 kilómetros del campo de prueba. Normalmente nadie tendría una estación terrestre tan alejada, pero era interesante ver cual podía ser el resultado. Aunque no puedo entrar en detalles por falta de tiempo, si me gustaría comentarles que al comparar las distintas trayectorias (calculadas desde las diferentes estaciones de referencia), a cortas distancias concordaban perfectamente. También utilizamos diferentes tipos de software para el proceso de los datos GPS, y verificamos que no todos resultaban igualmente buenos. Con algunos de ellos de repente aparecían saltos en las trayectorias, mientras que con otros programas esto no pasaba. Esto nos

demonstró que ciertos programas no servían cuando se trataban distancias de más de 100 kilómetros. Claro, estamos hablando de hace cinco años y esto probablemente a cambiado. Lo que sí que hay que esperar es todo tipo de resultados a medida que aumenta la distancia. El resultado final fue que hasta 200 kilómetros de distancia obtuvimos resultados bastante buenos, de entre 10 y 20 centímetros, pero más allá la precisión absoluta del sistema GPS empezó a deteriorarse, aunque los errores eran bastante sistemáticos. Como caso extremo, los resultados obtenidos de Trounsvel, que está a 2.500 kilómetros del campo de pruebas, vemos que en X e Y hay errores sistemáticos que no superan los 75 centímetros, lo cual no está tan mal si tenemos en cuenta que con el control terrestre eso se puede eliminar. En general el resultado fue bastante razonable, y nos permite sacar la conclusión de que, si se tratan los errores sistemáticos producidos en largas distancias con un apoyo terrestre correcto, podemos estar trabajando a distancias muy superiores de los 50 kilómetros de la estación de tierra, que es lo que se recomienda de forma empírica. Esto es todo lo que quería comentarles sobre GPS.

Como punto final a mi intervención, quiero decir que más recientemente han surgido los sistemas inerciales, los datos INS, que proporcionan datos sobre los giros Phi, Omega y Kapa. Es decir, el GPS nos da la posición de la cámara X,Y,Z y los sistemas inerciales nos dan la inclinación, la actitud. Por lo tanto, si esto fuera lo suficientemente preciso no necesitaríamos aerotriangulación porque tendríamos todos los parámetros de la cámara medidos directamente. Respecto a este tema les voy a hablar de una tesis doctoral que se terminó el año pasado en Stuttgart sobre los sistemas INS, a través de la cual se hizo una prueba de vuelo combinando GPS con INS. Como saben, el sistema GPS no tiene propagación de errores a largas distancias y da una precisión de 10 centímetros, aproximadamente. Si embar-

go, los INS son muy precisos cuando hablamos de distancias muy cortas, pero producen una propagación de errores bastante importantes a largas distancias. Si embargo, trabajando con los datos GPS e INS de forma combinada, los resultados mejoran mucho. La precisión de la actitud fue muy elevada, teniendo en cuenta que estamos hablando incluso de una distancia de 200 kilómetros de la estación terrestre. Esta resultó algo peor 2,5 segundos, lo que sigue estando bastante bien. La precisión de la posición nos la da el GPS y está del orden de 10 centímetros, incluso si nos alejamos bastante, lo que no es tan grande con respecto a lo que ya sabemos sobre la aerotriangulación GPS. Se pudieron ver con estos vuelos de prueba cual era la orientación real de cada fotografía. Luego se hizo la intersección (no se hizo aerotriangulación). Simplemente estos datos se reunieron y se observaron. Al final acabamos con una precisión de un alto grado, con diez centímetros en la localización de las cámaras y una precisión en la actitud de más o menos doce segundos. Estos resultados podrían empeorar, sobre todo cuando la altitud de vuelo es mayor, pero en cualquier caso este es el orden de magnitud que podemos obtener de forma directa. Obtenemos una precisión con GPS de diez centímetros y en cuanto a los segundos, estamos hablando también de una precisión importante.

Otro comentario que quería hacerles es que hay que tener mucho cuidado y ser muy precavido con la calibración del hardware, pues si la cámara y la dirección INS no van en paralelo va a haber una mala alineación y en ese caso se producirán errores sistemáticos y otros errores más importantes. Estamos hablando de una décima parte de grado de error en la altitud. Esto hay que calibrarlo como sea y de esa manera empezamos ya a obtener resultados razonables. La calibración de los equipos es muy importante, muy sensible y no se puede utilizar un sistema INS pensando que simplemente con conectarlo nos va a dar buenos resultados.



**Profesor Ackermann, con Encarnación Rico y Iwona Maciejewska de la firma SYSIGSA.**

¿Cómo se utilizan los datos GPS y los datos INS de forma combinada?. Pues para ello está el método clásico, que consiste en hacer un ajuste de bloques con todos estos datos adicionales que tenemos, y de lo que ya he hablado. En cualquier caso la cuestión importante es determinar si esto se puede hacer sin aerotriangulación. Vamos entonces a comparar esos datos de actitud con los que obtenemos de aerotriangulación; estamos hablando de un factor de tres entre hacerlo con o sin aerotriangulación, de forma que si se hace una aerotriangulación completa con datos GPS, la precisión de la posición ya sabemos que puede variar entre 5 o 10 cm. y, en cuanto a la precisión de la actitud en Kapa, esta es de más o menos 3 segundos y, en Pi y Omega de entre 6 y 7. Con sistemas INS obtenemos entre 10 y 20 segundos, lo que nos muestra un factor de más o menos 3 en cuanto a la calidad en la precisión de los datos de actitud a través de un sistema inercial, comparado con el otro sistema (aerotriangulación). Con estos datos por el momento tendremos que seguir utilizando el ajuste de bloques, a pesar de que hay gente que ya utiliza sistemas GPS e INS directamente, sin hacer aerotriangulación. En aquellos casos en los que no haga falta una gran precisión para ortofotos, este método es suficiente, siempre y

cuando se haya calibrado bien el sistema.

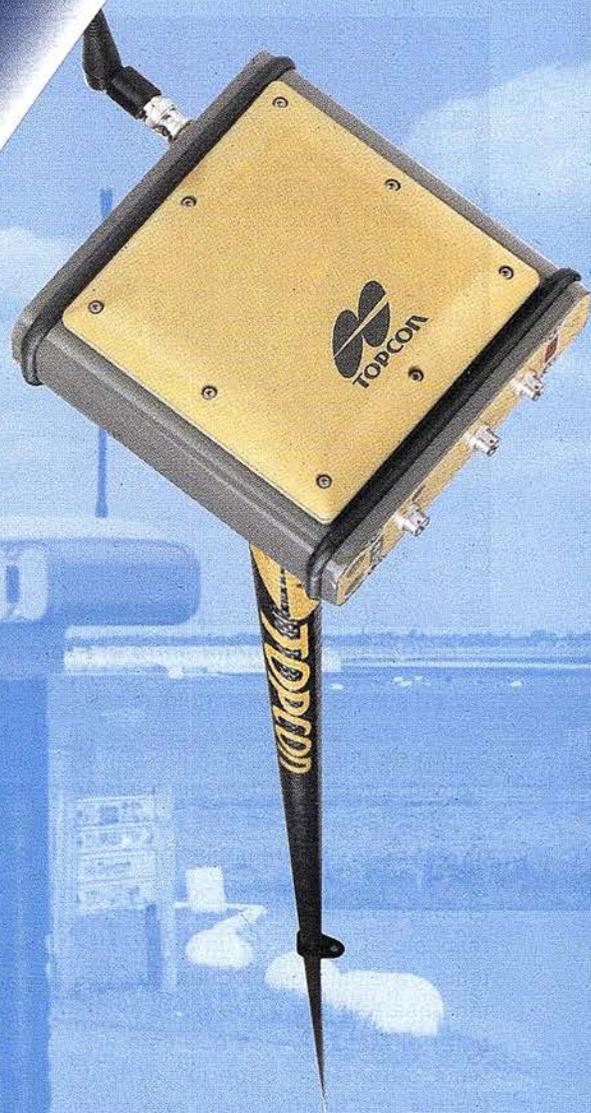
Podemos ver entonces que estamos muy cerca de hacer que la aerotriangulación se convierta en algo obsoleto. Sigue siendo una cuestión de opiniones evidentemente, porque hay gente que quiere hacer las cosas de forma más segura y otros que no, hay gente que dice «pero bueno, si ya obtenemos buenos resultados». Estamos hablando de 30 ó 40 centímetros sobre el terreno, lo cual no significa nada en sí mismo. En un proyecto a gran escala esa es una precisión muy baja y a lo mejor en un proyecto de pequeña escala es suficiente. Desde el punto de vista de la precisión en la fotogrametría hay que tener mucho cuidado con todo esto, pero lo cierto es que estamos muy cerca de llegar al momento en que podamos dejar de utilizar la aerotriangulación definitivamente.

Ahora la cuestión que tenemos que plantearnos es si realmente la aerotriangulación se está convirtiendo en algo obsoleto. La verdad es que a mí me gusta ser optimista y creo que estamos muy cerca de llegar a esta situación. Con unas pequeñas mejoras en los equipos de los sistemas inerciales y quizá con algún esfuerzo adicional a la hora de calibrar los sistemas, llegaremos a esa situación



HiPer es el sistema de posicionamiento por satélite GNSS de más altas prestaciones y más simplificado. Cuando necesite tomar datos no es necesario rebuscar en una caja de herramientas llena de piezas y cables. Hiper es la solución compacta que hace que la toma de datos sea más rápida, fácil y simple que nunca. Todo lo que necesita para la topografía GPS en estático y RTK está completamente integrado. La antena, receptor y baterías recargables están integrados en un único paquete compacto y resistente. ¡Pero esto es sólo el principio de la potencia del Hiper!

- Chip Paradigm que tiene 40 canales que pueden seguir las frecuencias GPS L1 ó L2.
- Alta reducción del efecto Multipath y seguimiento Co-op que permite recibir señal de satélite de baja intensidad, como por ejemplo bajo árboles de cierta densidad.
- Funcionamiento en tiempo real RTK muy ergonómico para trabajar con la tarjeta de radio integrada en el equipo móvil.
- Paquete con el mínimo de cables para trabajo en modo estático.



# Un HiPer en el Jalón

¡EL RECEPTOR GNSS INTEGRADO QUE LO HACE TODO!



Frederic Mompou 5 - ED. EURO 3  
08960 SANT JUST DESVERN  
Tel.: 93 470 40 57  
Fax: 93 473 39 32

Av. Burgos, 16 E, 1º  
28036 MADRID  
Tel.: 91 302 41 29  
Fax: 91 383 38 90

Av. Guardia Civil, 30  
(esquina Av. Cataluña)  
46020 VALENCIA  
Tel./Fax: 96 362 13 25

Urtzaile, 1 Bajo  
ED. AURRERA  
20600 EIBAR (GUIPUZCOA)  
Tel./Fax: 943 120 300

Av. Luis de Morales, 32  
ED FORUM, Pl. 1º, Mod. 22  
41018 SEVILLA  
Tel./Fax: 95 454 14 76

E-mail: [topografia@topcon.es](mailto:topografia@topcon.es)

<http://www.topcon.es>

**Creation**  
TOPCON — 2002  
70 years of inspired creation

PARA MÁS DETALLES VISITAR  
[www.topconps.com](http://www.topconps.com)



**Conversación amena entre el Profesor Ackermann, Miguel Pelaz y José Ignacio Nadal.**

dentro de muy poco, aunque por el momento, repito, es demasiado pronto para decir que ya nos podemos olvidar de la aerotriangulación.

El consejo que yo le daría a INPHO, respecto al diseño de un nuevo sistema de ajuste de bloques que están desarrollando y que van a incorporar al Match-AT, es que este sistema automático debería ser muy flexible, tan flexible como que si se obtienen datos GPS o datos INS, se puedan utilizar ajustes combinados de bloques. Ese sería el rendimiento óptimo, lo mejor que podríamos imaginar. En ese caso si que no haría falta prácticamente control terrestre, porque tendríamos GPS y INS, aunque siempre habría que hacer algunos controles para asegurarnos que lo estamos haciendo bien. Por otra parte, se podría hacer calibrado de datos, determinando algunos parámetros de deriva o de desplazamiento, sin necesidad de aerotriangulación. Por el momento esto no se puede aplicar a todos los casos para conseguir una gran precisión, no es suficiente, pero yo diría que, por ahora y hasta que se pueda hacer de la forma que propongo, en lugar de hacer una aerotriangulación automática completa yo lo que haría sería una aerotriangulación rudimentaria. Por ejemplo, aplicaría los puntos de paso una vez cada cinco modelos, encontrando una solución intermedia,

una solución de compromiso, más económica, que no signifique abandonar del todo la aerotriangulación, pero tampoco utilizarla de forma exhaustiva. Yo creo que dentro de aproximadamente cinco años así es como trabajaremos. Habrá que ver según cada aplicación si se puede hacer con aereotriangulación o sin ella.

Bueno, pues eso es todo lo que quería decir. He hablado diez minutos más de lo que pretendía. Yo llevo trabajando en el tema de la aereotriangulación desde el año 60 y la verdad es que los desarrollos que se han producido han sido fascinantes, primero ajustes en bloque, luego GPS, automatismos, INS, etc., realmente ha sido maravilloso. A mí me apasionan todos estos desarrollos, esos avances, y no solamente por interés académico sino por su carácter práctico. Yo, como profesor de ingeniería no me puedo dedicar solo a la teoría, esta bien poder desarrollar teorías pero luego hay que diseñar cosas prácticas que se puedan utilizar, y que cambien los resultados, que cambien la economía, mejorando la precisión o manteniéndola sino es posible mejorarla. Todo este desarrollo que he vivido a sido fascinante, ha sido una experiencia magnífica. Yo sigo fascinándome cuando leo cualquier cosa sobre este tema, y creo que ahora también estamos en una época fascinante. A mi no me im-

portaría que desapareciera la aerotriangulación, pero eso sí, habrá que tener cuidado. Podrán surgir problemas, como por ejemplo el control terrestre; cuando hay control terrestre el bloque se desplaza entero, pero si los datos de orientación se han configurado directamente, cada fotografía va a ser independiente totalmente y si hay control terrestre en una foto o en dos, eso va a afectar solamente a esa o esas dos fotografías y al resto no. En este último caso no van a estar vinculadas las imágenes y es en este sentido en el que habrá que tener cuidado.

Me parece que en general han sido desarrollos muy importantes, que han hecho que el campo de la fotogrametría haya orientado hacia la tecnología. Todas esas cosas han sido posible gracias a que hemos contado con las herramientas tecnológicas necesarias, herramientas cada vez más potentes, primero el ordenador, luego el sistema GPS, todos los automatismos..., hemos llegado a un punto en el cual ya no nos enfrentamos a los problemas de orientación a los que nos hemos enfrentado durante 80 años. Ahora con un sistema totalmente diferente, a través de los sensores, podemos medir las cosas directamente y eso hace que el problema desaparezca, lo que ha sido posible gracias a la tecnología

Espero que de una forma u otra sigamos avanzando, porque esos datos de los que he estado hablando en mi última charla son muy importantes para los sistemas multiespectrales. Desde muchos puntos de vista la aerotriangulación a sido un recurso estupendo para la fotogrametría de alta precisión, pero en muchos casos la alta precisión no es tan importante y entonces no hace falta hacer una aerotriangulación completa. Espero que en la vida profesional podáis presenciar avances y desarrollos tan importantes como los que yo he presenciado durante mi carrera.

Comentario final de un asistente- «Me gustaría hacer un comentario profesor Ackermann. La mayor parte de los que estamos aquí, nos ganamos la vida gracias a usted, gracias a su trabajo, así que muchísimas gracias por

ello. Muchas gracias por sus invenciones y muchas gracias por haber venido a compartirlas con nosotros.»

### **Unas cuestiones para el Prof. Ackermann...**

A continuación publicamos una pequeña selección de preguntas que los asistentes a la Jornada Fotogramétrica nos hicieron llegar. El Prof. Ackermann tuvo la amabilidad de darnos sus impresiones sobre estas cuestiones.

**P.-** Tengo una pregunta que hacerle, ¿qué programa le gusta más Path B ó Path M y qué recomienda usted y para qué casos?

**R.-** Bueno, creo que la cuestión no es si me gusta a mi más uno u otro. El método del modelo independiente del Path M fue el primero que surgió alrededor del año 1960. En aquella época no había instrumentos que permitieran medir las coordenadas de las imágenes, solamente existían restituidores analógicos y solamente se podían medir coordenadas de modelo y no de imagen. En aquella época era la única forma de hacerlo.

Con la llegada del restituidor analítico y ahora con las estaciones de imágenes digitales, el método es totalmente analítico, y mide coordenadas imagen. Es el método que más se utiliza. Los modelos independientes la verdad es que han conseguido sobrevivir bastante bien durante mucho tiempo, pero ahora ya no les prestamos mucha atención, al menos yo no lo hago. No les presto mucha atención por que considero que el método analítico es más general, sobre todo cuando tienes fotografías inclinadas y alcance muy corto. A corta distancia no se puede hacer de otra manera. Yo diría que es un sistema más metódico, más general, que se puede utilizar en más casos y, además con la introducción de los parámetros adicionales de autocalibración, de datos GPS e INS, es mucho más fácil desde el punto de vista analítico a la hora de tratar las imágenes, y con ello me refiero al método del Path B.

**P.-** ¿Considera usted que es práctico actualmente el escanear foto-

grafías con cinco micras de resolución?

**R.-** Bueno, en cuanto si es práctico o no, no lo sé. Yo preguntaría mejor si es necesario, y mi respuesta sería que no lo creo.

En el caso de la aerotriangulación, y hablando de los resultados obtenidos en experiencias que antes les comenté, hablamos de píxeles de 21 micras de tamaño. Con aproximadamente 20 micras se obtienen resultados perfectamente válidos para aerotriangulación, igual que para modelos digitales del terreno. Incluso en aquellos casos en los que es necesario una altísima resolución para diferenciar zonas de bajo contraste, bordes de edificios,... me parece que un escáner de 20 micras está bien. Yo creo que es una cuestión de aceptación y también de experiencia práctica de cada uno, y por esto creo que yo no soy la persona idónea para dar una opinión definitiva o concluyente. La verdad es que no iría nunca más allá de 10 micras, a menos que exista un motivo muy concreto, muy específico, cuando se trabaja con objetos especiales en los que hace falta una gran resolución.

Si se utiliza una película normal y corriente, estamos hablando de resolución óptica de esta película de alrededor de 20 ó 25 micras. Esto es equivalente a 10 micras en cuanto a tamaño de píxeles. De esa manera obtienes la misma resolución que en imágenes fotográficas normales, lo que significa que ir más allá de 10 micras sería excesivo. Puede que usted tenga una experiencia distinta, yo aquí estoy hablando como profesor y este es mi argumento, y puede ser que usted tenga una experiencia distinta.

**P.-** ¿Cree que la influencia de la interferometría RADAR y la futura evolución del sistema GPS cambiarán significativamente la fotogrametría?

**R.-** Creo que esto son dos cuestiones separadas.

La respuesta es afirmativa en lo que respecta al GPS. Ya ha cambiado bastante la fotogrametría, tanto en la navegación aérea en vuelos foto-

gramétricos como en la aerotriangulación, al reducir de forma drástica el control terrestre necesario. También ha conseguido, en parte gracias a los datos INS, que la orientación en cámaras y sistemas Lidar sea bastante autónoma. Con la combinación del GPS y datos INS, el cual necesita un fuerte desarrollo todavía, los problemas de orientación absoluta en fotogrametría se podrán solucionar por completo en poco tiempo.

En mi opinión, la fotogrametría y la teledetección están tomando el mismo rumbo. En este sentido, la interferometría RADAR (IFSAR) tiene una buena oportunidad, a pesar de que esta aun no está integrada en el flujo de trabajo de la fotogrametría.

Toda la información del Shuttle Radar Topography Misión ya ha sido procesada, y el resultado ha sido un Modelo Digital de Elevaciones de todo el mundo, con una precisión vertical de diez metros. Este tipo de datos son los suficientemente precisos para MDE a pequeña escala, que cubran la totalidad de países o de regiones enteras. Así, la atención de nuestras investigaciones ha de centrarse fundamentalmente en escalas medias y grandes, con alta precisión en los MDE. Por ahora, para este tipo de aplicaciones creo que el Lidar va a tener un papel predominante.

**P.-** En el ajuste combinado de aerotriangulaciones con datos GPS e INS, ¿Qué relación de precisión debe de existir entre estos datos y las medidas fotogramétricas?

**R.-** No hay una relación importante, en lo que a precisión se refiere, entre las coordenadas de la imagen y los datos GPS/INS. La precisión en las medidas fotogramétricas sobre las imágenes ((o de aproximadamente cinco micras) es bastante independiente de la escala de la imagen. Por otro lado, GPS da una precisión en coordenadas absolutas de en torno a diez centímetros o menos (con observaciones diferenciales de medida de fase de portadora). Hay una regla, basada en estudios teóricos y verificada con resultados empíricos, que dice que la precisión en una aerotriangulación después de un ajuste

combinado de bloque es aproximadamente  $(x, y, z < 2)$  (o. Esto se da fundamentalmente en aerotriangulaciones de grandes escalas (escala de imagen 1:10.000 o mayores). En este caso la precisión del bloque viene determinada por la precisión en la determinación de las coordenadas GPS del centro óptico de la cámara, mientras que las medidas fotogramétricas por su parte, proyectadas en el espacio objeto, son más precisas. En pequeñas y medias escalas, esta relación de precisiones se invierte.

El GPS mantiene su precisión en aproximadamente los diez centímetros, mientras que los errores en las medidas fotogramétricas, considerándolos de unas cinco micras sobre la imagen, se vuelven predominantes en el espacio objeto y generalmente determinan la precisión del bloque tras el ajuste, siempre hablando de medianas y pequeñas escalas. Por ejemplo, para una escala de imagen de 1:40.000, el bloque ajustado puede tener una precisión del orden de veinte o cuarenta centímetros, el cual viene determinado fundamentalmente por la precisión de las coordenadas imagen (o transformadas al espacio objeto).

Esto significa que prácticamente no hay relación de precisiones entre el GPS y las medidas fotogramétricas y, de hecho, esto no se ha observado. Datos GPS más precisos no cambiarán esta situación. Para imágenes a pequeña escala, la precisión aceptable en GPS puede incluso ser la mitad de lo que antes les he comentado, sin efectos importantes en la precisión final del trabajo. Desde un punto de vista práctico, es mucho más importante tener cuidado con los errores GPS sistemáticos que se puedan producir, pues pueden echar a perder la precisión de un trabajo, especialmente en las grandes escalas.

**P.-** ¿Cuál es su opinión sobre la generación automática de Modelos Digitales de Elevación (MDE) con reconstituidores digitales empleando imágenes SPOT?, ¿Cuáles son las variables que más pueden influir en esta clase de MDE?

**R.-** Técnicamente es perfectamente posible el generar MDE por proce-

dimientos de correlación automática de imágenes a partir de imágenes satelitales. Una importante ventaja de los sistemas digitales es la gran densidad en el muestreo que se puede obtener. El problema, sin embargo, está en poder conseguir una aceptable precisión. Los MDE derivados de imágenes SPOT están alcanzando unas precisiones verticales de cinco metros (incluso mejor en algunos casos). Así, estos productos se usan en muy pocas aplicaciones, prácticamente solo para ciertas ortofotografías.

La situación puede cambiar con las imágenes satelitales con píxeles de un metro. Si esta resolución de un metro también implica una precisión geométrica de un metro, una precisión de uno o dos metros de precisión vertical se podría conseguir en un MDE a través de estas imágenes, gracias a una paralaje de subpíxeles. Pero bueno, estas precisiones tienen primero que ser probadas, que ser investigadas. Si como me temo, la precisión vertical alcanzable con estas imágenes no es superior a dos o cinco metros, solo podrán ser empleadas para medias y pequeñas escalas.

**P.-** ¿Cuál es el intervalo de malla óptimo para generar un MDE mediante técnicas de correlación automática?, ¿Está el intervalo de malla relacionado con la bondad de la correlación (en términos de optimización de algoritmos)?

**R.-** El intervalo de malla tiene muy poco que ver con la precisión en la correlación automática, en tanto que la correlación es mucho más precisa que el MDE final (este es prácticamente siempre el caso). Lo más importante a la hora de tener en cuenta el tamaño de la malla es la rugosidad y ondulación del terreno. Realmente la precisión de una malla tiene más que ver con la precisión de los puntos de muestreo que se tomen y de la interpolación de la malla, que del tamaño de malla en sí. En correlación automática se toma un enorme número de puntos de muestreo, con lo que la precisión de estos puntos de la malla tendrán una altísima fiabilidad. La precisión global de la malla vendrá determinado

por la interpolación que se haga entre los puntos de muestreo, más que por el tamaño de malla o la precisión de los puntos terreno que se tomen.

Por ejemplo: Para un terreno llano, el intervalo de malla puede incluso ser superior a 20 o 30 metros y aun así tener el MDE una alta precisión altimétrica, en torno a medio metro o mejor. Por otro lado, para obtener esa misma precisión altimétrica en terrenos más movidos, es necesario usar un paso de malla de cinco metros o menos. En ambos casos, la precisión alcanzable por correlación automática es semejante.

Una cuestión eminentemente práctica es como determinar el tamaño del paso de malla para una precisión dada para un MDE. Una solución es generar una serie de perfiles representativos del terreno de que se trate, con un muestreo denso (por ejemplo con un punto cada metro) y realizar un rápido análisis de Fourier, que nos dará la relación entre la frecuencia (longitud de onda) y la amplitud de las ondulaciones del terreno. Para una precisión requerida, la correspondiente longitud de onda y por tanto la distancia de muestreo requerida, puede ser estimada. Este método se aplicaría en casos en que se haga la captura manual de datos, que busca el necesitar el mínimo número de puntos, por cuestión de economizar el trabajo. En el caso de captura automática, el número de puntos capturados es muchísimo mayor, con varios puntos por cada celda de la malla. Para una valoración preliminar de la precisión se pueden calcular MDE's muy densos de pequeñas zonas seleccionadas. Del análisis de estos datos se puede sacar el paso de celda para una precisión especificada. Por supuesto, para MDE's de países enteros, hay especificaciones en función de la superficie y del tipo de terreno. Gracias a la potencia de los ordenadores de hoy en día hay tendencia a usar cada vez mallas con celdas más pequeñas, para curarse en salud. Esta estrategia para determinar el tamaño de malla tiene muy poca influencia en las observaciones automáticas, debido a que estas son suficientemente densas.



# La solidez de un gran Grupo

**TOPOGRAFÍA**

**CARTOGRAFÍA**

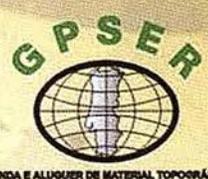
**CATASTRO**

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**VENTA Y ALQUILER DE MATERIAL TOPOGRÁFICO**

EDIMEDIA CM

URL [www.aticsa.net](http://www.aticsa.net) • E-Mail [aticsa@aticsa.net](mailto:aticsa@aticsa.net)



VENTA E ALQUILER DE MATERIAL TOPOGRÁFICO

E S P A Ñ A - P O R T U G A L  
B A D A J O Z - M É R I D A - É V O R A - E L V A S



ATICSA

HUSO 29

# INJECT

inJECT es el nuevo producto INPHO de extracción semiautomática de elementos para la medida de modelos 3D de edificios en imágenes digitales, o de modelos de superficies digitales basados en datos laser/LIDAR.

El usuario dispone de herramientas con nivel de automatización escalable, para minimizar el tiempo de modelado

El amplio campo de aplicaciones se extiende p. e..a las telecomunicaciones, al desarrollo urbano, arquitectura, ingeniería civil, análisis ambientales, urbanismo, animación o realidad virtual. InJECT se ha desarrollado en estrecha cooperación con el Institute of Photogrametry, Prof. Dr-Ing. W. Förstner, en la Universidad de BONN, [www.ipb.uni-bonn.de](http://www.ipb.uni-bonn.de)

## VENTAJAS

- Modelos de malla fiables y realistas
- Tiempo corto de formación.
- No requiere visión estéreo
- Relación precio/productividad muy beneficiosa.
- Hardware estándar, de la tienda.



inpho



## FUNCIONALIDADES

- Medidas automáticas basadas en mono, estéreo o múltiples imágenes superpuestas.
- Módulos de correlación automática para ajuste de bordes y medida de alturas.
- No necesita medidas estéreo.
- Modelos parametrizados de edificios con gestor de Estructuras sólidas CSG
- Gestión eficiente de agregaciones en estructuras complejas.
- Incorporación de nuevas plantillas CSG definidas por el usuario.
- Medidas automáticas en modelos de superficies digitales con datos laser/LIDAR.
- Registro automático de texturas.
- Interfaces con ACIS, VRML, XML y DXF.
- Arquitectura de software flexible.
- Tecnología "plug-in".

inpho



**gtbibérica s.l.**  
GeoToolBox, Geoinformación y Gestión Territorial

Tel: +34 91 411 700 01 00

COBRA es la más avanzada herramienta de producción de ortos "TODO EN UNO". Aplicando técnicas digitales de proceso de imagen basadas en inpho.grammetry, obtiene los mejores rendimientos disponibles hoy en día en fotogrametría digital.



COBRA necesita muy poca intervención humana, aunque aplica rígidos modelos fotogramétricos. Combina aerotriangulación automática, generación de DTM, ortorectificación de imagen y mosaico, todo a partir de una sola pulsación de botón (clic de ratón). Para incrementar el rendimiento, el sistema está implementado en un ambiente de proceso paralelo, aprovechando la potencia de la capacidad multiproceso. Un ejemplo típico de configuración de hardware es una consola de control Windows NT/2000 conectado a un haz de CPU LINUX actuando como un supercomputador con proceso paralelo. COBRA consigue el más alto nivel de proceso automático disponible hoy en día en el proceso de datos fotogramétricos.

## VENTAJAS

Soporta bloques multi-sensor y distintos tipos de imágenes digitales, tales como imágenes escaneadas, imágenes de CCD, tanto de área como linetales, así como datos de escáner laser; todos pueden usarse para procesar. Como prerrequisito, se necesitan datos GPS o INS de navegación, o los centros de exposición importados en un fichero, para la inicialización del proceso de cálculo. Ofrece una solución "todo-en-uno" simultánea totalmente automática, incluyendo la orientación exterior del bloque, el modelo digital de superficie y el mosaicoajustado cromáticamente y geoméricamente, integrando un modelo de reflectancia solar.

Vistas 3D continuas, creadas de forma sencilla con los productos creados, el DTM y el ortomosaico

## FUNCIONALIDADES

- Orientación exterior del bloque de imágenes totalmente automática, incluyendo auto-calibración opcional.
- Generación totalmente automática de modelos digitales de superficie (DSM) sobre toda la cobertura de imágenes del bloque.
- Generación totalmente automática de línea de corte para el mosaico y compensación cromática del mismo para todo el bloque.
- Modelo de reflejos solares integrado.

**Formatos raster de salida:** TIFF, TFW, GeoTiff, ERS.

Reduce dramáticamente la intervención del operador.

### Tipos de imágenes fuente:

Bloques de cámaras aéreas digitales pequeño formato, como las 2K x 3K

Cámaras aéreas de línea.

IRS 1 B, C, D.

Landsat

SPOT

### Proyecciones cartográficas:

Lambert, Transversal Mercator, Universal Transversal Mercator

Otras, sobre pedido.

Las zonas de proyección son definibles por el usuario.

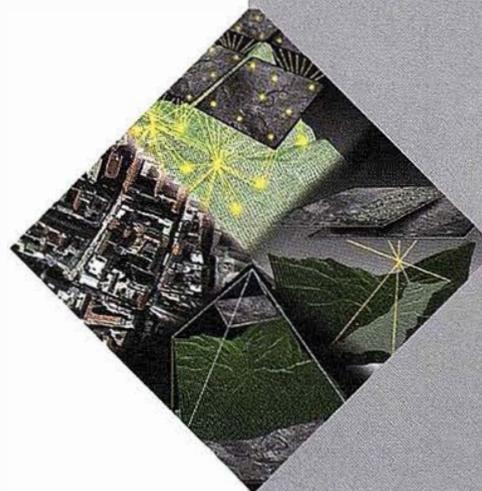
Los parámetros de datum son definibles por el usuario.



**gtbibérica s.l.**  
GeoToolBox, Geoinformación y Gestión Territorial

Teléfono: +34 91. 733. 01.28

COBRA



# UltraScan 5000

Vexcel Imaging GmbH, Austria



**UltraScan 5000™** es un **Escáner Fotogramétrico** de sobremesa, que permite una calidad profesional en las imágenes finales, así como un gran rendimiento y velocidad. El escáner y el interfaz (GUI) en Windows 2000 y Windows XP, son sencillos de operación y manejo.

### Sus características principales son:

- *Excelencia en Estabilidad Geométrica.*
- *Excelencia en Respuesta Radiométrica.*
- *Excelencia en Precio.*
- *Mantenimiento Simplificado y de bajo coste.*
- *Orientación interior automática.*
- *Sistema Dodgging.*
- *Resoluciones ópticas directas de 5, 10, 15, 20, 25 y 29  $\mu$ /píxel.*
- *Rango radiométrico de densidades de **3.7D**.*
- *Uniformidad radiométrica mejor que 1DN a 8 bits.*
- *Precisión geométrica mejor que  **$\pm 2.0 \mu$  RMS**.*
- *Permite escanear negativos , positivos, opacos y transparencias.*

MATCH-AT, ahora con la versión 3.3, ofrece aerotriangulación automática de alta precisión, aplicando técnicas digitales de proceso de imagen basadas en inpho.grammetry

Todos los pasos de la aerotriangulación, desde la Orientación Interior, pasando por la determinación de puntos de paso, hasta el análisis de ajuste final del bloque, con obtención de parámetros de orientación, son totalmente automáticos. Disponible con opción de medidas de puntos en estéreo interactivo 3D.

#### OPCIONES

- Medida fácil de control 3D en estéreo
- Estéreo comparador 3D de gran rendimiento basado en OPEN GL.
- Zoom continuo en tiempo real y función de prisma Dove
- Gráficos de 1280x1024x32 bit
- Modo estéreo no entrelazado

#### VENTAJAS

- Preparación del bloque con gran economía de tiempo. Unavez que las imágenes digitales y las coordenadas iniciales de los centros de proyección se conocen, los únicos pasos interactivos son la medida de puntos 3D y la selección de parámetros de cálculo.
- En estaciones actuales, sólo requiere de unos minutos de tiempo de cálculo por imagen.
- Orientaciones precisas y muy estables de las imágenes al usar racimos de puntos de paso (100-300 por imagen)

#### FUNCIONALIDADES

- Selección de puntos, transferencia de los mismos, medida y ajuste de bloque integrados en un solo proceso, sin intervención del operador.
- Selección automática de los puntos de paso en las llamadas zonas Von Gruber.
- Los procesos de AT automáticos combinan técnicas de correlación de imagen sofisticadas con una integración de solución robusta.
- Los resultados pueden ser usados directamente para orientación de modelos en restitución. Se incluyen modelos de datos de diversos restituidores.

#### NUEVO

- Orientación Interior Automática.
- Reduce la intervención humana
- Detección automática de las marcas fiduciales y su numeración (RC, LMK)
- Mejora en automedida para zonas de textura pobre.
- Procesa bloques de cualquier tamaño y cobertura.
- Integración de datos GPS

#### NUEVO

- Integración de datos INS
- Se integran datos preprocesados GPS/INS de Applanix (POSEO) y CCNS4 / AEROcontrol (FOG-IMU)
- Los datos de altitud se usan como delimitadores en el ajuste de bloque integrado. Se puede calcular el "Bore sight offset", a partir de las observaciones INS

#### NUEVO

- Análisis avanzado de resultados con visualización gráfica
- Inspección fácil de grandes masas de datos
- Representación control terrestre, puntos de paso y huella terrestre de la imagen.
- Permite análisis de datos y control de calidad interactivo.



# MATCH-T

MATCH-T ahora en su versión 3.1, es un producto INPHO de producción automática de DTM completo y muy automatizado, aplicando técnicas digitales de proceso de imagen basadas en inpho.grammetry

El DTM se interpola de una nube extremadamente densa de puntos 3D calculados automáticamente. Operativa de dimensiones del bloque completo, y la edición estereoscópica con DTMBBox sobre Summit Evolution, de DAT/EM son los componentes más singulares de MATCH T 3.1. Una amplia muestra de organizaciones alrededor del mundo confían en la experiencia de generación automática de DTM de INPHO, así como distintos integradores de productos, que integran MATCH T como parte de sus estaciones fotogramétricas.

## OPCIONES

- NUEVO DTM homogéneo a lo largo del bloque.
- Elimina las discrepancias entre modelos.
- Minimiza las zonas de definición pobre en bordes de modelos aislados.
- La superposición de múltiples modelos minimiza las zonas ocultas.
- Selección automática del modelo de mejor geometría.

## VENTAJAS

- Generación automática de DTM de grandes dimensiones (bloques completos) con edición estéreo integrada.
- DTM extremadamente fiable debido a la gran densidad de la nube de puntos.
- Tiempo de proceso reducido, en las estaciones hoy disponibles
- Interface de usuario simple e intuitivo.
- La operativa por bloque facilita el uso de auto-herramientas ej. Elimina la orientación individual de modelos.

inpho 

## FUNCIONALIDADES

- NUEVO Funciones DTMBBox y Summit Evolution para la edición y visualización 3D
- Preproceso estereoscópico, p.e. captura de líneas de ruptura, exclusión, etc.
- Capacidad de edición 3D
- Postproceso estereoscópico, p.e. movimiento de zonas, control de calidad, etc.
- DTM extremadamente densos usando técnicas de correlación de elementos.
- Densidad de DTM adaptativa, dependiendo del tipo de terreno.
- Auto-optimización de los parámetros adaptativos de áreas de pobre textura.
- Supresión de incidencias - casas, árboles, con interpolación de elementos finitos robustos.
- Control interno e calidad.
- Incorporación de elementos morfológicos disponibles
- Distintos formatos de intercambio.
- Importa datos de orientación de MATCH AT, MATCH T PHOREX, PEX, PAT-B, BINGO o incorporación manual de los datos de orientación.

- NUEVO Orientación Interior automática.
- Reduce la intervención humana
- Detección automática de marcas y numeración

- NUEVO teselas de imágenes con "epipolar on-line" y carga de áreas de interés "on-demand"
- Sin pasas de proceso adicionales.
- Reduce los requerimientos de espacio y memoria cuando hay datos temporales.
- Definición de parámetros muy eficiente

inpho 

**gtb**ibérica s.l.  
GeoToolBox, Geoinformación y Gestión Territorial

Teléfono: +34 91 723 01 28

OrthoVista, de Stellacore Corp. En su versión actual 3.3, es el producto de ortomosaico profesional más poderoso y fiable del mercado mundial. Mejora la calidad, el aprovechamiento y la valoración de los ortomosaicos. OrthoVista utiliza técnicas muy avanzadas de proceso de imágenes para ajustar en radiometría y en geometría imágenes de distintos orígenes, consiguiendo ortomosaicos continuos y uniformes

OrthoVista procesa ajustes radiométricos que compensan los efectos visuales conocidos como "hot spots, vignetting" y desajustes en los bordes de imágenes adjacencias.

Además ofrece la posibilidad de producir de forma rápida y eficiente ortomosaicos sobre bloques completos, proyectos de grandes dimensiones, o fotos sueltas, y en modo batería-

OrthoVista aumenta la eficiencia, productividad y calidad de los procesos fotogramétricos y de GIS, automatizando la producción con resultados de ortomosaicos uniformes y continuos.

StellaCore es miembro de GeoToolBox.

INPHO es master reseller del producto OrthoVista

## VENTAJAS

Aumenta la eficacia, productividad y calidad de la producción de ortomosaicos.

Mejora la calidad, valoración, presencia y valor intrínseco de sus imágenes digitales.

Maximiza la producción y rentabilidad, automatizando todo el proceso.

Formación sencilla, dado la sencillez del software

## FUNCIONALIDADES

Corrección automática por imagen:

Compensa los efectos solares "hot spots"

Algoritmos de dodging que reducen el efecto vignetting

Uso de tablas de color (LUT)

Balance de color del mosaico automático:

Análisis y compensación del color y la intensidad características de las imágenes contiguas.

Establece propiedades características de color e intensidad consistentes y suavizadas a lo largo de todo el mosaico

Detección automática de línea de corte

Generación automática de mosaicos.

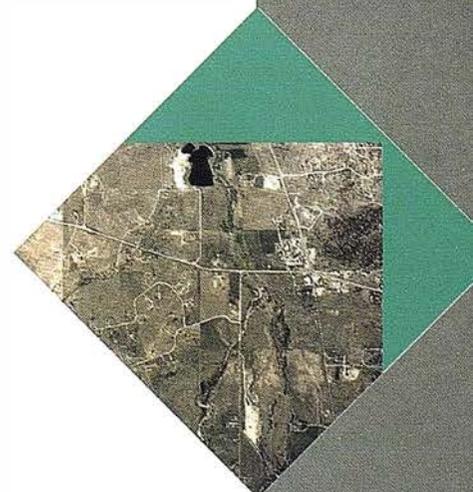
Formatos de entrada: GeoTIFF, TFW, Zeis inp, Vision RPT, ERS.

Admite imágenes multibanda

Permite proceso programado

Utilidades de edición interactiva muy efectiva.

OrthoMaster y OrthoVista están unidos en el paquete de nombre OrthoBox, ofreciendo un rendimiento en la producción de ortofotos sin competencia.



SCOP++ es un producto diseñado para la gestión, interpolación y visualización de datos digitales del terreno. Los cálculos se realizan por servidores de algoritmos en modo no atendido. Son en su mayor parte los módulos de SCOP 3.4, caracterizados por la alta calidad de los resultados y por poder procesar grandes cantidades de datos.

SCOP++ es un sistema integrado con un interface gráfico de usuario único, que incluye la ventana principal de ráficos. SCOP++ está disponible para ordenadores de sobremesa, y también cómo sistema cliente-servidor de componentes basados en COBRA.

## FUNCIONALIDADES

La funcionalidad se SCOP++ está subdividada en un Kernel y cuatro módulos de aplicaciones.

### Kernel:

- Interpolaciones sobre el DTM con o sin filtros
- Gráficos raster y vector integrados
- Superposición transparente de raster, cómo ortos con sombreados, etc.
- Edición gráfica de datos, con actualización automática de datos.
- Genera curvados de calidad cartográfica
- Funciones básicas de perfiles.
- Códigos de Z y sombreados
- Variedad de formatos compatibles:
- Datos: SCOP Winput, DXF, XYZ, ArcInfo, Gráficos: DXF, HPGL, TIFF, JPEG, PDF, SCOP PIX y ZWIFI
- DTM: RDH, ASCII, Arc Grid, DTED

### DETALLES TECNICOS

Comparte en red líneas de ruptura, morfológicas, bordes, etc.  
 Subdivisión de DTM en regiones.  
 Interface con bases Oracle y ArcInfo Spatial Data Engine (SDE)

### Extended Data Acquisition

Uso de TIN para densificación y extracción de elementos topográficos y gestión de transversales como métodos específicos de integrar datos laser/LIDAR  
 Restitución monoscópica  
 Editor gráfico SCOP 3.4 GVE

### Extended DTM Funcionality

Álgebra de DTM, incluyendo la derivada de modelos de diferencias.  
 Cálculo de volúmenes  
 Análisis de superficie: pendientes y cuencas.  
 Presentación gráfica y derivadas de precisiones.  
 Análisis de zonas ocultas.  
 Perfiles, transversales, cálculo de Z para datos 2D

### Extended Visualisation

Vistas perspectivas, panorámicas con anotaciones de datos, siluetas, etc.  
 Modelos de visibilidad y mapas  
 Vuelos y animación sobre el DTM con VRML.  
 Visualización de cuencas.

### Topographic Data Management (TDM)

Sistema de gestión de base de datos para almacenar, explotar y archivar información digital de elevaciones de extensiones nacionales.  
 Base de datos relacional geocodificada.  
 Georeferencia en proyecciones y transformaciones.  
 Datos primarios:  
 Formatos: DXF, Winput, ArcGenerate, XYZ, BMBLT.  
 Almacén de geometría, códigos de información y meta data (precisión..)  
 Data minning con formulación de condiciones complejas  
 Exportación de datos, incluyendo coordenadas transformadas.  
 Edición de datos topográficos

### Datos DTM

Formatos: RDH, ArcGrid, DTED, MMBLT, XYZ, Winput  
 DXF (wireframe and surface), VRML  
 Selección de DTM y exportación, fundidos, selección parcial, remuestreos, etc.



OrthoMaster es la nueva herramienta de generación de ortofoto digital especialmente diseñada para grandes rendimientos aplicando técnicas digitales de proceso de imagen basadas en inpho.grammetry

OrthoMaster utiliza como datos de partida tanto fotos aéreas o imágenes de satélite, sus respectivos datos de orientación y georeferencia, y un modelo digital de terreno, DTM, para conseguir ortofotos. Procesa tanto imágenes sueltas, como un bloque completo de una sola vez. Todos los parámetros que necesita se introducen usando un interface gráfico o se importan vía archivos ASCII. Los procesos numéricos de la rectificación diferencial se realizan de modo no atendido, y pueden ser organizados para proceso en batería. Se puede incorporar datos del proyecto a los cabeceros de los archivos de ortos. Si no hay un DTM disponible, puede aplicarse una rectificación plana, o importarse una nube de puntos XYZ de un archivo ASCII.

## VENTAJAS

Permite importar los resultados de aereotriangulación, como MATCH AT

Permite generar ortos seleccionando interactivamente regiones particulares desde la vista general.

El área de interés puede definirse por hojas cartográficas o en coordenadas geográficas.

Selección por el usuario entre opciones de distintos métodos de resamplado y algoritmos de modelos geométricos.

Permite organizar la producción con estrategias de trabajo en batería.

Flujo de trabajo optimizado para integrarse sin esfuerzo con OrthoVista.

## FUNCIONALIDADES

- Procesa automáticamente una imagen suelta o un bloque completo, generando ortos de dimensiones predefinidas.
- Dispone de marcado de áreas invisibles, y reemplazo automático si el bloque ofrece imágenes sustitutorias. (True Ortho).
- Formatos raster TIFF, TFW, GeoTIFF
- Importe datos de orientación de MATCH-AT, MATCH T, PHOREX, PEX, PAT-B
- Importa definición de bloque de MATCH AT y/o MATCH T

Imágenes fuente provenientes de:

- Fotos aéreas métricas escaneadas.
- Cámaras de área digitales.
- Cámaras delinea digitales.
- ISR 1 B,C,D
- Landsat
- SPOT

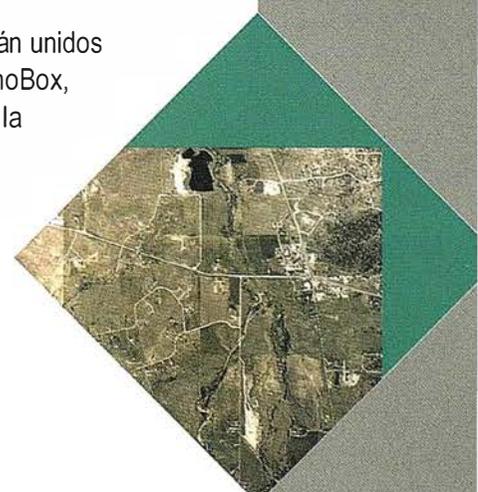
DTM fuente:

- Formato binario SCOP
- ASCII XYZ, generando DTN incluyendo líneas de ruptura y elementos topográficos.

Proyecciones cartográficas:

- Lambert, Transversal Mercator, Universal Transversal Mercator...
- Otras, sobre pedido.

OrthoMaster y OrthoVista están unidos en el paquete de nombre OrthoBox, ofreciendo un rendimiento en la producción de ortofotos sin competencia.



# Summit Evolution

Summit Evolution, de DAT/EM International es una estación fotogramétrica digital, de uso sencillo, que permite compilar datos directamente dentro de AutoCad o MicroStation

Summit Evolution incluye el software de captura Capture NT, que ofrece un amplio abanico de posibilidades. Permite superimposición y display estéreo en color alta resolución, doble buffer y OPEN GL. Incluye Map/Editor para procesos en batería. MATCH T, de INPHO, se integra dentro de Summit Evolution. Incluye también funciones continuas (sobre todo el proyecto) para interactuar con software PATB o inBLOCK. Se está trabajando en desarrollar la integración con otros paquetes.

DAT/EM es miembro de GeoToolBox

#### Summit Evolution incluye:

- Manivelas-disco de pie o Softmouse
- Sistema Gafas activas o pasivas
- Tarjeta gráfica Oxygen GVX 420 o Wildcat II 5110
- Documentación
- Un año de mantenimiento y soporte Técnico



#### FUNCIONALIDADES

##### Resumen del software

Summit Evolution, Software de gestión fotogramétrica de imágenes digitales.

Capture NT-3D, Permite la restitución de elementos directamente dentro de AutoCad o MicroStation Map/Editor, edición automática en batería dentro de AutoCad o MicroStation

ColorSuper/Imposition, permite la superposición de raster y vectores simultáneo con el paquete de CAD para captura

Interface de usuario basado e proyecto con visualización continua del mismo

##### Orientación

Importa datos de MATCH-AT

Permite también automatizar la Orientación Interior y la relativa.

Orientación absoluta.

##### Funciones de imagen

Funcionalidad subpixelar

Display de doble buffer

Imágenes Color o B/N

Panning y Zoom en tiempo real

Epipolar "on the fly"

3 modos de panning

OpenGL

Cursor con opciones definibles

#### Opciones

##### Summit Evolution & MATCH-T, integración de:

Restituidor digital Summit Evolution

Motor MATCH-T de generación de DTM

Capture Contour para la interpolación del DTM, generación de curvado de calidad cartográfica, y edición estéreo del DTM con tecnología SCOP

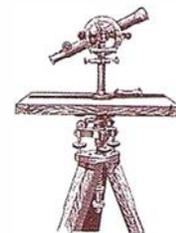
Salto automático de modelo a modelo a lo largo de proyecto



**gtb**ibérica s.l.  
GeoToolBox, Geoinformación y Gestión Territorial

Teléfono: +34 91.733.01.28

# e-difica acomete una profunda renovación de su web, a la que se incorporan tres nuevos servicios



## El nuevo diseño facilita la navegación y permite acceder a más información en tiempo real sobre el sector de la construcción

e-difica, el portal líder de la construcción en España, ha renovado por completo su web, a la que se incorporan tres novedosos servicios: Monitor de Obras, Licitaciones Privadas y Formación. La nueva web permite acceder a mayor cantidad de información sobre el sector, refuerza la confidencialidad de sus clientes, y facilita la navegación, que ahora resulta más fácil, intuitiva, interactiva y dinámica. Con este rediseño, e-difica adapta sus servicios a las necesidades del sector y se consolida como principal punto de encuentro del negocio de la construcción.

Entre los nuevos servicios de la web de e-difica destaca el Monitor de Obras, que ofrece información sobre el estado de todas las obras en curso que gestionan sus aprovisionamientos a través del portal. Además, los proveedores pueden mostrar su interés en las partidas que deseen, lo que les permitirá ser invitados a participar cuando se liciten. De esta forma, el contratista se beneficia al ampliar su base de proveedores, y el proveedor aumenta su mercado sin esfuerzo ni coste.

El servicio de Licitaciones Privadas permite acceder a información sobre las obras en proyecto o en ejecución en toda España. Así, los clientes de e-difica pueden conocer datos fijos de cualquier obra, el historial de seguimiento y datos de proveedores asociados a la misma. Por último, e-difica incorpora un servicio de Formación para profesionales de la in-

dustria de la construcción, que incluye cursos, seminarios, master, etc.

La nueva infraestructura tecnológica de e-difica incorpora, en aquellas zonas en las que la información que se transmite requiere rigurosa confidencialidad, un sistema de encriptación SSL de 128 bits, a través del cual se logra que la información sea intercambiada de manera segura.

Las empresas de la industria de la construcción han captado el valor que les aporta internet y sus ventajas. Ahora están demandando oportunidades de negocio de forma rápida y eficaz. e-difica ha desarrollado esta web para adaptarse a las necesidades del sector y como vehículo para desarrollar la nueva estrategia comercial de la compañía. Así, aprovecha la inmediatez que ofrece internet y lleva al cliente información en tiempo real que se traduce en oportunidades de negocio.



## CURSOS DE SOFTWARE SIG

### MapInfo Professional V 6.5

**Información e inscripciones**  
91 400 96 38/52  
<http://www.geograf-sig.com>

**PRÓXIMOS CURSOS**

- Enero: 28-29-30
- Febrero: 25-26-27

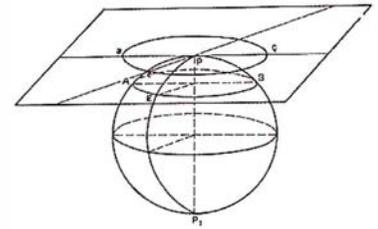


Sistemas de Información Geográfica



Authorized Partner

# Aplicación Geográfica de Cobertura - El SIG aplicado al Servicio de Atención al Cliente



Las empresas de telecomunicaciones ya hace mucho comprendieron la importancia de la geografía/localización en la estructura de su información, de hecho, toda la información de un operador de telecomunicaciones tiene una localización, los clientes, la red, las infraestructuras físicas. El planteamiento y estudio de expansión de los servicios que prestan están sujetos a la localización de los mercados objetivo, el diseño y planteamiento de redes «wireless» utiliza como base información geográfica geomorfológica, así como demográfica o de mercado.

La red, el recurso del operador, es un servicio suministrado con base en una infraestructura física limitada en el espacio y variable en el tiempo. Para un operador móvil la cobertura es su preocupación central, una mala cobertura es el principal motivo de pérdida de clientes. El servicio al cliente es también un factor diferenciante, el acceso a la información de cobertura, por el servicio de atención al cliente es fundamental para un buen nivel de atención, informando de la existencia de cobertura en una determinada área, actual o futura, o cuales son los problemas que momentáneamente la podrán estar afectando.

Esta información de cobertura no es estática, está en constante mutación, nuevas torres, problemas en la red, mantenimiento, desastres naturales y fallos de energía son únicamente algunos de los factores que la pueden alterar.

El sistema desarrollado por GEOGRAF para el «call centre» y soporte técnico del mayor operador de telecomunicaciones móviles de Marruecos, MEDITELECO M presenta los siguientes objetivos:

- Determinar la localización del cliente - a través de la búsqueda geográfica;
- Visualizar mapas de cobertura;
- Visualización de las alarmas de la red y su histórico;
- Insertar y georreferenciar la información de reclamaciones;

Algunos requisitos de una aplicación de este tipo:

- Facilidad de utilización y aprendizaje
- Tiempos de respuesta rápidos
- Gran número de usuarios
- Centralización de la aplicación y datos - mayor simplicidad en procesos de mantenimiento y actualización;

## Arquitectura y Requisitos Técnicos

La aplicación corre en la intranet de la compañía, GISCAM está instalado en un servidor dedicado, con su propia base de datos (Oracle 8.1.7 con cartucho Oracle Spatial para el almacenamiento de los datos cartográficos relativos a las reclamaciones georreferenciadas de los clientes y los datos de los elementos de la red de servicios), y también con su propio servidor Web (iPlanet 6).

El código para la gestión de los pedidos a la aplicación y toda la interfaz suministrada a los usuarios en su navegador web fue desarrollado en JSP (Java Server Pages). A partir del código JSP la aplicación ejecuta los más diversos métodos (implementados en código JAVA) para el acceso a la base de datos Oracle y al servidor cartográfico MapXtreme Java. La conexión a la base de datos con información relativa al estado técnico de los elementos de la red (la llamada 'alarm database') se realiza mediante JDBC.

Las ventajas de la utilización de un sistema de esta naturaleza en el servicio de atención son obvias, a pesar de no ser fácilmente cuantificables, y se reflejan en la satisfacción del cliente. El operador del centro de atención al cliente tiene acceso a la información de cobertura lo que le permite mejorar el nivel de información y reducir el tiempo de llamadas relacionadas con la red. Por otro lado la georreferenciación de las quejas de los clientes contribuye a la generación de más información para las operaciones y mantenimiento o para el control de calidad del servicio. Las consultas de los clientes sobre la cobertura podrán contribuir también (principalmente en un estado poco avanzado de implantación de la red) para el Marketing, definiendo áreas de posible expansión y permitiendo un mejor conocimiento de la demanda.

En resumen, aunque los resultados de la utilización de aplicaciones location based en servicios de atención al cliente en operadoras de telecomunicaciones no sean fácilmente mesurables, es bastante obvio que de ésta resultan grandes beneficios en términos cualitativos, además de la reducción de tiempos de llamadas, la información capturada es también fundamental para un mejor conocimiento de la demanda y su estructura territorial, para el planteamiento/expansión de la red.

Otras empresas con servicios de atención al cliente como aseguradoras ya se benefician de aplicaciones location based para la localización de los casos y su trámite, resultando en mejoras cualitativas así como una rentabilización de los costes de asistencia.

# La calidad de servicio en la red de carreteras de la Comunidad de Madrid: Una Encuesta Pionera



Juan José Jarillo.  
Dirección General de Carreteras. Comunidad de Madrid.

Antonio García Martín.  
PROINTEC.

## 1. INTRODUCCION

El estudio «La calidad del servicio en la red de carreteras de la Comunidad de Madrid», realizado por la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid, con la asistencia técnica de la empresa PROINTEC, se basa en una metodología -bastante compleja y novedosa-, que tiene como finalidad conocer el grado de satisfacción de los usuarios de dichas carreteras. La finalidad última es contar con su opinión como fuente de información -una de las posibles fuentes-, a la hora de introducir cambios y mejoras en las carreteras.

Este trabajo tiene los siguientes contenidos:

- Elaboración de una encuesta de opinión domiciliaria.
- Como complemento de la encuesta domiciliaria se plantea una encuesta en ruta y una tanda de reuniones de grupo con colectivos especialmente sensibilizados y conocedores de los problemas de la carretera.
- Creación de una página Web para la Dirección General de Carreteras que permita la difusión de sus actividades, de información y recoja la opinión de los usuarios sobre las carreteras comunitarias.
- Por último, la obtención de unos indicadores a partir de los resultados de la encuesta domiciliaria, cuya agregación ponderada permite la elaboración de un Índice de Calidad del Servicio de la carretera.



*Duplicación de Calzada de la M-506. Tramo antigua N-V a enlace de Miraflores (Variante de Móstoles)*

La disposición de esta herramienta aumentará la diferenciación de información recibida, como ya hemos dicho, y reforzará -o ayudará- en la toma de decisiones técnicas y políticas.

Por ello, el primer trabajo ha sido definir los componentes que integran las variables definitorias de la calidad de servicio de una carretera: trazado, pavimento, señalización, sistemas de contención y equipamiento, fluidez, accidentes y obras; y las prestaciones ofrecidas por la infraestructura: movilidad, seguridad, confort, medioambiente, información y servicios.

En este artículo queremos centrarnos en la base del estudio: las encuestas y las reuniones de grupo, su metodología y resultados principales.

## 2. ENCUESTA DOMICILIARIA

### Metodología y ficha técnica

El cuestionario da comienzo, como suele ser habitual -en argot taurino se diría «para ir templando»-, con unas preguntas de carácter general:

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CARRETERAS**  
(Base: Muestra Total)

Carreteras	SEXO		ZONA DE RESIDENCIA					NIVEL DE ESTUDIOS			
	Varón	Mujer	Madrid Municipio	Área Met. Norte	Área Met. Oeste	Área Met. Sur y Este	Resto Comunidad	Ninguno	Primarios	BUP, FP	Universitarios
M-607	19	19	23	61				19	19	18	19
M-505	9	11	14	2	20		13	10			18
M-506		9				29			10	10	
M-501			6			14				9	12
M-503	10				32						
M-406						29		21			
M-404							20		8		
M-511					24						
M-600							15				
M-603				14							

medio de transporte utilizado, motivos para utilizar el vehículo privado y no el público, y otras de esta índole. Después, se le pregunta al entrevistado por las carreteras autonómicas que conoce mejor y las que más frecuentaba, centrandolo el resto de la entrevista en las características de la carretera que más frecuenta. Se termina con una batería de preguntas personales: edad, sexo, nivel de instrucción y municipio de residencia.

Las variables de genero y edad sirven para determinar la persona que debe ser entrevistada dentro del hogar, según la estructura por edad y sexo de la población de cada zona a la que debe ajustarse la población entrevistada en ella.

Una vez seleccionada la persona se la entrevista o no según la frecuencia con que utiliza las carreteras de la Comunidad de Madrid, si ese uso es solo de dos o tres veces al año sale de observación. El entrevistado puede ser un conductor o una persona transportada.

La población objeto de estudio es la residente en la Comunidad de Madrid, mayor de edad y usuaria de las carreteras de dicha Comunidad.

El tamaño de la muestra ha sido de 2.400 entrevistas, con un error de muestra (considerando un nivel de

confianza de 1,96 sigma y  $p = q$ ) de +/- 2% para la estimación global.

Para la distribución de la muestra se ha dividido la Comunidad madrileña en 5 zonas: municipio de Madrid, Área Metropolitana Norte, Área Metropolitana Oeste, Áreas Metropolitanas Sur y Este y resto de la Comunidad. Al municipio capitalino le han correspondido 400 entrevistas, las otras 2.000 se han repartido aplicando el método de afijación simple, dando lugar a 500 entrevistas en cada una de las otras cuatro zonas. Se han utilizado 53 puntos de muestreo (municipios): uno en Madrid, 12 en municipios de la Corona Metropolitana y 40 en el resto de Comunidad, con un número no inferior a 10 entrevistas por punto de muestreo.

El método de muestreo utilizado ha sido el de rutas aleatorias con selección bietápica del encuestado y reajuste de las últimas unidades de muestreo por cuotas de sexo y edad, como ya se ha dicho. El tipo de entrevista utilizado ha sido mediante cuestionario estructurado, aplicado cara a cara, comenzándose con un pretest de 50 entrevistas, lo que permitió comprobar la bondad del cuestionario. Se ha supervisado el 11% de las entrevistas, mediante los sistemas de casa a casa y contacto telefónico.

El trabajo de campo -realizado por la empresa Tema, Grupo Consultor, SA- se llevó a cabo entre el 19 de Febrero y el 29 de Marzo de 2001.

### Principales resultados

Se han estimado tres variables estructurales: zona, genero y nivel de instrucción. El genero no ha sido especialmente significativo, las opiniones de los hombres y las mujeres sobre el tema investigado no se diferencian mucho.

No ocurre lo mismo con la zona y el nivel de instrucción (titulación más alta obtenida). Cuando se hizo la división territorial de la Comunidad de Madrid en cinco zonas se partía de un conocimiento empírico de que existía una cierta componente de clase social -y renta- que las diferenciaba, lo que nos permitía suponer que se iban a obtener opiniones contrastadas según el lugar de residencia. El nivel de instrucción -que suele utilizarse como sustituto de clase social, siempre difícil de medir- ha venido a refrendar esta hipótesis de partida, al existir una alta correlación entre nivel de instrucción y zona. El resultado es que no opinan igual los que viven en una u otra zona de la Comunidad.

Las carreteras más conocidas y frecuentadas por los usuarios de la red

viaria autonómica son las seis que aparecen en el Cuadro, de las cuales la M-607, la llamada Autovía de Colmenar, es la reina de las carreteras de titularidad autonómica.

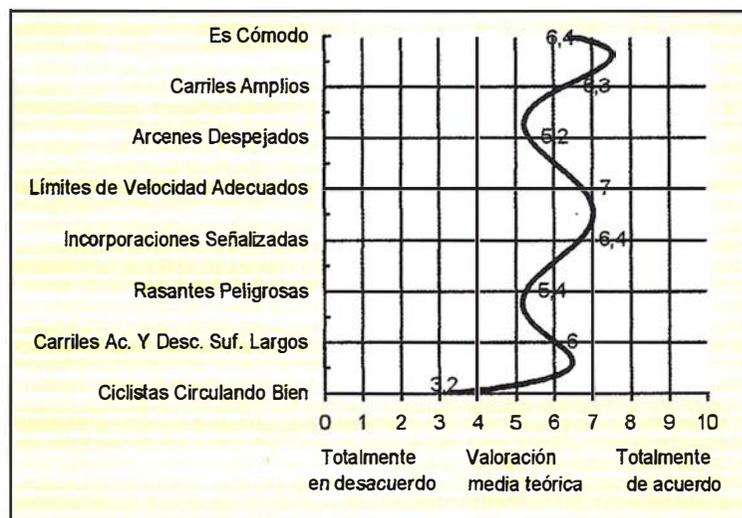
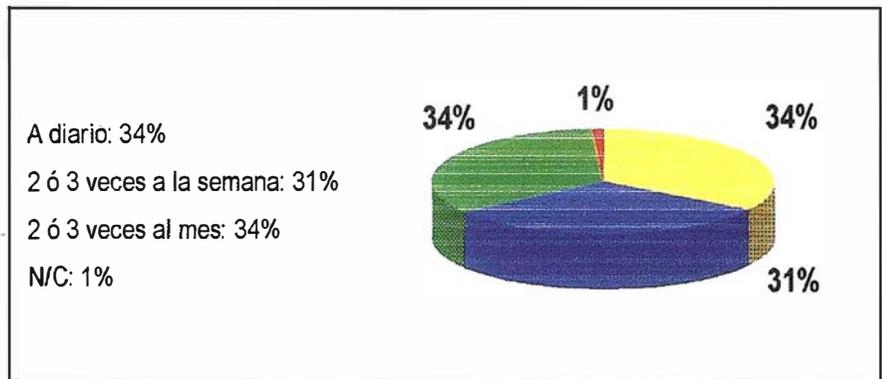
Existe una alta correlación entre frecuencia de uso de alguna de estas carreteras y lugar de residencia. Por ejemplo, el 72% de los que utilizan la M-607 viven en la Zona Norte, el 91% de los que transitan por la M-503 en la Zona Oeste, el 78% de los que frecuentan la M-406 en la Zona Sur y Este y el 66% de los pasan con asiduidad por la M-404 viven en los pueblos del resto de la Comunidad, y hay que presumir que en pueblos del Sur y del Sudeste extrametropolitano. En otras vías la correlación es menor. Los madrileños de la capital se dispersan por toda la red, la M-607, la más frecuentada por ellos, solo obtiene un 16% de respuestas.

Conozcamos ahora los principales resultados de la encuesta:

- \* Los usuarios de las carreteras autonómicas se distribuyen, prácticamente a partes iguales, en tres grupos: los que circulan todos los días, los que las utilizan varias veces a la semana y los que lo hacen alguna vez al mes.
- \* Respecto al trazado de la vía, se esta muy de acuerdo con los límites de velocidad establecidos (valoración de 7 sobre 10, siendo el 0 el máximo desacuerdo y el 10 el máximo acuerdo). No obstante, se esta totalmente en desacuerdo con que los ciclistas pueden circular sin ninguna dificultad por sus arcones (3,2).
- \* En cuando al pavimento, se detecta un relativo acuerdo respecto a que los baches y deformaciones son pocos y no impiden circular (5,8).
- \* En general, los sistemas de contención, señalización y balizamiento son valorados positivamente.
- \* Respecto a la fluidez del tráfico por la carretera, la existencia de obras

## ¿CON QUÉ FRECUENCIA PASA USTED POR ESTA CARRETERA?

(BASE: MUESTRA TOTAL)



en la calzada se percibe negativamente, se asegura rotundamente que provocan atascos (7,2), debiéndose habilitar carriles alternativos en estos casos (7,9).

- \* Se critica abiertamente la imposibilidad de transitar por la carretera a determinadas horas o en ciertos días por estar totalmente congestionada (7,7). Además, los entrevistados no parecen estar dispuestos a abonar un canon por circular con más seguridad (3,5).
- \* De la seguridad, se valora positivamente las líneas de la calzada que posibilitan la conducción nocturna (6,7), se reconoce claramente lo peligrosas que son las intersecciones (6,5) y se esta muy de acuerdo con que la existencia de barreras laterales posibilita una conducción más segura (6,9).

\* Esta muy arraigada la convicción de que se debería habilitar dispositivos que obliguen a reducir la velocidad cuando se transita por las travésías de las poblaciones (7,1).

\* La valoración otorgada a la carretera autonómica por la que se circula habitualmente es positiva (6,3). Por zonas la nota más alta es la que dan los entrevistados en la capital (6,7), le siguen las Áreas Metropolitanas Norte y Oeste (6,5 en cada caso), el Área Metropolitana Sur y Este (6,2), la menor nota es la que le dan los que viven en las localidades del resto de la Comunidad (5,7). No existen diferencias por sexo y mínimas por nivel de instrucción.

\* Cuando se trata de ordenar una serie de aspectos sobre el servicio que deben ofrecer las carreteras

convencionales y las autovías de la red autonómica, prima por encima de otras consideraciones la seguridad. A lo que se da menos importancia, en cualquier tipo de carretera y por detrás de la seguridad, el confort, la rapidez y la información, es el medio ambiente.

Pero aquí se produce una clara contradicción con la respuesta a las siguientes opciones:

- 1. «Una autopista que atravesara el Monte del Pardo y disminuyera de forma notable el tiempo de viaje, pero que afectara al entorno natural».
- 2. «Mantener las carreteras tal y como están en la actualidad».
- 3. «Una carretera que ahorrara tiempo en la misma medida que la primera opción, pero construida en túnel sin afectar el entorno natural, con un coste muy superior que hiciera necesario aplicar un peaje».

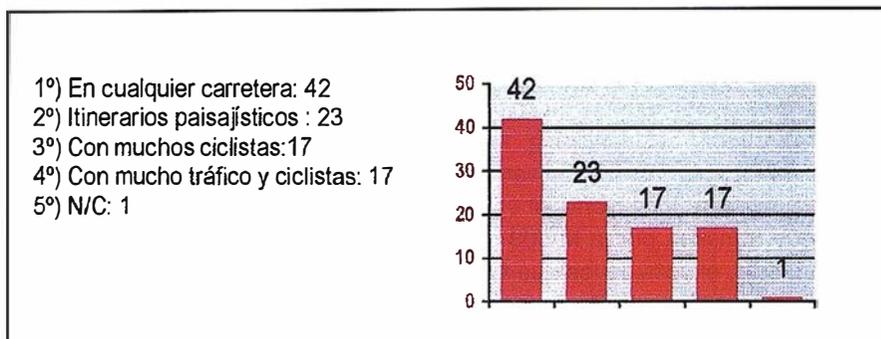
La mayoría de los entrevistados demanda la tercera opción (54%), seguida de la segunda (35%). En todas las variables de contraste la opción más citada es la tercera, la única excepción esta entre los que residen en el Área Metropolitana Oeste, que optan preferentemente por la segunda opción (45%) frente al 39% que cita la tercera.

El concepto de medio ambiente parece todavía demasiado etéreo: ¿a que nos referimos con él?, ¿al paisaje por el que transcurre la vía?, ¿al grado de limpieza de los arcones? o ¿a la contaminación atmosférica y acústica de la carretera?. Es posible que el error haya estado en el uso del concepto, ya que cuando se utiliza un ejemplo el entrevistado tiene las ideas bastante claras.

Para no alargarnos más, vamos a terminar señalando que cuatro de cada diez entrevistados se muestran a favor de que se instalen carriles destinados exclusivamente a la circulación de bicicletas. Es lógico, los entrevistados creen que los ciclistas tienen

## ¿EN CUÁL DE ESTAS CIRCUNSTANCIAS SE PODRÍA CONSIDERAR LA NECESIDAD DE INSTALAR UN CARRIL BICI? (%)

(BASE: MUESTRA TOTAL)



problemas para circular por el arcén y por eso piden que se instale un carril para su uso exclusivo.

### 3. REUNIONES DE GRUPO

#### Metodología

Se ha realizado una serie de reuniones de grupo para conocer la opinión de algunos colectivos: transportistas de mercancías y de viajeros, taxistas, Guardia Civil de Tráfico, empresarios ubicados en Polígonos Industriales, sector de las gasolineras y ciclistas, usuarios frecuentes de la carretera y con problemáticas concretas en relación a ella.

Con anterioridad se mantuvo una mesa redonda entre técnicos de la Dirección General de Carreteras y de la empresa Prointec, para determinar los temas sobre los que interesaba conocer la opinión de cada colectivo.

Las reuniones se plantean como entrevistas a grupos homogéneos, en un número no superior a ocho personas en cada reunión y con carácter semidirigido. Tuvieron lugar la última semana de Marzo de 2001.

#### Los problemas que preocupan a los colectivos

De las reuniones de grupo se obtiene un listado de problemas y soluciones que los colectivos aportan a

esos problemas. Vamos a resaltar las preocupaciones más importantes de cada uno de ellos.

#### — Conductores de autobuses de líneas interurbanas de pasajeros

- \* Todo lo relacionado con las paradas de autobús: retranqueo, carril de aceleración en las salidas, iluminación, accesos del peatón, planificación, etc.

#### — Transportistas de mercancías

- \* Falta de áreas de descanso.

#### — Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior

- \* Difícil acceso a ciudades y urbanizaciones desde carreteras principales.
- \* Difícil acceso a Polígonos Industriales por el tipo de vehículo que lo frecuentan y la situación del firme.

#### — Asociaciones de Taxistas

- \* Falta de arcones en la carretera.

#### — Ciclistas

- \* Falta de un espacio segregado para circular sin peligro.
- \* Imposibilidad de circular en paralelo y llevar vehículo de apoyo.

#### — Polígonos Industriales

- \* Malos accesos y falta de señalización de los Polígonos.

VELOCIDAD A LA QUE SE CIRCULA POR ESTA CARRETERA  
(Base: Cada Carretera)

CARRETERA	<90 km/h	90-119 km/h	120 km/h y +
M-607	2,3	43,7	54,0
M-505	1,2	63,2	35,6
M-503	14,9	73,6	11,5
M-501	-	39,5	60,5
M-406	1,2	55,8	43,0
M-506	1,2	54,0	44,8

– **Gasolineras**

\* Rigidez de la Normativa respecto a la instalación de gasolineras.

## 4. ENCUESTA EN RUTA

### Metodología

El estudio La calidad de servicio en la red de carreteras de la Comunidad de Madrid, termina, desde el punto de vista opinático, con una encuesta en ruta cuyo objetivo es conocer la opinión que tienen los conductores sobre las carreteras que más frecuentan los madrileños -las seis a las que antes se ha hecho referencia-, entrevistándolos cuando transitan por ellas.

Se han realizado 520 entrevistas distribuidas de la siguiente manera: 437 a conductores de turismos y otros vehículos y 83 a conductores de autobuses de líneas interurbanas de la Comunidad de Madrid.

Se ha puesto un interés especial en conocer la opinión de los conductores de autobús por el uso frecuente que hacen de las carreteras y, consiguientemente, su mayor conocimiento de los temas investigados, haciéndose una explotación especial para este colectivo.

Las entrevistas se realizaron en gasolineras y, en el caso de los conductores de autobús, en intercambiadores y terminales de este medio de trans-

porte, entre el 30 de julio y el 5 de agosto de 2001, en días laborables y de fin de semana.

El tipo de entrevista utilizado ha sido mediante cuestionario estructurado, de un número limitado de preguntas y aplicado cara a cara. La entrevista se realiza si el viajero frecuenta la carretera una vez al mes o más. La explotación de la encuesta tiene como variables estructurales frecuencia de uso de la carretera y motivo del viaje (trabajo, ocio y otro).

### Principales resultados

En la encuesta en ruta se producen dos bloques de opinión, por un lado están los que utilizan diariamente la carretera y la usan por motivo de trabajo -seguramente son los mismos-, y por otro, los que la utilizan con menos frecuencia y por motivos diferentes al laboral.

Los primeros, más conocedores de la carretera por el frecuente uso que hacen de ella, tienen una visión más crítica, menos complaciente, quizá porque los otros conductores circulan los fines de semana o esporádicamente y a distintas horas que los que la utilizan diariamente para ir al trabajo, teniendo unos y otros una percepción diferente de la vía, que se manifiesta en la valoración de aspectos como la mayor o menor fluidez de tráfico.

Vamos a comentar algunos resultados especialmente interesantes, co-

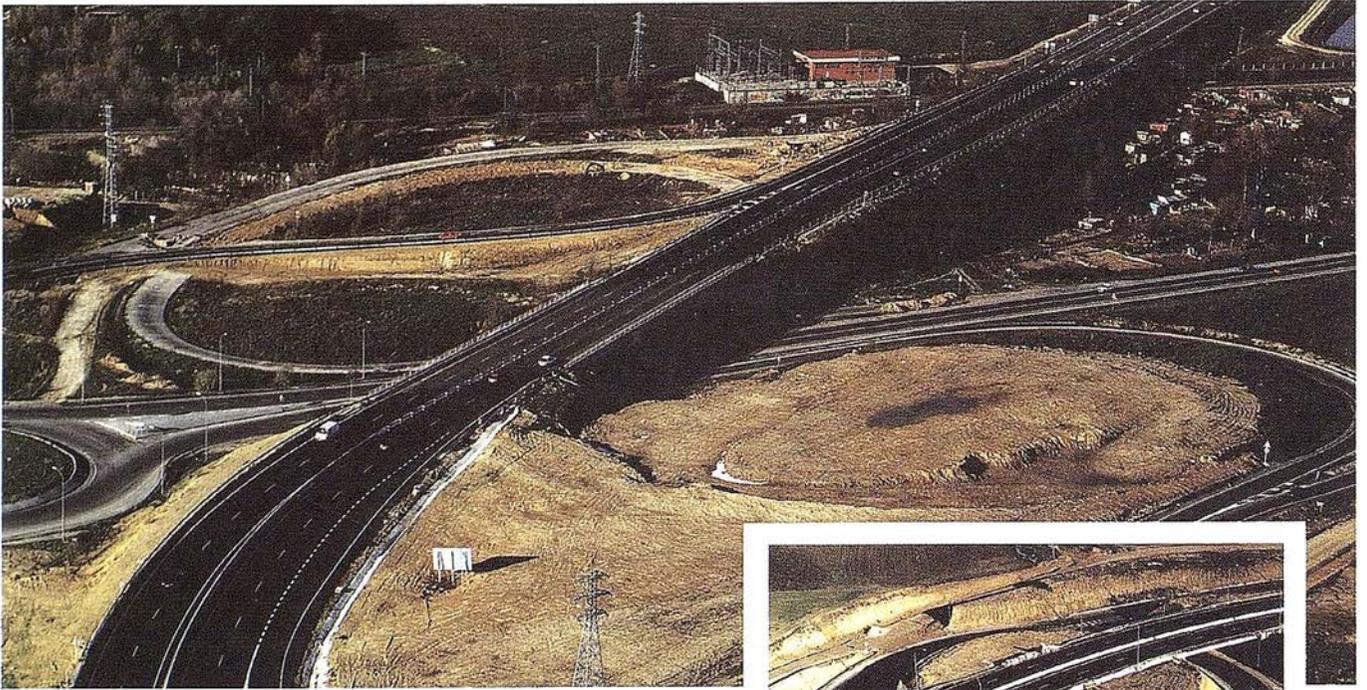
mo la velocidad con que se circula por estas carreteras.

La velocidad depende de la frecuencia de uso y el motivo, lo normal es que circulen más rápidos los que la utilizan esporádicamente y por motivos de ocio, pero no siempre es así, en la M-607 los que van más rápido son los usuarios de todos los días y los que la utilizan para ir al trabajo. La M-503 es la carretera en la que se conduce más despacio y la M-501 en la que se conduce más deprisa.

Se confirma la opinión recogida en la encuesta domiciliaria, hay un fuerte rechazo a pagar un canon por evitar atascos y circular más seguro, pero la negativa es más matizada entre los que utilizan la carretera diariamente y por motivo de trabajo. La M-501, con problemas de tráfico y muchos aficionados a pisar el acelerador, es la carretera con más personas dispuestas -por lo menos entre sus usuarios más fieles-, a pagar ese canon.

Solo en las carreteras M-607 y M-503 se alcanza un acuerdo moderado en cuanto a la seguridad de circular por ellas, a los usuarios del resto de vías no les parecen tan seguras y la M-501 produce una alta inseguridad a los que la frecuentan.

Los puntos peligrosos de la carretera son nombrados de manera genérica: curvas, cruces, incorporaciones y salidas -en especial de los polígonos-,



arcenes y rotondas, aunque en cada vía se especifican algunos puntos bien conocidos por los conductores (la curva de la Renault en la M-607, por ejemplo).

Con la excepción de la M-406, en el resto de vías hay suficientes gasolineras; justo lo contrario de lo que ocurre con la presencia de la Guardia Civil, si se exceptúa la M-501 -sus usuarios consideran que esa presencia es excesiva-, y la M-506 -en donde es suficiente-, en el resto de carreteras se reclama más presencia de la Benemérita.

Lo que se mejoraría de la carretera es lo que se ha señalado como problema, cuando se le preguntaba al entrevistado por ellos; depende de cada carretera pero en general se habla de las curvas, ampliar el número de carriles o ensancharlos, incorporaciones más largas y con mayor visibilidad, mejorar la calidad del pavimento, badenes, señalización de rotondas... En la M-501, algunos piden que se convierta toda ella en autovía. Los que frecuentan diariamente la carretera, y los que la utilizan para ir a trabajar, son los que creen que hay que mejorar más cosas.

La opinión de los conductores de autobús de las líneas interurbanas

que circulan por estas carreteras es, en general, más moderada que la del resto de usuarios cuando se alaba una cualidad, y más crítica cuando se señala algún aspecto negativo.

Con excepción de la M-406, consideran que los arcenes no están despejados y por lo tanto no pueden usarse en caso de emergencia. Los arcenes -su anchura, su uso por los ciclistas, su señalización- es uno de los temas que más preocupa a este colectivo. La aparente contradicción con las opiniones vertidas en la reunión de grupo mantenida con este colectivo (que hace hincapié en el tema de las paradas), se puede deber al carácter más institucional (empresas y sindicatos) de las personas que formaron parte de la reunión de grupo.

## 5. A MODO DE CONCLUSION

Los resultados obtenidos de la encuesta domiciliaria, apoyados y corregidos por la información que aportan la encuesta en ruta y las reuniones de grupo, son bastante satisfactorios. Son los indicadores necesarios para

construir el Índice de Calidad del Servicio de la carretera al que hacíamos referencia al comienzo de este artículo.

Estos indicadores se pueden actualizar a partir de las opiniones recogidas en la página Web, y de una manera más sistemática, y posiblemente también más científica -la encuesta se hace a una muestra aleatoria de la población, representativa del universo de referencia, mientras que los que consultan la página Web no tienen ese carácter muestral pues desconocemos el universo del que proceden-, realizando otras encuestas de opinión periódicas y con el mismo contenido o contenidos complementarios.

Algunos aspectos son mejorables -ya hemos visto como hay que tener cuidado con el uso de ciertos conceptos poco claros para la población en general, como el de medio ambiente-, pero se ha iniciado un camino de investigación fructífero y con una plasmación práctica inmediata que consideramos muy interesante.

# Sin Lugar a DUDAS

*Si busca productividad y  
seguridad, no lo dude. Apueste  
por una empresa con demostrado  
prestigio y fiabilidad.*

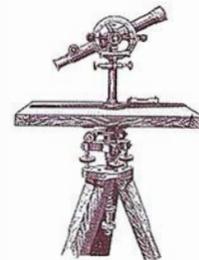
Una empresa  
con amplia experiencia, con productos  
líderes en el mercado como  
**Trimble** y **Nikon**, que invierte  
constantemente en innovaciones  
tecnológicas y se compromete  
con sus clientes para ofrecerles las  
soluciones más avanzadas  
con un esmerado servicio post-venta.

**Trabajamos**  
en su Beneficio



Santiago & Cintra Ibérica, S.A.  
Calle José Echegaray, 4 P.A.E. Casgblanca B5  
28100 Alcobendas (Madrid), ESPAÑA  
Tel.: 902 12 08 70 Fax: 902 12 08 71  
[www.santiagoecintra.es](http://www.santiagoecintra.es)

# Aplicación de las tecnologías SIG para la realización de una clasificación de usos de suelo híbrida paramétrica-no paramétrica a partir de imágenes de satélite LANSAT TM



Eduardo Moreno Cuesta, Dr Ingeniero de Montes.  
Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva.

Encarnación González Algarra. Dr. Ingeniero de Montes.  
Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva.

Isabel Otero Pastor. Dr. Ingeniero de Montes.  
Departamento de Construcción y Vías Rurales. E.T.S.I.Montes.  
Universidad Politécnica de Madrid.

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este artículo es la obtención de un mapa de cobertura de suelo para el año 1987 de la zona costera de la Comunidad Autónoma Cántabra mediante la realización de una clasificación multiespectral de imágenes de satélite Landsat TM del año 1987. Por zona costera se entiende la franja de diez kilómetros tomados desde la línea de costa hacia el interior.

La clasificación multiespectral es el proceso de asignar píxeles dentro de un número finito de clases, basados en los valores de los mismos. Si el píxel satisface un cierto conjunto de criterios, es asignado a la clase que se corresponde con los mismos. Este proceso se conoce también como segmentación de la imagen (CHUVIECO, E; 1996).

El proceso de clasificación se puede dividir en dos fases: entrenamiento («Training») y clasificación propiamente dicha o fase de asignación (usando una regla de decisión).

El resultado de la fase de entrenamiento es un conjunto de firmas espectrales que definen un campo de

entrenamiento o cluster. Éstas pueden ser:

- Firmas paramétricas- Basadas en parámetros estadísticos (pe media y covarianza de la matriz) de los píxeles que forman parte del cluster.
- Firmas no paramétricas- No están basadas en criterios estadísticos sino en objetos (polígonos o rectángulos) en el espacio característico («Feature space»). Una clasificación no paramétrica usará un conjunto de firmas no paramétricas para asignar un píxel a una clase basándose en su localización en este espacio.

Una vez obtenidas las firmas, tiene que haber una evaluación, manipulación y mejora de las mismas.

El siguiente paso en el proceso clasificatorio es la aplicación de una regla de decisión que consiste en un algoritmo matemático que usando los datos contenidos en las firmas, realiza la asignación de los píxeles a las distintas clases. La regla de decisión puede ser paramétrica o no paramétrica. La primera es adecuada para firmas espectrales paramétricas, asignándose

todos los píxeles a una clase, ya que el espacio de decisión paramétrico es continuo. Algunos ejemplos de regla de decisión paramétrica son el Clasificador de mínima distancia, Clasificador de distancia de Mahalanobis, Clasificador de máxima probabilidad bayesiana (HORD, R.M; 1982), etc. La segunda básicamente determina si un píxel está dentro de las fronteras de una firma no paramétrica definida previamente.

El último paso es la evaluación y mejora de la clasificación, ya sea mediante umbrales estadísticos o comparando la misma con muestras sobre el terreno u otros datos.

## 2. CLASIFICACIÓN SUPERVISADA HÍBRIDA PARAMÉTRICA-NO PARAMÉTRICA

La clasificación que se va a realizar va a ser una clasificación supervisada híbrida paramétrica-no paramétrica. En la misma, dependiendo de las características de los datos y del esquema de clasificación, algunas clases serán definidas más adecuadamente como objetos en el espacio

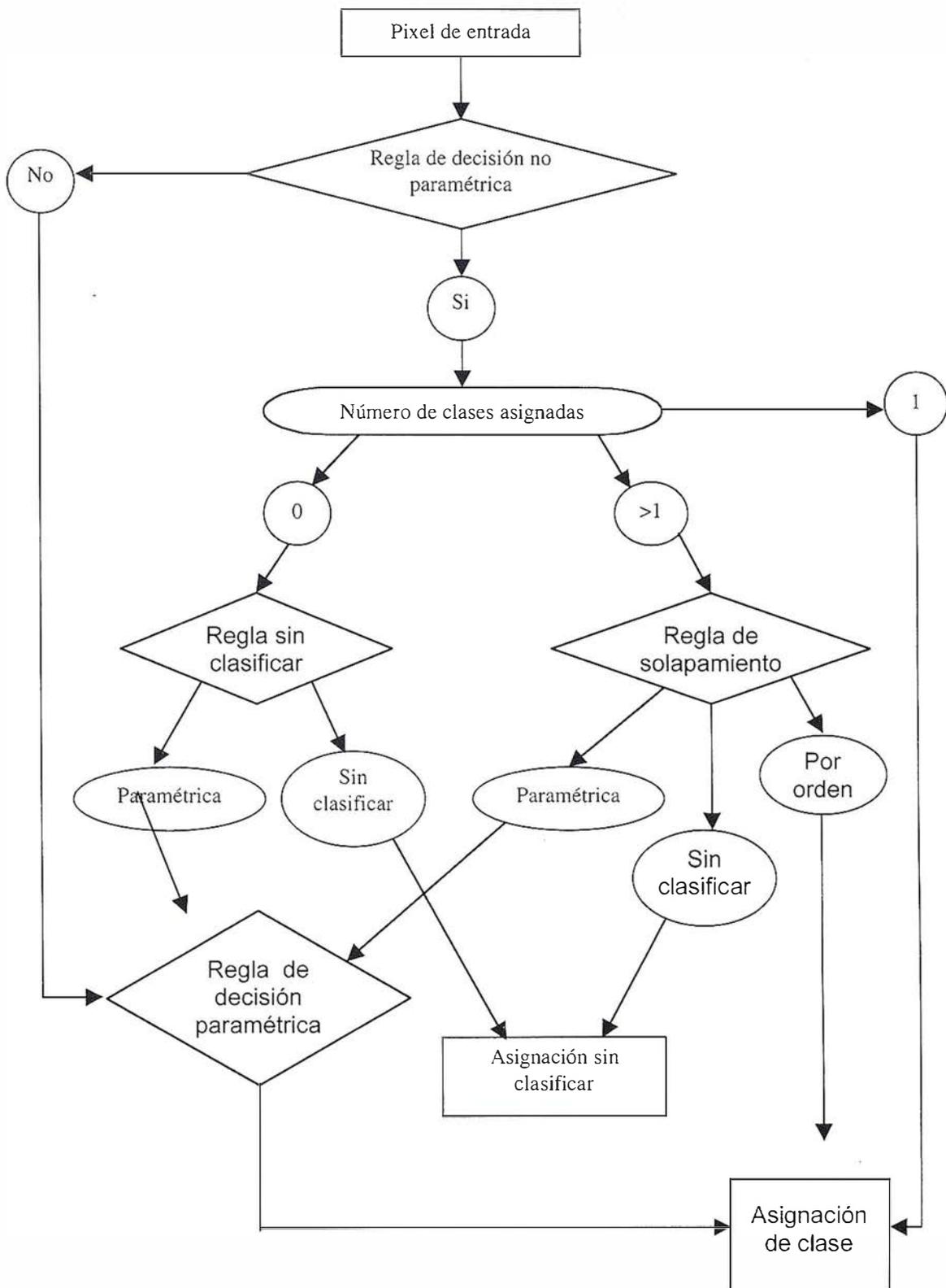


Figura 1. Diagrama de flujo de la clasificación híbrida.

característico, y clasificadas usando una regla de decisión no paramétrica. Otras serán caracterizadas más eficientemente mediante parámetros estadísticos y posteriormente clasificadas usando la regla paramétrica de decisión de máxima probabilidad bayesiana. Así, el algoritmo de clasificación manejará un conjunto de firmas espectrales, unas definidas mediante criterios paramétricos con representación estadística de las muestras, y otras definidas mediante criterios no paramétricos, como objetos en el espacio característico. El fundamento lógico del algoritmo de clasificación asume que una decisión no paramétrica tiene prioridad sobre una decisión paramétrica (MORENO, E; 2001).

La figura 1 ilustra el diagrama de flujo de cada pixel dentro del proceso de clasificación.

Según se indica en el organigrama anterior, si no se fijara ninguna regla no paramétrica, el pixel se clasificaría usando la regla paramétrica solamente. Si se fijara una regla no paramétrica, el pixel se probaría con las firmas no paramétricas lo que daría lugar a una de las tres posibles situaciones:

1. SIN CLASIFICAR- El número de firmas no paramétricas en las que está incluido el pixel es cero. Se aplicará la «regla sin clasificar», clasificándose el pixel de acuerdo a las reglas paramétricas.
2. SOLAPAMIENTO- El número de firmas no paramétricas en las que está incluido el pixel es mayor que 1. Se aplicarán las reglas de solapamiento definidas que pueden ser: por orden, dejar el pixel sin clasificar u optar por aplicar la regla de decisión paramétrica.
3. UNICO- El número de firmas no paramétricas en las que está incluido el pixel es 1. El pixel será clasificado como la clase correspondiente a esta firma.

De esta manera, conseguimos que la clasificación sea no paramétrica

para algunas clases seleccionadas y paramétrica para el resto.

### 3. APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN HÍBRIDA A LA ZONA DE ESTUDIO

Para llevar a cabo la clasificación híbrida paramétrica-no paramétrica en la zona de estudio se ha utilizado el programa de tratamiento de imágenes de satélite Erdas Imagine (VA-RIOS, 1997). Se ha elegido este programa por ser uno de los más completos y fiables de los existentes en el mercado.

Las etapas básicas en el proceso de clasificación han sido:

1. Establecimiento de la leyenda o clasificación.
2. Selección de la imagen.
3. Edición/Evaluación de firmas espectrales.
4. Clasificación de la imagen.

Pasamos a ver, a continuación, más detalladamente cada una de estas fases.

#### 3.1. Establecimiento de la leyenda

Se ha intentado establecer una leyenda que cumpliera las condiciones de estar adaptada a las exigencias que conlleva la realización de una clasificación digital supervisada. Así, las clases que se definan deben diferenciarse, en la medida de lo posible, desde el punto de vista espectral.

En la leyenda por la que finalmente se ha optado, la vegetación está caracterizada desde un punto de vista estructural o fisionómico.

Dicha leyenda es la siguiente:

1. Tejido urbano continuo. (Código 13).
2. Tejido urbano discontinuo. (Código 2).

3. Praderas. (Código 11).
4. Bosque de frondosas. (Código 10).
5. Bosque de coníferas. (Código 8).
6. Pastizales naturales. (Código 14).
7. Landas y matorrales. (Código 1).
8. Matorral boscoso de transición. (Código 4).
9. Playas, dunas y arenales. (Código 7).
10. Roquedo. (Código 25).
11. Espacios con vegetación escasa. (Código 3).
12. Agua. (Código 9).

#### 3.2. Selección de la Imagen

La imagen de satélite con la que se va a trabajar para realizar esta clasificación híbrida paramétrica-no paramétrica será una imagen Landsat TM del año 1987, año para el que interesa el estudio de la cobertura. Al ser una clasificación digital, no visual, se podrán utilizar simultáneamente las seis bandas del satélite, no únicamente tres como ocurre si optamos por un tipo de clasificación mediante fotointérprete. Se muestra la imagen de satélite en la figura 2.

#### 3.3. Edición/Evaluación de firmas espectrales

El proceso de edición/evaluación de firmas espectrales es un proceso iterativo donde a partir de una primera selección de campos de entrenamiento se procede a una evaluación y mejora de los mismos hasta conseguir los campos de entrenamiento finales. En este apartado se van a describir en primer lugar algunos ejemplos de campos de entrenamiento finales tomados para cada categoría. En segundo lugar, se explican las herramientas utilizadas para la evaluación, manipulación y mejora de las muestras utilizadas a lo largo del proceso de obtención de las firmas definitivas.

# La topografía más fácil.

## TOPOGRAFIA

.Procesa ficheros de estaciones totales y libretas electrónicas  
.Compensación de poligonales, intersecciones directas e inversas, conversiones a/de UTM, transformaciones de coordenadas

## PERFILES LONGITUDINALES

.A partir de modelo o cartografía digitalizada .Definición gráfica o numérica de rasantes .Personalización de guitarras

## PERFILES TRANSVERSALES

.Edición gráfica o numérica .Dibujo en modo continuo o en formatos .Inserción de perfiles en fases .Utilidades de conversión

## PUNTOS

.A partir de ficheros de diversos formatos o entidades dibujadas .Automático a partir de códigos .Operaciones de edición y consulta

## MODELO DIGITAL

.Curvas de nivel .Dibujo de curvas de nivel .Edición interactiva .Múltiples superficies



## SECCIONES TIPO

.Urbanas o de carreteras .Definición de plataformas, cunetas, taludes, cauces, muros, geología, peraltes, etc

## VOLUMENES

.Por diferencia de perfiles, mallas digitales .Listados de cubicación, de masas, etc

## CURVADO

.Generación automática a partir de modelo .Suavizado opcional .Ajuste manual o automático

## MAPAS

.Representación de alturas, pendientes, direcciones, malla 3D, conversión a sólidos, renderizado, etc

## REPLANTEO

.Gestión de bases .Replanteo de punto a punto a partir de modelo o puntos sobre eje .Control de replanteo

## ALINEACIONES

.Creación a partir de polilíneas o ficheros externos .Herramientas de encaje de rectas, curvas y clotoides .Acotación automática...

## UTILIDADES

.Conversión de ficheros de Cartografía, elevación de entidades, herramientas de dibujo, dibujo de taludes, etc

## REQUERIMIENTOS

Procesador PENTIUM 100 ó superior  
.Lector CD-ROM  
MS-DOS, Windows 3.X, Windows 95/98, Windows NT  
.AutoCAD 12, 13, 14 ó 2000  
.Tarjeta Gráfica 800 x600

TCP Informática y Topografía  
Diseño y Programación de Aplicaciones Técnicas

**TOPOGRAFIA  
INGENIERIA CIVIL  
CONSTRUCCION**

C/ Sumatra, 11  
E-29190 Málaga (España)  
Tlf.: 95 243 97 71  
Fax: 95 243 13 71  
E-mail: tcp@tcpit.es  
web: www.tcpit.es

**MODELO DIGITAL  
DEL TERRENO**  
Soluciones para  
Ingeniería Civil  
y Topografía  
en AutoCAD®

# TCP



RAD- Desarrollador Registrado



TCP Informática y Topografía

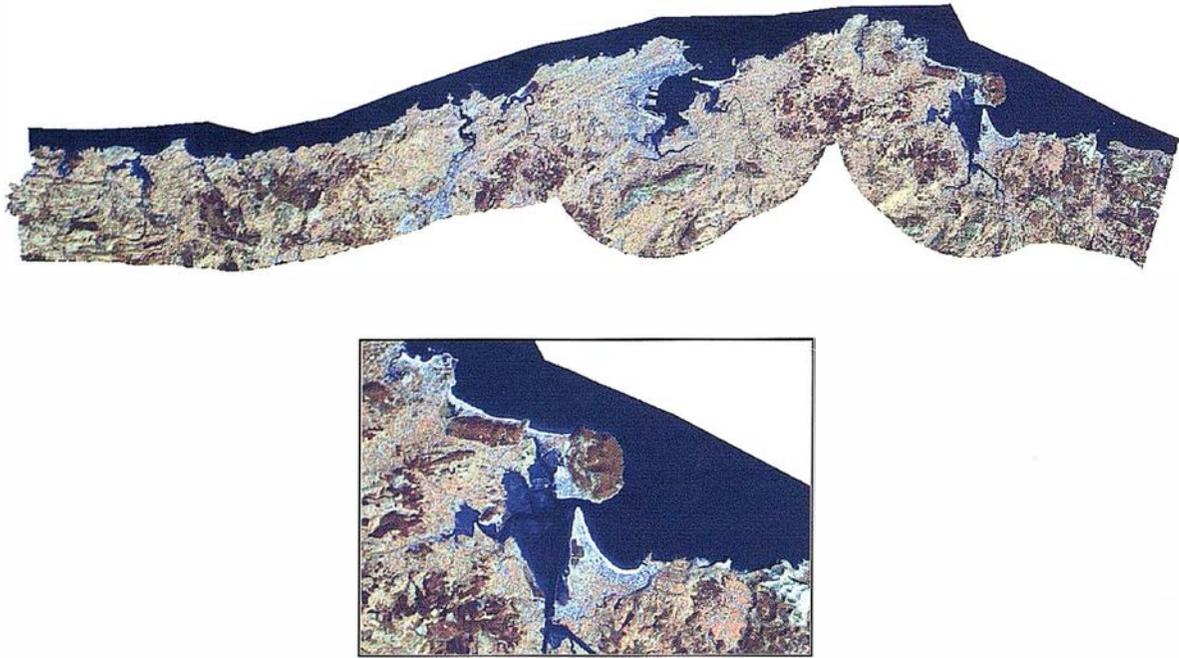


Figura 2. Imagen de satélite Landsat TM de la zona de estudio y ampliación.

### 3.3.1. Campos de entrenamiento finales

Los campos de entrenamiento finales han sido fruto de una selección exhaustiva para cada categoría de leyenda (clase), donde se ha tomado en consideración la naturaleza más adecuada de la misma (paramétrica-no paramétrica), tamaño y fiabilidad proporcionada. Se han realizado una media de 15 campos de entrenamiento prueba por cada categoría contemplada antes de optar por el campo final.

En los casos en que se ha optado por muestras paramétricas, se ha supuesto una distribución normal de la clase, mientras que en aquellas clases que no se ha detectado este comportamiento paramétrico, se ha optado por muestras de carácter no paramétrico.

A continuación se analizan algunos ejemplos de campos de entrenamiento finales obtenidos para cada clase.

#### 1. Tejido urbano continuo

Se ha optado, dado que esta clase no ofrece una curva de distribución nor-

mal, por utilizar métodos no paramétricos; en concreto, se ha obtenido el campo de entrenamiento en el espacio característico definido por las bandas 4 y 5, que es en las que se obtiene una mejor separación con respecto al resto de clases.

En la figura 3 puede observarse el polígono obtenido como campo de entrenamiento y el procedimiento seguido, el cual ha consistido en unir espectralmente la imagen de satélite y el espacio característico situándolos conjuntamente en la pantalla,

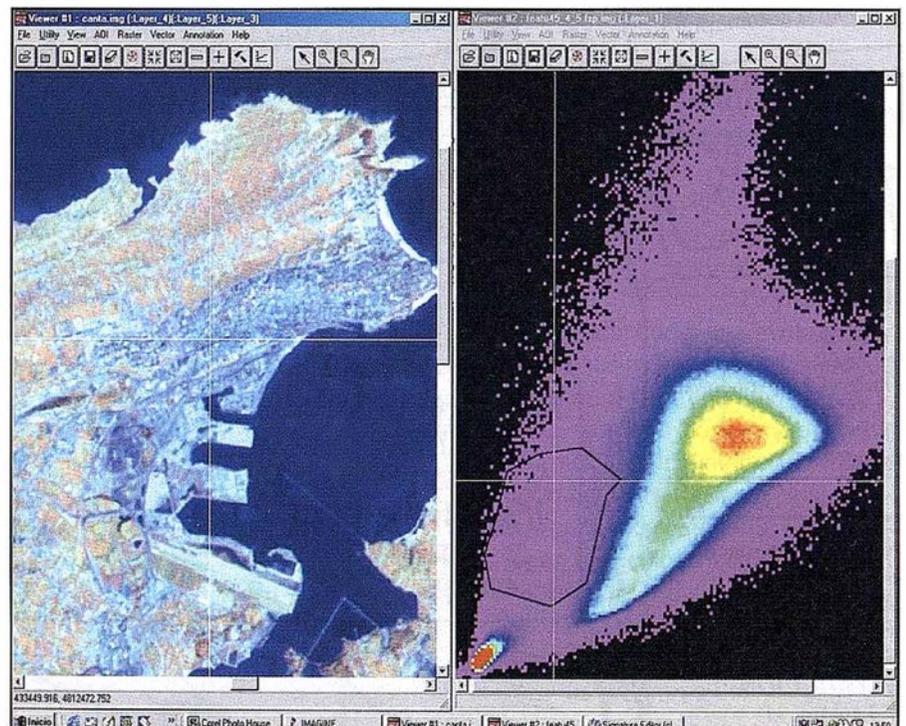


Figura 3. Campo de entrenamiento del Tejido urbano continuo.

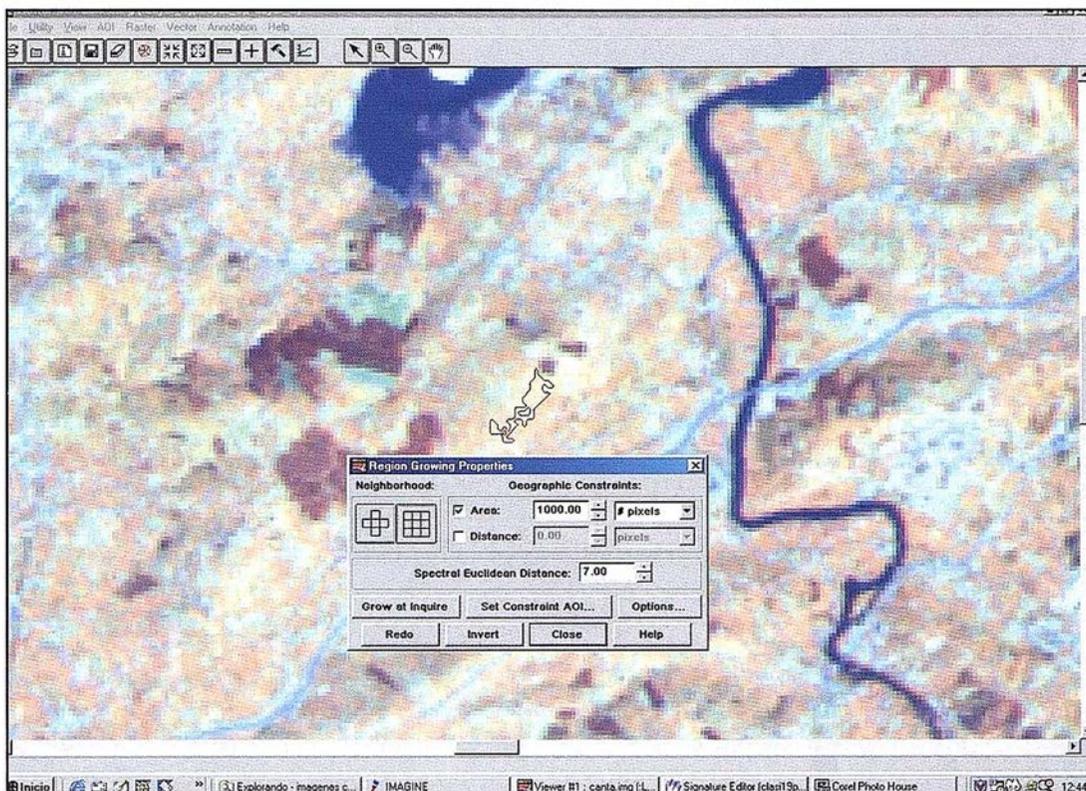


Figura 4. Campo de entrenamiento de la muestra 1 de Praderas.

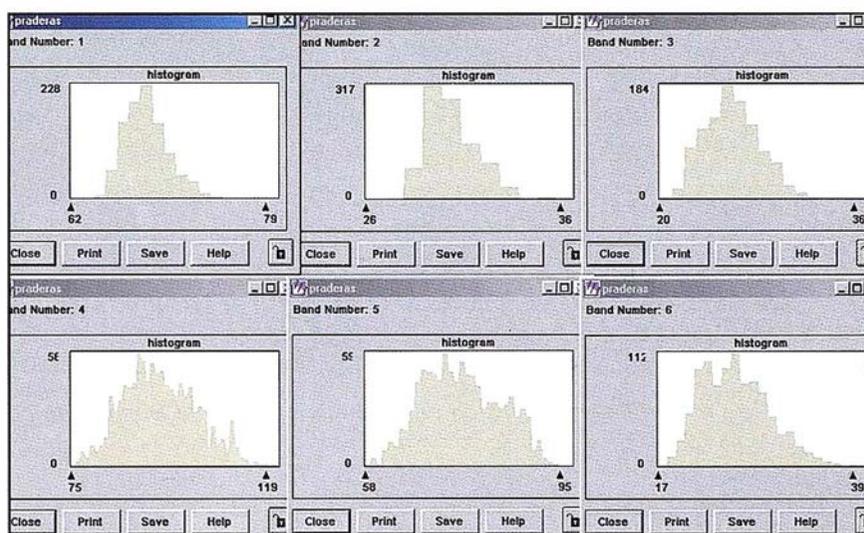


Figura 5. Histograma de las 6 bandas TM utilizadas para la muestra 1 de Praderas.

para posteriormente detectar interactivamente la zona del espacio característico y representar en el mismo el polígono que se puede considerar como área representativa del tejido urbano continuo.

## 2. Praderas

Se han tomado dos muestras paramétricas de praderas utilizando la función que implementa el programa Erdas Imagine para obtener mues-

tras por criterios espectrales. Como se puede ver en la figura 4, se le ha requerido al sistema que obtenga una muestra buscando pixeles contiguos en las direcciones indicadas, tomando como base un punto definido por el operador. Los pixeles de la muestra como mucho deben tener una distancia espectral de 7 con respecto al punto de partida y el tamaño máximo de muestra ha de ser de 1000 pixeles.

La razón de tomar dos muestras ha sido el observar que con una sola no conseguíamos caracterizar satisfactoriamente la clase. Se presenta en la figura 4 la muestra 1, y en la figura 5 el histograma de la misma en las diferentes bandas.

## 3. Bosque de coníferas

La caracterización de los bosques de coníferas se ha realizado tomando una única muestra espectral de tipo

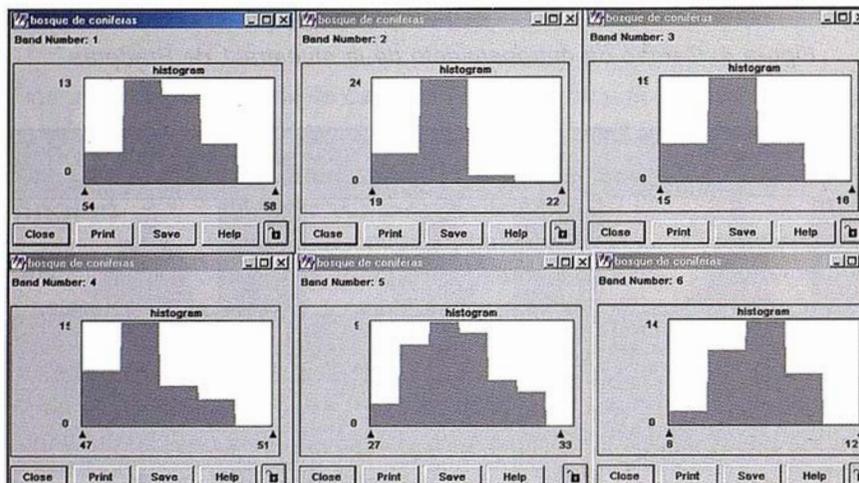
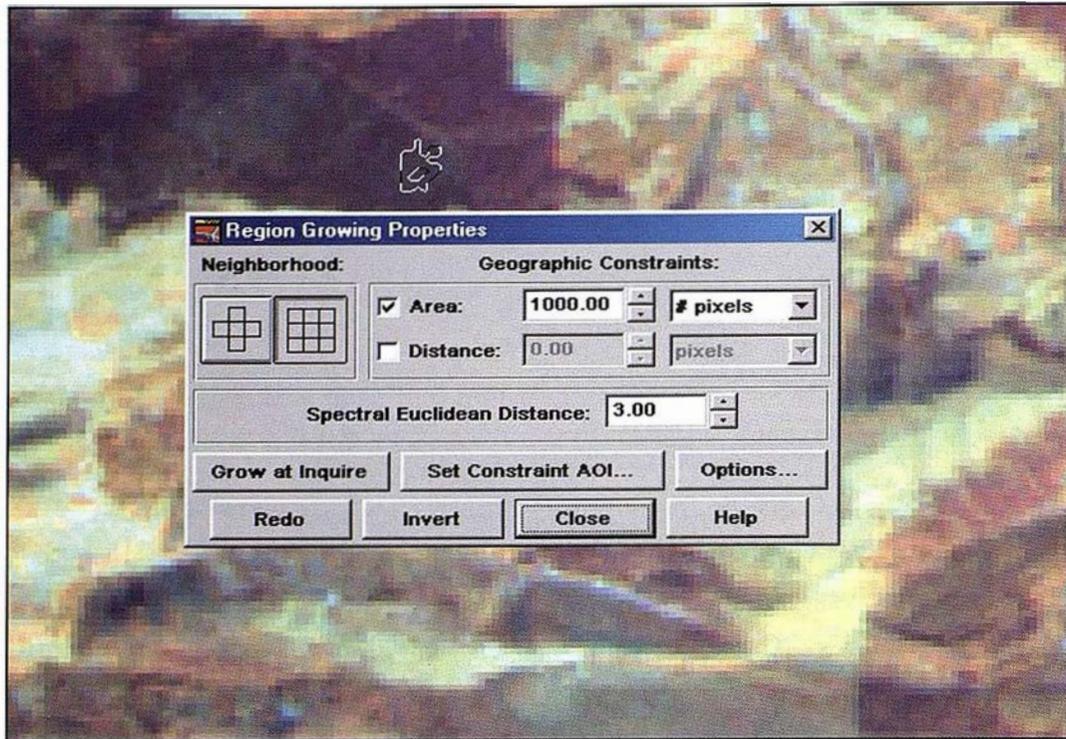


Figura 6. Campo de entrenamiento e histogramas de la muestra de Bosque de coníferas.

paramétrico. Esto es debido a que al tener una presencia pequeña en el área de estudio, se puede caracterizar con más facilidad que otras clases, como los bosques de frondosas. Se presenta a continuación la muestra, cuyos píxeles se definieron como máximo a una distancia espectral de 3 respecto al píxel de partida, siendo el tamaño de la misma como máximo de 1000 píxeles.

#### 4. Masas de agua

Para caracterizar esta clase se ha optado por un método no paramétrico. Se ha obtenido la firma espectral en el espacio característico definido por

las bandas cuatro y cinco que son en las que se obtiene una mejor separación con respecto al resto de clases.

En la figura 7 puede observarse la elipse mediante la que se ha definido la clase y el procedimiento seguido, análogo al realizado en tejido urbano continuo y tejido urbano discontinuo.

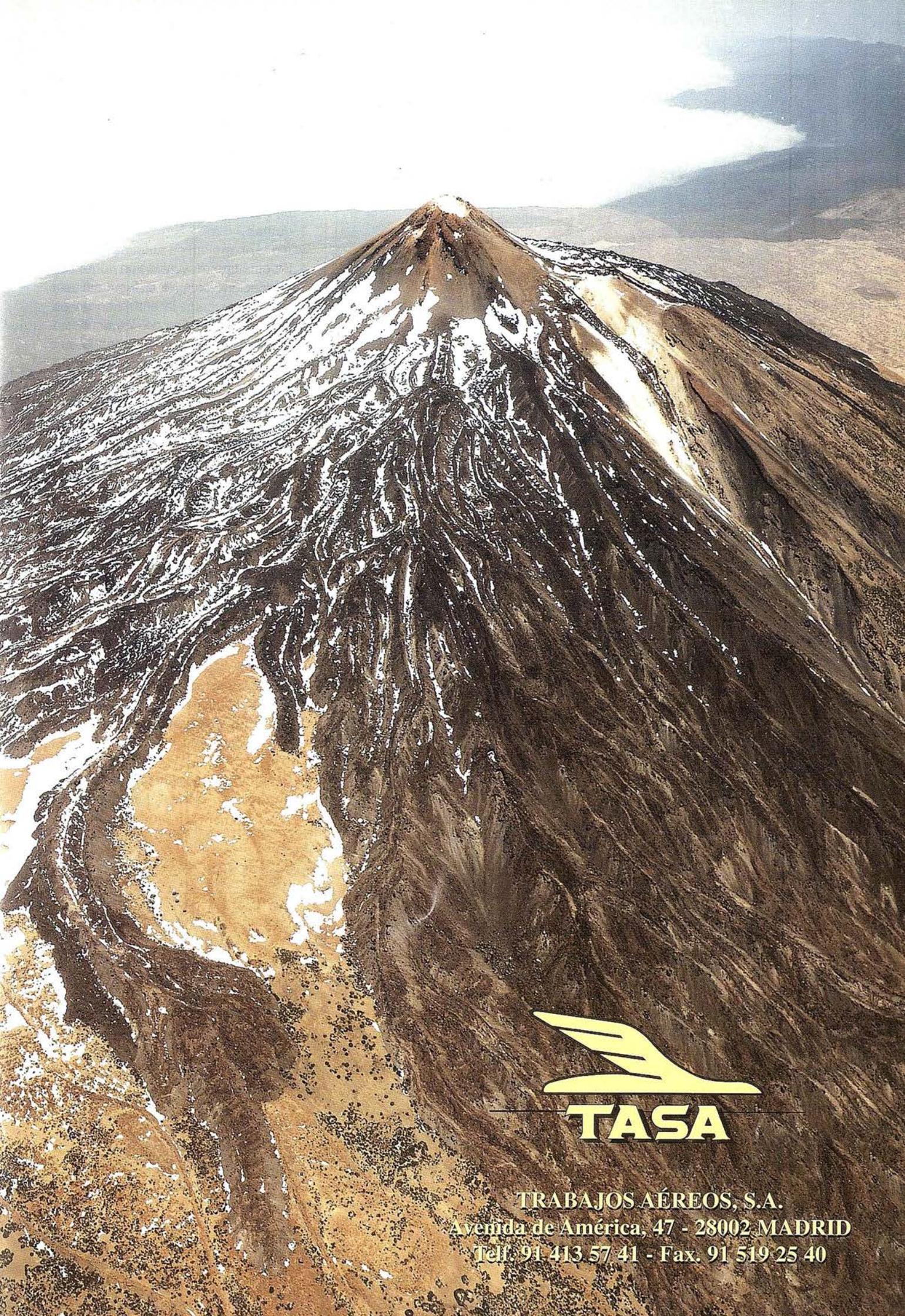
#### 3.3.2. Evaluación, manipulación y mejora de las muestras

El proceso de definición de las firmas espectrales es un proceso interactivo e iterativo, en el que se van refinan-

do las firmas espectrales, mediante una evaluación de las mismas.

En un primer paso se tomaron unas firmas espectrales de cada una de las categorías. Posteriormente se evaluaron dichas firmas, desechando algunas de ellas, mejorando otras e incorporando otras nuevas. Este proceso de evaluación y mejora se repitió sucesivamente hasta conseguir las firmas definitivas comentadas en el apartado anterior.

Se explican a continuación las herramientas utilizadas en el proceso de evaluación/mejora de las firmas espectrales.



**TASA**

TRABAJOS AÉREOS, S.A.  
Avenida de América, 47 - 28002 MADRID  
Telf. 91 413 57 41 - Fax. 91 519 25 40

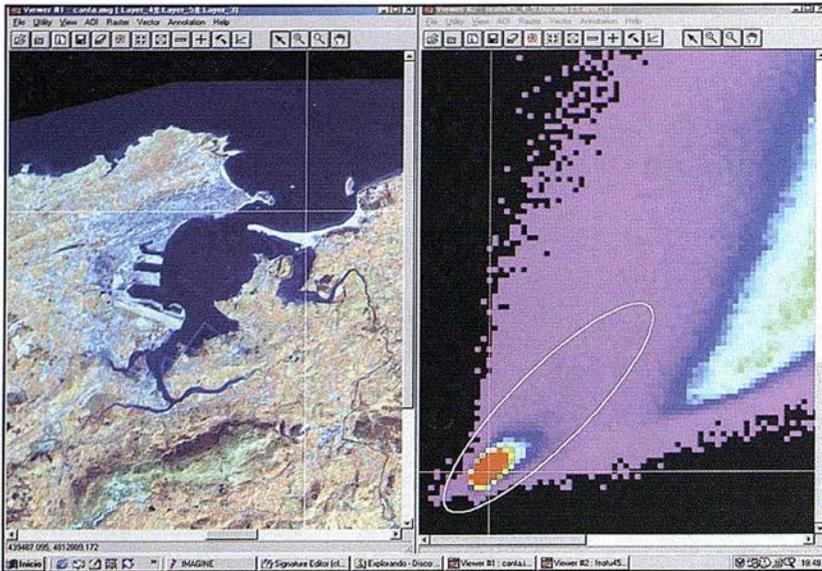


Figura 7. Campo de entrenamiento de las Masas de agua.

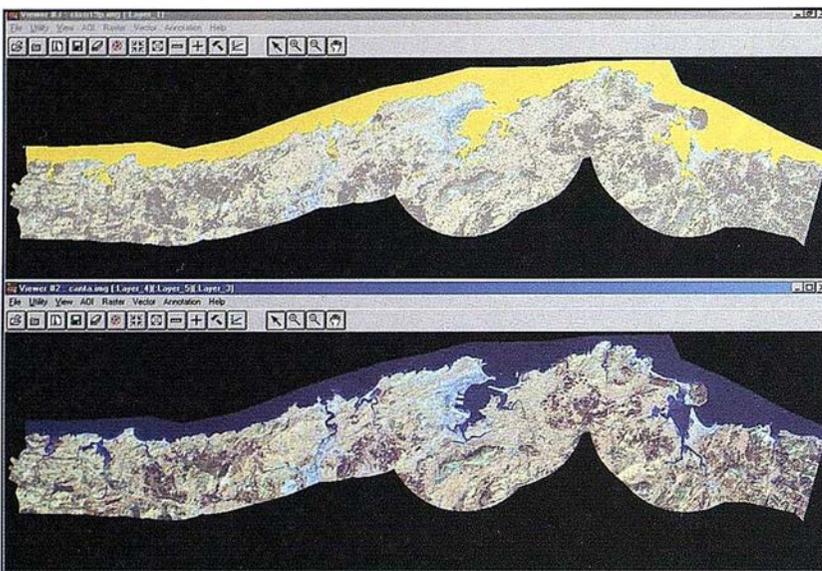


Figura 8. Ejemplo de utilización de la herramienta alarma para las masas de agua.

## 1. ALARMAS

Esta herramienta de evaluación permite al usuario estimar el área clasificada para cada firma espectral, detectando por tanto, hasta que punto se cumplen las expectativas de clasificación de las áreas estimadas.

Como ejemplo, en la figura 8 se puede observar la alarma correspondiente a masas de agua. En la parte superior se observan en amarillo las zonas que con la firma espectral definida se clasificarán como agua. En la parte inferior se muestra la imagen de satélite, siendo posible por tanto comprobar si las zonas que se van a clasificar como agua corresponden realmente a esta categoría.

## 2. ELIPSE

En este tipo de evaluación se calculan elipses de concentración con la media y desviación típica almacenadas en el fichero de firmas espectrales. Es también posible generar paralelepípedos, rectángulos, medias y etiquetas.

En este tipo de evaluación la media y desviación típica de la firma se usan para representar la elipse en un espacio característico de dos dimensiones definido por dos de las bandas que se utilizan para la clasificación.

Cuando la elipse de una firma en el espacio característico muestra un gran solapamiento con otras firmas quiere decir que las características espectrales de los píxeles que forman parte de la firma no pueden ser distinguidas adecuadamente en las dos bandas que se están utilizando. En el mejor de los casos no habrá ningún solapamiento. No obstante suele ser inevitable un cierto solapamiento con otras firmas (VARIOS, 1997).

A continuación se muestra como ejemplo en la figura 9 las distintas clases dibujadas en el espacio característico, caracterizadas por sus medias. El espacio característico está definido por las bandas 1 y 5.

Se puede observar en dicha figura que existen clases claramente dife-

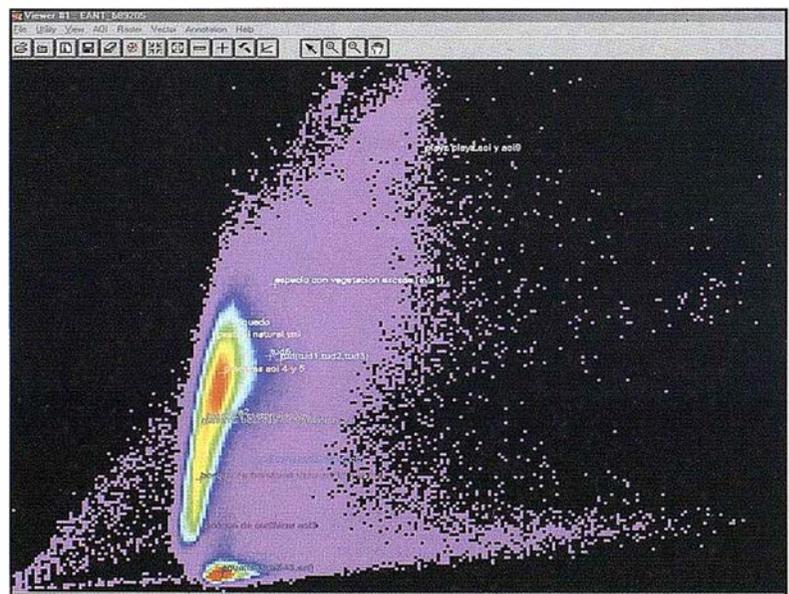


Figura 9. Caracterización de clases a través de la media en el espacio característico.

renciadas como son playas, dunas y arenales o masas de agua, mientras que otras como tejido urbano continuo y tejido urbano discontinuo se encuentran en un entorno muy próximo.

### 3. MATRIZ DE CONTINGENCIA

Esta herramienta de mejora de la clasificación consiste en realizar una clasificación de los píxeles contenidos en las firmas espectrales, con el fin de ver qué porcentaje de píxeles que definen la misma clase se clasifican de acuerdo a la clase que representan, y cuales lo hacen en otras clases. Estos porcentajes se presentan en lo que se denomina una matriz de contingencia.

Esta matriz es de aplicación únicamente a las clases para las que la firma espectral se ha definido mediante un conjunto de píxeles en la imagen de satélite, debido a las características anteriormente señaladas. Por tanto, aquellas muestras cogidas en el espacio característico, como son en esta clasificación tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo y masas de agua, no estarán representadas en esta matriz, debiéndose evaluar la fiabilidad de las mismas por otro tipo de herramientas.

En la tabla 1 se presenta la Matriz de contingencia de las firmas obtenidas expresada en tanto por ciento.

De las nueve clases estudiadas, seis se han clasificado al 100 % correctamente, obteniéndose en las tres restantes un tanto por ciento de fiabilidad de 97.49, 98.04 y 99.42 respectivamente.

### 4. DIAGRAMA DE FIRMAS ESPECTRALES

Es un método gráfico que sirve para evaluar las estadísticas de entrenamiento, proporcionando una primera información que permite decidir si las categorías van a ser o no discriminables con facilidad y en qué bandas. Este gráfico se elabora con el nivel digital medio correspondiente a cada uno de los intervalos de longitud de

**Tabla 1. Matriz de contingencia expresada en tanto por ciento**

Datos clasificados	Roquedo	Landas y matorrales	Matorral boscoso de transición	Bosque de coníferas	Praderas
Roquedo	100	0	0.46	0	0
Landas y matorrales	0	100	0.68	0	0
Matorral boscoso de transición	0	0	97.49	0	0
Bosque de coníferas	0	0	0	100	0
Praderas	0	0	0	0	100
Pastizal natural	0	0	0.23	0	0
Playas, dunas y arenales	0	0	0	0	0
Bosque de frondosas	0	0	0	0	0
Espacios con vegetación escasa	0	0	1.14	0	0
Total de píxeles en la clase	100	100	100	100	100

Datos clasificados	Pastizal natural	Playas, dunas y arenales	Bosque de frondosas	Espacios con vegetación escasa
Roquedo	0	0	0	0
Landas y matorrales	0	0	0	0
Matorral boscoso de transición	0	0	0	0.58
Bosque de coníferas	0	0	0	0
Praderas	0.49	0	0	0
Pastizal natural	98.04	0	0	0
Playas, dunas y arenales	0	100	0	0
Bosque de frondosas	1.47	0	100	0
Espacios con vegetación escasa	0	0	0	99.42
Total de píxeles en la clase	100	100	100	100

**Tabla 1**

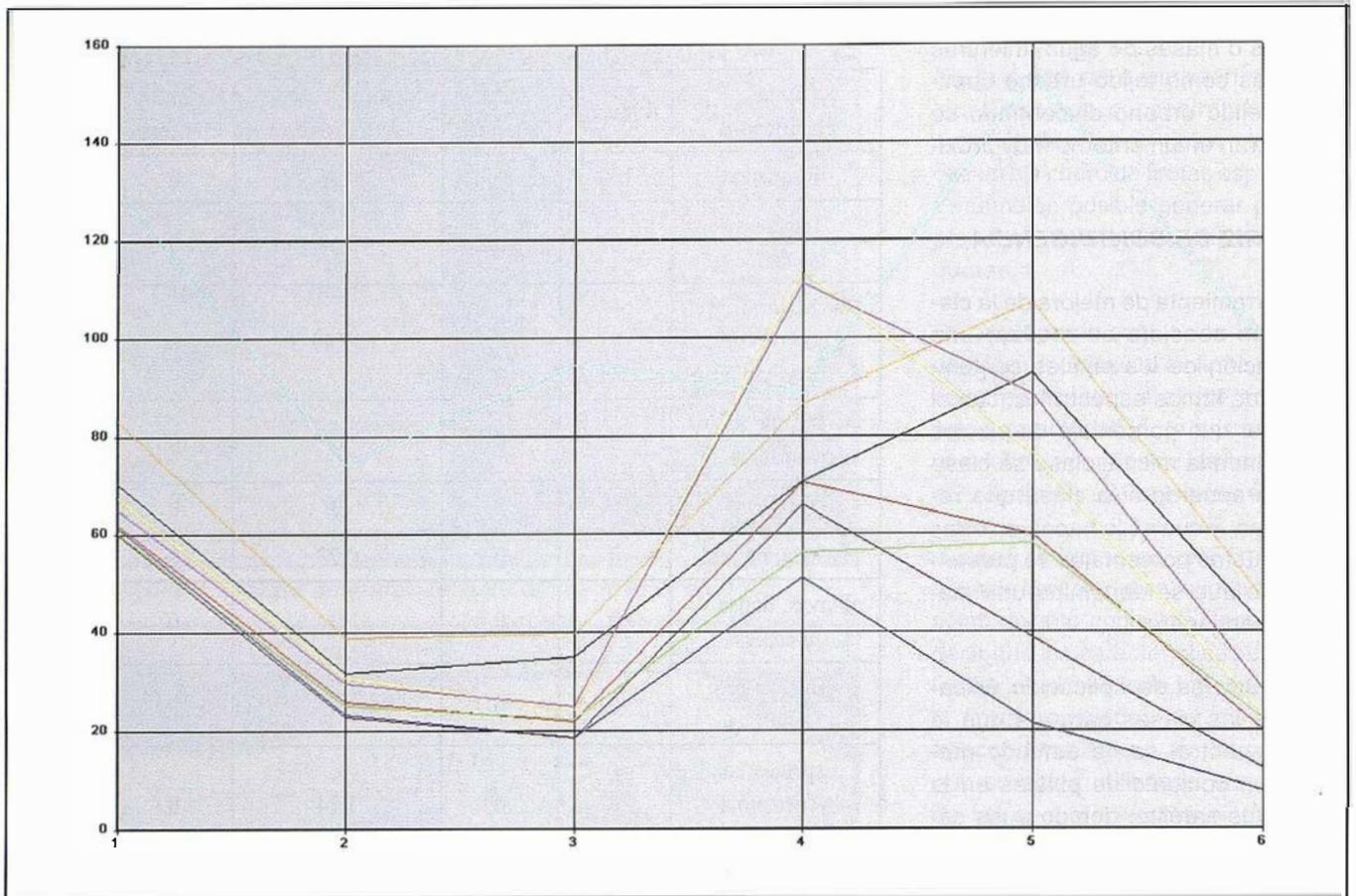
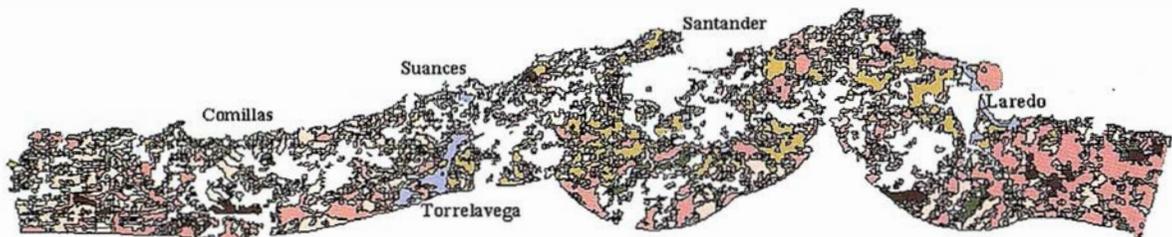


Figura 10. Diagrama de firmas espectrales de las cubiertas.



LEYENDA

Landas y matorrales	Masas de agua
Tejido urbano discontinuo	Bosque de frondosas
Espacios con vegetación escasa	Praderas
Matorral boscoso de transición	Tejido urbano continuo
Playas, dunas y arenales	Pastizal natural
Bosque de coníferas	Roquedo

Figura 11. Mapa de usos de suelo de la zona de estudio obtenido mediante clasificación multiespectral.

# Cartografía de Calidad

Empresa certificada a la  
calidad NOR ISO 9002



Avda. Hytasa, 38, Edificio Toledo, 1-4º  
41006 SEVILLA

Tels.: 95 465 57 76 - 95 465 51 27 - Fax: 95 465 57 76  
E-mail: [invar@invarsl.com](mailto:invar@invarsl.com)  
[www.invarsl.com](http://www.invarsl.com)

onda que constituyen cada banda para cada una de las categorías de leyenda (PINILLA, C;1995).

Se observa en la figura 10 que las cubiertas en las bandas 1 y 2 tienen una muy difícil discriminación, y en las bandas 4, 5 y 3 es donde hay una mayor diferenciación de las cubiertas. Es de interés comentar que estas tres últimas bandas coinciden con las seleccionadas en el marco del proyecto europeo Corine Land-Cover (MOPU, 1990) para la realización del mapa de cobertura de suelo.

### 3.4. Clasificación de la imagen o fase de asignación

En esta fase se trata de adscribir cada uno de los píxeles de la imagen a una de las clases previamente seleccionadas. Esta asignación se realiza en función de los niveles digitales de cada píxel, para cada una de las bandas que intervienen en el proceso. Fruto de esta fase será una nueva imagen, cuyos niveles digitales expresen la categoría temática a la que se ha adscrito cada uno de los píxeles de la imagen original (CHUVIECO, E; 1996).

La fase de asignación se ha realizado mediante una clasificación supervisada híbrida paramétrica-no paramétrica como se ha comentado anteriormente. Se ha realizado utilizando el programa Erdas Imagine.

Obtenida la imagen clasificada se han simplificado los resultados de la clasificación aplicando un filtro. Las técnicas de filtraje consisten en suavizar o reforzar los contrastes espaciales de las imágenes, de tal forma que los niveles digitales de la imagen se asemejen o diferencien más de los correspondientes a los píxeles que les rodean.

El proceso de filtrado consiste en aplicar una matriz de (3 x 3), (5 x 5), (7 x 7), etc, elementos a todos los píxeles de la imagen de modo que se realice una convolución (relación de cada píxel con sus vecinos según unos determinados coeficientes) con

los vecinos del píxel (8, 24, 48 vecinos, según el tamaño de la matriz). El resultado de esta operación sustituye al píxel central considerado. El proceso se repetirá para todos los píxeles de la imagen.

El filtro utilizado ha sido «de mayoría» y de tamaño (7 x 7). El valor de salida al aplicar este filtro es el valor más frecuente de la matriz aplicada. Dicha matriz ha sido:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 6 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Los resultados de la clasificación en la zona de estudio se muestran en la figura 11.

## 4. CONCLUSIONES

1. La ventaja de la realización de mapas de cobertura de suelo a partir de imágenes de satélite es que nos permite seleccionar la fecha para la que se quiere realizar la clasificación. Esto es debido a la periodicidad con la que los sensores adquieren imágenes de la misma porción de la superficie terrestre.
2. De los posibles métodos de clasificación automática de imágenes de satélite, se ha optado por utilizar la clasificación híbrida paramétrica - no paramétrica ya que este método permite elegir para cada categoría de clasificación su modo de definición más adecuado en función del componente estadístico de la misma. Se ha elegido el programa de tratamiento de imágenes de satélite Erdas Imagine por ser uno de los más completos y fiables de los existentes en el mercado.
3. El nivel de detalle de las categorías de leyenda que se ha alcanzado con la clasificación realizada es inferior

al que se obtuvo con el programa Corine Land Cover debido a que no se ha empleado ningún tipo de información auxiliar como trabajo de campo, fotografía aérea, cartografía auxiliar, etc.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

- CAMPBELL, J.G. (1981). The use of Landsat MSS data for ecological mapping. En J.G.Campbell, Ed; Matching Remote Sensing Technologies and Their Applications. Remote Sensing Society, London.
- COLWELL, R.N. (1983). Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia.
- CHUVIECO, E y SANCHO, J. (1986). Tratamiento visual y digital de las imágenes espaciales. Didáctica Geográfica, vol 14.
- CHUVIECO, E. (1996). Fundamentos de Teledetección Espacial. (3ª edición revisada). Ediciones Rialp, S.A. Madrid.
- HORD, R.M. (1982). Digital Image Processing of Remotely Sensed Data. Academic Press. New York.
- JENSEN, J.R. (1996). Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- MOPU. (1990). El programa CORINE de la CEE. Monografías de la Secretaría General de Medio Ambiente. Madrid.
- MORENO CUESTA, E. (2001). Caracterización del paisaje y estudio de su transformación en la franja costera de la CC.AA Cantabria mediante el tratamiento digital de imágenes de satélite y la utilización de Sistemas de Información Geográfica. Tesis doctoral. E.T.S.I. Montes. U.P.M. Madrid.
- PINILLA, C. (1995). Elementos de teledetección. Editorial RA-MA. Madrid.
- STAR, J.L y ESTES, J.E. (1990). Geographic Information Systems: An introduction. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- VARIOS. (1997). Erdas imagine field guide. Atlanta, Georgia. USA.

## Para aumentar la penetración en el sector Público AZERTIA adquiere la consultora SEINTEX

*La firma adquirida, que en 2001 facturó 10,5 MM de Euros y emplea a 190 profesionales, es especialista en Gestión Judicial*

AZERTIA ha adquirido la firma SEINTEX, consultora multinacional especializada en Organización, Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Con esta operación, AZERTIA, en línea con su estrategia de desarrollo y expansión, refuerza su presencia en el sector Público en el que la firma SEINTEX es especialmente activa, principalmente en el ámbito de la Consultoría, Reforma e Informatización de la Administración de Justicia en España y en Latinoamérica.

SEINTEX, constituida en 1975, es una consultora con presencia internacional que desarrolla su actividad tanto en el sector Público como en el Privado, con un mayor énfasis en el ámbito de la Administración Pública en general, tanto central como autonómica y local. Su actividad más relevante se ha llevado a cabo promoviendo reformas y mejoras de la Gestión de los Órganos Judiciales a través de la realización de consultorías, estudios organizativos, reingeniería de procesos y la introducción de tecnologías de información en la Administración de Justicia. Se trata de la empresa pionera y líder en la materia que ha colaborado en la modernización del sector Judicial desde 1989 en la mayoría de Juzgados de España, al ser adjudicatario de numerosos concursos públicos convocados por el Ministerio de Justicia y de las Consejerías de Justicia del Gobierno Vasco, la Junta de Andalucía, la Generalitat Valenciana y la Generalitat de Catalunya. Otras de sus actividades pasan por la implementación de soluciones de Gestión del Conocimiento, Workflow, Tratamiento de la Información, Gestión Documental y Gestión Catastral.

La compañía cuenta con 190 empleados y oficinas en Barcelona, donde se ubica su sede central, Madrid, Bilbao, Valencia, Sevilla, Caracas y San José de Costa Rica. SEINTEX posee un importante equipo de I+D+I que ha desarrollado productos y soluciones para aplicar a los proyectos en los que ha participado y ha recibido subvenciones a esta actividad desde 1986, tanto de instituciones nacionales como internacionales. Fruto de esta labor destacan los productos SEINSIR, Sistema Integral de Gestión Judicial y SEINTELLUS, Sistema de Gestión Catastral.

### Actividad internacional

En 1985 SEINTEX inició su andadura por Latinoamérica, donde actualmente cuenta con centros de trabajo en Venezuela y Costa Rica, extendiendo su actividad a otros países del área. Entre los proyectos más destacados que ha realizado están el diseño e implantación de un modelo de Gestión de Circuitos y Despachos Judiciales en Costa Rica con financiación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Asimismo, la definición, diseño, desarrollo e implantación de un Sistema de Gestión, Documentación y Decisión para los Tribunales de dos Estados y todas las Salas del Tribunal Supremo de Venezuela con financiación del Banco Mundial (BM), utilizando el producto SEINSIR, que se encuentra en la actualidad en fase de expansión a los juzgados de cinco estados más. También se está desarrollando la modernización y organización de los Juzgados de Paz en República Dominicana, utilizando como base el producto SEINSIR.

SEINTEX ha cerrado el ejercicio 2001 con una facturación superior a los 10,5 millones de euros y prevé alcanzar la cifra de 12 millones de euros en el 2002. Al frente de la Compañía continuará el actual equipo directivo, Enric Alié, como Director General y José Dovalo como Subdirector General.

El Director General del Grupo AZERTIA, José M<sup>o</sup> Otero, ha señalado que esta operación permitirá al grupo «consolidar nuestra posición como uno de los líderes en el sector Público y fortalecer especialmente nuestras operaciones en algunos países de Latinoamérica». AZERTIA, perteneciente a la División de Tecnologías de la Información de la Corporación IBV, ha cerrado el año con una facturación superior a los 153,25 millones de euros, cifra que coincide con las previsiones fijadas. La estimación de ingresos del Grupo Azertia para el presente ejercicio se sitúa en 177 millones de euros.

## " LA TIENDA VERDE "

SANTANDER  
C/ MAUDES Nº 38 - TLF. (91) 534 32 57  
C/ MAUDES Nº 23 - TLF. (91) 535 38 10  
Fax. (91) 533 64 54 - 28003 MADRID

### "LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

- 
- MAPAS TOPOGRAFICOS: S.G.E. I.G.N.
  - MAPAS GEOLOGICOS.
  - MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.
  - MAPAS AGROLOGICOS.
  - MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES.
  - MAPAS GEOTECNICOS.
  - MAPAS METALOGENETICOS.
  - MAPAS TEMATICOS
  - PLANOS DE CIUDADES.
  - MAPAS DE CARRETERAS.
  - MAPAS MUNDIS.
  - MAPAS RURALES.
  - MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
  - FOTOGRAFIAS AEREAS.
  - CARTAS NAUTICAS.
  - GUIAS EXCURSIONISTAS.
  - GUIAS TURISTICAS.
  - MAPAS MONTAÑEROS.

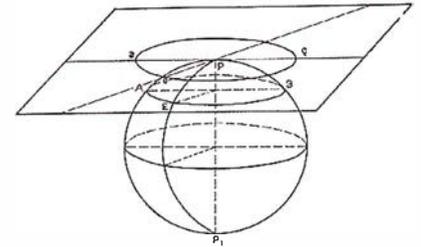
"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"

"SOLICITE CATALOGO"

# Analisis de Sensibilidad de una Red Local GPS

João Hipólito Xavier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Curso de Pos Graduación en Ciencias Geodésicas del Departamento de Geomática del Setor de Ciencias de la Terra de la Universidad Federal de Paraná-Brasil.



## RESUMEN

En este trabajo una metodología usada en el análisis de la sensibilidad de una red local GPS se presenta, así como los resultados, conseguidos conclusiones y recomendaciones. La región en estudio está situada en Paraná, costa del sur del Brasil. La red implantada a llevar a través de las pruebas es compuesta por 10 estaciones relativas y 2 estaciones de referencia (bases)-(PR01 y PR02), siendo que éstos están situados en lugares externos a la región pasiva de deformaciones. Las estaciones restantes (relativas) habían sido conseguidas en la función de señales existentes en la región. Dos intercalaron campañas que el GPS de aproximadamente 6 meses había sido llevado a través. Las estaciones relativas habían sido situadas en la función PR01 y PR02. Con el programa el GEONAP-K, las estaciones relativas habían sido procesadas y ajustadas en la función de la base de dos estaciones. Más adelante, con el proceso de los mínimos ajustados, las rotaciones de las estaciones relativas habían sido estimadas, y del análisis de la sensibilidad, sus significancias habían sido verificados.

## 1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la sensibilidad también llamado del criterio de la sensibilidad tiene como principio de base, cuantificar las dislocaciones mínimas perceptibles de cada estación analizada a un nivel confiable  $(1-\alpha_0)$  y poder de la prueba  $(1-\beta_0)$ . Con este análisis, son posibles probar el estadísticamente las dislocaciones analizadas y verificar físicamente sus significan-

ces. En este trabajo se dirige para presentar la metodología usada en el análisis de la sensibilidad de una red local GPS, situada en el la costa del paraná, así como los resultados, las conclusiones conseguidas y recomendaciones.

## 2. CRITERIO DE LA SENSIBILIDAD

### 2.1 PRINCIPIOS DE BASE

El criterio de la sensibilidad también se asigna como el análisis de las dislocaciones mínimas en las estaciones observadas. El objetivo de este análisis es intentar el estadísticamente para probar las dislocaciones mínimas esperadas en la región de una dispersión más grande (una variación más grande) de la estación analizada, a un nivel confiable  $(1-\alpha_0)$  y para poder de la prueba  $(1-\beta_0)$ . El principio de este análisis en el trabajo considerado, se basa en la forma descrita en la secuencia. En vista de las mismas estaciones por los dos tiempos del monitoreo GPS y efectuar sus ajustes respectivos, uno consigue los vectores de las observaciones

ajustadas (vectores de la posición)  $(I_1^a)$  y  $(I_2^a)$ . De de las observaciones ajustadas, se estima el vector de las dislocaciones  $(d)$  para el proceso de los mínimos ajustados (CHRZANOWSKI, et. del al., 1986, p. 15-19). Las respectivas matrices variancia-covariancia  $(\Sigma_d)$  y el cofatora  $(Qd)$  también se estiman en este proceso. El uso de observaciones o de los coordenadas relativos ajustados GPS en trabajos del análisis de las dislocaciones, es por causa del imprecisión de los coordenadas absolutos conseguidos en esta técnica.

En el mejor de las hipótesis, estos coordenadas llegarán un error del orden del centimétrica generado por la incertidumbre del dato (origen del sistema coordinado), en el contraste de los comentarios que alcanzan exactitudes milimétricas.

Del matriz cofatora  $(Q_d)$  y del vector  $(d)$ , las hipótesis nula y alternativa son formuladas. Es otra vez la hipótesis nula declarada que se ha ido del inexistencia de dislocaciones posibles, expresa para:

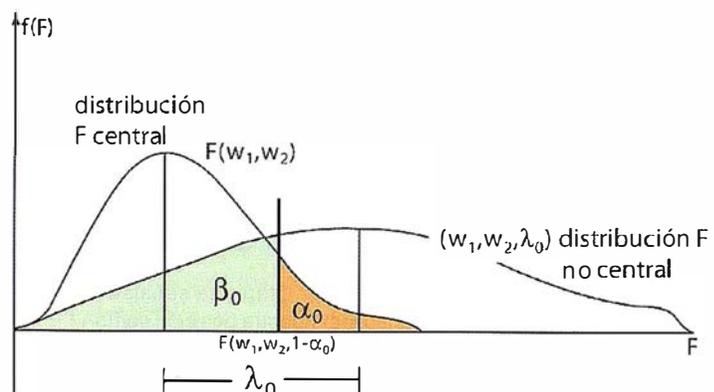


Figura 1 - DISTRIBUCIÓN F DE SNEDECOR CENTRAL E NO CENTRAL (Fuente: ZHANG & LI, 1990)

$$H_0: \mathbf{d} = \mathbf{0}. \quad (1)$$

La estadística usada en la hipótesis nula se basa en la distribución central F de Snedecor (PELZER, 1971), representada por la ecuación (2) y expresa por:

$$F_0 = \frac{\mathbf{d}^T \mathbf{Q}_d^{-1} \mathbf{d}}{R(\mathbf{Q}_d) \bar{\sigma}_0^2}, \quad (2)$$

donde:  $R(\mathbf{Q}_d)$  significa la característica de la matriz cofatora ( $\mathbf{Q}_d$ ) e, a posteriori solamente la variación entre las campañas. Calculaba este la estadística, él que se compara con el valor teórico correspondiente conseguido por el vector F de Snedecor. Con este procedimiento, la aceptación o el rechazo de la hipótesis nula se determina.

El irse de estimado que la hipótesis nula fue desechada, o cualquiera, que sabe las dislocaciones, la hipótesis alternativa expresa se elabora:

$$H_a: E\{\mathbf{d}_A\} \neq \mathbf{0}, \quad (3)$$

donde:  $\mathbf{d}_A$  es la dislocación probable declarada por la hipótesis alternativa. La estadística usada en la hipótesis alternativa es expresa por:

$$F_A = \frac{\mathbf{d}_A^T \mathbf{Q}_d^{-1} \mathbf{d}_A}{\bar{\sigma}_0^2}. \quad (4)$$

La estadística (4) se relaciona con la distribución F de Snedecor no central. Esta distribución también se basa en el parámetro no del centralidad ( $\lambda_0$ ), expresa por:

$$\lambda_0 = \delta_0^2, \quad (5)$$

donde:  $\delta_0$  indica el parámetro no del centralidad conseguido en la distribución normal reducida (KUANG, 1996, p. 138). La ecuación (5) es citada por BAARDA (1968). Esta ecuación se basa en la relación entre el normal de las distribuciones reducida y F reducida, expresa por:

$$F(1, \infty, 1 - \alpha) = [N(0, 1, 1 - \alpha)]^2. \quad (6)$$

Para más grande detalla, uno puede consultar a von HAHN y a von MIERLO (1986, p. 30). La figura 1 indica la distribución F de la central y de Snedecor no central y el parámetro no del centralidad ( $\lambda_0$ ). En,  $w_1$  y  $w_2$  representa respectivamente, los grados de libertad del numerador y el denominador.

Calculada la estadística declarada en la hipótesis alternativa, el vector  $\mathbf{d}_A$  será perceptible si la estadística  $F_A$  para exceder solamente el valor del parámetro no del centralidad  $\lambda_0$ . Esta relación es expresa por la ecuación (7), dado por:

$$F_A > \lambda_0 \quad (7)$$

En la hipótesis alternativa la dislocación es representada por la relación siguiente:

$$H_a: \mathbf{d}_A = \mathbf{a} \mathbf{g}, \quad (8)$$

donde:  $\mathbf{a}$  él es un factor de posicionamiento, o cualquiera, la dimensión de la dislocación y  $\mathbf{g}$ , el vector forma, que representa la ruta de la dislocación.

El factor de la escala ( $a$ ) se puede reducir a un valor mínimo, también llamada de la sensibilidad, pues describe para seguirlo.

Con la ecuación (9):

$$F_A = \frac{(\mathbf{a} \mathbf{g})^T \mathbf{Q}_d^{-1} (\mathbf{a} \mathbf{g})}{\bar{\sigma}_0^2} > \lambda_0 \quad (9)$$

el factor mínimo de la escala se deriva ( $a_{\min}$ ), expresa por:

$$a_{\min} \geq \bar{\sigma}_0 \sqrt{\frac{\lambda_0}{\mathbf{g}^T \mathbf{Q}_d \mathbf{g}}}. \quad (10)$$

Para representarlo en la región de una dispersión más grande de la estación analizada, es necesario efectuar las condiciones indicadas adentro (11):

$$a_{\min} = f(\lambda_{\max}^*); \quad \mathbf{g} = \mathbf{f}(\mathbf{s}_{(\lambda_{\max}^*)}) \quad (11)$$

La sensibilidad se cuantifica en la ruta de una dispersión más grande, no obstante con valores más grandes que la dispersión apropiada, para prevenir exactamente que cualquier rotación mínima perceptible esté dentro de la región de una dispersión más grande. Para conseguir las condiciones indicadas adentro (11), es necesario efectuar la descomposición espectral de la matriz cofatora ( $\mathbf{Q}_d$ ) expresa por:

$$\begin{aligned} \mathbf{Q}_d &= \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \mathbf{S} \mathbf{S}^T = \left[ \frac{1}{\lambda_1} \mathbf{s}_1 \mathbf{s}_1^T + \right. \\ &\quad \left. \frac{1}{\lambda_2} \mathbf{s}_2 \mathbf{s}_2^T + \dots + \right. \\ &\quad \left. \frac{1}{\lambda_n} \mathbf{s}_n \mathbf{s}_n^T \right] \quad i = \\ &\quad 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (12)$$

Conseguir  $a_{\min}$  con la descomposición espectral, primero es la ecuación substituida (12) en la ecuación (9), resultando en la condición indicada adentro (13):

$$\frac{a^2}{\bar{\sigma}_0^2} \sum_{i=1}^r \frac{1}{\lambda_i} \mathbf{g}^T \mathbf{S} \mathbf{S}^T \mathbf{g} > \lambda_0. \quad (13)$$

Saberse que la matriz de los vectores propios es ortogonal, o cualquiera, ( $\mathbf{S} \mathbf{S}^T = \mathbf{I}$ )<sup>1</sup>, se consigue la ecuación reducida, expresa (13) por:

$$\frac{a^2}{\bar{\sigma}_0^2} \frac{1}{\lambda_{\max}^*} > \lambda_0 \quad (14)$$

consecuentemente se consigue, el factor mínimo de la escala ( $a_{\min}$ ), expresa por:

$$a_{\min} = \bar{\sigma}_0 \sqrt{\lambda_0 \lambda_{\max}^*}, \quad (15)$$

donde:  $\bar{\sigma}_0$  representa la línea de desvío a posteriori solamente estándar entre las campañas.

Determinó el factor mínimo de la escala y su ruta, la ecuación llegada de

<sup>1</sup> matriz ortogonal: una matriz (S) es ortogonal cuando  $\mathbf{S}^T = \mathbf{S}^{-1}$  (GEMAEL, 1994).

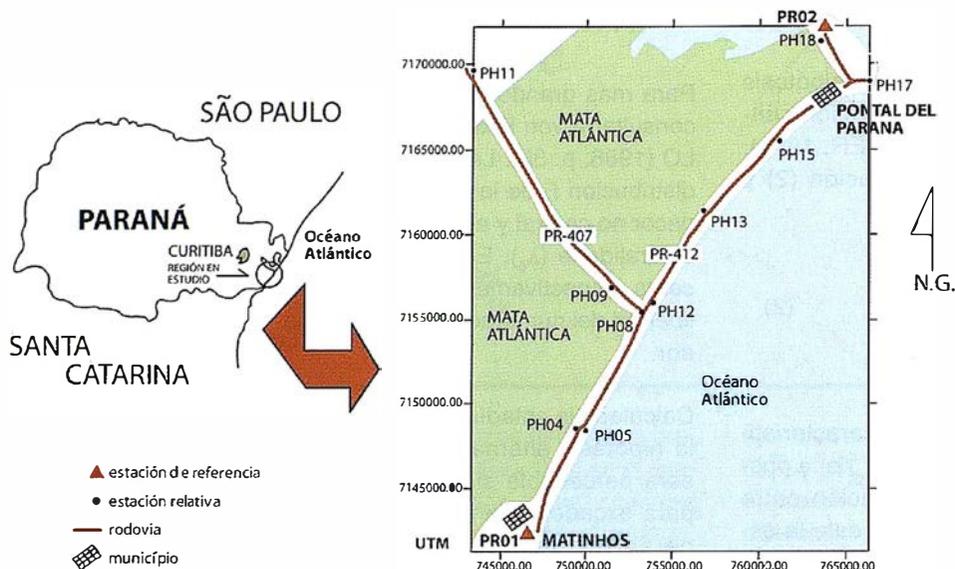


Figura 2: RED DE TESTES.

la sensibilidad o de la dislocación mínima perceptible, es expresa por:

$$d_0 = a_{\min} s_{\lambda_{\max}} \quad (16)$$

Los sensibilidades también se pueden representar en la forma de elipses (dislocaciones horizontales) o de vectores (dislocaciones verticales). Para esto, es necesario los calcule en las rutas de primero y los segundos componentes principales. Para más grande detalla, para consultar a NIEMEIER y HOLLMANN (1984, p. 67-70), ZHANG y yo LEEN (1990, p. 249-251); NIEMEIER, et. al, (1982, p.11-15) y HECK (1986, p. 171-178).

### 3. ÁREA EN ESTUDIO

La red de testes se compone en 12 estaciones, siendo 2 estaciones relativas de referencia (base)-(PR01 y PR02) y 10 estaciones relativas. La base elegida de las estaciones se pone en áreas externas a las que está de deformaciones, o, en lugares rocosos o de inestabilidad mínima, más específicamente en las ciudades de Matinhos y de Pontal del Paraná (paranaense costero). Las estaciones relativas se sitúan entre dos ciudades, siendo la mayoría en lugares del acceso fácil. Estas estaciones son materializadas por las señales y RRNN del concreto ya en la región. En la figura (2), es región ob-

servada en estudio, junto con la red local implantada.

### 4. EXAMEN DE LOS DATOS

Para la realización de las campañas, el equipo que pertenecía a **LAGE** había sido utilizado (Laboratorio del Espacio Geodesy), **CPGCG** (curso de Pós-Graduacion en Ciencias Geodésicas), Departamento de Geomática, Sector de Ciencias de la pista de la Universidad Federal del Paraná. El equipo se relaciona para seguir:

- 2 receptores Ashtech Z-XII, con todos sus accesorios;
- receptor Trimble 4000 SSI, con todos sus accesorios;
- microcomputadora 486;
- programas (**HOSE y Trim4000**), para el vaciado de datos;
- programa (**GEONAP-K**), para el procesar y el ajuste de las estaciones relativas;
- carro de recolección Pampa L que pertenece al Centro de los Estudios del Mar (**CEM**);
- 3 trípodes y
- serie de baterías, de 2 cargadores y de 1 verificador de la carga.

En el área en estudio, según lo indicado en la figura 2, rosca con la técnica de rastrear estático había sido llevado con usar tres receptores geodésicos, citados previamente. Uno utilizó una tasa de la recogida de datos de 15 segundos, del ángulo de la elevación mínimo de 15 grados y de una duración media del rastreo de 2 horas y de 40 minutos. Magnético que da al norte debido centrada, nivelada y dirigida de cada estación ocupada.

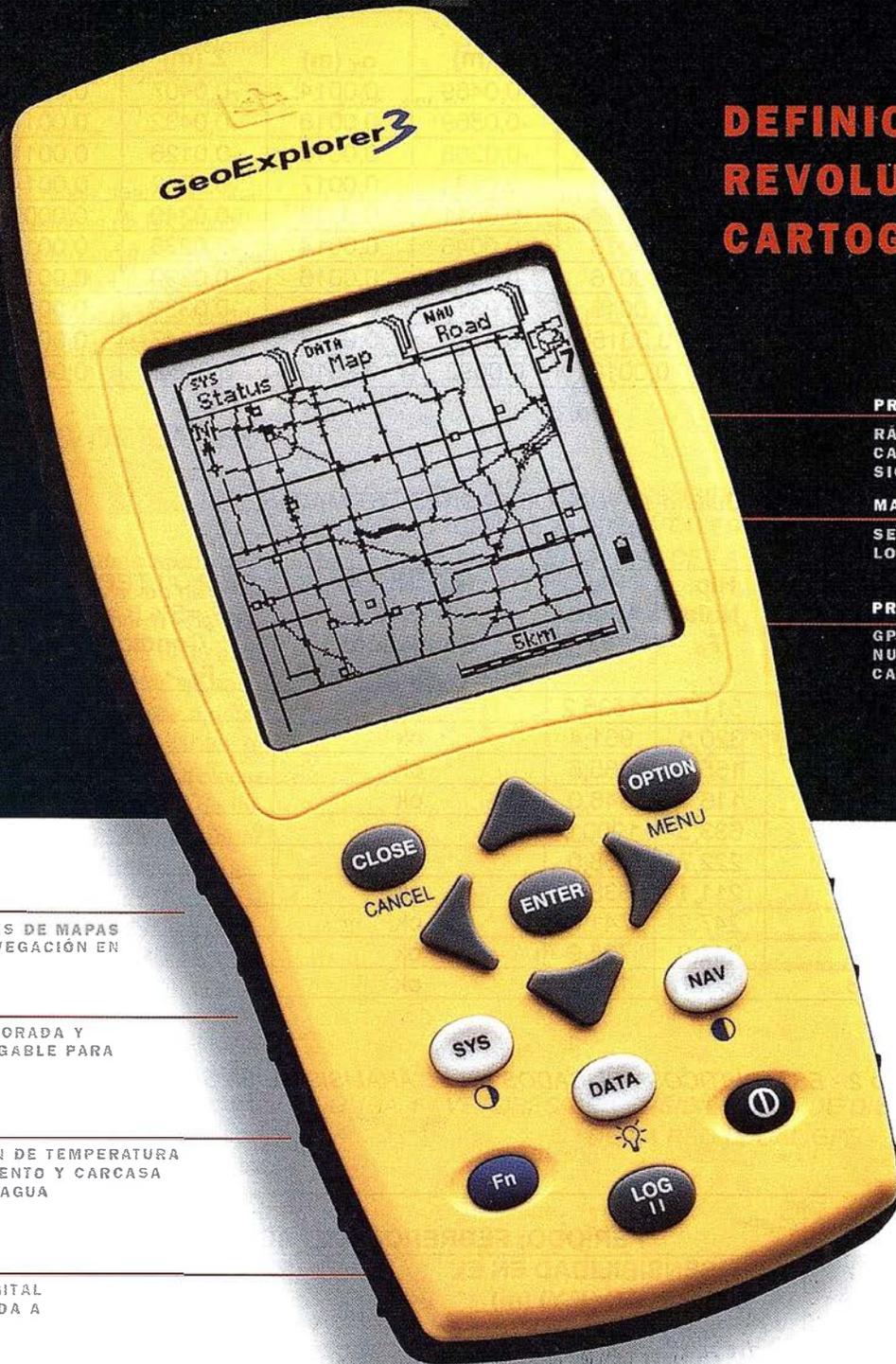
Las 10 estaciones relativas también indicadas en la figura 2 habían sido edad situada en la función de la base de las estaciones (PR01 y PR02).

A cada día del trabajo, los datos recogidos fueron descargados directamente en un ordenador, específicamente en referir directorios al día de rastrear. La metodología descrita en esta sección fue utilizada en las dos campañas. La primera campaña fue llevada a través entre los días 5 y 11 de agosto de 1999 y en segundo lugar, entre los días 13 y 18 de febrero de 2000.

Antes de procesar, era análisis procedido de las informaciones en bruto en el formato RINEX. A través de los gráficos generados para el pseudo-observavel ( $L_0$ ) con una máscara de la subida de 15 grados (programa **RX PLOT**).

Después de que estuvo concluido el análisis de los datos recogiera en to-

# GeoExplorer 3



## DEFINICION DE LA REVOLUCION EN CARTOGRAFIA GPS

### PRODUCTIVIDAD

RÁPIDA Y FÁCIL CAPTACIÓN DE DATOS SIG

### MANTENIMIENTO DE LOS DATOS

SE ACTUALIZAN FÁCILMENTE LOS DATOS SIG EXISTENTES

### PRECISION EN TIEMPO REAL

GPS DIFERENCIAL UTILIZANDO NUESTRO RECEPTOR BoB<sup>®</sup> SIN CABLE

### GRAFICO

PRESENTACIONES DE MAPAS Y DATOS DE NAVEGACIÓN EN TIEMPO REAL

### PORTATIL

ANTENA INCORPORADA Y BATERÍA RECARGABLE PARA TODO EL DÍA

### ROBUSTO

AMPLIO MARGEN DE TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO Y CARCASA RESISTENTE AL AGUA

### FACIL DE USAR

SU BRÚJULA DIGITAL INTEGRADA AYUDA A LA NAVEGACIÓN

A veces, los grandes avances se presentan en paquetes pequeños. Le presentamos el GeoExplorer 3, el sistema GPS portátil más versátil para la captación y mantenimiento de datos SIG que jamás se haya desarrollado. Con él podrá trazar mapas de puntos, líneas, áreas, y sus atributos con tanta rapidez como pueda. • Combínelo con nuestro nuevo receptor de corrección diferencial, el Beacon-on-a-Belt (BoB<sup>®</sup>) ("Radiofaro en el cinturón") y obtendrá un sistema diferencial GPS capaz de relocalizar, verificar y actualizar sus datos SIG. • Así pues, tanto si usted está confeccionando un mapa de recursos naturales • manteniendo una base de datos de bienes urbanos, el GeoExplorer 3 revolucionará la forma en que realiza su trabajo.

 **Trimble**<sup>®</sup>  
ADDING VALUE TO GPS

Trimble Navigation Iberica S.L  
Via de las Dos Castillas No 33  
ATICA Edificio de Alarcon  
Madrid, Spain  
Tel:+34 91 351 01 00  
Fax:+34 91 351 34 43

[www.trimble.com/sales/spain.htm](http://www.trimble.com/sales/spain.htm)

 **SANTIAGO & CINTRA**

Santiago & Cintra Ibérica, S.A  
C/ José Echegaray, 4  
P.A.E Casabiana B5  
28100 Alcobendas (Madrid)  
Telf:+ 34 902 12 08 70  
Fax: +34 902 12 08 71

PERÍODO: AGOSTO/1999 - FEBRERO/2000						
ESTACIONES RELATIVAS	X (m)	$\sigma_X$ (m)	Y (m)	$\sigma_Y$ (m)	Z (m)	$\sigma_Z$ (m)
PH04	0,0490	0,0015	-0,0469	0,0014	-0,0407	0,0012
PH05	0,0431	0,0017	-0,0569	0,0018	-0,0432	0,0017
PH08	0,0301	0,0014	-0,0268	0,0016	-0,0126	0,0011
PH09	0,0199	0,0016	-0,0234	0,0017	-0,0242	0,0014
PH11	0,0502	0,0013	-0,0511	0,0013	-0,0349	0,0009
PH12	0,0332	0,0016	-0,0046	0,0014	-0,0238	0,0016
PH13	0,0240	0,0016	-0,0344	0,0016	-0,0290	0,0013
PH15	0,0332	0,0016	-0,0313	0,0016	-0,0338	0,0013
PH17	0,0296	0,0015	-0,0216	0,0017	-0,0347	0,0013
PH18	0,0029	0,0010	0,0092	0,0010	0,0052	0,0010

Cuadro 1 - DISLOCACIONES ESTIMADAS

ESTACIONES RELATIVAS	Hip. Nula $F_0$	Hip. Altern. $F_A$	HIP. NULA $\alpha_0=5\%$ $w_1=3$ $w_2=3$ Condición: $F_0 > (3; 3; 5) = 9,30$	HIP. ALTERNAT. $(\alpha_0=5\%, \beta_0=20\%)$ Condición: $F_A > \lambda_0=7,84$
PH04	511,7	1535,2	ok	ok
PH05	320,5	961,4	ok	ok
PH08	155,1	465,5	ok	ok
PH09	116,1	348,0	ok	ok
PH11	633,3	1900,0	ok	ok
PH12	222,7	668,0	ok	ok
PH13	211,1	633,4	ok	ok
PH15	247,2	741,8	ok	ok
PH17	242,0	725,9	ok	ok
PH18	60,9	182,6	ok	ok

Cuadro 2 - ESTADÍSTICOS APLICADOS EN EL ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD

PERÍODO: FEBRERO/2000 - AGOSTO/1999				
ESTACIONES RELATIVAS	SENSIBILIDAD EN EL PLAN (X,Y) (m)		SENSIBILIDAD EN EL PLAN (Z) (m)	
	$(\alpha_0=5\%, \beta_0=20\%) \lambda_0=7,84$			
	1º COMP.	2º COMP.	1º COMP.	2º COMP.
PH04	0,0057	0,0027	0,0024	-0,0023
PH05	0,0075	0,0041	-0,0031	-0,0034
PH08	0,0068	0,0023	0,0035	0,0016
PH09	0,0067	0,0033	-0,0023	-0,0028
PH11	0,0052	0,0016	-0,0016	-0,0015
PH12	0,0065	0,0036	-0,0032	-0,0027
PH13	0,0058	0,0023	0,0031	-0,0027
PH15	0,0062	0,0027	0,0027	0,0023
PH17	0,0071	0,0028	0,0028	-0,0025
PH18	0,0038	0,0015	-0,0015	-0,0020

Cuadro 3 - DISLOCACIONES MINIMAS PERCEPTIBLES (SENSIBILIDADES)

das las estaciones, las mismas habían sido procesadas con el programa **GEO-NAP-K** con las órbitas necesarias provistas por IGS (Servicio Internacional de la Geodinámica del GPS) y después ajustadas en la función de las bases (PR01 y PR02).

Después a esta etapa, fueron verificados que las soluciones de las estaciones relativas habían alcanzado el estándar de desvío de las líneas del orden del milimétrica. Para más grande detalla, para consultar a XAVIER (2001, p. 44-72).

### 5. ANÁLISIS DE LAS ROTACIONES ESTIMADAS

Todas las observaciones aprobaron en os testes de la detención de errores habían sido utilizados en esta etapa. La metodología usada en la estimación de las dislocaciones se basa en el proceso de los mínimos ajustados (CHRZANOWSKI, et. al., 1986, p. 15-19). El cuadro 4 provee las dislocaciones estimadas en las rutas de los componentes (X, Y y Z) y su estándar de desvío respectivo de las líneas.

Verificar los significances de las dislocaciones, los mismos habían sido estadísticamente testados con el análisis de la sensibilidad (capítulo 2.0).

En teste de sensibilidad, las dislocaciones son testados global, o cualquier, para cada estación GPS son analizadas, en fijar, tres componentes GPS (X, Y y Z). El cuadro 5 indica los resultados de los testes respectivas.

Exactamente siendo globales, los estadísticos indicados en el cuadro 5 habían probado la existencia de dislocaciones significativas en todas las estaciones.

Uno nota que los valores estadísticos tenían de entre sí mismo diferencias tan significativas de acuerdo con el magnitud y precisión de los dislocaciones. Por ejemplo, la estación PH18 tiene pequeñas dislocaciones relacionado a las demás estaciones (cuadro 4). Esta variación encontrada en los estadísticos de las dos estaciones (PH04 y PH05) se ha generado probablemente para la diferencia de

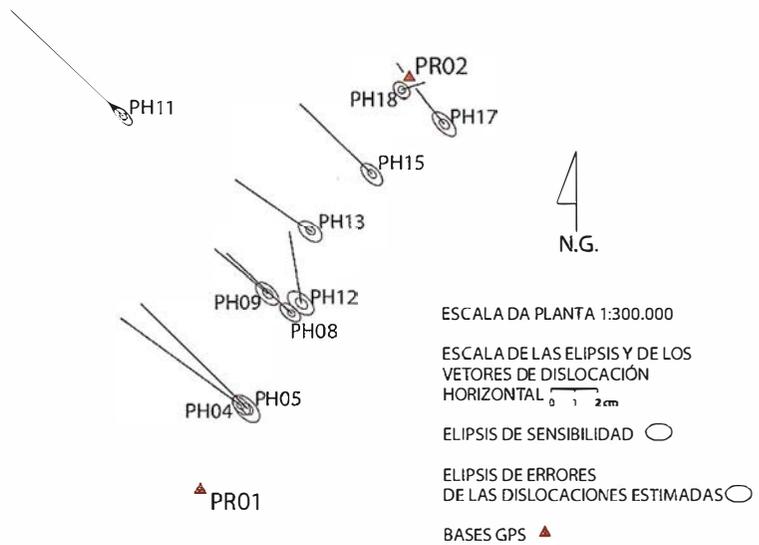


FIGURA 3 - ELIPSIS DE SENSIBILIDAD Y DE ERRORES DE LAS DISLOCACIONES HORIZONTALES Y VECTORES DE DISLOCACION HORIZONTAL DE LA RED LOCAL GPS

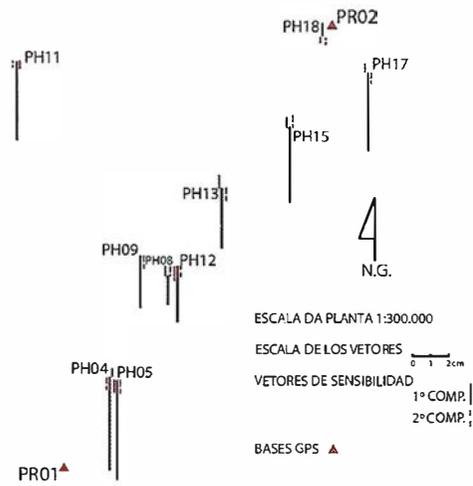


FIGURA 4 - VECTORES DE SENSIBILIDAD Y DE DISLOCACION VERTICAL DE LA RED LOCAL GPS



FIGURA 5 - VECTORES DE SENSIBILIDAD Y DE ERRORES DE LAS DISLOCACIONES VERTICALES ESTIMADAS DE LA RED LOCAL GPS

la exactitud y el peso de las dislocaciones estimadas entre las estaciones implicadas. Pues estas dislocaciones ellas son bien significativas, las influencias de la diferencia de la exactitud y del peso entre las estaciones PH04 y PH05 no habían llegado para no falsificar a ningunos de los estadísticos aplicados. Sin embargo, él es válido recordar que cuando los trabajos con las dislocaciones muy al lado del valor mínimo, estas influencias pueden falsificar el resultado de la estadística. En estos casos, es importante verificar el peso y la exactitud de las dislocaciones.

Después de que estuvo probado el estadísticamente los significances de las dislocaciones, uno calculara los sensibilidades respectivos.

En el trabajo considerado, los sensibilidades habían sido representados en la forma de elipses en plan (X, Y) y en la forma de vectores en el plan (z). Para definir las rutas (vectores) y las regiones (elipses) de la sensibilidad, había sido utilizado primera (1° COMP.) e en segundo lugar (2° COMP.) componentes principales. El cuadro 6 provee los sensibilidades en las rutas de los componentes principales.

Los signos de menos en el cuadro 6 indican solamente que el (z) componente está abajo del plan (X, Y).

Los vectores que correlacionan los cuadros 1 y 3, se verifica que la magnitud de la sensibilidad varía de acuerdo con la dispersión (estándar de desvío de la línea) de las dislocaciones estimadas. Cuánto menos el estándar de desvío de la línea de la dislocación estimada, menos es el valor mínimo de la dislocación perceptible, él conseguido por el primer componente principal o el segundo componente. Esto indica que cuanto más precisa es la dislocación de la estación implicada, menos que es la medida de la sensibilidad, o cualquiera, mayor es la capacidad de la estación en la detección de dislocaciones. Tales reuniones del hecho ilustradas claramente en las figs. 3, 4 y 5.

## 6. CONCLUSIONES

El análisis de la sensibilidad ha mostrado no solamente las dislocaciones

mínimas perceptibles, pero también la capacidad de cada estación en la detección de dislocaciones. Las figuras 3, 4 y 5 y los cuadros de la sensibilidad y de errores de las dislocaciones estimadas prueban que cuanto más precisa es la dislocación estimada, menos (sensibilidad) será el valor mínimo correspondiente, o cualquiera, mayor será la capacidad de la estación implicada en la detección de dislocaciones.

Es importante citar que cuando los trabajos con las dislocaciones muy al lado del valor mínimo, las variaciones del peso encontrado y de la exactitud en las observaciones GPS ellos pueden falsificar el resultado de los estadísticos aplicados en este trabajo. En estos casos, es importante verificar la matriz única de pesos ( $P_d$ ) estimada entre las campañas y la matriz variancia-covariancia de las dislocaciones ( $\Sigma_d$ ).

Analizarse que 90% de las dislocaciones horizontales y verticales varian aproximado para uno mismo sentido y que su magnitud excede aceptables valores para dislocaciones en la región, se evidencia que los desvíos generaron evidentes dislocaciones y fueron provocados por alguno error sistemático, probable provocado por atmosféricos efectos.

## 6.1. RECOMENDACIONES

Durante las campañas GPS, debe ser llevado con estudios paralelos para intentar detectar y estimar efectos sistemáticos posibles en el período de rastrear, (e.g., efectos atmosféricos: troposfera e ionosfera).

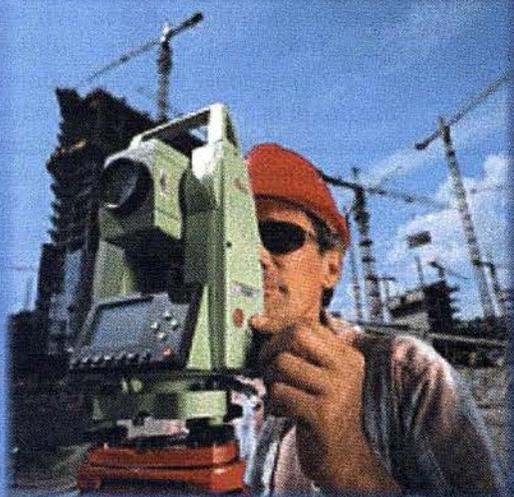
Para llevar con monitoramentos en la región en estudio a través de los sísmógrafos para intentar detectar y hasta la fecha cualquier tipo de mí sacudido sísmico que para la felicidad puede suceder durante la realización de las campañas. Estos monitoramentos pueden ser más útiles, si también están llevados a través en el período que intercala las campañas implicadas.

Realización de nuevas campañas GPS en área en estudio, tiene como objetivo verificar el comportamiento de los desvíos (evidente dislocaciones) largo los años.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGATH, W. (1982): Accuracy and Reliability Measures Concerning Design and Qualification of Densification Networks. In: Borry, K & Welsh, W. M. (Herausgegeben): Proceedings Survey Control Networks. Wissenschaftlicher Studiengang Vermessungswesen Hochschule der Bundeswehr München, Heft 7, Seite 51-63.
- BAARDA, W. (1968): A Testing Procedure for use in Geodetic in Networks. Publications on Geodesy, News Series, 2(5), Netherlands Geodetic Commission.
- CHRZANOWSKI, A.; CHEN, Y. Q.; SECORD, J. M. (1986): Geometrical Analysis of Deformation Surveys. Proceedings of the Deformation Measurements Workshop - Modern Methodology in Precise Engineering and Deformation Surveys II. ed. BOCK, Y. Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick, Canada.
- GEMAEI, C. (1994): Introdução ao Ajustamento de Observações: aplicações geodésicas. 1.ed. Curitiba: UFPR.
- HECK, B. (1986): Sensitivitätsanalyse geodätischer Deformationsnetze. AVN (Allgemeine Vermessungs-Nachrichten), 93, Heft 5, Seite 171-178.
- KUANG, S. (1996): Geodetic network analysis and optimal design: concepts and applications. Chelsea: Ann Arbor Press.
- NIEMEIER, W.; HOLLMANN, R. (1984): Hauptkomponenten- und Sensitivitätsanalyse geodätischer Netze aufgezeigt am Überwachungsnetz «Varina». In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr. 133, 61-72.
- NIEMEIER, W.; TESKEY, W. P.; LYALL, R. G. (1982): Precision, Reliability and Sensitivity Aspects of an Open Pit Monitoring Network. Australian Journal of Geodesy, Fotogrammetry and Surveying. n° 37. University of Calgary, Canada; p. 11-15.
- PELZER, H. (1971): Analyse geodätischer Deformationsmessungen. Deutsche Geos. Kom., Series C, N. 164, München 1971.
- VON HAHN, M.; VON MIERLO, J. (1986): Statistische Grundlagen für die Analyse von Ausgleichsergebnissen. In: Unveränderte Vervielfältigung der Sonder heftes 33. Jahrgang der Mitteilungen der Deutschen Vereins für Vermessungswesen (DNN) mit Genehmigung die. DVW - Londes Vereins vom 6. 10. 1993.
- XAVIER, J. H. (2000): Análise de Estabilidade de uma Rede Local GPS situada no Litoral Paraense. Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR).
- ZHANG, Z.; LI, X. (1990): A New Optimization Method for Monitoring Networks based on the Sensitivity Criterion. ZfV (Zeitschriften für Vermessungswesen 115/6, p. 247-255.

- @ Alquiler
- @ Venta
- @ G.P.S.
- @ Reparación
- @ Calibración
- @ Trabajo de Gabinete y Campo
- @ Restitución Fotogrametrica
- @ Aplicaciones Informáticas
- @ Cursos



## Estación Total *Leica* TC-307

*¡Accesorios de REGALO!*

**6.019,21 Euros**

ó 196,64 euros al mes \*



**La Técnica, S.A.**  
**Se vicios Topográficos**

C/ Juan de Austria, 30  
28010- Madrid

Tlf: 91 4468704 - Fax: 91 4470243

E-mail: [latecnica@redestb.es](mailto:latecnica@redestb.es)

<http://www.latecnica.com>

*Estos precios no incluyen I.V.A. 16% - Pago Contado  
Oferta Limitada hasta fin de existencias*

\* Renting en 36 meses con Hispamer (consultar condiciones)  
**SI TIENES OFERTA MEJOR, TRAE LA MEJORAMOS**

# “Proyecto piloto para la optimización de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos en Extremadura” (II)



Ardila Pérez, F.J.; Ballell Caballero, J.A.; Castillo Martínez, A.; Cortés Ruiz, T.; Figueira González, J.R.; Gómez Morcillo, F.J.; Gutiérrez Gallego, J.A.; Hidalgo Izquierdo, V.; Naranjo Gómez, J.M.; Nogales Galán, J.M.; Pérez Álvarez, J.A.; Polo García, M.E.; Fra Paleo, U.

Grupo de investigación del Departamento de Expresión Gráfica del Centro Universitario de Mérida.

## Resumen

En el artículo anterior se planteó la necesidad de realizar un proyecto piloto para la optimización en la recogida de los residuos sólidos urbanos en Extremadura a partir de la gestión de un Sistema de Información Geográfica. Para ello se necesitaba en primer lugar una cartografía base y una serie de información, sobre situación de ecopuntos y rutas de recorrido, recopilada desde diferentes fuentes. La conexión entre la base de datos alfanumérica y la cartografía, así como el diseño de la jerarquía de las funciones y el diagrama de flujo de datos ya fue expuesto en el primer artículo. En las líneas que siguen se explica la programación de la aplicación informática realizada, así como las direcciones de trabajo futuras.

## 1. Programación de una aplicación informática independiente

Para crear esta aplicación se ha realizado una programación orientada a objetos, definiendo un objeto como una entidad en cuyo interior existen datos y códigos relacionados entre sí, de tal forma que el usuario del objeto generalmente no tiene acceso a los datos, sino que éstos son manipulados de forma indirecta a través del código del objeto, que se eje-

cuta sobre la base de procedimientos y funciones a los que se denomina habitualmente métodos.

Las capacidades más destacables que se han programado han sido:

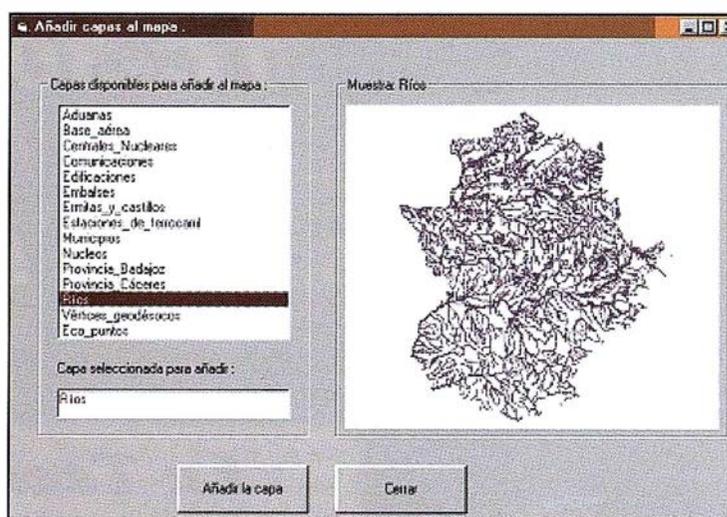
- **Gestión de la información mediante capas.**

Se gestiona la información dividiéndola a modo de bloques que contie-

nen información común y que a su vez esta, está vinculada con los fines del proyecto. El operador podrá ir añadiendo cada una de las capas así como eliminarla u ocultarla si lo cree oportuno.

- **Impresión de mapas.**

Una vez se ha establecido las características de la información gráfica en el espacio de trabajo, se impone



al S.I.G. la posibilidad de reproducción cartográfica. Para tener una referencia gráfica exacta del mapa añadimos la escala gráfica y la flecha con la indicación del Norte.

- **Información sobre la conexión.**

Se puede obtener información sobre la conexión y la base de datos a la cual se está conectado. En este caso la aplicación está preparada para que la fuente de datos sea siempre la misma base de datos y no contempla que sea escogida otra erróneamente. La base de datos ha sido creada mediante Geomedia y por lo tanto su extensión es \*.mdb, aunque existe la posibilidad de conectarse a otros tipos de bases de datos, si en el desarrollo del proyecto se considera oportuno.

- **Visión de la cartografía**

La aplicación dispone de todos los comandos necesarios para poder visualizar la cartografía pudiendo realizar:

- Zoom de acercamiento, alejamiento, extensión, o de un área al seleccionar una zona concreta mediante dos puntos que definen la diagonal de un rectángulo que será el área que vamos a ver.
- Zoom de extensión seleccionada: Seleccionando un elemento gráfico del mapa se visualizará este en pantalla.
- Centrar: posibilidad de indicar al mapa donde queremos centrar nuestra visión.
- Centrar en una selección de un elemento concreto.
- Panoramizar para visualizar el mapa completo en la pantalla.
- Rotar el mapa
- Zoom previo: para retornar al zoom realizado anteriormente
- Visualizar una zona concreta.
- Elección de una escala concreta. Para ello, tras escribir el denominador de la escala a la cual se necesite ver el mapa, este irá

aumentando o disminuyendo dependiendo de la cantidad que estemos escribiendo.

- Acceso a los datos alfanuméricos

Aparte de los datos gráficos el S.I.G. también dispone de datos alfanuméricos asociados a cada una de las capas. Para acceder a estos datos se establecen ventanas de datos con la misma estructura que cualquier tabla de datos Access, en la cual se ven cada uno de los campos y registros que están contenidos, asociados a una determinada capa.

- Etiquetado

Este comando permite establecer etiquetas descriptivas de cada uno de los elementos que componen el mapa y de esta forma establecer la topología según las necesidades de visualización o impresión del mapa.

- Posibilidad de escribir un texto

Existe la opción de escribir un texto concreto, independiente del etiquetado.

- Creación de mapas temáticos.

A partir de toda la información incluida en la base de datos se pueden crear mapas temáticos. Cada columna de la base de datos, que conforma un campo, ofrece la información necesaria para la creación de los mapas temáticos.

## 1.1. Capacidad de análisis

Esta capacidad ha sido desarrollada desde tres ejes.

### 1. Determinación de área de influencia.

La capacidad de determinar un área de influencia permite establecer una zona circundante a un elemento de una capa seleccionada. Esta zona de influencia se define con una variable que será entendida como la distancia a la cual se debe establecer dicha área de influencia.

### 2. Selección de elementos mediante consulta SQL.

Permite seleccionar aquellos elementos de una capa discriminándolos de los demás, mediante una consulta SQL. De esta forma se llega a seleccionar aquellos elementos que resulten útiles en algún momento para gestionar cierto tipo de información, el ejemplo más común consiste en buscar un núcleo de población por su nombre.

### 3. Selección espacial.

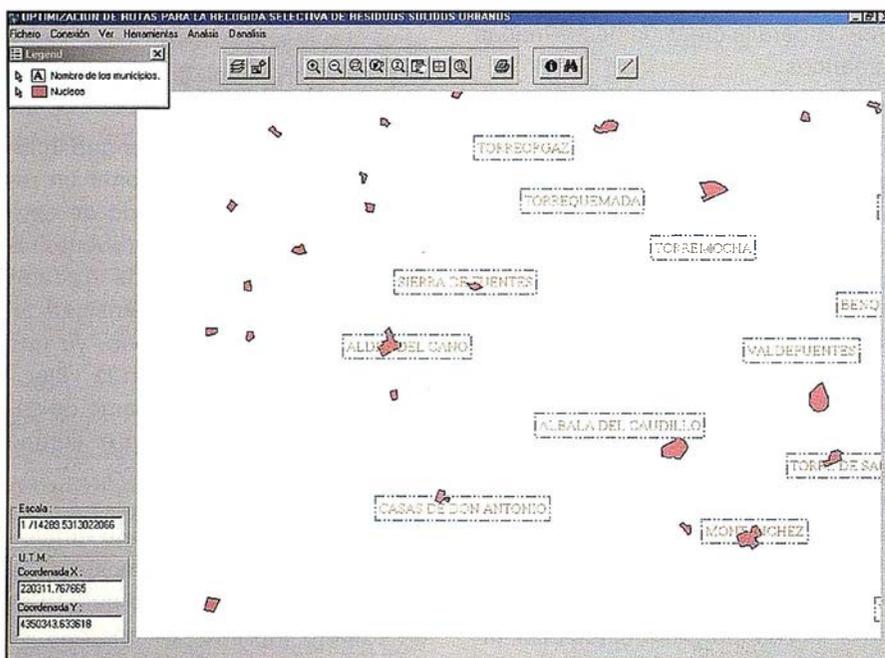
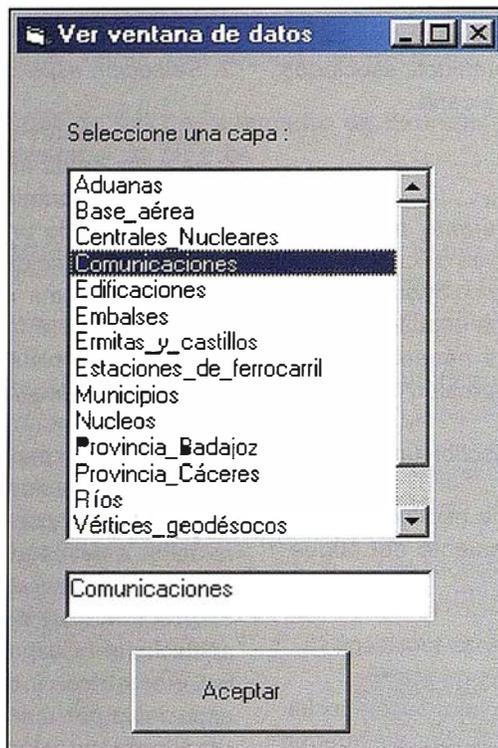
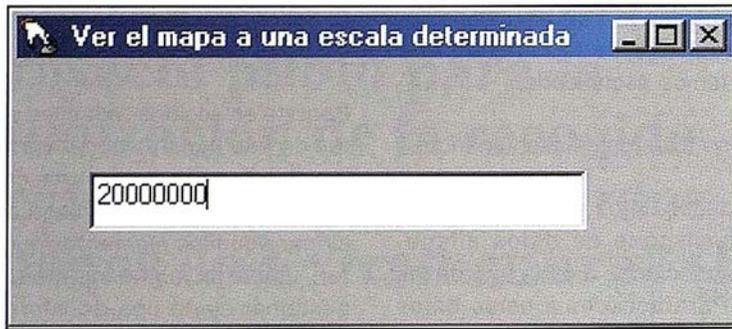
Al igual que antes se hacía una consulta a los datos alfanuméricos y se conseguía discriminarlos de los demás, incluyendo una capa sólo con los datos seleccionados, se puede realizar la misma consulta pero de forma espacial e incluso establecer dentro de una consulta espacial una consulta alfanumérica.

Una consulta espacial es aquella realizada a la relación de las distintas capas que componen el S.I.G.. Esta relación esta establecida mediante los distintos operadores espaciales. El problema se solventa con solo seleccionar la capa en la cual estén los elementos, indicar el operador espacial y por último seleccionar la capa que interactúa con la primera y entre las cuales está definida la relación espacial.

## 2. Actualización del sistema

Uno de los condicionantes que influyen a la hora de seleccionar un recorrido suele ser el estado de conservación de la carretera (bueno, regular o malo), el tipo de trazado (urbano, sinuoso, etc.), intensidad del tráfico o el ancho de la vía, ya que estos factores determinan la velocidad específica de cada tramo de carretera y por consiguiente el tiempo y el coste del recorrido.

La realización del inventario detallado del estado de conservación de la red de carreteras de Extremadura es un trabajo ingente. Si además se quiere mantener actualizado, dicho



trabajo se multiplica y repercute en los costes. Por esto es necesaria una técnica que sea rápida y económica, que permita la viabilidad de dicho propósito.

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se puede utilizar para levantamientos complementarios de una cartografía existente. Este sistema presenta la ventaja de proporcionar los datos en formato digital y ser fácilmente manipulables en relación con un Sistema de Información Geográfica.

Como trabajo piloto se seleccionó un itinerario que recorre diferentes tramos de carreteras, entre diversas localidades de la zona central de la provincia de Badajoz, tal como se indica en la tabla adjunta. El itinerario se desarrolla entre las localidades de Jerez de los Caballeros y Quintana de la Serena a lo largo de una longitud de unos 150 kilómetros.

Se trataba de examinar las diferentes posibilidades de las técnicas GPS a la hora de realizar y mantener actualizado un mapa de estado de conservación de carreteras en la Comunidad de Extremadura de la manera más rápida, eficaz y económica posible y con la precisión adecuada para cada fin.

Para este objetivo no es necesario tomar en el terreno, con los receptores GPS, todos los puntos que definen la geometría de cada carretera o tramo urbano, solo los de nuevo trazado, no existentes en la cartografía digitalizada. Cada carretera quedaría descompuesta en tramos, cada uno de los cuales tendría asignado unos atributos en cada una de las clases escogidas.

A un tramo de carretera, le son asignadas unas características cuantitativas y cualitativas, siendo necesario elegir y preparar los diccionarios para el registro de las clases y atributos que se tomarán simultáneamente a la observación. Así los atributos y clases que habrá que considerar serán los referentes a: denominación de la carretera, orden de la carretera (nacio-

SELECCIONAR UNA CAPA : Nucleos

Campos de la tabla : GRUPO, SUBGRUPO, NUMEROENT, HUSO, NUMEROTRAM, TIPOCONT, LONGITUD, NOMBREUI, NOMBRE

Registros del campo : SAN VICENTE DE AL TEJAREJO, DEHESA PIEDRABUEN, BOHONAL, RABAZA (LA), DEHESA MAYORGA, VEGA (LA), BOHONAL

Operadores : =, =>, <=, <>, >, <, [], and, or

Area

Filtro : NOMBRE='BOHONAL'

Aceptar

Form2

Selecciona los rasgos de la tabla : Centrales\_Nucleares

que : están a una distancia de

en los rasgos de la tabla : Nucleos

Filtro

Filtro

Filtro

1 kms

Puntual Area

Nombre :

Descripción :

Muestra :

Aceptar Cancelar

nal, autonómica o local), trazado (urbano, sinuoso, rectilíneo), anchura, estado del firme (bueno, regular, malo),...,etc. Teniendo en cuenta la precisión con la que se han tomado la posición de los puntos se podía incluso haber aumentado el número de detalles inventariados. Todo depende del grado de aproximación a la realidad, o de la utilidad, del modelo. El método de trabajo en campo fue aceptable por su productividad ya que se recorrieron los 150 kilómetros en un día tomándose unos 300 puntos.

### 3. Conclusiones

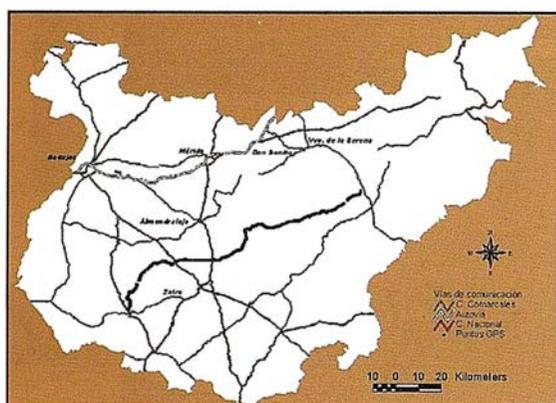
El Sistema de Información Geográfica planificado, se revela como una eficaz herramienta para el fin propuesto, por permitir optimizar un servicio público reduciendo costes y aumentando la calidad del servicio. De vital importancia es la posibilidad de reducir o aumentar el número de ecopuntos, adaptándolos a las necesidades reales para conseguir el fin propuesto.

En cuanto a las ventajas para la utilización del GPS en la actualización de las rutas seguidas por los camiones de recogida de residuos, decir que:

- El proceso seguido en este trabajo es especialmente útil y económico cuando se trata de actualizar vías de comunicación.
- Gran precisión. Es adecuado cuando se requiere actualizar planos comprendidos entre la escala 1/25000 y 1/2500. Incluso hasta para

NOMBRE	INICIO	FIN
N-435	Jerez De Los Caballeros	BA-152
BA -152	N-435	Valle De Santa Ana
BA -152	Valle De Santa Ana	Ex-320
EX -320	BA-152	Salvatierra De Los Barros
BA -155	Salvatierra De Los Barros	Cruce Con BA-064
BA -064	BA-155	Feria
BA -071	Feria	Fuente Del Maestre
EX -360	Fuente Del Maestre	Villafranca De Los Barros
N-630	Villafranca De Los Barros	Ctra. A Ex - 342
A Ex -342	N-630	Ex-342
EX -342	Villafranca De Los Barros	Ribera Del Fresno
EX -342	Ribera Del Fresno	BA-121
BA -121	Ex-342	Ex-334
EX -334	BA-121	Ctra. Local A Puebla De La Reina
Local	Ex-334	Puebla De La Reina
EX -210	Puebla De La Reina	BA-113
BA -113	Ex-210	Valle De La Serena
BA -113	Valle De La Serena	Quintana De La Serena
BA -114	Quintana De La Serena	Estac. Ff.Cc. Quintana De La Serena.

**Tabla 1. Tramos de carretera del itinerario.**



**Plano provincial con el recorrido.**

escalas entre 1 / 500.000 y 1 / 50.000 si está activada la disponibilidad selectiva.

- Calidad de la observación. Permite el inventario rápido, detallado y económico de la localización y estado de un tramo de carretera. La climatología no interfiere en la observación.
- La integración de estos datos en un SIG es casi inmediata lo que permitiría obtener información actualizada e integrada de la evolución del estado de una carretera

sobre un soporte gráfico. La información queda recopilada en un sistema de referencia mundial por lo que se puede integrar fácilmente cartografía procedente de diferentes fuentes. Se puede cambiar fácilmente de sistema de referencia y de proyección cartográfica adaptándola a nuestro caso particular.

### Bibliografía

- Bosque, J. (1992) Sistemas de Información Geográfica. Editorial Rialp

- Gould M. y Gutiérrez J. (1994) Sistemas de información Geográfica. Ed. Síntesis.
- Ley 10/1998 de 21 de Abril de Residuos. Boletín Oficial del Estado, n° 96.
- Memoria del Anteproyecto del Ecoparque para el tratamiento de RSU y lodos de depuradoras en el ámbito territorial de Mérida. Junta de Extremadura. Consejería de Medio Ambiente, Urbanismo y Turismo. Dirección General de Medio Ambiente.
- José I. Barredo (1996) Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Ed. Rama.
- Francisco Charte Ojeda. Visual Basic 5.0.. Anaya Multimedia.
- Jeffrey P. McManus. Bases de Datos con Visual Basic 5.0.. Prentice Hall.
- Manual del Usuario de Geomedia 2.0.

AT  
DO/iT+DIAP=Z<sup>N</sup>

## Eficacia y Velocidad en Fotogrametría Digital con...

Desde la AeroTriangulación, hasta la medición del territorio, "Desde AT hasta Z", el nuevo DO/iT personifica el segundo axioma de la fotogrametría:

*Una medición precisa exige máximo control de movimiento, tanto en el espacio 2D imagen para AT, como en el espacio 3D terreno para cartografiar.*

Mientras que las manivelas no tienen rival en precisión y rigor fotogramétrico, los ahora llamados "ratones 3D" han sido quizá más fáciles de manejar, pero siempre ofreciendo una inferior calidad, adoptando un aspecto familiar pero obviando funciones cruciales.

Integrando lo mejor de ambos sistemas, hemos creado un nuevo controlador, **DO/iT...**



12 botones disponibles y programables

Para saber más sobre DO/iT,  
simplemente...



**askISM.com**

I.S.M. International Systemap Corp.

ISM Europe S.A.

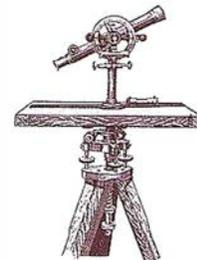
Avda. J. V. Foix 72, Local 5B

08034 Bracelona

Tel: 93 280 10 50 • Fax: 93 280 19 50

Email: info@ismeuropa.com

# Utilización actual de los Recursos Hídricos y Calidad Ambiental



Dr. José Luis Batista Silva.

Dpto. Geodinámica y Riesgos Naturales.

Instituto de Geografía Tropical.

e-mail: igt@ceniai.inf.cu/

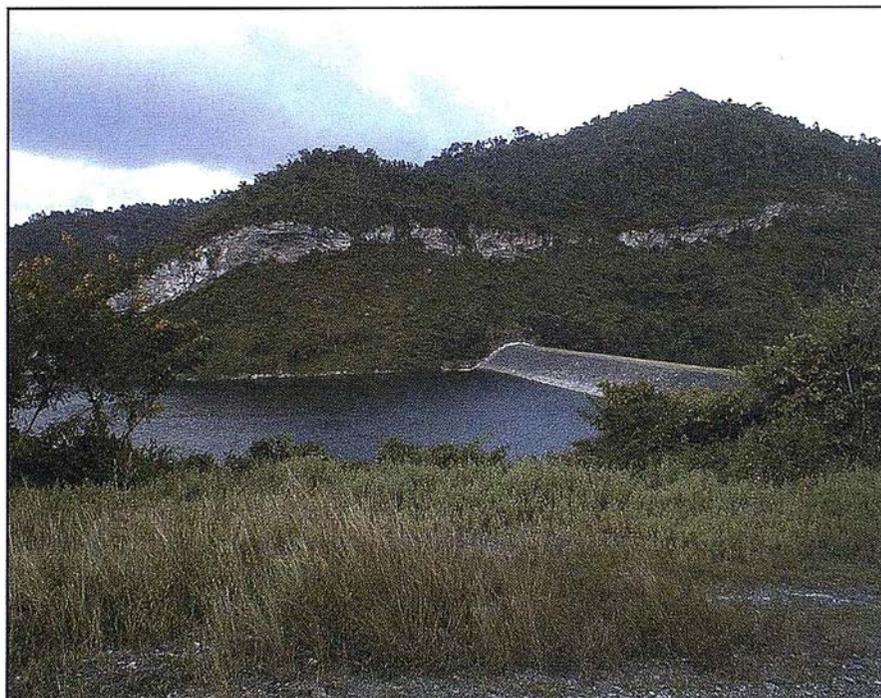
## 1. Introducción

Las características de los recursos hídricos de Cuba definen una distribución no uniforme por el territorio, además de que sus magnitudes varían considerablemente en algunas regiones en las que, por lo general, los mayores recursos hídricos se encuentran en zonas con menor demanda de agua (Montañas de Nipe-Sagua-Baracoa y de Guamuhaya); y, por el contrario, en las zonas con mayor densidad poblacional y de considerable desarrollo industrial y agrícola, esos recursos son escasos. Sumado a esto, existe una marcada diferencia en la acuosidad de los ríos durante el período lluvioso (de Mayo a Octubre) y el período menos lluvioso (de Noviembre a Abril), así como de un año a otro, es decir, una distribución extrema y no uniforme de dichos recursos en el tiempo. Durante la época menos lluviosa o de seca, en muchas regiones del país el agua no alcanza, no solo para las necesidades productivas, incluso para garantizar el abasto a la población.

De la cantidad total de recursos hídricos del país (38,1 mil millones de metros cúbicos), actualmente se usa casi el 63% (14 mil millones de metros cúbicos al año); por tanto, el potencial utilizable de estos recursos, para todas las necesidades, es de unos 1200 m<sup>3</sup> per capita de agua lo cual refleja cierto aumento del aprovechamiento de los mismos en el país; esto depende en gran medida de la producción agrícola, que requiere del desarrollo del regadío como rama de mayor demanda de agua. En la década de los 80', la disponibilidad de agua era de 800 m<sup>3</sup> per

Usuario	Por ciento
Riego y ganadería	70
Población	12
Industria	8
Otros usos (recarga de acuíferos, control de salinización, acuicultura y turismo)	10

Tabla 1. Uso actual del agua en el país [1], [2]



capita. Se realizan notables esfuerzos, para que los logros de la ciencia y la técnica ayuden a organizar en forma óptima y racional la utilización de los recursos hídricos y evitar así su agotamiento cuantitativo y cualitativo. El presente artículo pretende

llamar la atención sobre la importancia que tiene eliminar totalmente los vertimientos de aguas contaminadas a los cuerpos de agua dulce y al mar, logrando así un equilibrio entre el desarrollo hidráulico y la calidad ambiental.

## 2. Consumidores del agua

De acuerdo con la política que sigue el Instituto Nacional de Recursos Hídricos (organización que centraliza la actividad hídrica en Cuba), las tareas principales constituyen, en primer lugar, el abasto de agua potable a la población en la cantidad y calidad requeridas y, además, a la industria, el riego y la ganadería.

Es necesario señalar, que alrededor del 33% del total de agua que demanda la agricultura, se consume en el regadío de la caña de azúcar, y 46% del agua que se gasta en la industria es absorbido por la industria azucarera.

El mayor consumidor de agua es el regadío, con una superficie total bajo riego, que creció de 160 000 ha en 1959 hasta 800 000 ha a finales de la década de los 90', [3]. En los planes estatales se mantiene la tendencia de aumentar el área de riego, ya que el rendimiento de las tierras en este estado es superior que en las tierras sin regadío de cinco a seis veces como promedio. Así, las plantaciones de cítricos que no reciben riego dan una cosecha de seis toneladas de frutas por hectárea al año, mientras las de riego producen hasta 40 toneladas.

El problema de reducir el volumen de agua destinado al riego tiene gran importancia. En Cuba esto ha dado un enorme salto, tanto cualitativo como cuantitativo, en los últimos años; pues anteriormente sólo existía el riego manual con muy bajo rendimiento (de 0,4 a 0,5), pero, actualmente, cerca de 50% de las tierras bajo riego reciben el agua con aspersores semiestacionarios y mecanizados, además del riego directo a la planta; gracias a esto se ha logrado economizar dicho líquido y aumentar el rendimiento de los sistemas, hasta 0,6 y 0,7.

Las perspectivas en la economía del agua durante el riego pueden ser amplias con el aumento de la mecanización y la introducción de tecno-

logías modernas, por ejemplo, el riego por goteo, mediante el cual prácticamente no existen aguas de retorno y el rendimiento de estos sistemas aumenta hasta 0,9.

Del volumen total de agua extraído de las fuentes de abasto (14 mil millones de metros cúbicos/año), se gastan unos 8 mil millones, que no son utilizados nuevamente. Esta es una parte considerable de los recursos de agua dulce del país, por tanto, el mayor aprovechamiento de los recursos hídricos es un problema primordial, donde el papel más importante lo desempeñan los embalses, mediante la regulación del escurrimiento de las crecidas.

En las últimas cuatro décadas se han construido 224 embalses (obra de regulación cuya capacidad de almacenamiento es igual o mayor a 3 hm<sup>3</sup> o su altura máxima igual o mayor de 15 metros) y 796 pequeñas presas o micropresas con una capacidad total de almacenamiento de 9 035 millones de m<sup>3</sup>, [4], lo cual supera extraordinariamente el volumen embalsado en todas las presas construidas hasta finales de la década de los años 50'; de esta forma, ha sido posible aumentar considerablemente la utilización del escurrimiento superficial por medio de la regulación del escurrimiento natural.

En lo que se refiere a las aguas subterráneas, el área acuífera total es de 41 000 km<sup>2</sup>, con 165 acuíferos y unos recursos totales de explotación de 4.494 km<sup>3</sup>. Cabe señalar que más del 80% de estas cuencas son abiertas y tienen relación hidráulica con el mar.

Al mayor aprovechamiento de los recursos hídricos, debe añadirse también el aumento de las reservas de la humedad del suelo producido por las precipitaciones, dándole a las plantaciones agrícolas una parte del escurrimiento superficial. Existen métodos para explotar aún más los recursos hídricos, por ejemplo, la potabilización del agua salada; el mar que rodea al archipiélago cubano podría ser una solución del problema de los recursos de agua dulce por

medio de la potabilización. Solamente en unos pocos polos turísticos se han instalado algunas plantas desalinizadoras para satisfacer demandas de agua puntuales. Sin embargo, la destilación requiere colosales gastos de energía que el país no puede asumir en estos momentos. En varios países funcionan y se construyen desalinizadores de distintos tipos y productividad para el abasto de agua a la industria, la agricultura y el uso doméstico. El costo de la potabilización de un metro cúbico de agua del mar en algunas instalaciones es de 60 a 90 centavos, mientras que su obtención por medio de la regulación del escurrimiento se reduce en decenas de veces.

## 3. Uso del agua y medio ambiente

En Cuba existen algunos proyectos para el transvase de agua de una región a otra; a nivel de esquema preliminar se ha estudiado la posibilidad de transvasar parte del escurrimiento del sistema montañoso Nipe-Sagua-Baracoa a la zona costera de Guantánamo. A fines del año 1987 se terminó la construcción de una conductora para trasladar agua desde la cuenca El Gato (en la provincia de La Habana) hasta la Ciudad de La Habana, lo cual resuelve en parte, el problema de agua en la capital. El sistema cuenta con una tubería magistral de 27 Km., con un diámetro de 1 538 mm, que permite entregar a la capital unos 150 millones de metros cúbicos de agua al año si funciona a plena capacidad.

El polo turístico Cayos Coco-Guillermo, al norte de la provincia de Ciego de Ávila, recibe agua de extracción subterránea que se traslada por una conductora desde la costa de Morón hasta los cayos y en estos momentos se termina la conductora hasta Cayo Las Brujas-Santa María para trasvasar agua desde Caibarién, al norte de Villa Clara.

Pero debemos recordar que el traslado de agua a distancias considerables requiere enorme gastos capitales de explotación. Además de esto, es necesario tener en cuenta las con-

secuencias negativas que pueden presentarse en la naturaleza. Los proyectos de transvase de agua deben ser estudiados cuidadosamente y utilizarlos como reservas para los casos más extremos debido a las implicaciones ambientales, cuando el problema del agua no puede ser resuelto de otra forma, por ejemplo, mediante la utilización más racional de los recursos hídricos locales.

Entre las medidas que pueden tomarse para la utilización racional y la conservación de los recursos hídricos, es muy importante el control y la economía del agua en la industria, la agricultura y en su utilización doméstica. Grandes pérdidas, que en el país alcanzan como promedio 40% del total extraído de las fuentes, se deben fundamentalmente a los acueductos y redes de distribución; esto está íntimamente relacionado con el mal estado del sistema, a pesar de que en los últimos años se ha trabajado para resolver este problema.

El desarrollo de los sistemas de acueductos y alcantarillados antes del año 1959, era extremadamente insuficiente ante la demanda de agua de la población. Durante el período comprendido entre los años 1959 y 1980 el sistema de acueducto centralizado, que abastecía a la población, creció más de dos veces, y el alcantarillado más de cinco veces, mientras que el crecimiento de la población para el mismo período fue de 1.5 veces. Como resultado del cumplimiento de los planes estatales de desarrollo, el 71% de la población recibe el agua por conexiones domésticas, mientras que el 8 y 15% reciben el agua por servicio público y fácil acceso respectivamente. Esto significa que en la época actual el 94% de la población tiene posibilidades de acceso al agua potable. No obstante, «El servicio de agua potable ha sufrido contracciones en cantidad y calidad en los últimos años motivado por limitaciones en el suministro estable de las sustancias necesarias para la desinfección, el deterioro de las instalaciones y medios de tratamiento, el estado técnico insatisfactorio de las redes de acueducto, la disminución sensible

de los tiempos medios de servicio, el descenso del servicio público en favor del fácil acceso y dificultades para llevar a cabo una efectiva vigilancia de la calidad del agua, así como determinadas limitaciones en fuentes específicas muy importantes, entre otros», [2], [5], [6].

«Existen algunas señales preocupantes a raíz de las dificultades económicas del país, en relación al aumento de la morbimortalidad por la caída de la potabilidad del agua y fallas en el mantenimiento del alcantarillado y fosas sépticas, así como la aparición y crecimiento de enfermedades en las que inciden dificultades con la calidad y suministro de agua, disponibilidades de artículos de aseo personal y colectivo y la proliferación de vectores». [2], [5], [6].

La cantidad de agua necesaria para la producción industrial depende en gran medida de las tecnologías para el abasto de agua. La transformación de las industrias, con el abasto de agua directo es una considerable reserva en la economía de los recursos hídricos para el sistema de trabajo de circulación en ciclo cerrado. Enormes posibilidades económicas se presentan en la introducción de tecnologías que permiten no utilizar agua en el proceso productivo, como la industria procesadora del petróleo.

Se ha logrado cierta economía de agua de origen fluvial, sustituyéndola por agua del mar para el enfriamiento de los generadores de termoeléctricas situadas cerca del litoral.

El problema más crítico y actual de Cuba no es sólo el agotamiento cuantitativo, sino el cualitativo de los recursos hídricos, debido a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por residuales domésticos e industriales, y por la intrusión salina debido a la sobreexplotación de cuencas subterráneas. Este problema puede convertirse en crítico; sin embargo, hasta el momento se ha hecho muy poco para evitarlo. A partir de los 80' se dieron los primeros pasos para rectificar esta desfavorable

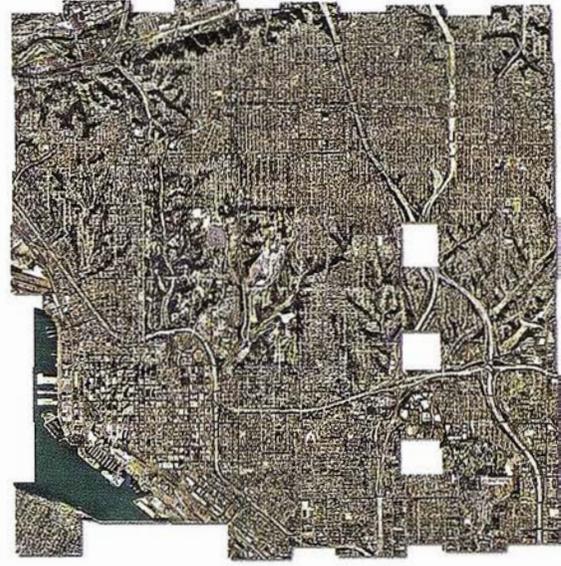
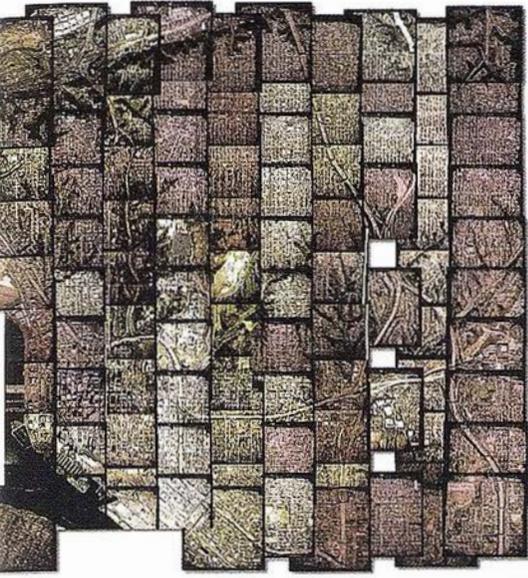
situación, motivada por el creciente aumento de la contaminación de las aguas interiores y de las zonas costeras; se comenzó el inventario de los principales focos contaminadores. Más de las tres cuartas partes del volumen de aguas residuales contienen contaminantes orgánicos, pero para luchar contra ellos se requiere un tratamiento profundo; sin embargo, existen otras vías más efectivas para eliminar este desagradable efecto.

En la Estrategia ambiental Nacional hasta el año 2000, [6], se plantea: «La contaminación que se produce en nuestras aguas interiores y costeras constituye una problemática que se ha ido agravando durante los últimos años, en lo que ha incidido, de manera especial el estado deficiente de las redes de alcantarillado y su carácter parcial en la mayoría de los casos, el estado crítico de las plantas de tratamiento existentes que provoca que permanezcan paradas una gran parte del año, el inoperante funcionamiento depurador de un elevado por ciento de las lagunas de estabilización existentes debido a la falta de mantenimiento, agravado déficit de cobertura de tratamiento de residuales en el país y serios problemas en la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento ya existentes, decrecimiento del aprovechamiento y reuso de los residuales líquidos de la actividad agroalimentaria e industrial, y la contracción de los programas de control y monitoreo de la calidad de las aguas por falta de recursos materiales y disponibilidad financiera».

#### 4. Equilibrio entre desarrollo hidráulico y calidad ambiental

Se ha elaborado y aprobado una serie de leyes encaminadas a la protección de los recursos naturales y, en particular, los recursos hídricos, lo que muestra una preocupación ante estos problemas que, en un futuro no lejano, pueden contaminar todas las aguas interiores y el mar que rodea a Cuba. Pero debe tenerse presente que es necesario eliminar el estado de contaminación actual, sin olvidar la con-

# Sus imágenes - en cualquier aplicación



prepare

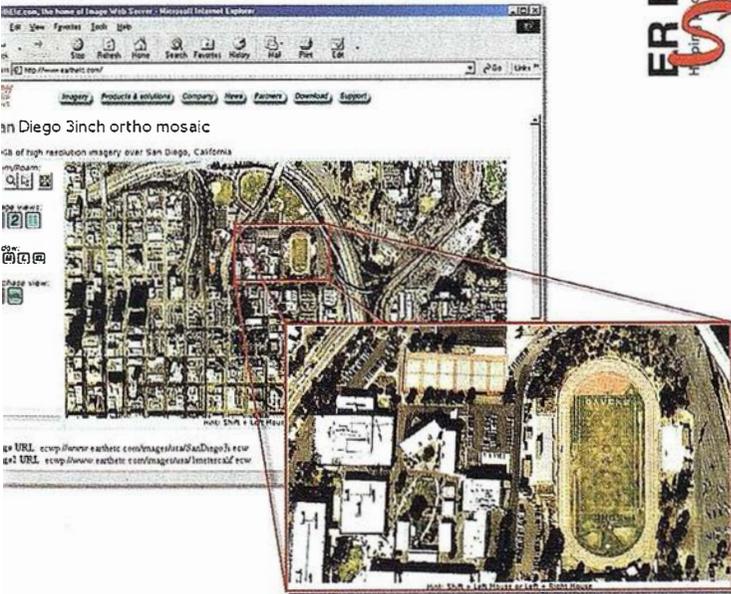
Your  
image  
solution

ECW  
compression

serve

ER Mapper  
Helping people manage the earth  
Image  
Web  
Server

use



## Prepare sus imágenes

Los asistentes de ER Mapper 6.1 ortorrectifican, hacen mosaico, balance de color y comprimen sus imágenes

## Use imágenes comprimidas

Descargue el Compresor ECW gratuito y los *plugins* para sus aplicaciones Office, GIS, CAD y Web.

## Sirva imágenes de cualquier tamaño

Sirva imágenes, incluso de terabytes, a usuarios GIS, CAD y Office en cualquier parte del mundo, en segundos, con el Image Web Server.

¡Compruébelo por si mismo hoy!  
[www.ermapper.com](http://www.ermapper.com)

Todas las marcas, nombres de compañías y productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios. Las especificaciones del producto están sujetas a cambios sin previo aviso.

**ER Mapper**  
Helping people manage the earth  
[www.ermapper-spain.com](http://www.ermapper-spain.com)

**Oficina para el Mediterráneo**  
Earth Resource Mapping Spain S.L.  
Bailen, 1  
28280 El Escorial, España  
Tel: +34 91 896 0379  
Fax: +34 91 896 1243  
Email: [info@ermapper-spain.com](mailto:info@ermapper-spain.com)

taminación futura. Por tanto, la tarea fundamental debe ser la eliminación total de los vertimientos de las aguas residuales a los reservorios y al mar. Esto podría inducir un equilibrio entre el desarrollo hidráulico y la calidad ambiental.

En la actualidad, sería conveniente incluir en los proyectos de construcción el reciclaje de las aguas residuales, ya que éstas, después de su correspondiente tratamiento, pueden ser usadas de nuevo para regar cultivos destinados a los forrajes y a otros cultivos técnicos.

De esta forma, se resolverían dos problemas al mismo tiempo:

- La depuración de las aguas residuales es mucho más intensa en el suelo que en el agua de los ríos y los embalses.
- Los fertilizantes contenidos en las aguas residuales, en forma de elementos orgánicos, son mejor absorbidos por las plantas.

A su vez se solucionaría un tercer problema: son devueltos al suelo aquellos elementos que se han extraído con las cosechas. En algunos países esta tarea se soluciona por medio de la depuración de las aguas residuales en los llamados campos de irrigación; de esta forma se reducen los gastos de las plantas de tratamiento por una parte y, por la otra, los campos de irrigación dan la posibilidad de aumentar la productividad agrícola. Además de lo antes expuesto, este método conlleva un considerable ahorro de agua, ya que disminuye el gasto de agua de los ríos para la dilución de las aguas contaminadas.

La protección de los reservorios contra los fertilizantes, plaguicidas y herbicidas, es un problema agrícola; las aguas de retorno del regadío contienen una gran cantidad de sustancias solubles, en algunos casos venenosas, cuya fuente son la aplicación de plaguicidas y fertilizantes que en ocasiones se emplean irracionalmente. Es necesario acelerar las medidas

para evitar el lavado de los suelos y el acarreo hacia los ríos de esas sustancias nocivas, buscar plaguicidas que no dejen residuos venenosos en los cultivos. Mientras se resuelven estas cuestiones, sería conveniente limitar el uso de la tierra en las zonas cercanas a los ríos y no utilizar sustancias químicas en ellas; pero es más importante prestar mayor atención a la creación de zonas o franjas para proteger los recursos hídricos.

Los ríos de Cuba se caracterizan por tener poca longitud y bajo caudal durante el período de estiaje, por tanto su capacidad de autodepuración es mínima. Generalmente, a unos 10 ó 15 km. aguas abajo del vertimiento de residuales y como resultado de los procesos de autodepuración, el agua de los ríos se volverá más clara y el contenido de oxígeno disuelto aumentará hasta que la observación visual no indique contaminación, y los usuarios de esa fuente, situados río abajo, recibirán agua con la calidad requerida. Pero en los ríos cubanos, pequeños y de poco caudal, y que buena parte de ellos reciben aguas albañales y residuales industriales en casi todo su trayecto, el proceso de autodepuración se hace más lento o simplemente no tiene lugar.

Es más grave aún la situación de los ríos represados que no mantienen ni siquiera el gasto sanitario. Sólo en la época de las crecidas se limpian los cauces en forma natural, pero las condiciones de contaminación son peores en clima caliente, en particular durante la época de bajos escurrimientos. Por tanto, la solución radical de este desagradable fenómeno de la contaminación de los pequeños ríos cubanos, solamente es posible eliminando sus causas, es decir, el vertimiento de elementos contaminantes a ríos y reservorios.

Un caso real, que muestra la importancia de la relación entre el desarrollo hidráulico de un territorio y la calidad ambiental, lo constituye la cuenca del Río Cauto en la parte oriental de Cuba. Considerado el río más grande del país (área de la cuenca de 9 540 km<sup>2</sup>), se encuentra en

estos momentos en una situación muy crítica debido al mal manejo de la cuenca.

«Los recursos hídricos de la Cuenca, de una relativa abundancia en su condición natural, estaban bajo la dependencia del régimen pluvial y sus variaciones de orden cuantitativo en lo temporal, con períodos de déficit marcado. En diferentes puntos de la misma, la salinidad natural de las aguas y las descargas de aguas negras ponían en tensión al sistema. El manejo del agua se extendió como práctica a partir de los años sesenta, en función del abastecimiento a los grandes planes de la economía (incluida la población) y para la mitigación de desastres. La construcción de presas y micropresas, permitió alcanzar una capacidad de embalse de 1 419.79 Hm<sup>3</sup>», [7].

«En el Cauto encuentran representación diversas ramas de la industria (mecánica y metalúrgica, procesadoras de alimentos, construcción), aunque es en realidad una actividad incentivada en los últimos cuarenta años. La tradición se refiere en lo fundamental a la producción azucarera, que cuenta con 13 unidades que funcionan a modo de complejos, con varias líneas derivadas como son los piensos y ceras. Los residuales de la misma son muy agresivos, al igual que los de la rama alimentaria, que cuenta con diversas unidades dispersas en el territorio. Aire, aguas y suelos son recursos básicos que se ven afectados por esta vía, pudiendo añadir un sobredimensionamiento de los daños en consecuencia de la desestimación de las normas de protección sanitaria», [8].

Un segundo ejemplo de intensa contaminación en ríos es el Almendares. Con un recorrido de 255 km. y una cuenca hidrográfica de 402 km<sup>2</sup>, sus aguas reciben residuos albañales e industriales en su trayecto hasta desembocar en el litoral habanero. En un estudio conjunto, realizado por especialistas del Parque Metropolitano de La Habana y Canadá, sugiere que las causas de la contaminación del Río Almendares se deben funda-

Tipo de degradación	Extensión (%)
Erosión activa	67
Salinidad activa	34
Drenaje excesivo	41
Drenaje deficiente	29

**Tabla 2.** Aspectos básicos en la degradación de tierras en la cuenca el Cauto [5].

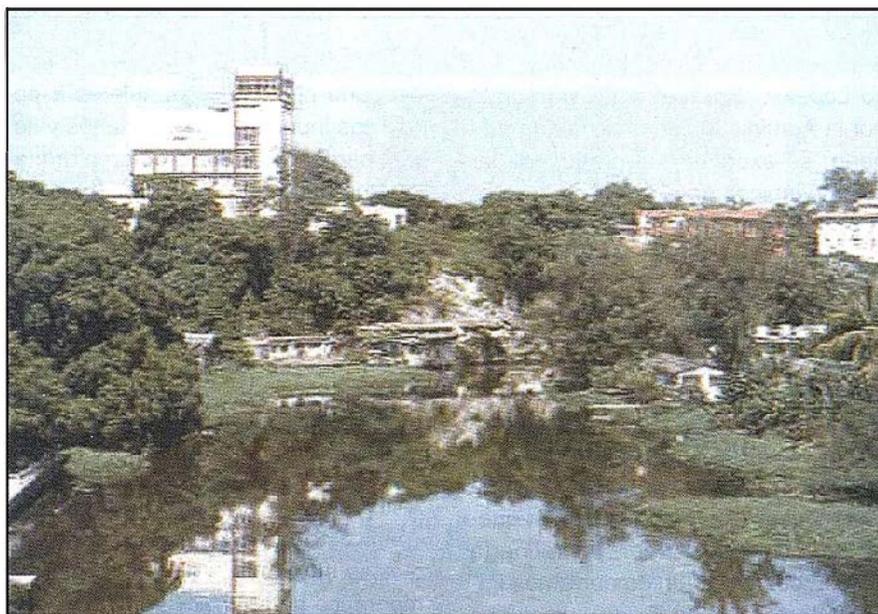
mentalmente a las descargas de residuales albañales e industriales.

«El aporte de aguas albañales provenía de una población de 42 700 habitantes que producían 13 300 m<sup>3</sup>/día (154 l/s) de residual social; constituyendo el 70% de las descargas al río. Por otra parte los 51 focos contaminantes industriales generaban 6 015 m<sup>3</sup>/día (154 l/s) de residual, para un 30% del total».

«En las áreas del Parque Metropolitano (parte baja de la cuenca del Río Almendares) se localizan innumerables descargas incontroladas de residual social, provenientes de grupos de viviendas asentadas en las riberas del río o de determinada zona donde no existen colectores de alcantarillado. Consecuentemente, los residuales corren por escurrimiento hasta el cauce principal, lo que proporciona un incremento del gasto sanitario del río en determinadas zonas.

En esta zona también convergen varias descargas del alcantarillado, aunque hasta el presente sólo se cuenta con estudios para los municipio de Cerro y Marianao. Por parte del Municipio Marianao las descargas son de carácter permanente y están dirigidas al Almendares a través del arroyo Marianao (9 puntos focales). En el Municipio Cerro los vertimientos de alcantarillado hacia el Parque Metropolitano oscilan en alrededor de 21 focos puntuales. La ausencia de tratamiento en estas descargas son un serio problema para el saneamiento del río.

Actualmente están localizadas dentro del Parque y su zona de influencia un



total de 25 industrias todas las cuales vierten residuales industriales crudos o parcialmente tratados al río.

En estos momentos los vertimientos industriales han disminuido algo dado que varias industrias han cesado o disminuido su actividad por diferentes razones de índole económica. Pero una vez puestas en marcha no hay nada que indique que los vertimientos no volverán a los niveles del pasado. Esta situación incrementaría aún más el deterioro de la cuenca y aceleraría la degeneración ecológica de la zona», [9].

La Bahía de La Habana es una típica bahía de bolsa ubicada en la costa norte de la región occidental de Cuba, con un área de 5,2 km<sup>2</sup>, una profundidad media de 9,2 metros y un perímetro de 18 kilómetros. Se divide en tres ensenadas: Marimelena, al noroeste; Guasabacoa, al sudeste, y Atares,

al sudoeste, y se accede a ella por un canal de 1 574 metros de longitud, 104 de ancho y entre 10 y 15 metros de profundidad. Su deterioro comienza en el siglo XVIII con la formación del llamado «cordón industrial» a su alrededor. Desde este cordón se vierten aguas albañales y residuales sólidos sin tratamiento. En la década de los 80' el ecosistema de la Bahía de La Habana entra en crisis, la vida acuática se hizo imposible allí.

A finales del año 1984, se terminó la ejecución de un proyecto patrocinado por el PNUD-PNUMA-UNESCO con el objetivo de investigar y controlar la contaminación marina en la Bahía de La Habana. Los resultados de las investigaciones realizadas, dirigidas por el Instituto de Investigaciones del Transporte (Ministerio de Transporte de Cuba), fueron de una aplicación práctica inmediata.

Después de terminado el proyecto se iniciaron algunos intentos para erradicar los focos contaminantes que llegan a la bahía y al litoral norte de la ciudad a través de los sistemas fluviales (Almendares, Luyanó, Pastrana, Martín Pérez y Tadeo).

La situación ambiental de la bahía ha tenido alguna mejoría en los últimos años, pero todavía están presentes los mismos problemas que más afectan

la relación bahía-ciudad-litoral norte, como la fetidez, la afectación del paisaje y en cierta medida la agresividad del medio. Si la polución actual es menor no se debe totalmente a unas pocas medidas técnicas implantadas en el entorno de ese cuerpo de agua, más bien es el resultado de la reducción de la producción de las industrias y fábricas que vierten menos contaminación a los reservorios hídricos.

El 30 de julio de 1998, según publica el periódico Tribuna, [10], se produjo un vertimiento de petróleo a la Bahía de La Habana. La responsabilidad de este vertimiento es de la refinería «Níco López». En el informe entregado por la Administración de la citada refinería, se expresa: «al producirse fallos mecánicos en el techo del tanque 196, donde se almacena petróleo sucio y abrir las válvulas el día 29 para extraer el agua acumulada, no se chequeó ese proceso y al quedar abiertas hasta el siguiente día, causaron el derramamiento hacia la bahía, según ellos, de unas 21 toneladas del crudo». Sin embargo, continúa la publicación de Tribuna «de la bahía ya se ha recogido 126 toneladas y aún queda petróleo por extraer. La refinería «Níco López» ha tenido derrames importantes a la bahía en los últimos tres años...».

La idea fundamental de las medidas que se deben tomar es separar gradualmente el eslabón económico, en cuyo proceso tiene lugar la utilización de los recursos hídricos del ciclo hidrológico natural.

Muchos de los embalses son utilizados para la acuicultura y, aunque no toman agua de una fuente, sí es necesario un riguroso régimen hidrológico, hidroquímico e hidrobiológico. Teniendo en cuenta que el pescado ocupa un lugar importante en la alimentación humana, es necesario observar los requerimientos de la economía pesquera en agua dulce y mantener un régimen de nivel adecuado, para que se logre la reproducción natural de los recursos acuícolas en los embalses. De esta forma el desarrollo de la acuicultura en aguas interiores, como fuente de alimentación de la población, constituye una tarea im-

portante, y depende, relativamente, de pocas inversiones.

Otro de los problemas es la lucha por evitar el agotamiento de las aguas subterráneas por medio de recargas artificiales, lo cual se lleva a cabo, en algunos países, por medio de la construcción de embalses subterráneos. Es necesario investigar y evaluar el escurrimiento subterráneo que va directamente al mar, sin correr por el sistema de cauces fluviales, analizar la posibilidad de su utilización y al mismo tiempo evitar su contaminación.

Casi 30% del área total del país está ocupada por territorios sujetos a periódicas inundaciones, pantanos y tierras pantanosas que requieren drenaje. Durante los últimos años el archipiélago cubano ha sido azotado por ciclones acompañados de intensas lluvias que han producido inundaciones en el territorio nacional. Sin embargo, los daños materiales no han sido superiores, en muchos casos, debido al papel jugado por los embalses reguladores de crecidas.

A finales del año 2000 Cuba contaba con 11 187 679 de habitantes y, aunque no se espera un crecimiento demográfico notable en el primer cuarto de siglo (11 823 899 en el año 2025), deberá crecer la utilización de los recursos de agua dulce, que ya en la actualidad son insuficientes en algunas regiones a causa de los problemas del creciente aumento del déficit de agua. «La utilización de los recursos de agua es más ventajosa en las provincias de Sancti Spíritus y Ciego de Ávila, y desventajosa en Holguín, Tunas, Santiago de Cuba, Granma y Guantánamo», [2].

## 5. Conclusiones

Primero, es necesario proteger nuestros recursos hídricos de la contaminación producida por el intenso desarrollo económico-social. La tarea principal para el futuro y para las próximas generaciones es la eliminación de las aguas residuales que se vierten en los ríos, reservorios y el mar circundante. Esta tarea debe ser resuelta en forma colectiva e integral estructurando todo el sistema hidro-

económico racionalmente, para ello es necesario lograr la reducción del gasto de agua por unidad de producción agrícola e industrial. En segundo lugar, el problema consiste en saber, por lo tanto, cómo y dónde las consideraciones ambientales pueden incluirse en el proceso de desarrollo, lo cual debe evaluarse desde el comienzo mismo de la planificación. Otro aspecto no menos importante, es la constante y activa protección de los recursos hídricos del agotamiento cualitativo.

## REFERENCIAS

- [1] Batista, J. L., «Explotación de los recursos hídricos de Cuba basada en principios científico-eográficos de utilización y conservación de las aguas», Editorial Academia, 1989, 11 p.
- [2] CITMA, «Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en la República de Cuba». Grupo Nacional de Lucha contra la desertificación y la sequía, bajo los auspicios de la Secretaría de la Convención de las Naciones Unidas (CCD), La Habana, 1998, 38 p.
- [3] Instituto de Hidroeconomía, «XX Años de desarrollo hidráulico en la Revolución», Revista Voluntad Hidráulica, Número Especial, 1982, 80 p.
- [4] Revista Bohemia, ¿Por dónde le entra el agua al grifo?, La Habana, 1 de diciembre del 2000, Año 92, No 25, pp. 27-34.
- [5] CITMA, «Caracterización general ambiental de la cuenca hidrográfica Río Cauto», 1997, La Habana, 25 p.
- [6] CITMA, «Estrategia ambiental nacional hasta el año 2000», Dirección de Política Medio Ambiental del CITMA, 1997, 13 p.
- [7] Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, «Diagnóstico sobre el uso y protección de los Recursos Hídricos y Pesqueros de la Cuenca del Río Cauto», (inédito). Delegación Holguín, 1996.
- [8] Fernández Pedroso, F., et al., «Resultados del Proyecto «Problemas de la dimensión humana de los cambios en la cobertura de la tierra y su modelación geográfica en Cuba», (Inédito), 2000.
- [9] Uriarte Martín, M., et al., «El Reto de Todos. Una estrategia de revitalización para el parque de la población habanera», La Habana, 1997, 54 p.
- [10] Periódico Tribuna, «Vertimiento de petróleo a la Bahía de La Habana», 16 de agosto de 1998, 8 p.

# DIRECCIONES DE INTERÉS



Aplicaciones de CAD CAM y GIS S.L.

[www.aplicad.com](http://www.aplicad.com)

**autodesk**  
authorized systems center  
GIS

- Distribución, formación, soporte técnico y programación a medida sobre AutoCAD Map 2000 y Autodesk MapGuide.
- Aplicaciones Catastrales.
- Dirección de Proyectos GIS.

VALENCIA Av. Cid, 105 - 5º Tel. 96.383.72.65 [gis@aplicad.com](mailto:gis@aplicad.com)  
CASTELLÓN C/Mayor, 100 - 3º Tel. 964.72.48.70 [aplicad@aplicad.com](mailto:aplicad@aplicad.com)



-Geoingeniería.

-Consultoría en Sistemas de Información.

-Soluciones SIG para la Administración.

E-mail: [gis@summa-eng.com](mailto:gis@summa-eng.com)

Passeig Pere III 19 08240 MANRESA Tel 93 872 42 00



La AET publica la Revista de Teledetección, promueve reuniones especializadas y cursos, ofrece asesoramiento y organiza el Congreso Nacional de Teledetección.

Apartado de Correos 36.104 - 28080 Madrid  
e-mail: [aet@latuv.uva.es](mailto:aet@latuv.uva.es)



Parque Pisa, C/ Juventud, 24 - Ed. Juventud 1ª Planta  
41927 Mairena del Aljarafe - SEVILLA • Tel.: 95 418 55 50  
Fax: 95 418 55 52 • E-mail: [gst123@teleline.es](mailto:gst123@teleline.es)



## CARTOGRAFÍA Y CATASTRO

Cartografía, Topografía y Fotogrametría Analítica  
Sistemas de Información Geográfica  
Ortofotografías - Digitalizaciones - Catastros

Callosa de Segura, 3 Entlo. Izda.  
03005 ALICANTE

Tel. 965 92 18 20  
Fax. 965 12 04 02



TOPOGRAFÍA E INGENIERÍA  
OPTICA  
NAVEGACIÓN  
G.P.S.

ALQUILER-REPARACIÓN-VENTA, NUEVOS Y USADOS

Urbanización Marina de la Bahía  
C/ Temporal, 10  
Tfno. 956 47 47 58

11510 PUERTO REAL (Cádiz)  
Fax: 956 47 36 29



Sistemas de Información Geográfica, Lda.

DISTRIBUIDOR  
AUTORIZADO



THE INFORMATION DISCOVERY COMPANY

Doctor Esquerdo, 105 - 28007 MADRID - España - <http://www.geograf.pt>  
Tel.: (34) 91 400 96 38 / 52 - Fax: (34) 91 409 64 62

## G.V.S. CARTOGRAFÍA Y SERVICIOS, S.L.

- Topografía.
- Fotografía.
- Control de obras.
- Controles industriales y depuraciones.
- Medio Ambiente

C/ San Bernardo, 97-99 Ed. Colomina, 2º I-1 - 28015 Madrid  
Tel. 91 448 03 88 - Fax. 91 445 63 42



C/ Prieto de Castro, 1 - 1º • Apartado de Correos, 81  
Tels.: 987 - 60 21 55 - 60 22 65 • Fax: 987 - 60 23 22  
24700 ASTORGA



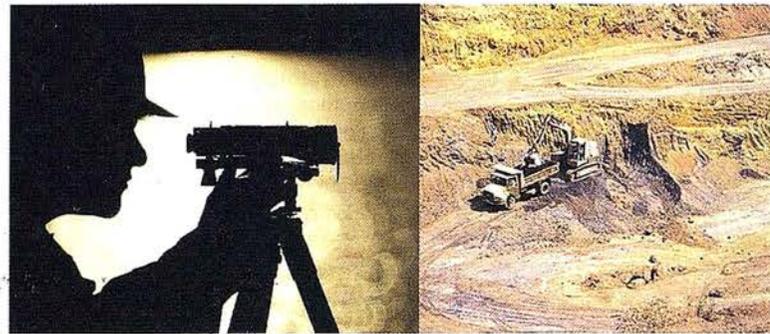
Pº Arco de Ladrillo, 64 portal 3 - 1º Oficina 4 - Tel.: 983 239 440  
983 239 171 - Fax: 983 239 047 • [fom\\_ges@mx3.redestb.es](mailto:fom_ges@mx3.redestb.es)  
47008 VALLADOLID



# Nuevos retos para Laser Rent

*Laser Rent, empresa del Grupo Empresarial INLAND, se marca nuevos retos para el año 2002 "Convertirse en el mayor suministrador de equipos GPS de alquiler".*

Enrique Zarca,  
Responsable de Ventas de  
Laser Rent, nos lo explica.



CONSTRUCCIÓN  
EXCAVACIONES  
E INTERIORISMO

## **¿ENRIQUE, PRIMERAMENTE DINOS QUIÉN ES LASER RENT?**

Laser Rent nació en 1996 con la misión de dotar la creciente demanda del mercado de alquiler de aparatos de topografía y láser. En la actualidad, nos sentimos orgullosos de ocupar una posición de liderazgo en nuestro sector, principalmente para construcción, interiorismo y excavaciones.

## **¿CUÁL DIRÍAS QUE HA SIDO LA VENTAJA COMPETITIVA DE LASER RENT?**

Posiblemente esté, además que en el producto, en el servicio postventa, en la

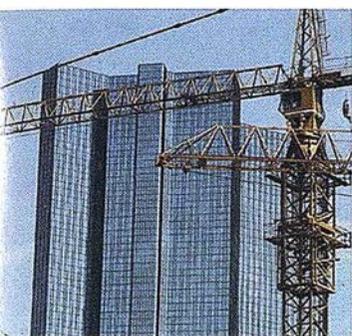
garantía y en la formación.

Formamos una compañía dinámica con una óptima relación calidad-precio, que ofrecemos soluciones "in situ" a pie de obra.

## **¿CUÁL ES LA FILOSOFÍA QUE HA SEGUIDO LASER RENT DURANTE ESTOS SEIS AÑOS?**

Nuestro trabajo está marcado por una clara voluntad de ofrecer a los clientes las mejores soluciones topográficas, avaladas por la garantía de calidad de todas las marcas que representamos. Además todos los servicios que ofrecemos también están avalados y certificados por AENOR, bajo la normativa ISO 9002.





### **¿ENTONCES LASER RENT TAMBIÉN OFRECE OTROS SERVICIOS ADEMÁS DE EL ALQUILER DE EQUIPOS?**

Sí, hemos ido abriendo nuevos horizontes. También vendemos, y ofrecemos servicio postventa de todas las marcas que representamos, Nikon, Spectra, Trimble. También ofrecemos servicios de mantenimiento, aparatos de ocasión, operaciones cambio, renoves etc.

### **¿PARA CUBRIR TODOS ESTOS SERVICIOS, TENÉIS UNA COBERTURA A NIVEL NACIONAL?**

Por supuesto, contamos con delegaciones en las principales zonas, Madrid, Cataluña, Levante, Canarias y Andalucía.

### **¿CÓMO VE LA GENTE DE LASER RENT SU PROPIA COMPAÑÍA?**

Laser Rent es una empresa joven, virtual, concreta y precisa, formada por gente con iniciativa y una actitud, que manifiesta su modo de entender el ejercicio de su profesión.

Nos vemos como asesores del cliente. Creemos en un nuevo estilo de servicio, centrado en poner en sus manos soluciones exclusivas para cada uno.

### **¿QUE QUERÉIS CONSEGUIR CON ESTE NUEVO RETO?**

Desarrollamos soluciones adaptadas a los tiempos, para que nuestros clientes y sus empresas confíen en nosotros, a través de una creatividad eficaz, una tecnología adecuada y una clara estrategia de servicio. Creemos que 2002 será un año para el GPS. En una tecnología tan cambiante como ésta y en el escenario empresarial en el que nos movemos, las inversiones en alquileres de este tipo de equipos son cada vez mas justificadas.

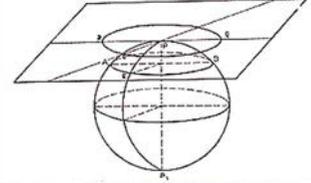
### **¿POR QUÉ ADEMÁS ESTA NUEVA IMAGEN CORPORATIVA Y NUEVO LOGOTIPO?**

Es simplemente una muestra de cómo nos sentimos ahora, una nueva etapa en nuestra corta pero intensísima historia. Nos vemos muy identificados con esta nueva imagen que transmite nuestra filosofía, nuestros valores y la fuerza y las ganas con las que vamos a seguir luchando .



[www.laserrent.es](http://www.laserrent.es)





## Intergraph Seleccionada por ACEFHAT para Modernizar la Administración de los Servicios de la Ciudad de Barcelona

### La tecnología GeoMedia utilizada para el nuevo E- Gios Web-based sistema de gestión de la administración pública

Intergraph Mapping y Soluciones GIS anunció que ACEFHAT en Barcelona, España, ha elegido la tecnología GeoMedia(r) para su nuevo E-GIOS System, un sistema de gestión de trabajo público a través de la Web. ACEFHAT ha contratado a Intergraph España el desarrollo integral de las Soluciones GIS como refuerzo del sistema. La solución incluye GeoMedia WebMap para la base de la Web, comunicación en tiempo real y toma de decisiones y GeoMedia Professional para la gestión de datos varios facilitados por los servicios de compañías del gas, agua, electricidad y telecomunicaciones de Barcelona.

«Nuestros objetivos principales con E-GIOS son acelerar el proceso de aprobación de permisos y hacer disponible la información para una toma de decisiones rápida y correcta, « dijo José M. Miranda, Director General de ACEFHAT.» Nosotros confiamos que

la Solución GIS de Intergraph será capaz de lograr estos objetivos».

ACEFHAT, fundada en 1990, coordinación y dirección de proyectos en trabajos públicos en las calles en la ciudad de Barcelona. La compañía dirige más de 20.000 proyectos desde empresas de servicios públicos como Agua de Barcelona, Gas Natural, Telefónica y Fecsa-Enher.

El nuevo sistema E-GIOS amplía el programa GIOS de ACEFHAT (programa de gestión de los servicios de trabajo integral de calles), que permite una respuesta rápida y flexible para gestión de todas las compañías de servicio local. Las decisiones para los proyectos son tomadas o por los Departamentos del Ayuntamiento de Barcelona o por ACEFHAT. El sistema E-GIOS ayudara a la ciudad a ahorrar tiempo y dinero en los tramites administrativos. El sistema también mejora la coordinación entre las compañías de servicio posibilitando compartir los recursos cuando coinciden en un mismo punto/ubicación. Las compañías de servicio sabrán inmediatamente a través E-Gios de la solicitud de nuevos trabajos y tendrá opción a tomar parte del proyecto. El sistema E-GIOS está previsto que este operativo en Enero 2002.

### La tecnología GeoMedia fortalece E-Gios

GeoMedia WebMap integrará con E-GIOS para racionalizar la toma de deci-

sión y la comunicación usando Internet y una compañía intranet.

Juan R. Mesa, Jefe Técnico de ACEFHAT, comentó: «Después de comparar los diferentes sistemas escogimos GeoMedia WebMap como el software para el entorno de la Web. Enlazará con la base de datos de Oracle para gestionar toda la información gráfica y no gráfica del sistema público de trabajo. Nos gusta especialmente de GeoMedia WebpMaps la capacidad de sus archivo para gestionar los mapas de Barcelona».

Las compañías de servicios accederán al portal para presentar su documentación urbanística junto con la fecha y planes de trabajo y el impreso de solicitud de permiso de obra. Simultáneamente los distintos Departamentos del Ayuntamiento de Barcelona decidirán haciendo uso de una compañía intranet, aprobando o denegando el permiso a través del portal y estableciendo las condiciones técnicas para su ejecución. El portal también podrá ser consultado por los ciudadanos conectándose a la Web para conocer la agenda de las obras públicas, tales como mantenimiento de calles por parte de alguna compañía de servicios de Barcelona.

A nivel de gestión interna, el sistema E-GIOS utilizará GeoMedia Professional para aglutinar los distintos datos en diferentes formatos gráficos incluyendo ArcView, AutoCAD, MicroStation, Ge SmallWorld y archivos con coordenadas UTM.

## BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN

## MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 12 números al precio de 11 números.

Precio para España: 60 euros. Precio para Europa: 90 euros, y América: US\$ 120.

Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de CARSIGMA CARTOGRÁFICA, S.L.

CAJA MADRID: Av. Ciudad de Barcelona, 136 - 28007 Madrid - N° C/C2038-1813-92-3000864192

Enviar a: CARSIGMA CARTOGRÁFICA, S.L. - C/ Hileras, 4, 2º, Of. 2 - 28013 MADRID.

Nombre ..... NIF ó CIF

Empresa ..... Cargo

Dirección ..... Teléfono

Ciudad ..... C.P. .... Provincia

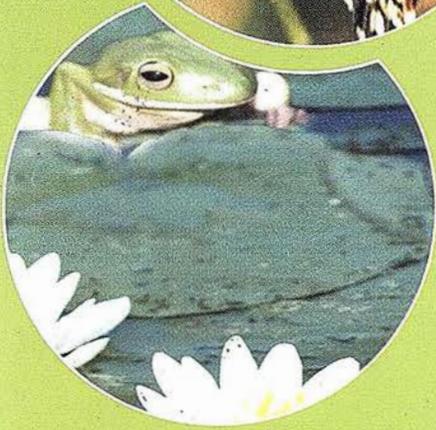
**Distribuidores de:**

TRIMBLE

SOKKIA

NIKON

SPECTRA-PRECISION



**GRUPO EMPRESARIAL**

*"Una estructura flexible,  
una entidad más adaptable,  
más libre,  
para evolucionar  
según cambia el entorno"*

[www.inland.es](http://www.inland.es)

**"Nos adaptamos  
al futuro  
abriendo nuevos horizontes"**

**land**



LÁSER, AGRICULTURA Y CONTROL DE MAQUINARIA



Isidoro Sánchez S.A.

SOLUCIONES TOPOGRÁFICAS



GESTIÓN DE FLOTAS · GIS



CONSTRUCCIÓN, EXCAVACIONES E INTERIORISMO



e treme

# RTK INSTANTÁNEA

**Precisión subcentimétrica • Diseño compacto y liviano • Soluciones integradas y flexibles.**

El sistema ZX-EXTREME, es un receptor GPS robusto, hermético, de doble frecuencia diseñado para que los topógrafos puedan disponer de una solución precisa, económica y muy rápida en una variedad de configuraciones.

## Receptor.

El receptor ZX-EXTREME comienza con un novísimo procesado de la señal GPS que incluye el Seguimiento-Z (patentado por Ashtech) para conseguir la más alta señal GPS disponible comercialmente hoy día. Resultado: el ZX-EXTREME es el único receptor en el mercado que puede inicializar en un segundo para disfrutar de la RTK instantánea.

## Soluciones ZX.

El sistema topográfico ZX Extreme ofrece un rango de soluciones diseñadas para diversas necesidades; desde trabajos en modo estático o cinemático en postprocesado hasta funciones en tiempo real, tales como el replanteo. Compre únicamente lo que necesite para su trabajo porque el conjunto de soluciones ZX se puede actualizar totalmente.

## Superestación.

La RTK instantánea proporciona la habilidad de inicializar una solución centimétrica en la fracción de tiempo que necesita cualquier otro sistema RTK convencional.



# ZX-EXTREME

Flexibilidad y productividad disponibles únicamente con productos de Ashtech.

Si desea más información, incluso una demostración, le rogamos nos lo indique. Grafinta, S.A.; Avda. Filipinas, 46; Madrid 28003; Tel. 91 5537207; Fax 91 5336282; E-mail: grafinta@grafinta.com

