

W A P I N G

Revista Internacional de Ciencias de la Tierra

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

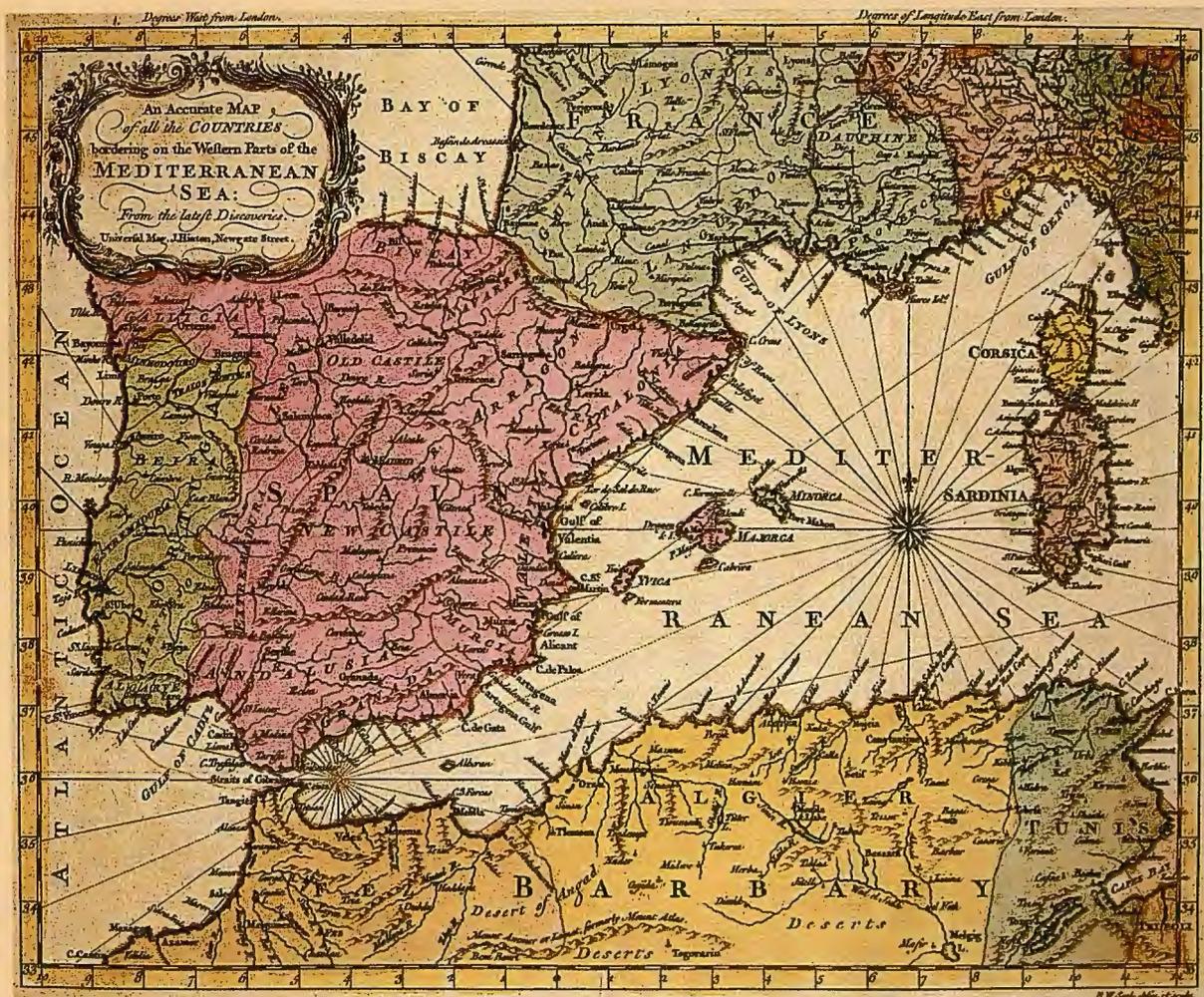
MEDIO AMBIENTE

TELEDETECCIÓN

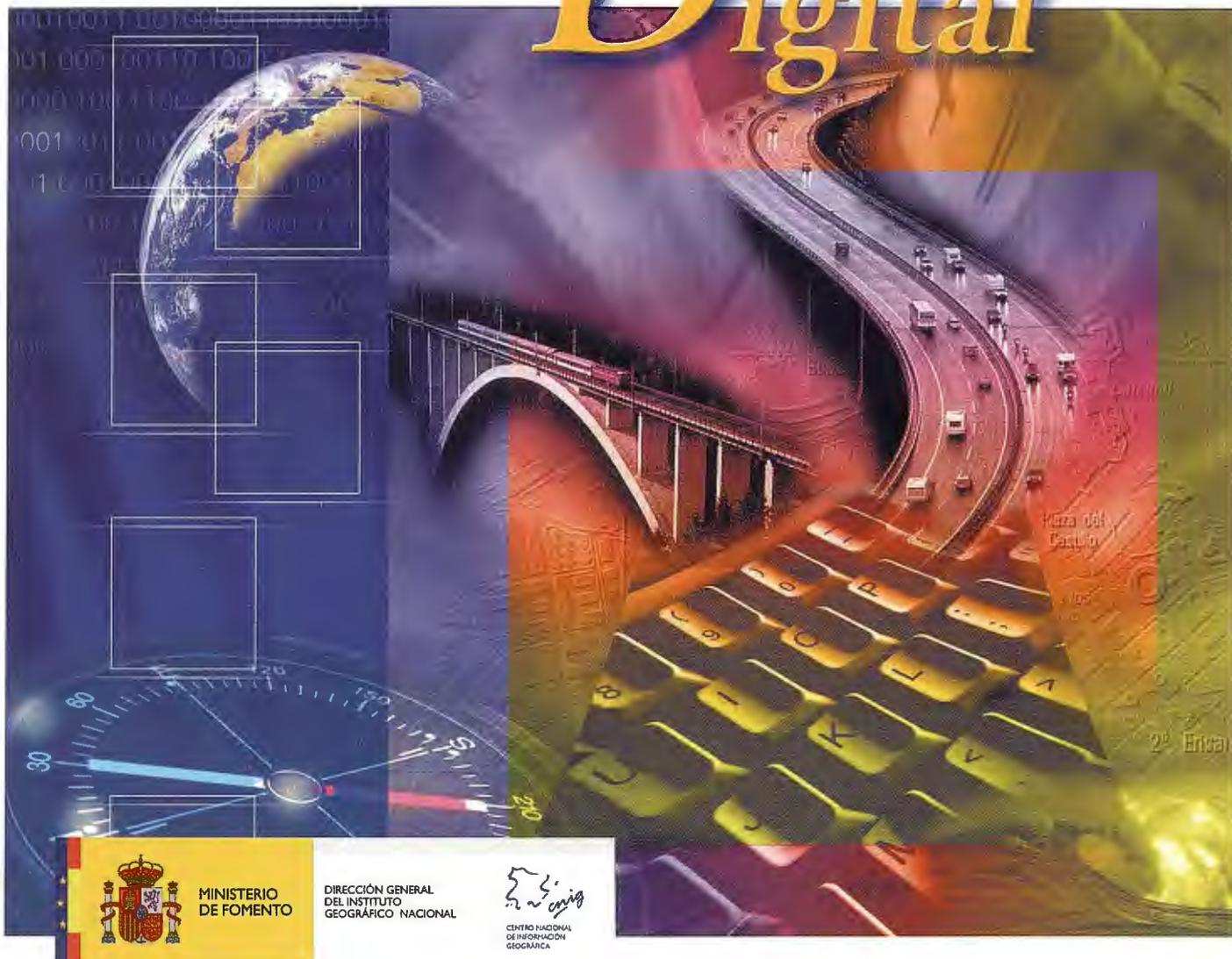
CARTOGRAFÍA

CATASTRO

TURISMO



Cartografía Digital



MINISTERIO
DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO NACIONAL



CENTRO NACIONAL
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA

BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN | 000, 500, 200, 25),
MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50, 25),
MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT | 000, 200, 25),
LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,
FOTROGRAFÍA AÉREA, MAPA POLÍTICO DE EUROPA,
MAPA POLÍTICO DEL MUNDO, CALLEJEROS Y OTROS PRODUCTOS.

Oficina central y comercialización:
General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13
e-mail: consulta@cniq.es • <http://www.cniq.es>

One 4 all

Portatil con GPS y GLONASS
Desde el metro al cm en RTK

ter cm meter dm meter cm meter dm meter cm dm meter cm meter dm meter





COMITE CIENTIFICO

PRESIDENTE DE HONOR:

D.Rodolfo Nuñez de la Cuevas

EDITOR JEFE.

D.José Ignacio Nadal Cabrero

EDITOR:

D. Andres Seco Meneses

Universidad Pública de Navarra, España

MIEMBROS.

D. Javier González Matesanz

Instituto Geográfico Nacional, España

D.Benjamín Piña Paton

Universidad de Cantabria, España

D. Andrés Díez Galilea

Universidad Politécnica de Madrid, España

D.Stéphane Durand

École Supérieure de Géomètres

Et Topographes, Le Mans, Francia

Dña. Emma Flores

Instituto Geográfico, El Salvador

Dña. Tatiana Delgado Fernández

Grupo Empresarial Geocuba, Cuba

D. Luis Rafael Díaz Cisneros

Cesigma, Cuba

Dña. Sayuri Mendes

Instituto de Geografía Tropical, Cuba

Dña.Rocío Rueda Hurtado

Universidad de Morelos, México

Dña. Maria Iniesto Alba

Universidad de Santiago, España

Dña.Cleópatra Magalhaes Pereira

Universidad de Oporto, Portugal

D. Javier García García

Instituto Geográfico Nacional, España

D. Jorge Delgado García

Universidad de Jaen

SUMARIO

6 ESTUDIO, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RESULTADOS EN LA GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN POR MÉTODOS FOTOMÉTRICOS

12 EVALUACIÓN DE LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

16 EVOLUCIÓN DEL TERRITORIO EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

22 PELIGRO POR INUNDACIONES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE II FRENTE

24 UNA APLICACIÓN PARA LA GESTIÓN DE REGISTROS EN GVSIG

28 IMPLANTACIÓN DE UN SIG LIBRE PARA LA GESTIÓN DE LA EIEL DE PONTEVEDRA

32 ESCENARIOS DE PELIGRO POR LA INTRUSIÓN MARINA

36 DETECCIÓN DE CAMBIOS A PARTIR DE IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN

40 EL GRUPO DE TRABAJO DE CARTOTECAS PÚBLICAS HISPANO-LUSAS

44 EL ROL DEL SIG EN LA ADECUACIÓN AMBIENTAL

52 APLICACIÓN DE LA INTERFEROMETRÍA RADAR DE SATÉLITE PARA EL ESTUDIO DE LAS DEFORMACIONES DEL TERRENO

62 GIS-BASED TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE MANAGEMENT SYSTEMS

68 LIDARGRAMETRÍA. GENERACIÓN DE UN PAR ESTEOROSCÓPICO SINTÉTICO

72 LA EXPEDICIÓN A EGIPTO DE LOS SABIOS FRANCESES

76 MODELOS PREDICTIVOS Y SIG. ALGUNOS EJEMPLOS DE SU APLICACIÓN EN ARQUEOLOGÍA

91 PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Foto Portada: Mediterráneo occidental. Mapa sobre papel en litografía y coloreado, que cubre una mancha de 27,8 x 35,7 cm. Archivo: MMC; Sig. E. **Edita:** Revista Mapping ,S.L.**Redacción ,Administración y Publicación:** C/Hileras,4 Madrid 28013 - Tel. 91 547 11 16 - 91 547 74 69 www.mappinginteractivo.com. E-mail:mapping@revistamapping.com **Diseño Portada:** R & A MARKETING **Fotomecánica:** P.C. **Impresión:** COMGRAFIC **ISSN:** 1.131-9.100 **Dep. Legal:** B-4.987-92.

Los trabajos publicados expresan sólo la opinión de los autores y la Revista no se hace responsable de su contenido.

SOKKIA

DITAC



GSR2700 ISX

TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA



ESTACIÓN TOTAL ROBOTIZADA
SERIE SRX

CONFIANZA, INNOVACIÓN, SATISFACCIÓN. . . SENSACIONES QUE

ENCONTRARÁ EN EL NUEVO PROYECTO DE

SOKKIA ESPAÑA

DITAC SOLUCIONES
C/Albasanz, 14 Bis. 1ºE
28037 Madrid
Tel.: +34 91 440 13 20
Fax: +34 91 375 95 62

info@sokkiaditac.es
www.sokkiaditac.es

ESTUDIO, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RESULTADOS EN LA GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN POR MÉTODOS FOTOGRAMÉTRICOS, LIDAR E INTEGRACIÓN DE AMBAS PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL TRANSPORTE EÓLICO EN EL HEMIDELTA NORTE DEL EBRO

A. Sáenza, J. Pérez A. Díez, J. Aguirrea
a ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía, Universidad
Politécnica de Madrid

RESUMEN

El objetivo de este estudio pretende analizar y valorar el proceso de producción en la obtención de los modelos digitales del terreno, de la zona de interés, a partir de información obtenida por sensores de última generación: cámara digital y radar óptico. Se establecen 3 metodologías de trabajo para la obtención de modelos digitales de elevación para, en procesos posteriores, evaluar dichos modelos, en función de los indicadores: costes, tiempo y calidad. De la valoración de los resultados se establecerán unas conclusiones válidas, en función de los indicadores anteriormente comentados, utilizando la información proporcionada por cada sensor de forma individual o la integración de ambas.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze and evaluate the production process for obtaining digital terrain models, of the area of interest, from information derived from last generation sensors: digital camera and optical radar. There are 3 working methodologies for obtaining digital elevation models for in subsequent processes, to evaluate the models, depending on the indicators: cost, time and quality. In assessing the results valid conclusions will be established on the basis of the previously mentioned indicators, using information provided by each sensor individually or integrating both.

INTRODUCCIÓN

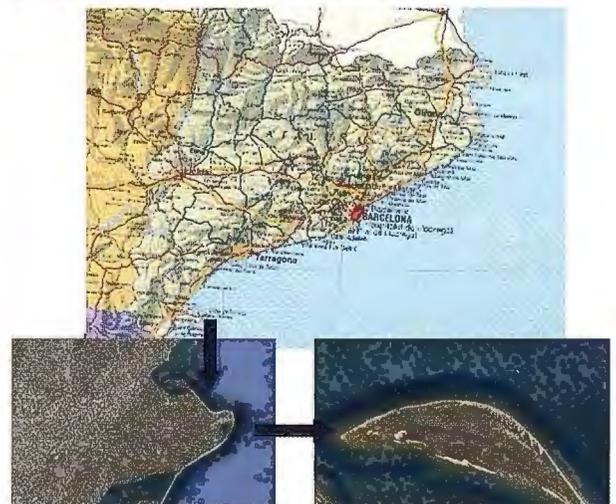
Los estudios desarrollados para analizar la evolución de dunas costeras cada vez son más numerosos y cada vez se están invirtiendo más recursos para su recuperación y defensa, reconociéndose la importancia del campo dunar como defensa costera ante temporales y como reserva de sedimentos de las playas sobre las que se encuentran.

El uso de sistemas de teledetección para el estudio de la evolución y morfología de los campos dunares se está utilizando desde hace mucho tiempo, ya Fryberger en 1979 estudiaba las formas dunares en distintos puntos del mundo. Cada vez son más las técnicas disponibles para el estudio evolutivo tanto en superficie como en volumen de campos dunares. Las nuevas técnicas se ajustan mejor a las condiciones impuestas por el área de estudio (extensión, altura de duna, climatología, etc.) o por las necesidades de la adquisición de nuevos datos, como es el caso de el desarrollo de la tecnología LiDAR para obtener datos tanto de topografía como de batimetría en un mismo vuelo, llamado tecnología SHOALS (Scanning Hydrographic Operational Airborne Lidar Survey). Ojeda (2000) presenta una revisión de las tecnologías disponibles para el estudio de zonas costeras incluidas los

campos dunares. Otro método utilizado para el estudio de la evolución de cuerpos dunares de tamaño restringido es la fotogrametría terrestre o también conocida como fotogrametría de objeto cercano.



La zona de estudio se encuentra situada en la Flecha del Fangar, barra arenosa formada en el hemidelta norte del Delta del Ebro, por la acreción de sedimentos procedentes principalmente de la erosión del frente deltaico. Esta formación sedimentaria holocena presenta un campo de dunas activas que transcurre paralelo a la costa externa, originadas por el transporte de sedimentos por parte de los vientos de componente N. Las dimensiones de las dunas, unido a la frecuencia e intensidad de los vientos conllevan una alta tasa de migración dunar hacia el sureste, la cual alcanza unos valores de casi 100 metros al año.



Una vez generados los 3 modelos digitales de elevación (fotogramétrico, lidar e integración de ambos) se realiza un estudio a nivel geométrico de la calidad de los modelos. Por último, se efectúa un análisis multicriterio valorando los indicadores, mencionados anteriormente. Este análisis permite al usuario elegir el modelo que más se adecúe a sus necesidades concretas, según las limitaciones que se presenten, ya sea por cuestiones económicas, calidad del producto obligada o plazos de ejecución y entrega.

TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

Para un correcto análisis de la evolución temporal de los campos de dunas es necesario poseer Modelos Digitales de Elevación (MDE) que permitan conocer de forma rápida la geometría de dichas dunas. Mediante la utilización de sensores aerotransportados, es posible, conocer esta geometría sin que el modelo final se vea afectado por variaciones temporales ya que, el método de adquisición de datos es casi instantáneo. Sobre la zona correspondiente a la Flecha del Fangar se han utilizado dos tipos de sensores para la posterior generación de MDE:

- Año 2007 (otoño): Vuelo fotogramétrico.
- Año 2008 (verano): Vuelo LiDAR.

La realización de dos vuelos separados en el tiempo, permite estudiar las variaciones temporales de los campos dunares. Teniendo en cuenta que estas formaciones de arena son muy cambiantes en el tiempo, esta posibilidad abre un gran campo para evaluar de forma analítica, dichas variaciones.

Además, el poseer información proveniente de dos sensores diferentes, permite del mismo modo, realizar una comparativa entre ambas metodologías que permita llegar a conclusiones válidas acerca de la conveniencia de utilizar una, otra o la posible integración de ambas.

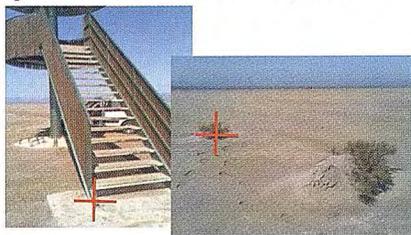
De este modo, se generan modelos digitales de superficie (MDS) mediante ambos sensores, y un tercer modelo formado a partir de los puntos LiDAR y las líneas estructurales que definen los cambios bruscos del terreno, extraídas a través de restitución fotogramétrica a partir de las imágenes digitales. Se añade esta última opción ya que la unión de la gran densidad de puntos definitorios del terreno obtenida mediante los sistemas Lidar y la correcta definición de zonas donde aparezcan cambios de pendiente mediante restitución fotogramétrica, presenta un gran potencial como metodología mixta que integra las mejores características de ambos sensores.

• Trabajos fotogramétricos:

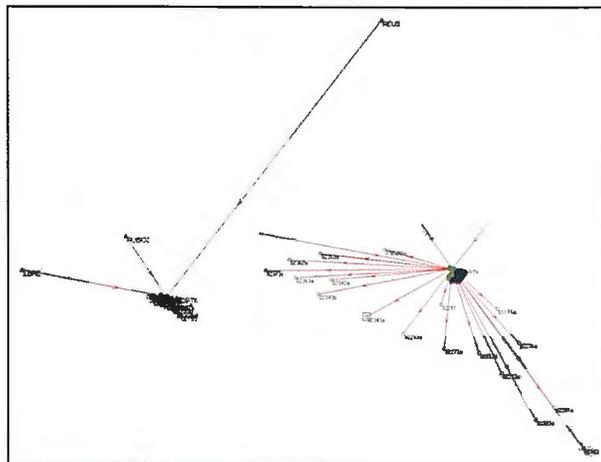
El vuelo se diseña para que se disponga de recubrimiento estereoscópico en toda la línea de costa del Delta del Ebro, aunque en el presente proyecto se han utilizado las dos pasadas que dan recubrimiento al Fangar del hemidelta norte.

Para poder trabajar con esta serie de imágenes es necesario obtener la orientación de las mismas. Esta orientación se define mediante las coordenadas y giros del centro de proyección de la cámara en cada toma ($X, Y, Z / \omega, \phi, \kappa$).

La obtención de la orientación de las imágenes se realiza mediante procesos de aerotriangulación, que permiten calcular éstos parámetros para todo el bloque de imágenes de forma conjunta, mediante las coordenadas de una serie de puntos de conocidos sobre el terreno. Estos puntos de control mayor, se definen sobre los pocos elementos constructivos que existían sobre el terreno y sobre la escasa vegetación existente y que se caracteriza por tener un crecimiento muy lento.



La medición de las coordenadas terreno de dichos puntos se realizó por técnicas GPS-RTK, estacionando un equipo que hace de referencia sobre el vértice geodésico Faro, mientras que con otro equipo considerado móvil se iban midiendo los puntos de control obteniendo sus coordenadas en tiempo real.



Además, se posee la información aproximada de las coordenadas y giros de los centros de proyección a partir de los sensores GPS-IMU colocados en avión. Esta información permite realizar distintos cálculos de aerotriangulación llegando así a distintas soluciones. Se estudiaron tres posibles opciones de ajuste del bloque:

- Orientación a partir de la información del sistema GPS-IMU (valores aproximados).
- Orientación mediante un ajuste del bloque con puntos de control en campo.
- Orientación mediante un ajuste del bloque con puntos de control en campo e información del sistema GPS IMU.

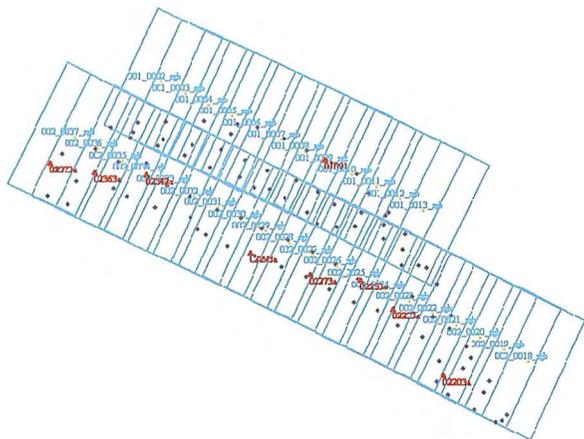
El primer caso corresponde a la utilización de la orientación aproximada que se puede obtener directamente de un sistema integrado GPS-IMU. Para validar estas orientaciones se cargan los pares orientados y se comprueba que no exista paralaje en toda la superficie de imagen. En algunos casos, este tipo de orientaciones directas presentan paralaje en los extremos del modelo estereoscópico. Hoy día, los software comerciales permiten en muchos casos corregir estos pequeños errores provenientes de la orientación directa.

Id Punto	Este	Norte	Helipsoidal	ω	ϕ	κ	Tiempo
001_0001_rgb	309653,077	4518846,76	1060,34	-0,09473	-0,70393	-25,47738	41450,9286
001_0002_rgb	309916,829	4518724,44	1065,95	-0,12479	-0,95981	-25,00371	41454,0986
001_0003_rgb	310181,458	4518602,87	1072,152	-0,15134	-1,18838	-24,76047	41457,2937
001_0004_rgb	310445,677	4518480,89	1076,097	0,0937	-1,4552	-24,91393	41460,5037
001_0005_rgb	310710,356	4518358,1	1077,563	0,16951	-1,55552	-24,95281	41463,7337
001_0006_rgb	310974,805	4518234,8	1075,203	0,39674	-1,56447	-24,77458	41466,9588
001_0007_rgb	311238,648	4518110,27	1073,253	0,5764	-1,55028	-25,37065	41470,1738
001_0008_rgb	311501,987	4517985,77	1072,607	0,62625	-1,61993	-25,44774	41473,3789

El segundo caso, corresponde a un ajuste de aerotriangulación clásico, en el que sólo se posee información de puntos de control sobre el terreno. El flujo de trabajo seguido es el siguiente. En primer lugar se realiza un ajuste con estimadores robustos y con el sistema libre para detectar los puntos tanto de control menor como mayor con errores groseros. Una vez detectados y corregidos o eliminados del cálculo, se realiza el ajuste del bloque por MMCC y dejando los puntos de apoyo como puntos fijos en el ajuste, obteniendo los valores ajustados de los centros de proyección ($E, N, \text{helipsoidal}, \omega, \phi, \kappa$) y las coordenadas terreno de los puntos de control menor.

En el último caso, basta con añadir la información de posición y orientación de los centros de proyección extraída a partir del

sistema GPS-IMU que posee el avión, como valores aproximados.



Una vez obtenida la orientación de todas las imágenes que forman el vuelo, ya es posible trabajar sobre ellas en una estación fotogramétrica digital para la posterior obtención de los modelos digitales de elevación. El método utilizado se basa en la correlación automática de puntos, así como en la extracción de las líneas de ruptura, que definen los cambios bruscos de pendiente que presente el terreno. En este caso, las líneas de ruptura corresponden a la cabeza y pie de talud de las dunas, para una correcta definición de las mismas.

El flujo de trabajo seguido en fotogrametría para la obtención de estos modelos es el siguiente:

- Dibujo de las líneas de ruptura.
- Correlación automática sobre pares estereoscópicos.
- Edición manual de resultados.
- Generación de MDE.

• Trabajos LiDAR:

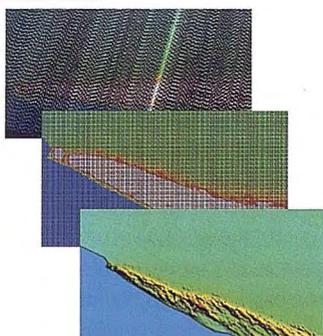
Los sistemas LiDAR registran datos de posición (x, y) y de elevación (z) en intervalos predefinidos.

La realización de vuelos LiDAR implica una obtención de las coordenadas de los puntos de forma directa a partir de la información extraída a partir de los sistemas GPS-IMU montados en el avión. Por esta razón, la obtención de modelos digitales de elevación es casi inmediata. Al estar trabajando con una nube de puntos de gran densidad, se podría obtener una triangulación directa a partir de esos puntos de tal forma que ya estaría definido el modelo digital.

Sin embargo, la información recogida por los sensores LiDAR suele presentar puntos erróneos que es necesario eliminar, como ejemplo en este proyecto concreto, aparecen los rebotes en las zonas de agua en donde el sistema Lidar suele cometer errores importantes. Además, debido al rebote indiscriminado de puntos sobre la superficie, también es necesario clasificar estos puntos dependiendo de que correspondan a elementos constructivos, vegetación o terreno.

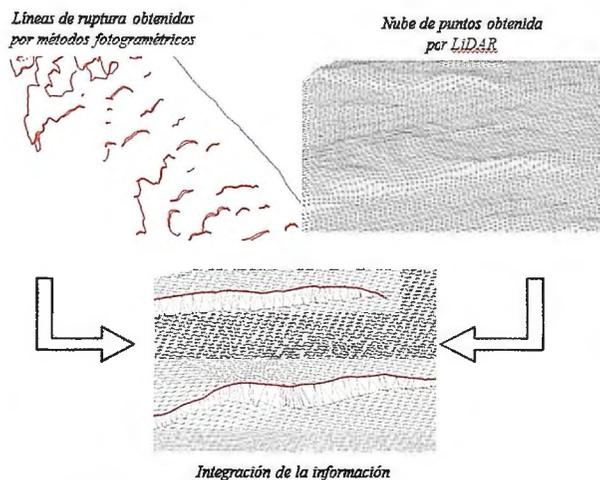
Así, el flujo de trabajo final es el siguiente:

- Eliminación de errores groseros.
- Clasificación de puntos.
- Generación de los MDE.



• Integración LIDAR-FOTOGAMETRÍA:

Por último se obtiene un tercer modelo, partiendo del ya generado con la información LiDAR, añadiéndole las líneas de ruptura extraídas anteriormente mediante métodos fotogramétricos. La integración de esta información mejora el modelo final en gran medida porque permite una correcta definición de las irregularidades existentes en el terreno.

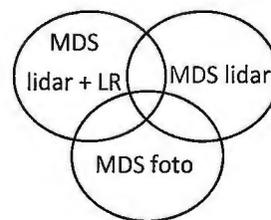


ANÁLISIS MULTICRITERIO

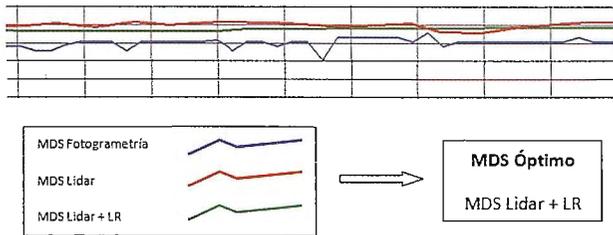
Se ha comprobado de forma empírica que la generación de modelos digitales del terreno (MDT) mediante sensores aerotransportados presenta una serie de ventajas e inconvenientes. Por un lado, la sobreabundancia de puntos permite mediante una serie de algoritmos automatizar la clasificación de estos puntos en terreno y no terreno. Sin embargo, esta sobreabundancia no sustituye completamente la eficacia o calidad del producto final que se puede obtener mediante la intervención de un operador. En ciertas zonas del terreno, la falta de líneas de ruptura que lo definan correctamente le restará fidelidad al modelo de representación obtenido de forma automática mediante sensores LiDAR.

En este apartado se pretende realizar un estudio comparativo de las tres metodologías ya definidas que permita elegir cuál de ellas es más eficiente atendiendo a tres aspectos fundamentales en un proceso típico de producción cartográfica: tiempo, coste y calidad del producto buscado. Para ello primeramente se realiza un análisis geométrico de los 3 productos calculando la diferencia altimétrica existente entre ellos. Así, se realizan tres comparativas de diferencias altimétricas:

- MDS fotog. vs MDS Lidar
- MDS fotog. vs MDS Lidar + LR
- MDS Lidar vs MDS Lidar + LR



Los dos modelos que presentan una diferencia media altimétrica menor serán los dos candidatos a MDS óptimo. Para decidir cuál será éste modelo, se compara las diferencias medias de los dos candidatos con respecto al modelo ya descartado. Aquel que, de nuevo, presente menor diferencia con éste será elegido modelo óptimo a nivel geométrico. Dicho de otra manera, aquella superficie que se encuentre en el centro de las tres a estudio, se considera la solución óptima a nivel geométrico con respecto a su posición absoluta. En este caso, el modelo generado a partir de la nube de puntos Lidar más la información de las líneas de ruptura fotogramétricas, es el MDS óptimo.



Una vez establecido el mejor modelo según aspectos geométricos, se realiza un análisis multicriterio en el cual se valorarán los tres aspectos fundamentales en un proceso típico de producción cartográfica: tiempo, coste y calidad del producto buscado. Se obtiene, así, un triángulo de decisión general que permita a cualquier persona elegir la mejor opción en función de sus necesidades, siempre que estas no sean únicamente geométricas.

Para poder evaluar las tres metodologías: fotogrametría (correlación automática editada manualmente integrando líneas de ruptura), LiDAR (proceso automático de clasificación y filtrado) y la integración de LiDAR con líneas de ruptura fotogramétricas es necesario definir una serie de indicadores generales que puedan valorarse de forma independiente en cada uno de los casos. Estos indicadores permiten asignar un valor numérico objetivo a distintas características básicas de un proceso de producción cartográfica, en relación con los tres aspectos principales que permiten elegir una técnica u otra.

Una vez definidos estos indicadores que permiten evaluar de forma suficiente cada una de las tecnologías a estudio, el siguiente paso es la ordenación de los indicadores según la importancia que tengan en relación con los tres aspectos fundamentales: coste, tiempo y calidad. De esta forma, por ejemplo, la precisión altimétrica ocupará una posición muy importante en relación con la calidad siendo menos relevante en relación con el tiempo; mientras que la preparación de los recursos humanos es un aspecto fundamental en relación con el coste si lo que se pretende es obtener un producto barato, sin embargo si el objetivo es obtener un producto de mucha calidad no es un aspecto tan importante. A continuación, se asignan pesos a los indicadores de forma independiente para cada uno de los tres aspectos fundamentales: coste, tiempo y calidad. Se obtiene así tres series de pesos, una para cada uno de estos variables principales.

A continuación se muestran los indicadores utilizados en el análisis que se realiza de cada una de las metodologías:

Precisión altimétrica	Precisión planimétrica
Resolución	Clase de modelo (TIN, GRID, etc)
Espaciado de rejilla	Modelo realista
Modelo completo	Tiempo de producción
Almacenamiento en vuelo	Coste efectivo de los equipos
Procesado de datos en vuelo	Preparación de los recursos humanos
Pérdidas en vuelo	Condiciones de la toma de vistas (orientación)
Calibración	Coste/dificultad del vuelo
Características del terreno	Información de superficies homogéneas
Información de líneas de ruptura	Climatología/hora
Adquisición de datos 3D automática	Redundancia de medidas
Información semántica	I+D+i
Fuente de información	

En este punto, llega el momento de valorar los distintos indicadores para cada una de las tecnologías. Para ello, se asigna un valor de 1 a 10 a cada uno de los indicadores en función de la importancia de éstos en las tres metodologías que se están estu-

diando. Esta valoración numérica se repite tres veces, una por cada variable. El último paso consiste en aplicar los pesos de asignados anteriormente a las valoraciones independientes, multiplicando cada una de estas por el peso del indicador. Finalmente, se consiguen las valoraciones finales de cada tecnología en función de los tres aspectos. Se genera así una matriz de decisión de tamaño 4x3, que presenta en las columnas cada una de las tecnologías y en las filas el tiempo, el coste la calidad y el total.

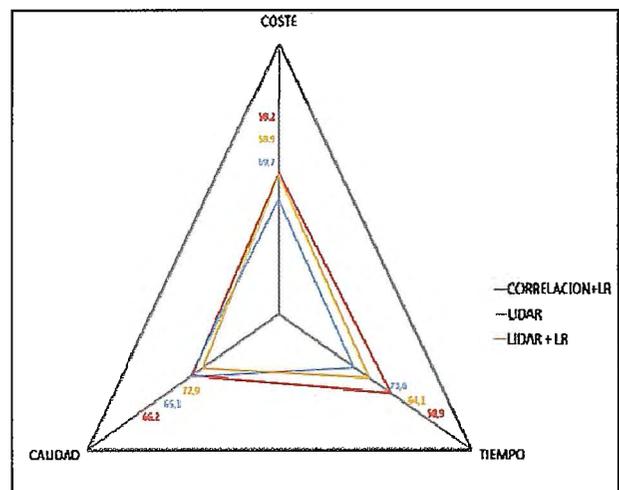
	MATCHING IMAGE+ BREAKLINES	LIDAR	LIDAR + BREAKLINES
QUALITY	7171	7045	7900
TIME	5650	8170	7120
COST	7455	8920	7505
TOTAL	20.276	24.135	22.525

• Triángulo de decisión

Los resultados que arroja el análisis anterior, permiten formar un triángulo de decisión. Al tratarse de una representación gráfica es posible realizar una valoración visual de los resultados, por lo que resulta mucho más eficiente que una presentación numérica pura. Además al aparecer representados de forma conjunta los valores en función de los tres aspectos fundamentales, la elección de una metodología u otra teniendo en cuenta más de una variable, se convierte en un proceso sencillo y muy intuitivo. Los vértices del triángulo representan al tiempo, el coste y la calidad, y las bisectrices de los ángulos se toman como ejes. De esta forma, se considera el centro del triángulo como el punto de trabajo ideal, que se alcanzaría obteniendo una valoración de 10 para todos los indicadores en los tres estudios independientes, mientras que los vértices supondrían la peor valoración posible. A continuación, se sitúa sobre cada uno de los ejes la posición para cada una de las metodologías, mediante los valores finales que aparecen en la matriz de decisión. La unión de los puntos correspondientes a cada metodología generan tres triángulos internos que definen la posición general de las tecnologías.

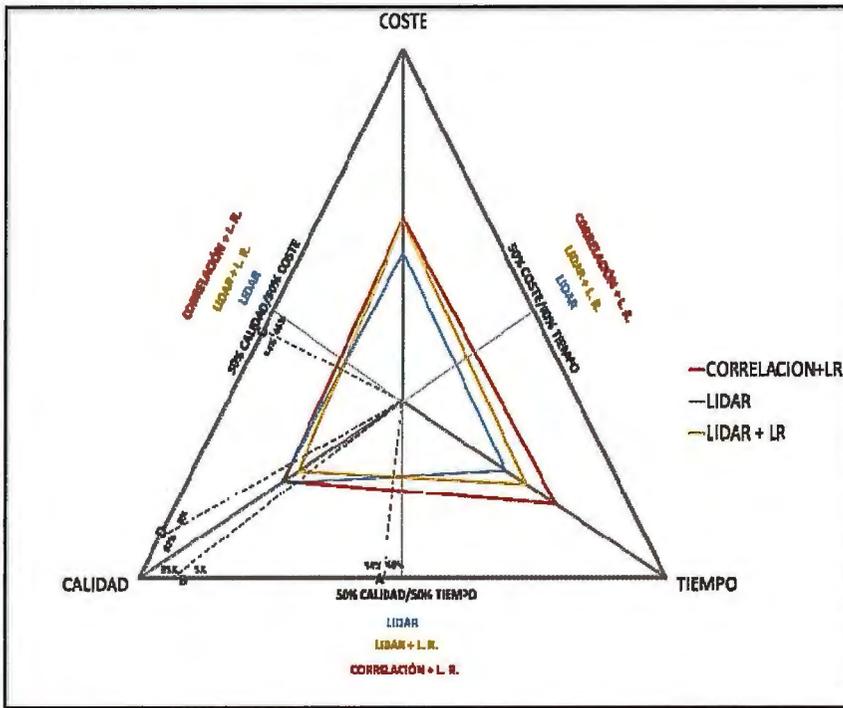
o Estudio según una variable

El estudio en función de una sola variable resulta simple y directo. Basta con escoger la variable a tener en cuenta y se comprueba cuál es la metodología que más se acerca al centro. Los resultados de este análisis multicriterio muestran que la mejor opción en cuanto a los tiempos se refiere es el LiDAR puro. En función de la calidad, la opción mejor valorada es el uso de LiDAR junto con líneas de ruptura, mientras que si se valora en función de los costes mejor opción es de nuevo el LiDAR puro.



o Estudio según dos variables

Para seleccionar una de las tres metodologías teniendo en cuenta al mismo tiempo dos variables, es necesario estudiar los lados de los triángulos internos formados para cada tecnología. Cuanto más cercano se encuentre un lado de un triángulo interno al punto de trabajo ideal, más óptima resulta esa metodología en función de las dos variables en consideración.



El punto medio de cada lado del triángulo general es aquel en el que la importancia de las dos variables es similar (50%/50%).

forma conjunta. Para ello, se calcula el centro de gravedad de los triángulos internos, siendo la metodología óptima aquella que posea el centroide más cercano al punto de trabajo ideal. En este caso la opción mejor valorada considerando las tres variables conjuntamente es el LiDAR puro, seguido muy de cerca por el LiDAR con líneas de ruptura siendo la correlación con líneas de ruptura la peor opción.

CONCLUSIONES

Para el correcto estudio de los movimientos dunares, se hace totalmente necesario la utilización de sensores aerotransportados que permitan evaluar la geometría del terreno en intervalos de tiempo muy cortos. Además, este tipo de sensores permite estudiar estos cambios de una forma general teniendo en cuenta toda la zona de estudio.

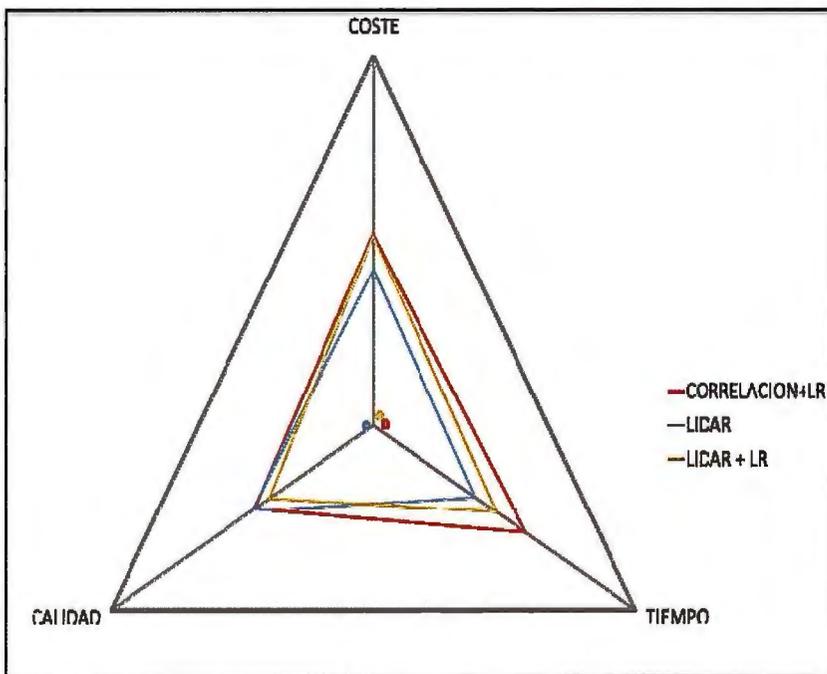
La utilización de modelos digitales de elevación para este tipo de control optimiza en gran medida el cálculo de volúmenes correspondientes a las formaciones de dunas. Del mismo modo, es posible calcular las variaciones de volumen en distintos momentos temporales de una forma rápida por comparación de modelos generados a partir de tomas de datos desplazadas en el tiempo.

La elección del sensor y metodología a utilizar es uno de los aspectos más importantes en la actualidad para obtener unos resultados válidos. Del mismo modo, la posibilidad de recoger información conjunta de sensores fotogramétricos y LiDAR hoy día es una realidad, ya que los proyectos de vuelo se realizan combinando ambas técnicas.

Por esta razón y tras el estudio desarrollado en este artículo, se destaca como metodología óptima para la obtención de modelos digitales de elevación, la integración de información proveniente de ambos sensores, LiDAR y fotogramétricos, con el fin de aprovechar al máximo las ventajas que cada técnica aporta y minimizar inconvenientes de cada una de ellas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la labor de I. Rodríguez como directora del proyecto de investigación "Cuantificación y contribución del transporte eólico en los procesos dinámicos y ambientales en el Delta del Ebro. Aplicación a su gestión integrada y a la conservación de los ambientes marginales", a A. Domingo por su trabajo de coordinación con la Universidad Rey Juan Carlos (Madrid) y a E. Camarero y M. Mora por la ayuda prestada.



Si se pretende dar más importancia a una variable respecto a la otra, se desplaza el punto de estudio sobre el lado del triángulo hacia el vértice correspondiente a la variable predominante. Esto genera variaciones en el orden de preferencia a la hora de escoger una metodología u otra.

o Estudio según tres variables

Esta tercera opción permite comprobar cuál de las tres metodologías es la óptima en función de las tres variables de

M. J. Sánchez García, I. Rodríguez Santalla, I. Montoya Montes. Evolución superficial del campo dunar activo de la Flecha del Fangar (Delta del Ebro). Universidad Rey Juan Carlos (Madrid), 2009.

Emmanuel P. Baltsavias, A comparison between photogrammetry and laser scanning. ISPRS, 1999.

Ayman F. Habib, Advance Photogrammetric and ranging techniques. Course, 2008.

EVALUACIÓN DE LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS “SIERRA CEBOLLERA”. SORIA (ESPAÑA).

Izquierdo, Amanda-Mancomunidad de Municipios (Sierra Cebollera).España.

Pérez, Lucía-Universidad de Valladolid.España

Bayona, Isabel-Universidad de Valladolid.España

RESUMEN

La creciente preocupación por la protección del Medio Ambiente y la falta de controles exigidos por las Administraciones, sobre todo en pequeñas comunidades (poblaciones < a 1000 habitantes) ha motivado este estudio. Su objetivo es comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos por la Normativa Europea vigente, en las 39 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.), correspondientes a los 29 núcleos urbanos de la Mancomunidad de Municipios “Sierra Cebollera” (Soria), con 50 habitantes de media por núcleo urbano. Se lleva a cabo un estudio descriptivo transversal, determinando la Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (D.B.O.5) mediante Biómetros; la Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.) por el método del Dicromato potásico, y los Sólidos Totales en Suspensión (S.S.) por filtración a través de membrana. Parámetros valorados tanto en el agua de entrada como en el agua de salida de las diferentes depuradoras para calcular el rendimiento de las mismas. Los límites de concentración exigidos por la legislación vigente se cumplen en la mayoría de los vertidos analizados: 81% en la D.B.O.5; 85% en la D.Q.O. y 92% en los S.S. Sin embargo, en cuanto a los porcentajes de reducción de estos parámetros, la ley se cumple en el 76% de las estaciones depuradoras para la D.B.O.5, y sólo en un 45% para el caso de la D.Q.O. y en un 48% para los S.S. Los valores medios de los parámetros analizados en los vertidos de salida de las E.D.A.R. de la Mancomunidad de Municipios “Sierra Cebollera” están dentro de los límites permitidos por la ley, sin embargo no todas las E.D.A.R. tienen el rendimiento exigido por la legislación vigente.

Palabras clave: Aguas residuales urbanas. Depuración. Tratamiento en comunidades pequeñas.

ABSTRACT

This research has been motivated by the increasing worry about the environmental protection and the lack of controls demanded by the Administrations, especially in small communities (< 1000 residents). The purpose of this study was to check the regulatory compliance of legal requirements under the EU legislation now in force, in the 39 waste treatment plants placed at 29 different towns (with 50 residents on average) in the “Sierra Cebollera” Commonwealth of Municipalities (Soria, Spain), with an average residents of 50. A transversal descriptive research was carried out to determine the five-day Biochemical Oxygen Demand (BOD5) with manometric method, influent and effluent chemical oxygen demand (COD) using potassium dichromate and influent and effluent total suspended solids (TSS) with the membrane filtering method. Most of the dumping effluents analysed comply with the concentration limits established by law (EU legislation): 81% in the BOD; 85% in the COD and 92% in the TSS. However, as far as, the reduction percentage of these parameters is concerned, the law is obeyed in 76% when studying the BOD level, only in a 45% (COD level) and 48% (TSS measurements). The average value for the effluent quality parameters measured in the sewage treatment plants in the “Sierra Cebollera”

Commonwealth of Municipalities, are inside the limits established by law; however not all the sewage treatment plants have the performance demanded by the current legislation.

Key words: Waste city water, purification, Treatment in small communities.

1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento y eliminación de las aguas residuales generadas en toda comunidad es no sólo deseable sino también necesario en toda sociedad industrializada (González, 2002). Su objetivo es la protección del medio ambiente empleando medidas conforme a las posibilidades e inquietudes sociales, económicas y políticas. El hombre ha intentado acelerar la realización de los procesos naturales de depuración biológica, mediante la construcción de depósitos que faciliten el desarrollo de los procesos más favorables de depuración (Catalán, 1997). Los métodos de tratamiento de aguas residuales intentan reproducir los mismos procesos de autodepuración que tienen lugar en cualquier masa de agua en la naturaleza, aunque se diseñan para acelerar los mecanismos (Piédrola, 2008). Estos tratamientos se realizan en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.). La creciente preocupación por la protección del Medio Ambiente y la falta de controles exigidos por las Administraciones, sobre todo en pequeñas comunidades, ha motivado el estudio de la situación actual de las depuradoras de una zona determinada de la provincia de Soria.

Este trabajo se ha realizado en las 29 poblaciones pertenecientes a la Mancomunidad de Municipios “Sierra Cebollera”, todas ellas pequeñas comunidades con poblaciones inferiores a 1000 habitantes. El diseño y explotación de plantas de depuración en pequeños núcleos debe resolverse con la misma eficacia que se hace en los grandes, si bien deben emplearse otros criterios de selección, tales como: procesos que requieran un tiempo mínimo de operador, equipos que requieran un mínimo de mantenimiento, funcionamiento eficaz ante un amplio rango de caudal y carga, gasto mínimo de energía, instalaciones donde los posibles fallos de equipos y procesos causen el mínimo deterioro de calidad en el efluente y máxima integración en el medio ambiente (Collado, 2003).

La Mancomunidad de Municipios “Sierra Cebollera” se creó en el año 2000 (Orden de 10 de septiembre de 2001) y está constituida actualmente por 11 ayuntamientos, cada uno de ellos con poblaciones muy dispares y fluctuantes a lo largo del año. Están enmarcadas en el espacio natural de la cabecera del río Duero y por tanto, la mayoría de los vertidos de las E.D.A.R. sobre las que trata este estudio se efectúan en la cuenca de dicho río, aunque excepcionalmente algunos vertidos se realizan a la cuenca del Ebro.

Esta mancomunidad se fundó a instancias de la Junta de Castilla y León con la idea de tener entre sus objetivos estatutarios el mantenimiento de las depuradoras recientemente construidas en sus pueblos, como resultado del cumplimiento del Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León, donde estaba

incluido el plan de actuación relativo al Saneamiento de Núcleos en el Espacio Natural de la Sierra de Urbión (Decreto 61/1991, 1991). Con la construcción de estas depuradoras se pretendió además cumplir los requisitos marcados en la Directiva 91/271/CEE del consejo, de 21 de mayo de 1991 (Directiva 91/271/CEE, 1991) (tabla 1).

Parámetro	Concentración máxima	Porcentaje de reducción (1)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5 a 20° C) sin nitrificación (2)	25mg/L O ₂	70-90 40 de conformidad con el apartado 3 del artículo 5 R.D.L.(3)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	125mg/L O ₂	75
Total de Sólidos en Suspensión	35mg/L (4) 35 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (más de 10.000 h-e)(3). 60 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (de 2000 a 10.000 h-e)(3).	90 (4) 90 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (más de 10.000 h-e)(3). 70 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (de 2000 a 10.000 h-e)(3).

Tabla 1. Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas.

- (1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.
 (2) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO).
 (3) Se refiere a los supuestos en regiones consideradas de alta montaña contemplada en el artículo 5 del R.D.L 11/1995, de 28 de Diciembre.
 (4) Este parámetro es optativo.

La primera evaluación de las obras y funcionamiento de las depuradoras construidas a raíz de plan regional se llevó a cabo en 2003. Según las conclusiones de este estudio, publicadas por el grupo ecologista ASDEN (González y Mateo, 2007), en las depuradoras de la Mancomunidad existen deficiencias en el diseño y construcción de las instalaciones, lo que implica la necesidad de más personal para el mantenimiento de las mismas. A partir de las analíticas realizadas en este estudio observaron que la mayor parte de las depuradoras no trataban el agua de manera correcta, y que si en algunos casos los vertidos cumplían los parámetros exigidos por la ley era porque el agua no entraba muy contaminada ya que los parámetros medidos se diluían con el agua limpia procedente de las fuentes y de la escorrentía pluvial, puesto que todas ellas están canalizadas hacia las depuradoras.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar el funcionamiento de las E.D.A.R. existentes en los pueblos de la Mancomunidad de Municipios "Sierra Cebollera", transcurridos cinco años desde su primera evaluación, calculando el porcentaje de reducción de contaminación de las aguas residuales tras su tratamiento con el fin de comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos por la Normativa Europea vigente.

3. MATERIAL Y MÉTODO

De las 39 E.D.A.R. que hay en los 29 núcleos urbanos que componen la Mancomunidad "Sierra Cebollera" sólo se han podido tomar muestras en 27. Entre los motivos de exclusión cabe citar que en algunas estaciones la salida del agua depurada se encuentra inmersa entre gran cantidad de vegetación, en otras está cubierta por el cauce del río, en ocasiones las salidas no están localizadas o el caudal de los puntos de salida y entrada de las aguas es demasiado pequeño para la toma de muestras.

Los tratamientos llevados a cabo en las distintas E.D.A.R. responden a 8 tipos diferentes: tanque decantador-digestor + filtro de gravas, en 10 de las 39 E.D.A.R., tanque + lecho bacteriano en 2, tanque decantador-digestor en 2, sólo tanque Imhoff en una E.D.A.R., tanque Imhoff + filtro de gravas en 7, fangos activados en la depuradora de El Rojo, fosa séptica en 3 estaciones y tanque Imhoff + lecho bacteriano solamente en una.

El porcentaje de reducción de contaminación se ha realizado ana-

lizando la D.B.O.5, la D.Q.O. y los S.S. antes y después de los tratamientos a los que se sometieron las aguas residuales.

La D.B.O.5 expresa el grado de contaminación de un agua residual, determinando los requerimientos relativos de oxígeno para su degradación biológica (Fernández y Curt, 2004). Esta medida se realizó utilizando biómetros para medir la cantidad de oxígeno consumido después de 5 días de incubación siguiendo el protocolo de referencia (Directiva 91/271/CEE, 1991).

Para medir la D.Q.O. se utilizó el método del dicromato potásico según la normativa (AENOR, 2002) consistente en medir las sustancias orgánicas oxidables presentes en el agua utilizando dicromato potásico en medio ácido en presencia de sulfato mercúrico y sulfato de plata como catalizadores. El exceso de dicromato se valoró con sal de Möhr.

El índice de los S.S. mide la eficacia del tratamiento de depuración pesando el residuo seco tras filtrar la muestra de agua a través de una membrana de 0,45 micras de tamaño de poro (Directiva 91/271/CEE, 1991).

Los resultados de los distintos parámetros medidos se expresan como medias (\pm DS), medianas, máximos y mínimos.

La comparación de medias de estos parámetros a la entrada y a la salida, así como la de las medias de los rendimientos según los diferentes tratamientos se realizó aplicando la t-Student, considerándose diferencias significativas para una $P < 0,05$. Estos análisis estadísticos se han efectuado utilizando el programa Microsoft Excel de Windows XP home edition versión 2002.

4. RESULTADOS

Los valores estadísticos de entrada y salida de los distintos parámetros medidos en las E.D.A.R. se muestran en la tabla 2.

	D.B.O.5 (1) (mg/L)		D.Q.O. (2) (mg/L)		S.S. (3) (mg/L)	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Mediana	25,00	6,00	80,74	27,17	38,00	3,40
Máximo	980,00	200,00	2752,94	361,10	5098,00	144,00
Mínimo	2,00	0,00	13,78	0,00	1,00	0,40
\bar{X}	141,21	20,90	293,66	52,77	309,98	14,00
D.S.	283,80	42,42	548,87	97,26	1020,40	29,14
n	24	26	24	25	25	25
p-valor	0,05		0,07		0,16	

Tabla 2. Valores estadísticos de los parámetros medidos a la entrada y a la salida de las E.D.A.R.

- (1) Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días, (2) Demanda Química de Oxígeno, (3) Sólidos totales en Suspensión.

Como se puede ver en la tabla 2 los valores medios de cada uno de los parámetros están dentro de los límites permitidos por la legislación vigente (Directiva 91/271/CEE, 1991), aunque al observar los valores máximos reflejados en esta tabla hay estaciones puntuales donde los vertidos de salida sobrepasan estos límites. Por otro lado no se observan diferencias estadísticamente significativas al comparar los valores medios de entrada y salida de las E.D.A.R..

Separando los datos por fechas de muestreo, basándonos en el número de habitantes que utilizan el servicio de agua, se observa que en el periodo de mayor afluencia de personal los valores medios de la D.B.O.5 ($54,00 \pm 56,56$) y de la D.Q.O. ($215,78 \pm 137,36$) a la salida de las E.D.A.R. no están dentro de los límites permitidos por la legislación actual. Al prescindir de los valores más elevados, correspondientes a la época de mayor afluencia, sí aparecen diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios de D.Q.O., a la entrada y salida de las estaciones depuradoras.

En todos los tipos de tratamiento el porcentaje medio de reducción de D.B.O.5, D.Q.O. y S.S. supera el 50%, siendo las aguas sometidas al tratamiento con el tanque Imhoff + filtro de gravas el más eficiente en cuanto a la reducción de la D.B.O.5 (92,25%), y el único que reduce la contaminación según lo exigido por la legislación vigente (Directiva 91/271/CEE, 1991). Según nuestros resultados este tipo de tratamiento parece ser también el más

efectivo a la hora de reducir los valores de D.Q.O. (85,51%). Por último vemos que los valores medios del porcentaje de reducción de S.S. en los diferentes tratamientos superan el 50%, volviendo a ser en el tratamiento con el tanque Imhoff + filtro de gravas donde encontramos la mayor reducción (91,96%).

Una vez analizados los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros dependiendo del tipo de tratamiento, separamos los porcentajes de vertidos que cumplen la legislación según los valores de cada parámetro (figuras A) y los que cumplen dicha legislación según los porcentajes de reducción de los mismos (figuras B). Al observar los datos que aparecen en las figuras "A" podemos afirmar que en la mayoría de las estaciones depuradoras se cumple la legislación en cuanto a los parámetros medidos (81% D.B.O.5; 85% D.Q.O. y 92% S.S.). Sin embargo no ocurre lo mismo con los porcentajes de reducción puesto que solo el 76% de las depuradoras cumplen la legislación vigente para la D.B.O.5 (fig 1B), el 45% para la D.Q.O. (fig 2B) y el 48% para los S.S.

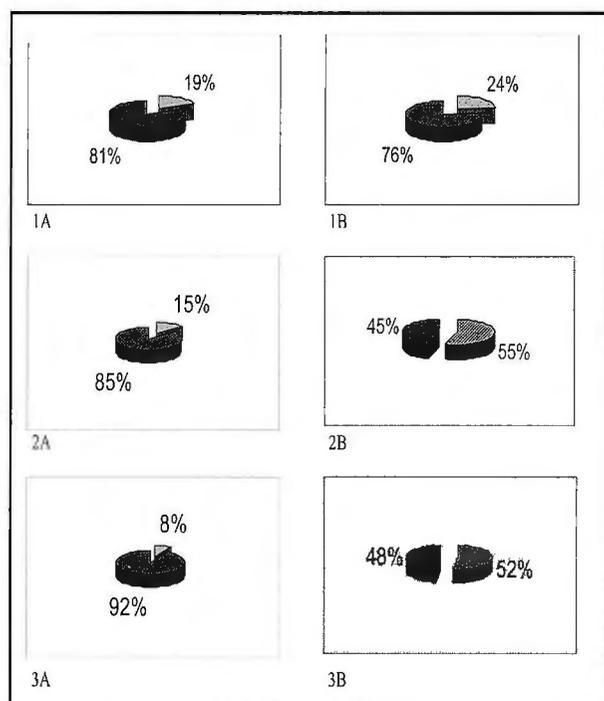


Fig. 1 Porcentaje de vertidos que cumplen (morado) e incumplen (azul) la ley según la concentración de D.B.O.5.(1A); porcentaje de vertidos que cumplen (morado) e incumplen (azul) la ley según la reducción de D.B.O.5. (1B). Porcentaje de vertidos que cumplen (morado) e incumplen (azul) la ley según la concentración de D.Q.O. (2A); porcentaje de vertidos que cumplen (morado) e incumplen (azul) la ley según la reducción de D.Q.O. (2B). Porcentaje de vertidos que cumplen (morado) e incumplen (azul) la ley según la concentración de S.S. (3A); porcentaje de vertidos que cumplen (morado) e incumplen (azul) la ley según la reducción de S.S. (3B).

5. DISCUSIÓN

Según los resultados de este estudio, con independencia de las fechas de recogida de las muestras, los valores medios obtenidos para cada uno de los parámetros a la salida de las estaciones depuradoras se encuentran dentro de los límites permitidos por la legislación vigente (tabla 1). Sin embargo los resultados individuales permiten detectar casos excepcionales como el de la E.D.A.R. de Vilviestre de los Nabos donde ninguno de los tres parámetros medidos en el agua tratada cumple los requisitos que exige la ley (D.B.O.5= 200 mg O₂/L; D.Q.O.= 235,29 mg O₂/L; S.S.= 144 mg/L), o el caso de la Póveda de Soria donde se sobrepasan los límites de D.B.O.5 y de D.Q.O. (D.B.O.>96 mg O₂/L; D.Q.O.= 198,17 mg O₂/L) y lo mismo ocurre en Rebollar (D.B.O.5= 70 mg O₂/L; D.Q.O.= 145,88 mg O₂/L) y en Sepúlveda de la Sierra (D.B.O.5= 94 mg O₂/L; D.Q.O.= 361,10 mg O₂/L).

Hemos detectado que cuando las muestras se recogieron tras periodos de mayor afluencia de usuarios, los valores medios de salida de D.B.O.5 y de D.Q.O. no estaban dentro de los límites permitidos por la legislación actual. Una posible explicación a este hecho podría ser que las depuradoras se diseñaron de acuerdo a la población habitual de estos pueblos, y no tuvieron en cuenta la fluctuación de ésta en épocas festivas y estivales, en las que gran cantidad de turistas se alojan en las casas rurales destinadas a tal fin. En estas circunstancias cabría suponer que las EDAR se saturan cuando la cantidad de aguas residuales que entran es muy alta, por lo que la eficacia de la depuración disminuye considerablemente llegando a sobrepasar los límites de vertido permitidos. Esto confirma lo referido en el informe de ASDEN (González y Mateo, 2007) respecto a las deficiencias de estas depuradoras en cuanto al diseño y construcción, mantenimiento de las mismas, y cumplimiento de parámetros.

Por otro lado, observando tanto las desviaciones estándar como los valores máximos y mínimos de los parámetros referenciados en la tabla 1 podemos decir que hay una gran dispersión de resultados. Posiblemente esto sea debido a que las muestras han sido recogidas en un momento puntual y no son representativas de todas las aguas residuales que producen los pueblos a lo largo de todo un año.

Al comparar los valores medios de entrada y salida de las E.D.A.R. de cada uno de los parámetros medidos no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de ellos. Como sugiere el estudio publicado por el grupo ecologista ASDEN (González y Mateo, 2007), esto podría ser la consecuencia de la entrada a las E.D.A.R. de agua limpia de las fuentes y de las aguas pluviales que diluyen la contaminación de las aguas residuales. Otra posible explicación podría ser que la mayor parte de las muestras se han recogido en fechas en las que estos pueblos cuentan con pocos habitantes, ya que al retirar los datos de las muestras recogidas tras periodos vacacionales, encontramos diferencias significativas en la D.Q.O.

Comparando nuestros datos con los obtenidos en Caravaca de la Cruz (Murcia) (Esamur, 2009), con muchos más habitantes que los pueblos estudiados (17.948 habitantes), podemos ver que las cifras a la entrada de la E.D.A.R. son mucho más elevadas (D.B.O.5 = 1534 mg O₂/L; D.Q.O. = 2817 mg O₂/L; S.S. = 1432 mg/L), por lo que en este estudio se observan diferencias significativas con los datos de salida (D.B.O.5 = 4 mg O₂/L; D.Q.O. = 21 mg O₂/L; S.S. = 4 mg/L). Sin embargo, si los comparamos con los de Lerate en Navarra (Nilsa, 2009) (D.B.O.5 = 100 mg O₂/L; D.Q.O. = 193 mg O₂/L; S.S. = 275 mg/L), que tiene 26 habitantes, nos encontramos con valores similares a los obtenidos en este estudio, donde la contaminación del agua a la entrada de las estaciones no es muy alta y por tanto tampoco hay diferencias significativas con respecto a los datos de salida (D.B.O.5 = 15 mg O₂/L; D.Q.O. = 54 mg O₂/L; S.S. = 41 mg/L).

Respecto a los tipos de tratamientos, el porcentaje medio de reducción de los tres parámetros medidos es siempre mayor en el caso del tratamiento compuesto por tanque Imhoff + filtro de gravas; podría deberse a la peculiar forma que tienen este tipo de tanques y que facilita la sedimentación de la materia en suspensión (Villegas, 2008). Lamentablemente, no podemos comparar con otros estudios los rendimientos obtenidos en este tipo de tratamientos ya que en la revisión bibliográfica no se han encontrado estudios de características similares. Los tratamientos llevados a cabo en las E.D.A.R. estudiadas son muy simples y solo se efectúan en núcleos con población pequeña; tanto las depuradoras que gestiona NILSA (Nilsa, 2009) como las que gestiona ESAMUR (Esamur, 2009), tienen tratamientos más complejos para depurar las aguas, y el método que utilizan en los pueblos más pequeños es el lagunaje natural, del cual nosotros no tenemos ningún ejemplo.

Por último comprobamos que se cumple la legislación en la mayoría de las E.D.A.R. en cuanto a concentración de los parámetros medidos, sólo en unos pocos casos (19% para el caso de la D.B.O.5, 15% para la D.Q.O. y 8% para los S.S.) los límites de vertido superan los valores permitidos. Sin embargo, este estudio refleja que apenas un 50% de las E.D.A.R. reduce la contaminación de las aguas residuales según exige la ley. Estos datos sugieren que la mayoría de las depuradoras estudiadas cumplen la legislación porque el agua de entrada no está muy contaminada, y no porque las depuradoras funcionen correctamente. Esto vendría de nuevo a corroborar las conclusiones llevadas a cabo en el informe publicado por ASDEN (González y Mateo, 2007) y a sugerir a las autoridades competentes que tomen medidas que conduzcan a aumentar la eficacia de las depuradoras estudiadas.

6. AGRADECIMIENTOS

- Al personal del laboratorio LABSOR 96, S.L., y en especial a Juan A. Romera Pueblo que ha sido quien me ha enseñado las técnicas analíticas utilizadas en el estudio.

- A todos los miembros de la Mancomunidad de Municipios "Sierra Cebollera", y en especial al Presidente, José María Molina Tejero, por hacer que fuera posible este estudio. También a José y a Manolo que han sido los que me han acompañado y ayudado a tomar las muestras en cada uno de los puntos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (2002). Calidad del agua. Determinación de la demanda química de oxígeno. Método del Dicromato. Norma Española UNE 77004. Madrid.

- Catalán, J. (1997). Depuradoras "Bases científicas". 1ªed. Editorial Bellisco, Madrid. pp: 135.

- Collado, R. (2003). La Depuración de las aguas residuales en pequeños núcleos. Situación actual, compromisos y alternativas. Tecnología del agua, Año nº 23, Nº 234, 2003 , pp 41-48.

- Decreto 61/1991, de 21 de marzo, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el Plan Regional de Saneamiento. (Boletín Oficial de Castilla y León, número 65, de 05-04-91).

- Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. (Diario Oficial de la Unión Europea número L 135, de 30-05-91).

- ESAMUR, Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales. Consultado en 2009. Depuración. Mapa EDAR. <http://www.esamur.com/esamur/html/index.htm>

- Fernández, J. y Curt, M. D. (2004). Manual de Fitodepuración. Editado dentro del Programa Life por el Ayuntamiento de Lorca, la Obra Social de Caja Madrid, la ETSIA de la UPM y la Fundación Global Nature. pp: 117-121.

- González, I., Mateo, R. (2007). Conclusiones definitivas del informe técnico sobre depuradoras MSC. <http://www.asden.org/2007/CONCLUSIONES%20DEFINITIVAS%20del%20INFORME%20T%C9CNICO%20sobre%20depuradoras%20MSC.pdf?rubrique270>

- González, P. (2002). Aguas residuales, sistemas de tratamiento y soluciones ingenieras para el reuso de efluentes. Mapping, número 81, pp: 76-82.

<http://fundacionglobalnature.org/macrophytes/documentacion/Cap%Edtulos%20Manual/Cap%Edtulos%20Anexos1.pdf>

- NILSA, Navarra Infraestructuras Locales. Consultado en 2009. La Depuración. <http://www.nilsa.com/depuracion/index.asp>

- ORDEN de 10 de septiembre de 2001, de la Consejería de Presidencia y Administración Territorial, por la que se acuerda hacer pública la constitución y Estatutos de la Mancomunidad de Municipios «Sierra Cebollera» (Soria). (Boletín Oficial de Castilla y León, número 187, de 25-09-01).

- Piédrola, G. (2008). Medicina Preventiva y Salud Pública. 11ªed. Editorial Elsevier, Barcelona. pp: 374.

- Villegas, F. (2008). Tanque Imhoff. <http://www.slideshare.net/franz84/tanque-imhoff>

La Tienda Verde
LIBRERÍA ESPECIALIZADA
CARTOGRAFÍA
LIBROS Y GUÍAS DE MONTAÑA, NATURALEZA Y VIAJES
DISTRIBUIDORA DE CARTOGRAFÍA Y LIBROS DE MONTAÑA

C/ Maudes, 23 (Viajes y Naturaleza)
Tel: 915 353 810 / 915 353 794 - Fax: 915 342 639
C/ Maudes, 38 (Mapas y Libros de Montaña)
Tel: 915 330 791 / 915 343 257 - Fax: 915 333 244

Distribución:
Tel: 915 337 351 - Fax: 915 333 244
Web: www.tiendaverde.org
e-mail: info@tiendaverde.es

Evolución del territorio El Estrecho de Gibraltar analizado mediante dos documentos cartográficos de diferentes épocas.

Carlos Barranco Molina

Area Ingeniería Cartografica Geodesia y Fotogrametria

Dpto.Ingeniería de diseño y proyectos

Escuela Politecnica Superior La Rabida Universidad de Huelva. España

INTRODUCCIÓN

Para el análisis de un territorio es fundamental el apoyo cartográfico. En el caso de la zona del estrecho de Gibraltar, además de conocer in situ su geografía, se emplean dos documentos cartográficos de dos épocas diferentes: Una es un portulano de 1695 y otra es una imagen satelital de la misma zona.

Este trabajo articulo realiza un estudio y comparación de dos imágenes de diferentes características de una misma zona de la tierra, siendo las principales diferencias a) la temporal entre ambas realizaciones, ya que se trata de una carta de finales del siglo XVII y una imagen de satélite actual; y b) la técnica empleada en la realización y los instrumentos utilizados para su elaboración.

Dicho estudio se realiza bajo los enfoques geográfico, topográfico e histórico.

En el transcurso de tiempo que separan ambos documentos, el uso del suelo sigue siendo predominantemente agrícola en mayor medida, minero en poca proporción y pesquero en mayor medida. En la economía de la zona existe ahora, en el sector servicio, la fuente de ingresos del turismo.

La comparación entre dos cartografías tan diferentes, portulano e imagen satelital, pudiera parecer absurda dadas las grandes diferencias que se observan, pero lo que se intenta con ello es hacer una comparación relativa a cada época, dar un valor con el peso específico (matemático, en la medida de lo posible). Se intenta obtener un valor para cada documento en cada contexto de la época.

Principales desigualdades y semejanzas entre los dos documentos:

Diferencia temporal de realización.

La distancia temporal que separa a estos dos documentos rebasa los 300 años

Diferentes soportes de la información.

El soporte cartográfico del portulano fue de piel de oveja o vaca. Esto conlleva gran cantidad de imprecisiones relativas a la homogeneidad de la escala a lo largo de toda su superficie.

El soporte de la imagen en papel fotográfico está guardado en soporte magnético.

En el análisis se tienen en cuenta diversos factores como:

La selección de la imagen y del portulano

La elección de la escala

La determinación de la zona

La identificación de zonas nuevas o desaparecidas

Las proyecciones de ambos documentos

Los aspectos que se comparan en un primer momento son:

Semejanza en la línea de costa, ríos, caminos, construcciones, torres, castillos y zonas de arboledas o lagos.

Giros de líneas o zonas. Declinación del norte magnético

Diferencias en conformidad, equivalencia y equidistancia.

OBJETIVOS

La comparación de estas imágenes puede ser una vía para

profundizar sobre los aspectos que pueden ser considerados como objetivos específicos:

- Conocer los sistemas de georreferenciación.

- Evaluar los posibles cambios territoriales que ocurren entre 1695 y la actualidad.

- Valorar el efecto de sobre-dimensión estratégica que el portulano posee sobre la imagen del satélite.

ANTECEDENTES HISTORICOS DEL PORTULANO

El portulano nace en el Mediterráneo y pervive en él desde los siglos XIV al XVII. El término «portulano» designa a las cartas náuticas que manejaron los marinos en ese tiempo. Originalmente existían los cuadernos portulanos de instrucciones en donde los navegantes anotaban los rumbos de las travesías que realizaban y las distancias entre los puertos y es probable que fueran ilustrados con croquis; cuyos datos, más adelante, se unieron confluendo en una carta general, que por extensión vino a denominarse también «portulano» o «carta portulana».

El portulano evolucionó al trasladarse a una carta náutica los datos de los llamados libros portulanos o registros, donde se anotaban los rumbos tomados con la brújula entre los puertos del Mediterráneo. Los centros donde aparecieron por primera vez fueron Mallorca, Génova y Venecia.

Los portulanos se caracterizaban por la red de líneas que los cruzan en todas las direcciones y que forman una especie de tela de araña. Estas «líneas de rumbos» están formadas por la prolongación de los ángulos de una rosa de los vientos central, que se entrecruzan con las de otras rosas dispuestas alrededor de la principal, lo que unido a la variedad de colores (rojos, verdes, azules, oro, utilizados para facilitar la identificación de los «rumbos»), les da un aspecto altamente decorativo. Además de motivos religiosos como la Virgen con el Niño, Cristo Crucificado, el Monte Calvario, etc... resultando finalmente el conjunto una autentica obra de arte. Desde el siglo XIV el portulano adquiere además de su sentido utilitario, carácter de objeto de lujo, con una finalidad ornamental, que en principio coexistió con la finalidad técnica de las cartas, pero poco a poco, y a medida que proliferaban los viajes geográficos del Renacimiento, cambió la técnica de la confección de las cartas, y por lo tanto, el tipo de los mapas. Los portulanos fueron quedando reducidos únicamente a dicha finalidad ornamental decorativa.

Gracias a los portulanos, los navegantes podían cruzar el mediterráneo en cualquier dirección y tener así, un mayor control sobre el comercio y un mayor conocimiento de rutas.

Características generales de un portulano típico.

Caracterizan a los portulanos una serie de rasgos comunes que lo identifican. Ellos son:

- Soporte en piel de oveja o vitela.

- Red de líneas de colores emergentes de rosas de los vientos distribuidas uniformemente por toda la zona representada.

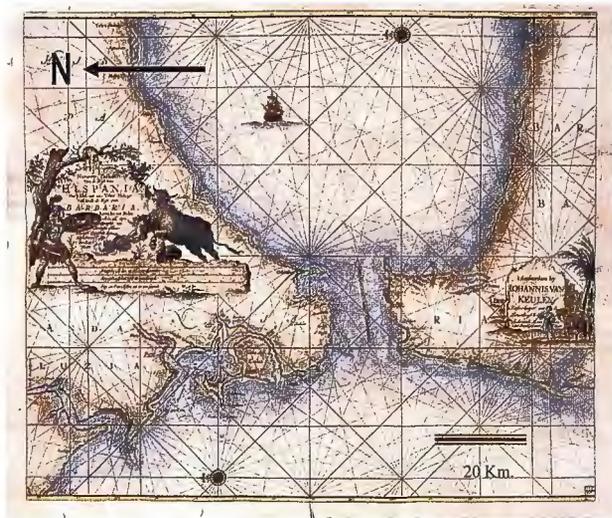
- Toponimia exclusiva de costa perpendicular a estas.

- Escaso detalles tierra adentro.

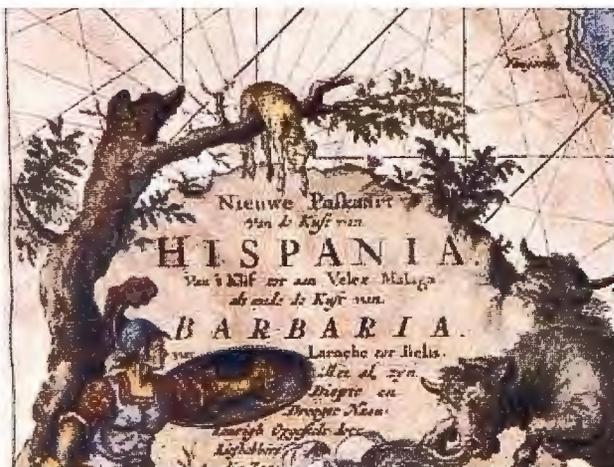
- Simbología artística.

Características principales del portulano del Estrecho.

- Soporte en papel
- Red de líneas rumbos emergentes desde rosas de los vientos cada $11^{\circ} \frac{1}{4}$ ($11^{\circ}15'$) coincidiendo las direcciones N-S E-W
- El Oriente se encuentra en la parte superior de la carta
- Escasa toponimia en general.
- Leyendas enriquecidas con dibujos alegóricos.



Portulano del Estrecho de Gibraltar. Johannes Van Keulen 1695. IGN



Detalle de la carta.

Datos sobre el autor del mapa.

Johannes Van Keulen nació en Ámsterdam en 1654, capital de Holanda, implicada en gran medida en el comercio mundial a través de la Compañía Holandesa de las Indias. El portulano estudiado es de 1696, época en la cual estos mapas adquieren el mayor dominio tecnológico, pero en contrapartida, y debido a los grandes viajes, se introducen otros inconvenientes al no contemplarse las deformaciones por la esfericidad en "planos" a pequeñas escalas.



Ortoimagen digital
1:100.000 del
Estrecho de
Gibraltar.
IGN

LA IMAGEN

Está realizada con imágenes Landsat 5 Thematic Mapper que tienen 30 metros de resolución y se han remuestreado a 25 metros durante la corrección geométrica.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Referencia histórica.

El Campo de Gibraltar, al sur de la provincia de Cádiz es un paraje mítico y legendario. A juzgar por la existencia de abundantes restos de industrias líticas, la comarca ha sido poblada por el hombre desde los tiempos más remotos. Las pruebas más antiguas del paso del hombre por estas tierras corresponden al Paleolítico Inferior. Yacimientos de esta época existen en Los Barrios, pero también en otros lugares, como en los alrededores de la antigua Laguna de la Janda. Durante el Paleolítico Medio, Europa estaba poblada por el Hombre de Neandertal. Restos óseos de esta especie se han encontrado también en Gibraltar. La historia conocida de la provincia de Cádiz arranca con Tartessos y sigue con la colonización sucesiva de fenicios, griegos, cartagineses, romanos, visigodos, bizantinos, musulmanes y cristianos. Los pueblos que pasaron por esta tierra dejaron su huella en forma de un legado, un patrimonio histórico cultural de una riqueza excepcional, continuamente enriquecido. Uno de los acontecimientos históricos más significativo de la zona

fue la batalla de Trafalgar en la que la flota española perdió la supremacía naval.

El medio físico

Se analiza geográficamente la zona de estudio sobre todo el espacio común de ambas imágenes.

El estrecho de Gibraltar es el único canal natural de comunicación entre un mar regional, el Mediterráneo, y un océano, el Atlántico. Su formación está directamente relacionada con procesos tectónicos ocurridos entre las placas ibéricas y africana.

Clima

Las condiciones de temperatura, lluvia y vientos de la zona del estrecho difieren poco de la generalidad de Andalucía que es la región más calurosa de España. Su clima Mediterráneo recibe mucha influencia de este mar. Esta influencia del mar hace que:

- Los veranos son largos, calurosos y secos. Los inviernos son cortos y fríos.

- Las lluvias son escasas, algo más abundantes en otoño.

Pero lo dicho es tan sólo en rasgos generales, pues dependiendo del lugar existen variedades climáticas. Esto se debe a la mayor o menor altitud de la zona de que se trate y a la mayor o menor cercanía al mar, pues el mar hace que las zonas cercanas a él tengan unas temperaturas más suaves durante todo el año que las zonas de interior.

Geología

La geología de la zona de estudio se encuentra dentro de las cordilleras béticas que recorre el sureste de la Península Ibérica, franja paralela a la cuenca del Guadalquivir.

Tanto en la zona europea como africana predominan las rocas sedimentarias, mayormente las formadas en medios marinos por la acción de corrientes de turbidez principalmente en el Cretácico.

Relieve de costa. La costa andaluza está bañada por el océano Atlántico y por el mar Mediterráneo. Las aguas de los dos mares se unen en el Estrecho de Gibraltar, que es el accidente geográfico que separa a Europa de África.

La costa atlántica es casi toda baja y arenosa; es decir, no tiene acantilados ni apenas rocas porque no hay montañas cercanas. La costa mediterránea es mucho más alta y rocosa, debido a que la cordillera Penibética está muy cerca del mar. En ella hay acantilados, playas extensas y pequeñas playas de gran belleza llamadas calas. Esta zona costera es una de las más apreciadas por el turismo que viene a España, para disfrutar de su clima y sus playas, como las de la Costa del Sol malagueña, la de Almuñécar (Granada) y la de Aguadulce (Almería).

Los ríos.

Casi todos los ríos andaluces tienen un caudal escaso e irregular. La vertiente atlántica recoge la mayor parte de las aguas del territorio andaluz. Los ríos de esta vertiente son más largos que los de la vertiente mediterránea. Por ella transcurre el río Guadalquivir que es el más largo y caudaloso de Andalucía. Nace en la Sierra de Cazorla, en la provincia de Jaén; pasa por las ciudades de Córdoba y Sevilla. Desde aquí es navegable hasta su desembocadura que está en la localidad de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz). Su principal afluente es el río Genil, que recoge gran cantidad de agua de Sierra Nevada. Otros ríos de esta vertiente son el río Barbate y el Guadalete en la provincia de Cádiz.

En muchos ríos andaluces se han construido embalses. Los principales embalses o pantanos andaluces son el de Iznajar en el río Genil, el de Negratín en el Guadiana Menor y el de Tranco de Beas en el Guadalquivir.

Poblaciones y accidentes geográficos.

La zona común de estudio pertenece, por el norte, a la provincia de Cádiz y por el sur a la parte más septentrional de Marruecos. Las principales poblaciones de dicha zona española de la costa de oeste a este son: Conil, Barbate, Zahara de los Atunes, Tarifa, Algeciras, La Línea, Gibraltar (R.U.) y San Roque.

Los cabos más importantes son Cabo de Trafalgar, Punta Camarinal, Punta de Tarifa, Punta de Europa y Punta Mala.

Entre las sierras de la zona, destacan las sierras de Retín, de la Plata, de Salaviciosa, del Cabrito y otras.

Por la parte africana se encuentran en la zona las siguientes poblaciones y accidentes geográficos:

Tánger de Marruecos y Ceuta de España.

Cabo Espartel, Punta de Malabata, Punta Leona y Punta Almina.

Isla del Perejil al oeste de Punta Leona

Situación estratégica del Estrecho

Desde tiempos remotos, y en cuanto a navegación se refiere, el estrecho ha sido y sigue siendo un lugar estratégico de control de navegación, con lo que esto implica en el control político y económico y social de la zona que es punto de enlace con dos continentes muy diferentes y una puerta, el océano Atlántico, hacia el continente americano.

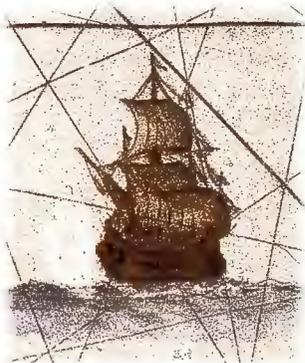
Actualmente el control del estrecho, por la parte europea, está compartido por España e Inglaterra, siendo esta última la que tiene más control al encontrarse en un punto estratégico de reconocimiento "in situ" como es el peñón de Gibraltar, territorio británico reclamado por la corona española.

El paso de inmigrantes africanos que arriban a las costas españolas diariamente en condiciones extremas, hace que la zona sea de un interés social a nivel nacional y europeo.

DISEÑO Y REPRESENTACIÓN DEL PORTULANO

ELEMENTOS SIMBÓLICOS

En el agua, en el mar Mediterráneo, aparece una embarcación de un palo con dos alturas de velas y una baja delantera y aparece otra trasera plegada, con las características de una carabela. Esta se representa casi de proa como si se dirigiese a la entrada de Tetuán en África. Se adorna con una base de espuma y agua azul de mar.



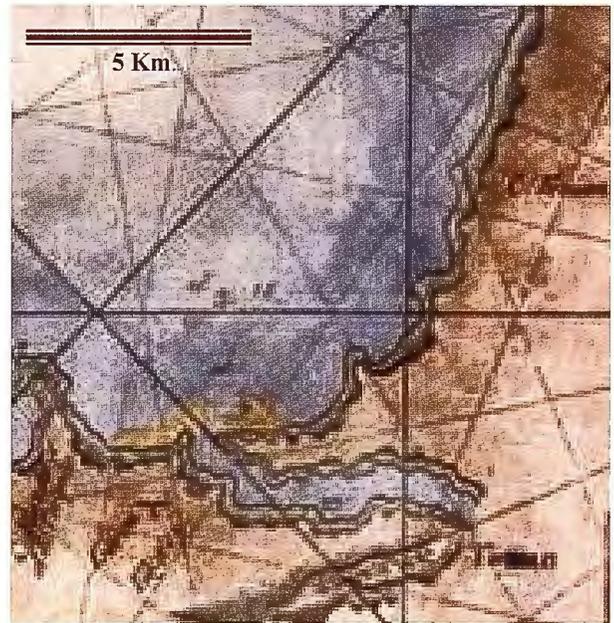
Incorpora el autor un dibujo que simboliza el mito de Hércules en la lucha con los bueyes o toros rojos de Gerión. Incluye el dibujante un cordero muerto colgado de una rama del árbol que recuerda el vellocino de oro.

ELEMENTOS NATURALES

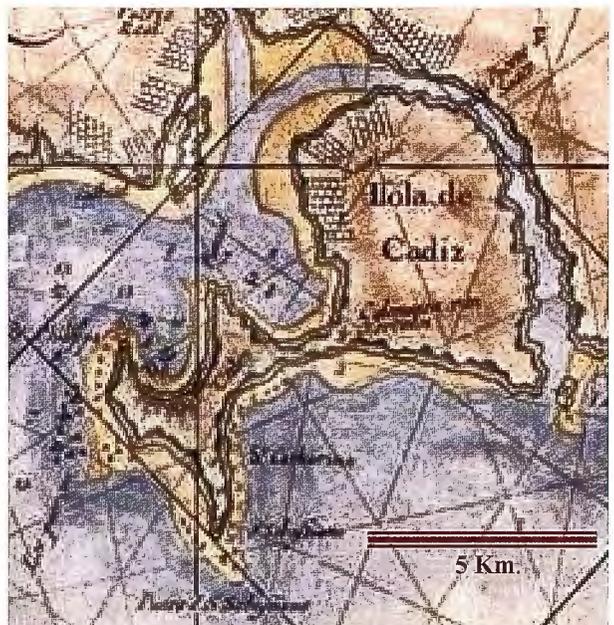
Los elementos naturales predominantes, como en todo portulano, son los que se encuentran en la costa.

La línea de costa está muy definida y observamos dos tipos según represente costa rocosa o playa. En el primer caso utiliza doble o triple línea sombreando la franja entre ellas para simular la costa acantilada. En el segundo caso utiliza una tenue línea fina sombreada a puntitos y con fondo amarillo característico de las arenas del golfo de Cádiz.

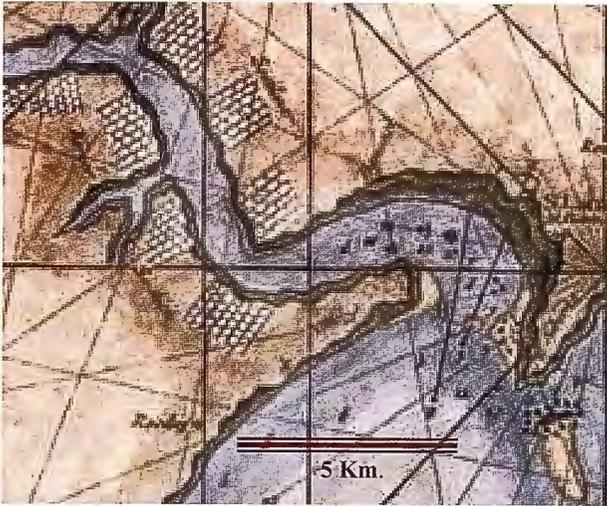
En el portulano se indica con cierta precisión la escala, las lenguas de arenas (bajos) que pueden ser peligrosas para la navegación costera y que probablemente se sumergían y emergían con las subidas y bajadas de las considerables mareas de la zona, al menos por la parte atlántica.



Detalle de costa con entrante



La Isla de Cádiz



Salinas en la entrada del río Guadalquivir



Playa en Larache

ELEMENTOS HUMANOS

Aparecen pocas construcciones humanas a simple vista pero observando detenidamente se detectan varias.

En Ceuta (Seuta en el mapa) se aprecia un dique de construcción sobre un bancal de arena que, junto con otro natural, constituye una dársena que refugia a los navíos del viento y del oleaje.

Aparecen por esta zona también, dibujos de construcciones que, por la forma, pudieran ser torres vigías como las existentes en la costa onubense. En Tánger aparece otra en forma de T que protege su zona.

En Málaga se distingue su puerto.

En Cádiz aparece perfectamente el único puente de acceso a la "Isola de Cádiz". Se aprecian bien las construcciones y las columnas de Hércules "Colommen van Hércules". En Jerez (Xeres) y en El Puerto de Santa María aparecen construcciones y torres. La construcción humana más visible son las amplias salinas distribuidas por todas las costas del gofo de Cádiz que bañan las aguas del océano Atlántico.

TOPONIMIA

La carta está escrita en español y holandés con errores, y rotulada en romanilla e itálica. La mayoría de los topónimos son legibles e identificables. Por la parte europea se puede leer lugares como: Velez Málaga, Besimeliana, Málaga, C. de Málaga, Fangerola, Marbella, Estepona, Gibraltar, Out Gibraltar, C. Cabrita, Swuarte clip, Tariffa, I. de Tariffa, Chiclana, C Trafalgar, Conil, I. de S. Pedro, Pto. S. María, Soutlant. Columen van Hercules, Sta. Catarina, S. Sebastiano, Punta de S. Sebastiano, Puerto Real, Guadaleta, S. Catrine Capel, Rota, S. Lucar de Barrameda, Sibiona y Bonanel.

Y por la parte africana:

Larache, Hoye boom, Arzila, Cabo Espartel, Tánger, C. Malabata, Scheminkel berg, Seuta, Tetuan, Riffi, Targa y Peñon de Vélez. Los colores predominantes son el siena de la tierra y el azul del agua; además del sombreado de grises para las costas; amarillo para las playas y rojo y violeta para los trajes de los personajes. El negro se usa para la toponimia y rótulos además de utilizarse para el toro.



Fondeadero



Profundidades



Pecio

Detalles de la carta

ANÁLISIS DE LA IMAGEN SATELITAL

Se aprecia los principales accidentes geográficos. Por la península Ibérica destacan los ríos Guadalquivir, Guadarranque, Guadacorte y Barbate; las sierras del sur de los sistemas Béticos tales como las sierras de La Palma, El Algarrobo y Salaviciosa. En la Bahía de Algeciras destacan las puntas de San García y Del Carnero, el Peñón de Gibraltar y Punta Europa. Destaca el saliente más meridional de la Península Ibérica, la Punta de Tarifa. Encontramos diversos elementos antrópicos. Al aumentar la imagen se observan poblaciones, puertos de mar, un aeropuerto, carreteras y construcciones en general.

Por la parte española aparece de oeste a este, todos los pueblos de la zona, destacando por superficie, La Línea de la Concepción, Gibraltar, Algeciras. Tarifa y Barbate.

Se aprecia con claridad todos los diques, muelles y plataformas en la Bahía de Algeciras y algunas avenidas principales de esta ciudad, además del primer tramo de carretera Algeciras-Tarifa. Destacan diversos embalses y la carretera Tarifa-Veger de la Frontera y los campos de cultivo y círculos de regadío.



Detalles de construcciones humanas

Resumen de las formas.

Es evidente la falta de correspondencia de las formas geográficas en la mayoría de la extensión del territorio analizado. Ambos mapas presentan una general falta de similitudes.- Cuando se les ajusta por un lado, se desajustan por otro.

Llama la atención la falta de homogeneidad en la escala del portulano.

Cuando, además del detalle del tamaño del territorio africano (el doble), en la imagen del satélite no se incluye Cádiz y en cambio en el portulano aparece tierra adentro a 20 Km. del mar y a más de 50 de su situación real.

CONCLUSIÓN

En el portulano no se han representado todas las poblaciones de la costa, aunque sí las más importantes, a excepción de Barbate junto al cabo de Trafalgar; en su lugar aparece el signo convencional de fondeadero.

Tampoco aparece ni La Línea ni Algeciras. Siguiendo la costa hacia levante están las ciudades principales, incluso C. de Málaga (¿Cabo?) que se corresponde localmente con la actual Torremolinos.

Entre Málaga y Vélez Málaga aparece rotulado un nombre (Besmelia...?) que se corresponde con la torre de Benagalbón.

El hecho de que no aparezcan poblaciones en el portulano no significa que no existiesen en 1695, ya que este documento presta su atención en la toponimia costera o de puertos.

La línea de costa a pequeña escala en el portulano puede considerarse correcta a efectos de navegación y localización de lugares con gran dificultad en accidentes costeros, pero a gran escala se observa distorsiones en giros y superficies que padece el portulano.

Por intentar dar un valor numérico (de 0 a 10) a los documentos, analizamos las siguientes características para cuantificarlas.

Estos valores son estimaciones basadas en las observaciones apreciadas en la investigación y en las características técnicas de los mapas.

- Fiabilidad de realización.

Se ha estimado la forma en la que se confeccionan o confeccionaron los documentos en cuanto a la formación y cualificación de los intervinientes como informadores, rotuladores, dibujantes, técnicos en infografía y expertos en CAD.

Así como los materiales y herramientas para la realización, como el papel del soporte, las tintas, los instrumentos de delineación. También se ha tenido en cuenta las diferentes precisiones en la adquisición de datos según el instrumental empleado; el actual con todo el equipo de sensores remotos y software, y el anterior antiguo con su instrumental y métodos de la época.

- Legibilidad.

La claridad de lectura en el portulano es alta, y en la imagen Landsat, que aunque también es clara, no aparece lógicamente ningún tipo de topónimo ni leyenda esclarecedora

Hemos supuesto que esta característica es importante para conocer el valor de cada documento.

El uso del mapa en 1695, en marinería, era propio del patrón y marineros ayudantes. La cualificación del patrón no tenía que ser necesariamente alta, (bastaría seguir un rumbo trazado en el plano), exceptuando mandos militares que obtienen una más completa formación.

- Eficacia para su uso.

El nivel de eficacia del portulano, sin ser óptimo, pensamos que tampoco es ineficaz, al poderse navegar con él y llegar al destino deseado con más o menos complicación.

Aparte de las bondades o maldades de los documentos, se estima aquí el posible uso de cada uno de ellos.

En el caso del portulano es una suposición por no tener datos de la cantidad de personas que lo usaron.

Suponiendo que se utilizara como documento de abordaje y siendo único el documento (sin copias), el número de personas que lo utilizaron no debió ser grande aunque se utilizara durante muchos años.

Después de analizar las características del portulano y la imagen satelital se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El portulano, sin ser un documento medieval arrastra la tradición cartográfica medieval que se preocupaba sobre elementos simbólicos y de llamar la atención de la mitología, aunque las costas no se representan fielmente al 100%.

Un aspecto no medido, pero no por ello menos importante es el aspecto romántico del mapa, su estructura, su colorido, su belleza su tamaño. Ello lo hace una pieza preciosa y admirada la cual está custodiada en los archivos del Instituto Geográfico Nacional en Madrid.

Aunque la coincidencia gráfica entre la imagen del satélite y el portulano no existe, sin embargo, las formas de las costas se asemejan mucho.

La marcación de un rumbo sobre la imagen Landsat difiere hasta en 30 grados con el portulano. El ángulo Cádiz - Cabo Espartel - Punta de Europa es de 90° aproximadamente, y el mismo en el portulano, no llega a 30°, por lo que un barco que parta del Cabo Espartel, utilizando la referencia de Punta Europa y trazando el rumbo de 30°, en vez de llegar a Cádiz, se encontraría en Barbate y antes de tiempo.

Estos errores son inadmisibles para los usos cartográficos actuales, sin embargo, el portulano constituyó un elemento primordial para la navegación costera, y fue un instrumento de vital importancia para la navegación de cabotaje.

PELIGRO POR INUNDACIONES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE II FRENTE. SANTIAGO DE CUBA. CUBA.

MSc. Sandra Rosabal Domínguez, MSc. Madelín Villalón Semanat, MSc. Zulima Rivera Álvarez.
Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAIIS).

RESUMEN.

Se realiza un análisis de los principales factores que intervienen en la intensificación de las inundaciones de la cabecera municipal de II Frente, tales como: las características físicas de la cuenca, la topografía, la superficie drenada, el análisis de la red fluvial, la densidad y naturaleza de la cubierta vegetal y el uso del suelo.

Se emplea el método histórico-paleohidrológico, para reconstruir la extensión cubierta o la cota alcanzada por las aguas, durante la crecida desencadenada por el huracán IKE, 2008. Y con ayuda de un GIS se obtiene el mapa de inundaciones de Mayarí.

Palabras Claves: Inundaciones, GIS.

1. INTRODUCCION.

Las inundaciones se definen como el flujo de agua relativamente alto que sobrepasa el cauce natural originado por el escurrimiento.

Los problemas de inundaciones se cuentan entre los peligros naturales más destructivos de nuestro planeta, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y los bienes materiales de la población. Estas son consideradas como el riesgo natural de mayor impacto social y económico.

Mayarí es la cabecera municipal del municipio II Frente, esta localidad ha sido afectada, en múltiples ocasiones por el paso de fenómenos hidrometeorológicos, trayendo como consecuencias inundaciones fluviales.

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El municipio II Frente, se ubica en la región (ver Figura 1) oriental de Cuba, en el extremo noreste de la provincia Santiago de Cuba. Las coordenadas geográficas del municipio son:

Latitud Norte: 20.301 – 20.546

Longitud Oeste: 75.678 - 75.376

3. METODOLOGIA.

Para realizar el análisis de los factores de intensificación o atenuación de las inundaciones de Mayarí, II Frente, fue necesario delimitar con ayuda de GIS, la cuenca del río Mayarí, elaborar el modelo digital de elevaciones a escala 1: 100 000 y determinar la jerarquización de la red fluvial y por último con los resultados del inventario de campo, documentación histórica y testimonios orales y audiovisuales, se aplica el método histórico-paleohidrológico y se obtiene con el GIS ILWIS 3.3 el mapa de Inundación de Mayarí.

El método histórico-paleohidrológicos, se basa en marcas sobre elementos artificiales (edificaciones, vías de comunicación, obras públicas, etc), documentación histórica (manuscritos e impresos de archivos, bibliotecas y hemerotecas) y testimonios (orales o audiovisuales), para reconstruir la extensión cubierta o la cota alcanzada por las aguas, durante una crecida desencadenada en el período histórico. Una aplicación simple de esta metodología consiste en suponer que si el agua alguna vez ha alcanzado ciertos niveles, puede alcanzarlos también en un futuro no muy lejano, determinando esta zona como de crecida histórica.

Se delimitó la cuenca del río Mayarí (ver Figura 2) y su extensión cubierta dentro del municipio II Frente, esta parte de la cuenca equivale a 389,95 km². El río Mayarí tiene su nacimiento en la zona montañosa del norte del municipio, donde los ríos, arroyos y afluentes, tienen mayor intensidad de erosión y socavación todos ubicados en el curso superior.

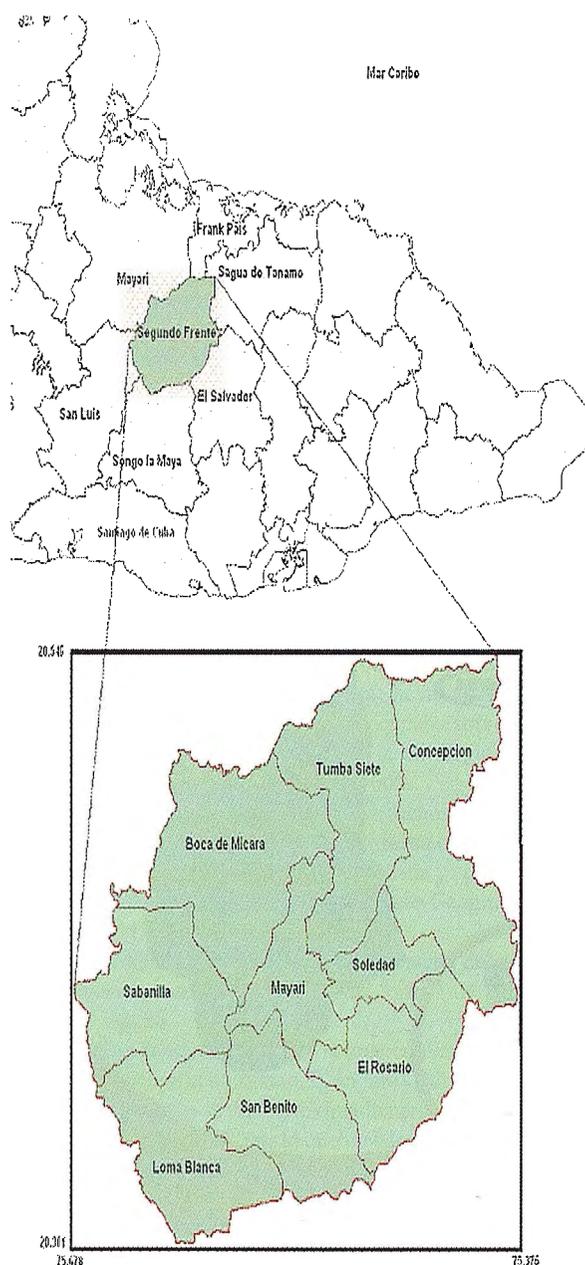


Figura 1. Ubicación geográfica de la cabecera municipal de II Frente. Santiago de Cuba. Cuba.

El relieve, que caracteriza el área seleccionada es variado hacia el norte es montañoso, se encuentran las elevaciones Pico Cristal y Loma Los Gallegos, con alturas de 1240.7 m y 949.0 m, las pendientes en esta área son mayores de los 30°; hacia el sur aparece un relieve de submontañas o montañas pequeñas, las pendientes son fuertemente inclinadas con valores de pendiente entre los 20 - 40°, al sur se encuentra un escarpe que se refleja muy bien en los mapas topográficos, en esta categoría de clasificación del relieve se ubican las colinas montañosas, en estas zonas las pendientes toman valores 20-30°. Al centro del municipio el relieve es llano con ondulaciones, los valores de pendiente oscilan en el rango de 0-10° (ver Figura 3). La erosión, el arrastre de materiales y la escorrentía son procesos que se manifiestan con mayor intensidad en las zonas montañosas, y sus efectos se reflejan en las zonas de menor pendiente o zonas llanas.

Se realizó la jerarquización del río Mayarí, encontrándose un 7mo orden en el área analizada, las inundaciones ocurren el tramo de 6to orden, en estos tramos del río Mayarí predomina el proceso de acumulación y sedimentación, no existe erosión intensa, solo en épocas de lluvias intensas. (ver Figura 4). La cobertura vegetal es pobre producto de la urbanización de la cabecera municipal Mayarí.

El uso del suelo en esta área esta dedicado fundamentalmente a la urbanización. Los procesos de impermeabilización del terreno disminuyen la infiltración y por lo tanto incrementan el volumen de agua acumulada y la duración de la inundación. Se realiza el análisis de la inundación ocurrida durante el año 2008, muchos de estos elementos o factores, constituyen variables de poca transformación, como es el caso de la topografía y la geomorfología. Estos factores han incidido en la intensificación de la inundación de la cabecera municipal Mayarí, desempeñando un papel importante el relieve montañoso ubicado al norte, ocurriendo la inundación en el centro del municipio, en el tramo de 6to orden de la red fluvial. Por otro lado la urbanización de la cabecera municipal contribuye y acelera el mal drenaje del área. Influyen también la densidad y desarrollo de la red hidrográfica. La existencia de innumerables (ver Figura 5) presas y micro presas en las cercanías de la zona urbanizada, estos embalses pueden influir en el incremento de la inundación en temporadas lluviosas, al aumentar la recarga del agua subterránea, elevar el nivel de la capa freática y hasta inducir la descarga de aguas subterráneas hacia canales adyacentes, modificando los volúmenes de descarga de los ríos.

4. CONCLUSIONES.

1. Se propone una zonación preliminar del peligro por inundación de la cabecera municipal y se proponen tres áreas de peligro: Severa, Moderada y Ligera).

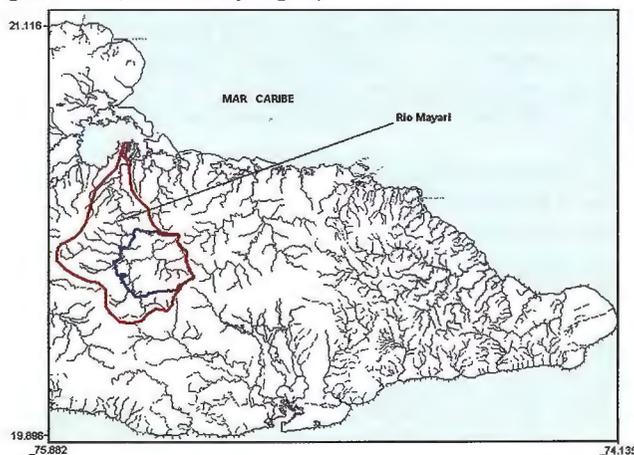


Figura 2. Límites de la cuenca (línea roja) hidrográfica del río Mayarí. (Línea azul gruesa área de la cuenca analizada), municipio II Frente en la región oriental de Cuba.

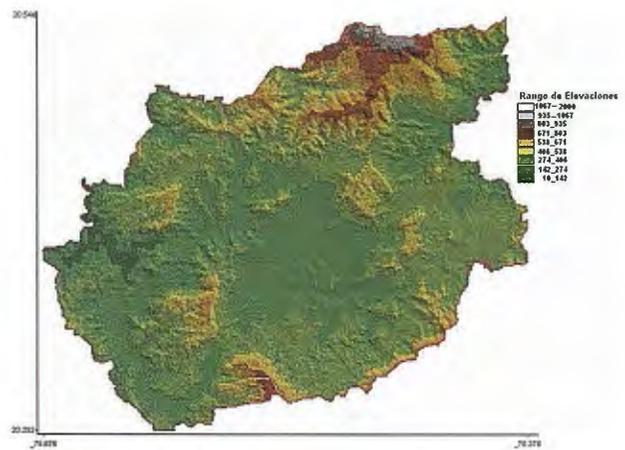


Figura 3. Modelo digital de elevaciones del municipio II Frente, Santiago de Cuba, Cuba.

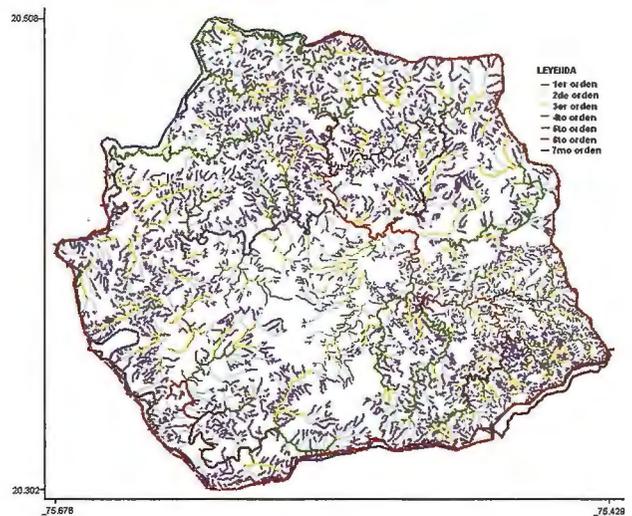


Figura 4. Jerarquización de la red hidrográfica del municipio II Frente.

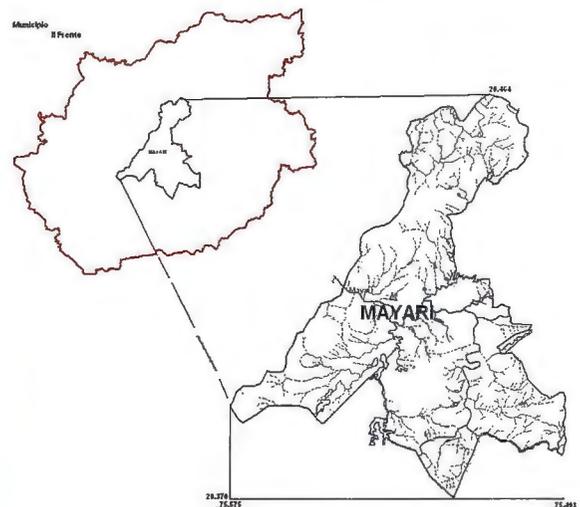


Figura 5. Vista general de la cabecera municipal Mayarí atravesado por el río Mayarí y la red del drenaje, presas y micropresas.

5. BIBLIOGRAFÍA.

Díez Herrero, A., (2002a): Condicionantes geomorfológicos de las avenidas y cálculo de caudales y calados. En: Riesgos Naturales (Ayala-Carcedo, F.J. y Olcina Cantos, J., coords.). Editorial Ariel, Barcelona, 921-952.
 Díez Herrero, A., (2002b): Aplicaciones de los sistemas de información geográfica al análisis del riesgo de inundaciones fluviales. En: Los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión de los Riesgos Geológicos y el Medio Ambiente (Lain Huerfía, L., ed.). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 85-112.

NAVTABLE: UNA APLICACIÓN PARA LA GESTIÓN DE REGISTROS EN GVSIG

NAVTABLE: AN APPLICATION TO MANAGE RECORDS INGVSIG

Varela García, Fco. Alberto
Varela García, Juan Ignacio
Sanxiao Roca, Pablo José
Estévez Valiñas, Javier
CartoLab, Laboratorio de Ingeniería Cartográfica. UDC.

RESUMEN

En la mayoría de los Sistemas de Información Geográfica de propósito general, se usan tablas con filas y columnas para acceder a los datos alfanuméricos asociados a elementos geográficos. Los valores de cada elemento se representan en una fila, separando por columnas sus atributos. En este tipo de tablas, cuando existe una gran cantidad de información, tanto en número de elementos como de campos asociados, las operaciones de lectura y edición pueden resultar incómodas para los usuarios. Además, en ciertas tareas SIG como, por ejemplo, la revisión de inventarios de elementos territoriales se debe tener en cuenta la componente espacial de los elementos, por lo que poder trabajar conjuntamente con la geometría asociada a los registros resulta de gran ayuda. Para responder a esta problemática, el Laboratorio de Ingeniería Cartográfica (CartoLab) de la Universidade da Coruña ha creado la extensión NavTable para gvSIG, que permite el acceso a los datos registro a registro mediante una tabla dispuesta en sentido vertical.

PALABRAS CLAVE

NavTable, gvSIG, base de datos alfanumérica, sistemas de información geográfica, software libre.

ABSTRACT

Most of the general purpose Geographic Information Systems, use tables with rows and columns to access the alphanumeric data associated to geographic elements. Values of each element are represented in a row, separating the attributes by columns. In this kind of tables, when there is a lot of information in both cases number of elements as well as associate fields, the reading and edition operations can be awkward. Besides, certain tasks as, for example, the revision of territorial elements inventories must take into account the spatial component of the elements therefore can work with the geometry associate to the records, at the same time, it is very useful. To resolve this problematic, the Cartographic Engineering Laboratory (CartoLab) of the University of A Coruña has developed a new extension to gvSIG, NavTable, that allows the access to the data record by record by means of a table in vertical way.

KEYWORDS

NavTable, gvSIG, alphanumeric database, geographic information system, free software.

1. INTRODUCCIÓN

Muchos de los proyectos o tareas que utilizan Tecnologías de la Información Geográfica necesitan manejar grandes cantidades de información alfanumérica asociada a los datos geográficos. Sin embargo los sistemas actuales, aunque cuentan con herramientas para la consulta de esta información, no son lo suficientemente

ágiles en la gestión, consulta y/o modificación de los registros. Para cubrir esta carencia desde CartoLab (<http://www.cartolab.es>), Laboratorio de Ingeniería Cartográfica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Coruña, hemos desarrollado NavTable (<http://navtable.forge.osor.eu>), una nueva extensión para gvSIG (<http://www.gvsig.org>) que ofrece una alternativa diferente a la visualización de la información alfanumérica asociada a los elementos geoespaciales.

NavTable permite la visualización de los registros de las capas vectoriales de forma ágil y cómoda para el usuario. La principal novedad que aporta, dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la navegación a través de los elementos de una capa de información visualizando los atributos de únicamente un registro de manera individualizada en una tabla vertical, y consiguiendo la máxima potencia de navegación por todos los registros, favoreciendo las tareas de edición, localización sobre el mapa y gestión general de los datos de esa capa.

NavTable ha sido diseñada para poder adaptarse fácilmente a nuevas exigencias de proyectos SIG convirtiendo la parte central de la ventana en un elemento altamente personalizable en donde insertar diferentes configuraciones y tipos de formulario. Ofrece la posibilidad de edición de los valores alfanuméricos tanto en formatos ESRI Shapefiles como en bases de datos geográficas, donde ha sido probado sobre una base de datos PostgreSQL (<http://www.postgresql.org>) + PostGIS (<http://postgis.refractor.net>).

NavTable se creó con el fin de mejorar la experiencia de los usuarios de SIG cuando se manejan grandes cantidades de datos alfanuméricos tanto en número de elementos, como de atributos asociados a los mismos. Esto resulta especialmente útil en trabajos repetitivos de consulta y edición de grandes volúmenes de información geográfica, en trabajos de auditoría e inventariado y en cualquier tarea que requiera la revisión sistemática de los datos.

La visualización de elementos de manera individual, combinado con la posibilidad de navegar directamente sobre el elemento geográfico desde la misma ventana, pudiendo hacer zooms, selecciones, etc., supone una evolución en cuanto a la operatividad de los SIG, y facilita de manera notable la labor de análisis.

NavTable fue liberado en mayo de 2009 bajo licencia GPL en la forja de OSOR siguiendo metodologías y herramientas propias del Software Libre. Desde el primer momento ha tenido una magnífica acogida por parte de la comunidad de gvSIG, por lo que tras las Jornadas Internacionales de gvSIG en diciembre de 2009, se anunció que NavTable sería un proyecto oficial dentro de gvSIG.

2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

NavTable cuenta con un diseño interno modular, lo que permite programar nuevas formas de ver los datos alfanuméricos, manteniendo las funcionalidades y características generales de navegación de NavTable.

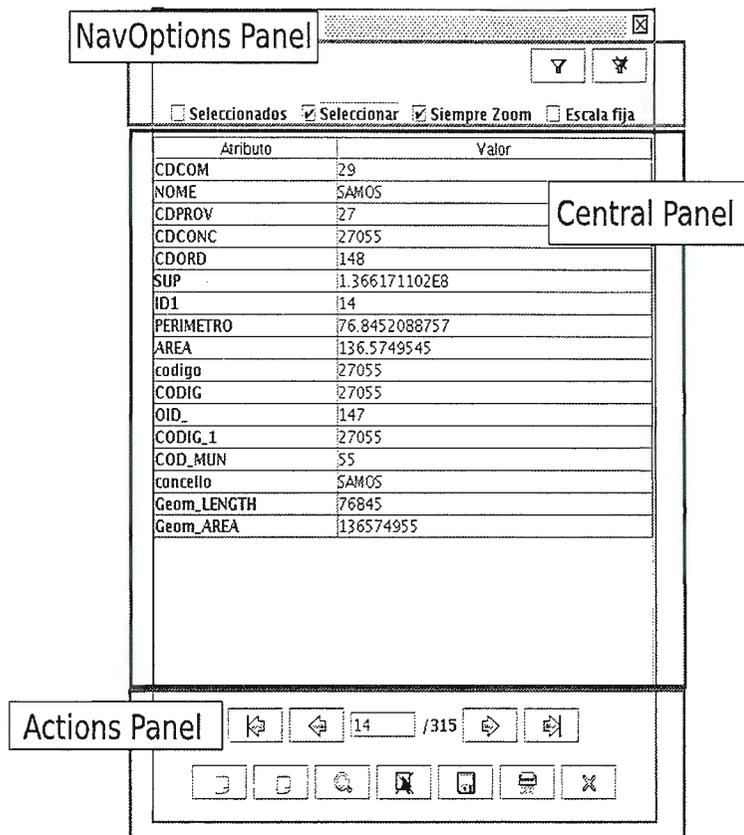


FIGURA 1: Diseño de la interfaz

La parte central de la interfaz es fácilmente adaptable, lo que permite crear formularios personalizados, más complejos y con características avanzadas para visualizar, editar e incluso procesar los datos, aun cuando no tengan asociados elementos gráficos.

El acceso a los datos, permite de forma transparente para el usuario, la edición y modificación de los mismos sobre la capa que se quiere actualizar modificando los valores al pulsar el botón guardar en la interfaz de NavTable o al cambiar de registro. La capa no tiene que estar en modo de edición, de esta forma, se reducen las tareas que debe realizar el usuario facilitando la actualización de los datos.

Algunas de las principales características de NavTable son:

- Visualización de datos de capas vectoriales en registros individualizados y en sentido vertical
- Edición de los valores alfanuméricos
- Acceso directo a registros contiguos, primero, último o cualquier otro
- Navegación usando filtros de selección
- Zoom manual y automático a los elementos
- Zoom a los elementos con escala fija
- Selección y deselección de elementos
- Copiado de los atributos de un registro seleccionado y/o del registro anterior
- Creación y eliminación de registros
- Cálculo automático de la longitud y área de la geometría
- Disponible en castellano, gallego, inglés, francés, alemán y portugués

Además se deben destacar las siguientes características avanzadas:

- **Uso de Alias:** la limitación impuesta por el formato DBF al no

permitir nombres de campos de más de 10 caracteres motivó el desarrollo del actual sistema de "alias" que posee NavTable. Los alias son textos sin límite de caracteres que sustituyen el nombre real del campo del DBF en la ventana de visualización de NavTable. Los alias mejoran mucho la comprensión y legibilidad de los atributos por parte de los usuarios.

• **Imagen de la cabecera:** se puede hacer una simple adaptación de esta herramienta de manera inmediata con una imagen a elección de usuario como fondo del "NavOptions Panel". Es tan simple como poner un archivo PNG con nombre navtable_header.png en la carpeta de NavTable en el directorio de extensiones de gvSIG.

3. DESARROLLOS

DERIVADOS

Como se ha indicado, es posible generar fácilmente versiones propias de NavTable, con nuevas interfaces para la introducción de datos con formatos más adaptados al proyecto en el que se trabaja. El diseño de NavTable facilita la creación de una nueva ventana con formularios propios aprovechando la mayoría de las principales funcionalidades de la herramienta. Esta posibilidad es especialmente útil no sólo para decidir cómo se van a mostrar los datos, sino que también por la posibilidad de incluir nuevas funcionalidades en la edición, como la validación de ciertas entradas o para evitar que un determinado campo pueda ser modificado. Además es posible añadir nuevos botones para ejecutar otras extensiones directamente desde NavTable, lo que da enorme flexibilidad y libertad a los usuarios para conseguir adaptar de forma sencilla esta extensión a sus necesidades.

NavTable ha sido utilizada en diferentes proyectos internos de Cartolab para crear formularios personalizados que aprovechen toda la potencia de navegación que esta aplicación ofrece. Un ejemplo es la personalización de NavTable que fue utilizada en el Plan de Saneamiento de Galicia 2008-2015, para crear un formulario propio en el que los usuarios introducían las características de los nuevos tramos de tubería digitalizados, pudiendo escoger valores de listados asociados a ciertos campos, sin necesidad de teclear los valores, reduciendo por tanto las posibilidades de errores humanos y consiguiendo información más consistente. Otro ejemplo lo encontramos dentro de un proyecto elaborado junto con Enxeñaría Sen Fronteiras Galicia en el marco del programa para la reducción de la vulnerabilidad en áreas empobrecidas en El Salvador, Honduras y Nicaragua, donde se han tuvieron que diseñar numerosos formularios sobre NavTable, con complejidad elevada, lo que obligó a trabajar varias pestañas, tablas incrustadas, etc.

NavTable puede ser usado también como interfaz para ejecutar otras aplicaciones. Se facilita la personalización para añadir botones de acceso a determinadas extensiones que aprovechen la potencia de navegación y selección de registros de NavTable. Como ejemplo, para el proyecto de Emisarios, enmarcado dentro del Plan de Control de Vertidos de Aguas de Galicia se añadió a NavTable un botón que permitía activar una nueva extensión, en este caso también desarrollada por Cartolab para ese proyecto, donde se unía cada elemento geográfico con una serie de documentación en diferentes formatos, fotos, informes en pdf, etc. Se aprovechó la sencillez de navegación de NavTable para localizar de forma rápida un elemento concreto y, mediante un nuevo botón incluido en el Panel de Acciones de NavTable, se permitía el acceso a todos los ficheros asociados al elemento visualizado. De igual forma se podría activar cualquier aplicación externa que se quiera asociar a un elemento del SIG.

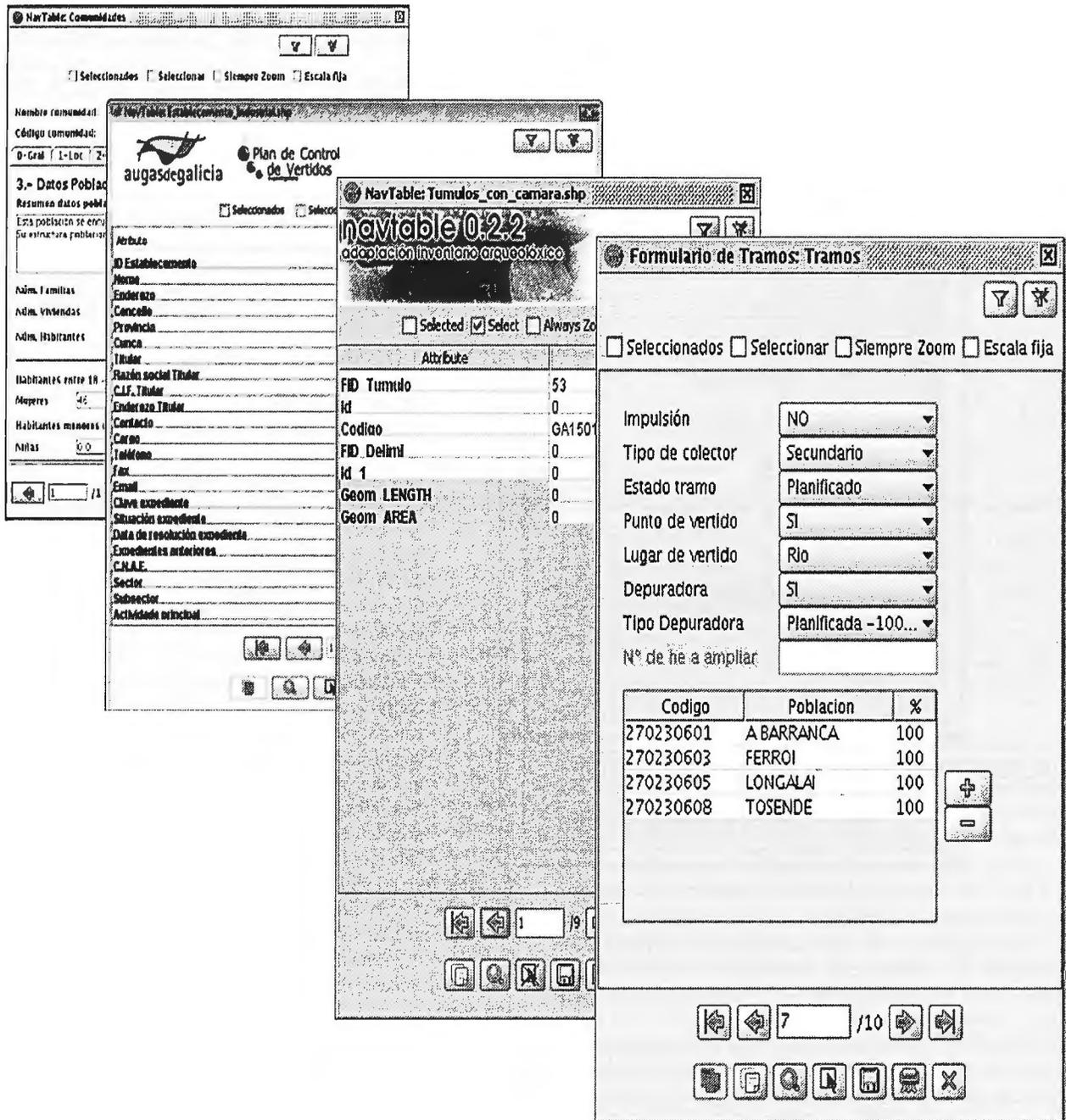


FIGURA 2: Ejemplos de formularios y personalizaciones de NavTable

4. SOFTWARE LIBRE Y COMUNIDAD

El éxito de los proyectos FLOSS (Free Libre Open Source Software) está basado en gran medida en la comunidad que se crea alrededor del mismo. En palabras de Eric Raymond “ningún desarrollador comercial sería capaz de reunir el talento que la comunidad de Linux es capaz de invertir en un problema”. La comunidad de desarrolladores que pueden participar en un proyecto FLOSS es potencialmente enorme y ninguna empresa podrá competir nunca en potencial humano con un proyecto de comunidad. Pero para que esto pueda llegar a suceder, es necesario poner los instrumentos adecuados, facilitando y fomentando la colaboración en el proyecto, lo cual no siempre es sencillo ni se logran los resultados deseados.

Desde la creación de NavTable se tuvo claro que podría ser de gran utilidad a la comunidad y que debía ser liberado bajo una licencia FLOSS, en este caso GPL3. Este es el primer paso para garantizar a todos los usuarios y posibles desarrolladores el uso de NavTable y su adaptación para sus casos de uso concretos. Implica además garantizar el acceso a diferentes recursos para lo

que se dio de alta el proyecto en la forja Europea OSOR, donde se encuentra la página web del proyecto, el código fuente, el manual de usuario y los ficheros de las diferentes versiones liberadas, así como una serie de herramientas orientadas a facilitar la comunicación y la colaboración entre los integrantes de la comunidad.

- Página web: es el punto de entrada al proyecto tanto para los usuarios como para los desarrolladores y es la que da la imagen al mismo. Además de la descripción del proyecto y los enlaces al resto de herramientas.

- Lista de correo: es el canal principal de comunicación en el proyecto. Se decidió canalizar este tipo de comunicación en la lista de correo del proyecto gvSIG al tratarse de una extensión del mismo.

- Sistema de Control de Versiones: favorece la colaboración entre los desarrolladores del proyecto y además permite a todo el mundo ver en que estado se encuentra el código en todo momento.

- Bug Tracking: permite a los desarrolladores saber en todo mo-

mento en que está trabajando cada uno, coordinarse y planear nuevas versiones decidiendo que mejoras se incluirán en cada una. Para los usuarios es un punto donde notificar todos los errores que encuentran en el programa y aportar ideas sobre nuevas funcionalidades.

Tratándose de una extensión para gvSIG se debe cuidar la integración con el proyecto mayor, para ello se creó una página con información sobre el proyecto dentro la página web de gvSIG.org. Con esto se pretende facilitar aún más el acceso a la herramienta a la comunidad de usuarios de gvSIG.

5. FUTURO

Desde que la primera versión de NavTable para gvSIG 1.1.x fue liberada en Mayo de 2009, se ha ido avanzando, corrigiendo errores y añadiendo nuevas funcionalidades, hasta la versión estable actual: NavTable 0.4.1, que además ha sido adaptada para funcionar con la versión actual de gvSIG 1.9. Paralelamente en el trunk del repositorio está el código de la futura versión 1.0 de NavTable, en donde se plantea reescribir la gran mayoría del código haciéndolo todavía más modular, separando la interfaz gráfica y la parte de acceso a datos. Además para esa versión 1.0 están previstas una serie de mejoras:

- Configurar el comportamiento a la hora de mostrar los datos: se podrán editar las opciones de qué campos mostrar, ocultar atributos con valores vacíos, etc.
- XML para guardar configuraciones, valores por defecto para algunos campos y chequeos básicos sobre los datos.
- Edición de geometrías: visualización y edición de las geometrías en formato de texto WKT para modificar coordenadas de puntos, tipo de geometría, etc...

También ya empezamos a pensar en la versión 2.0 donde se plantea:

- Modificación de la estructura de la tabla: añadir, eliminar y modificar atributos de la tabla, cambiar los tipos de datos, ordenarlos, etc.
- Búsquedas sobre los datos: mecanismo que permita realizar búsquedas lexicográficas sobre los datos desde NavTable.

6. CONCLUSIONES

NavTable se encuentra actualmente consolidado dentro de los 5 proyectos más descargado de la forja OSOR. El número de descargas de las diferentes versiones que se han ido liberando hasta el momento ha ido en aumento con cada una de ellas, y muchas de las mejoras y correcciones que incluyen son fruto de la colaboración y feedback por parte de la comunidad, lo que indica el interés por el proyecto y la aceptación del modelo de desarrollo FLOSS seguido en NavTable entre los usuarios.

Creemos que desarrollos como NavTable favorecen que proyectos de SIG libre como gvSIG sean cada vez más abiertos y potencien la participación de la comunidad para ayudar al fortalecimiento del software relacionado con las tecnologías de la información geográfica.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere expresar nuestro agradecimiento a la Universidad de Coruña, a la comunidad de gvSIG y a todas las personas que han colaborado en el desarrollo de NavTable, no sólo a través del desarrollo sino también con sugerencias, notificando errores, testeando, traduciendo, etc. En especial nos gustaría dar las gracias a Francisco Peñarubia por su inestimable ayuda, y a nuestros compañeros de CartoLab por su colaboración continua para comprobar su funcionamiento y proponer nuevas funcionalidades.

REFERENCIAS

• Raymond, E. (1997), La Catedral y el Bazar. <http://biblioweb.sindominio.net/telematica/catedral.html>

• Fogel, K. (2005) Producing Open Source Software. <http://producingoss.com/>

**VISITA NUESTRA
WEB**



**El Club de
los topógrafos**

**Hazte
Socio**

PODRAS DISPONER DE:

- Asesoramiento.
- Material Topográfico.
- Restitución.
- Batimetría.
- Etc.

**Mas Información en:
<http://www.taecclub.com/>**

¡¡ MUY INTERESANTE !!

IMPLANTACIÓN DE UN SIG LIBRE PARA LA GESTIÓN DE LA EIEL DE PONTEVEDRA: OPENGISEIEL

Varela García, Fco. Alberto, Varela García, Juan Ignacio, Martínez Crespo, Gonzalo
CartoLab, Laboratorio de Ingeniería Cartográfica. UDC. España
Marcote Carballo, Eugenio Diputación de Pontevedra. España

RESUMEN

La Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) es un inventario periódico demandado por el Ministerio de Política Territorial a las Diputaciones Provinciales, con el objetivo de analizar y valorar las necesidades de las entidades locales en cuanto a dotaciones de infraestructuras y equipamientos se refiere. Como parte de su apuesta por la mejora y la modernización de sus procesos de planificación y gestión de las infraestructuras territoriales, las Administraciones Públicas están comenzando a utilizar las Tecnologías de Información Geográfica y de Comunicación, y la EIEL es un ejemplo de esta afirmación. En este contexto, la Diputación de Pontevedra ha decidido comenzar a trabajar en la implantación un SIG corporativo y libre, basado principalmente en gvSIG, junto con desarrollos propios que faciliten las tareas necesarias en la gestión de la EIEL. Esta iniciativa no sólo mejora de forma sustancial el trabajo de los técnicos provinciales, si no que también permite presentar un conjunto de extensiones para gvSIG de alto interés para toda la comunidad de usuarios de SIG Libre, pudiendo usarse tanto de forma individual como agrupadas bajo la aplicación denominada openGisEIEL.

PALABRAS CLAVE: EIEL, SIG, Pontevedra, infraestructuras, equipamientos.

ABSTRACT

The Survey on Infrastructure and Local Facilities (EIEL) is a public inventory in demand of the Ministerio de Política Territorial to Provincial Councils. The objective of this survey is to analyze and to assess the needs of the local entities related to infrastructures and facilities allowances. Within of the bet to improve and modernize their planning process and territorial infrastructures management, the Public Administrations are beginning to use the Geographic and Communication Information Technologies, EIEL is an example of this. In this context, the Provincial Council of Pontevedra has decided to start to work in the deployment of a free and corporative GIS application, based on gvSIG mainly, in addition to own developments that make easier the necessary tasks in the EIEL management. This initiative not only improves the work of the provincial technicians, but also it makes possible to present a set of gvSIG extensions that they are very useful for the community of free GIS users. These extensions can be used individually or as a group making up the application openGisEIEL.

KEY WORDS: EIEL, GIS, Pontevedra, infrastructure, facilities

1. INTRODUCCIÓN

La Encuesta sobre Infraestructuras y Equipamiento Local (EIEL) es un instrumento creado en 1985 por el Ministerio de Administraciones Públicas, actualmente Ministerio de Política Territorial (MPT). La EIEL tiene como objetivo el análisis y valoración de las necesidades de dotaciones locales a efectos de la Cooperación Económica Local del Estado. La actualización y mantenimiento de la EIEL se efectúa cada año y de ello se encargan cada una de las Entidades Locales que en España participan en su

elaboración.

La información requerida en la EIEL puede dividirse en cuatro grandes bloques:

- Información general y equipamientos.
- Red viaria.
- Energía, comunicaciones y residuos sólidos urbanos (RSU).
- Sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua.

El uso de la Tecnología de la Información Geográfica en la EIEL tiene innumerables ventajas, entre las que destacamos la mejora el rendimiento en la toma de datos y tratamiento de los mismos; la incorporación del componente geográfico en toda la información recogida; la fácil reutilización de información geográfica proveniente de otros organismos; la elaboración de cartografías territoriales de una amplia variedad de temáticas; la facilidad para emplear los datos en otro tipo de proyectos de ingeniería, urbanismo, medio ambiente; etc.

Pero el empleo de SIG en la EIEL requiere un estudio detallado de los requisitos del software a implantar, puesto que presenta una serie de particularidades que hacen muy aconsejable el desarrollo de un aplicativo propio que se ajuste a las características y particularidades que se demandan. Por un lado, el MPT provee de un diseño de base de datos ya establecido, al que hay ajustarse. Es preciso digitalizar un enorme volumen de datos geográficos y alfanuméricos, lo que debe agilizarse al máximo para reducir en lo posible los costes, previendo además la participación de varios usuarios, con un alto grado de especialización, trabajando simultáneamente.

El Plan Estratégico Pontevedra 2010 señala el uso de SIG como herramienta básica en la elaboración de estrategias y políticas en la provincia. Esta estrategia de fondo implica el desarrollo y empleo de una herramienta potente a la vez que versátil, que permita su explotación en todos los departamentos provinciales que la necesiten. Dentro de esta línea estratégica, en enero de 2009 la empresa SIGNO S.L. en colaboración con CartoLab Laboratorio de Ingeniería Cartográfica de la Escuela de Ingeniería de Caminos de la Universidad de Coruña), fue adjudicataria del proyecto de la Diputación de Pontevedra para la elaboración de un sistema de gestión cartográfica de infraestructuras, recursos e información socioeconómica provincial. Este proyecto se contempla como un primer paso en la potenciación del SIG dentro de este organismo público. Por este motivo se planteó desde un inicio convertir la información contenida en la EIEL provincial en una Base de Datos Territorial integral (exportando a PostgreSQL + PostGIS todas información ya disponible en la Diputación, en su mayoría en formato ESRI Shapefile o CAD). Esta base de datos no sólo cumpliría con los requisitos del MPT, sino que se ampliaría a muchos más ámbitos (patrimonio, medio ambiente, transporte, etc.).

Aunque desde la Diputación de Pontevedra en un primer momento se creyó oportuno desarrollar este nuevo sistema de gestión basándose en el aplicativo gisEIEL, desarrollado sobre gvSIG por la Universidad de Coruña para la Diputación de Coruña

(proyecto en el que colaboró activamente Cartolab), a medida que se desarrollaba el trabajo se descartó la implantación de gisEIEL debido a diversos problemas técnicos y administrativos encontrados. Con el proyecto en marcha, se replanteó parte del objetivo inicial y se consideró más adecuado desarrollar un aplicativo nuevo aprovechando la experiencia del equipo adjudicatario.

El equipo de trabajo de Cartolab colabora en proyectos de la EIEL desde el año 2000, participando en todo el proceso de elaboración de la encuesta, desde el diseño de la base de datos hasta la toma de información y posterior digitalización, pasando por el desarrollo de aplicativos a medida, con una apuesta muy importante desde el primer momento por el uso de herramientas de información geográfica en todos los procesos.

2. METODOLOGÍA Y PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

El planteamiento inicial del proyecto se basaba en adaptar y mejorar gisEIEL, participando activamente en el desarrollo de este software y permitiendo a la Deputación de Pontevedra ser colaborador activo de la supuesta comunidad de gisEIEL. Sin embargo, desgraciadamente esta estrategia tuvo que ser modificada a lo largo del proyecto, debido entre otras razones a la falta de colaboración obtenida por los desarrolladores y responsables de gisEIEL, y a limitaciones y estrictas restricciones técnicas que obligaba este aplicativo.

Sin embargo, las dificultades encontradas se transformaron, gracias al apoyo de los técnicos de la Diputación de Pontevedra, en una mayor libertad para desarrollar nuevas funcionalidades en un aplicativo que gestionase de forma flexible la EIEL. Se observó que podía ser más interesante invertir esfuerzos en conseguir que un SIG libre ya existente se dotase de nuevas funciones, que además de servir para los trabajos de la EIEL, pudiesen resultar muy útiles para el amplio número de usuarios de ese programa.

Tras una análisis de las posibilidades se optó por trabajar sobre gvSIG, que es sabido se trata de un SIG promovido y financiado por la Generalitat Valenciana. Cuenta con herramientas de manejo, edición y creación de datos tanto vectoriales como ráster, en varios formatos tanto locales como remotos. Es un desarrollo libre, bajo licencia GPL 2 (General Public License), escrito en lenguaje de programación Java, y funciona en sistemas Microsoft Windows, GNU / Linux y Mac OS X. Utiliza librerías estándar de SIG reconocidas como Geotools o Java Topology Suite (JTS). También ofrece una serie de librerías propias que pueden ser utilizadas tanto en la programación de extensiones para el propio gvSIG como en desarrollos externos.

Esta nueva estrategia se basó en trabajar sobre algunas de las funcionalidades presentes en gisEIEL 1.0 (la única versión con código disponible durante el desarrollo de este proyecto) mejorándolas, ampliando sus capacidades y creando funcionalidades nuevas que se incorporarían como extensiones o módulos externos de gvSIG. Además se trabajó en la corporativización de todos los desarrollos creando un conjunto de herramientas que constituyen un gvSIG personalizado para el trabajo con la EIEL, y que denominamos openGisEIEL.

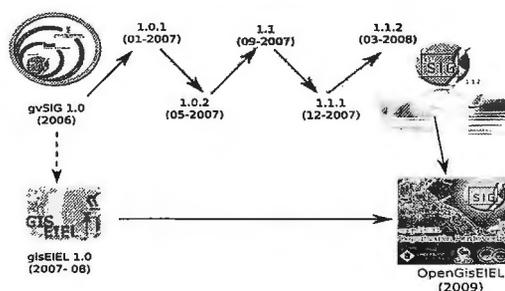


FIGURA 1: Proceso de evolución del desarrollo sobre gvSIG

3. DESARROLLOS

Las necesidades específicas de la EIEL en cuanto a software son cubiertas con el desarrollo de herramientas que se implementan como extensiones independientes para gvSIG, lo que permite empezar el desarrollo de las herramientas sobre la sólida base que proporciona un SIG de enorme aceptación, y facilita la incorporación de las novedades de gvSIG en sus siguientes versiones. En todos los desarrollos se ha intentado mantener la máxima compatibilidad y modularidad con gvSIG usando sus mecanismos de incorporar extensiones, insertando las opciones dentro de los diálogos propios de este software y cuidando la adecuación de los mismos al software de base. Describiremos a continuación las principales herramientas creadas para la EIEL de Pontevedra y que constituyen parte del armazón de openGisEIEL, y que individualizaremos en:

- Extensión de inicio de sesión
- OpenCADTools
- Formularios basados en NavTable
- Módulo de validaciones

Extensión de inicio de sesión

Para facilitar al usuario el inicio de sesión en la aplicación, se creo una interfaz específica en la que se carga una serie de capas temáticas agrupadas en diferentes mapas según las necesidades que tenga el operador. Se ha desarrollado una ventana de carga de mapa, en la que se muestran dos columnas de datos, la primera con los distintos mapas disponibles para seleccionar, y la segunda, donde se recogen los nombres de las capas correspondientes (definidas previamente por los administradores del sistema) dependiendo de qué se haya seleccionado en la columna anterior.

Para la elaboración de estos mapas, existe una tabla en la base de datos que especifica sus características, definiendo factores de capas tales como el orden de carga, la agrupación a la que pertenece si es el caso, el rango de escalas en la que es visible, etc. De igual forma se aplica este método para el mapa guía o localizador. La simbología que se aplica a las capas se puede definir en bloque para cada mapa, seleccionando una leyenda, de entre varias definidas previamente por el usuario, para lo que se crearon herramientas sobre gvSIG con las que guardar o cambiar todos los estilos del proyecto de forma rápida y sencilla.

OpenCADTools

Una buena parte del trabajo se basa en la digitalización de puntos, líneas y polígono. Es habitual la incorporación masiva de información a la encuesta, para lo que cual se requiere que el SIG tenga una buena capacidad para la edición de geometrías, con lo que fue preciso mejorar las funciones presentes en la extensión de CAD de gvSIG. Se mejoraron las herramientas existentes y se incorporaron nuevas funcionalidades recogidas bajo la extensión OpenCADTools, que puede descargarse libremente desde la Forja OSOR. Con estas nuevas utilidades, como la de seguimiento de una geometría existente en otra capa, el cazado o snapping, etc., la digitalización se puede efectuar con mayor precisión y rapidez, aprovechando no sólo la capa en edición, si no que el usuario también se puede apoyar en la información existente en el resto de las capas de la vista, especialmente útil, por ejemplo, cuando se dibuja un colector de una red de saneamiento siguiendo el trazado de una carretera.

Por su uso constante durante la digitalización de datos en la EIEL, también destacan las herramientas de redigitalizar y cortar, tanto polígonos como líneas, que permiten dividir y/o rectificar de forma ágil errores o cambios que se hayan podido cometer en las geometrías; así como las nuevas herramientas para insertar y eliminar vértices en líneas y polígonos. Además se han incorporado diferentes atajos mediante teclas específicas que aumentan la rapidez en las tareas de edición de geometrías. Es importante destacar también que se incluyó en todas las herramientas de

creación de nuevas geometrías, la posibilidad de abrir automáticamente NavTable (desarrollo propio del CartoLab para la gestión de datos alfanuméricos asociados a geometrías) al finalizar la digitalización, para introducir al momento los datos alfanuméricos correspondientes de la nueva entidad incorporada a la base de datos.

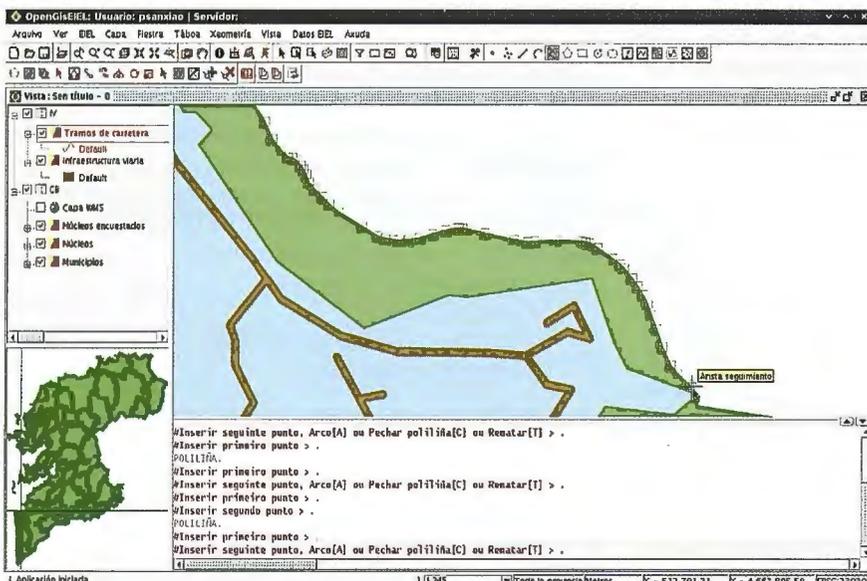


FIGURA 2 Ejemplo de digitalización con la extensión de CAD de OpenGisEIEL

Formularios basados en NavTable

En el caso particular del proyecto EIEL el volumen de información es tan elevado y diverso que el empleo de una herramienta de formularios se hace imprescindible. Los formularios están pensados para agilizar las operaciones de consulta, inserción y modificación de la información alfanumérica asociada a estas entidades geográficas, reduciendo además las posibilidades de cometer errores e incongruencias a la hora de introducir nuevos datos.

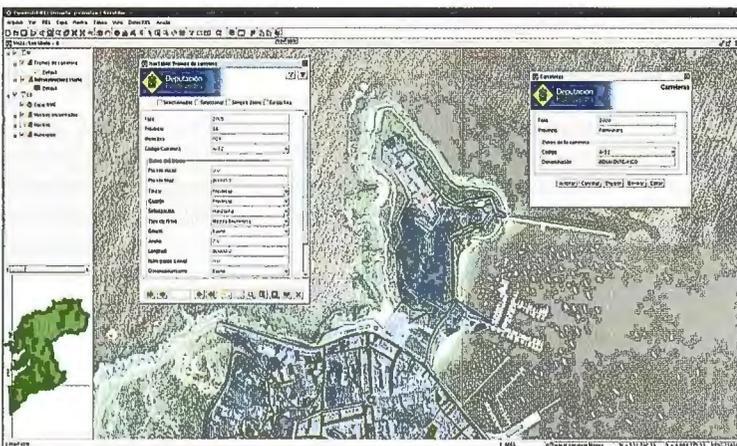


FIGURA 3: Personalización de formularios sobre NavTable

En openGisEIEL se ha optado por utilizar personalizaciones de NavTable, adaptando la parte central de la ventana al formulario específico de cada una de las decenas de capas de la EIEL. Así se pueden aprovechar las funcionalidades propias de esta extensión, tales como la navegación entre registros, o permitir al seleccionar elementos, o hacer zoom a ellos, favoreciendo que las tareas de comprobación sean más cómodas.

Módulo de validaciones

El Ministerio marca un conjunto de validaciones que deben superar los datos antes de su aceptación y entrega definitiva, basadas en consultas directas a la base de datos, y que afectan a la bondad de la información disponible. Por este motivo se incorpora a openGisEIEL un módulo que permite al usuario lanzar de

forma sencilla e inmediata todas las validaciones sobre la base de datos que desee, tanto las oficiales marcadas por el MPT como controles de calidad propios. Como resultado se devuelve un listado con todos los posibles conflictos existentes en la base de datos y que no cumplen con las validaciones marcadas. De esta forma se puede acceder rápidamente a los errores o problemas

detectados para determinar su causa y corregir o que se estime preciso. Este módulo es de gran utilidad para contrastar la calidad de la información existente y para garantizar una buena compatibilidad de los datos de la EIEL con los requerimientos marcados desde el Ministerio.

4. CONCLUSIONES

Todos estos desarrollos creados por Cartolab y agrupados bajo el programa openGisEIEL, cumplen con los requisitos del Ministerio de Política Territorial para la gestión de la EIEL, así como las necesidades de la propia Diputación de Pontevedra, aprovecha todas las funcionalidades de gvSIG y garantiza la creación de una amplia gama de nuevos desarrollos en futuras versiones. Al mismo tiempo, el enfoque

de desarrollo seguido, contribuye notoriamente a la comunidad de gvSIG proveyendo de interesantes funcionalidades que desde el primer momento están teniendo una gran acogida entre los usuarios.

En el desarrollo del presente proyecto de la EIEL de la Diputación de Pontevedra es importante destacar que la apuesta decidida de una administración pública por el Software Libre permite crear nuevas herramientas a la comunidad de usuarios, colaborando en hacer de los SIG libres aplicaciones cada vez más robustas, versátiles, potentes y completas.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere expresar nuestro agradecimiento a la Diputación de Pontevedra, a SIGNO S.L., a la Universidade da Coruña y a todas las personas que han colaborado en el desarrollo de openGisEIEL.

REFERENCIAS

- Varela García F. A. , Martínez Crespo G. , Díaz Grandío D. , Eiris Torres A. , Varela García J.I. , (2007). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la gestión de las infraestructuras territoriales mediante la Encuesta sobre Infraestructuras y Equipamiento Local (EIEL). V Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Sevilla.
- Gonzalez P.A., Lorenzo M. , Luaces M.R. , Trillo D. , Fariña V. , Lamas J.I. , Pérez-Urria I. , (2008). GisEIEL, la aplicación SIG de explotación de la EIEL

de A Coruña. Actas de las 4ª Jornadas Internacionales de gvSIG. Valencia.

http://downloads.gvsig.org/pub/events/gvSIG-Conference/4th-gvSIG-Conference/Articles/gisEIEL-la_aplicacion_SIG_explotacion_EIEL_A_Corunna.pdf

- Varela A. , Martínez G. , Varela J.I. , Eiris A. , (2009). Adaptación de SIG Libre para la mejora de rendimiento de tareas cartográficas, III Jornadas de SIG Libre. Girona.

<http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2009/uploads/Articulos/C27.pdf>

- J. I. Varela García, P. J. Sanxiao Roca, J. Estevez Valiñas, G. Martínez Crespo, F. A. Varela García. gvSIG en la EIEL de la Diputación de Pontevedra. 5ª Jornadas Internacionales de gvSIG. Valencia, 2009

Escenarios de peligro por la Intrusión Marina. Estudio de Caso: Subcuenca Artemisa Quivicán. La Habana. Cuba.

Autores: Lic Manuel Núñez Lafitte , Dr Manuel Fundora Granda , Dr Efrén Jaimez Salgado, Ing Cristina Escandón Arbolae, Ing Ismael González Metauten, Dr José Alcaide Orpí, Ing Betty Gutiérrez Pérez.

Institución: Departamento de geología ambiental, geofísica y riesgo, Instituto de Geofísica y Astronomía. CITMA

Resumen.

La intrusión marina es el proceso por el cual el agua de mar desplaza en un acuífero el agua dulce como consecuencia de una reducción sensible de la carga hidráulica. Tiene lugar en cuencas subterráneas abiertas.

En este trabajo se aborda el análisis del escenario que en el abasto de agua subterránea a la Ciudad de la Habana y Provincia Habana produciría la intrusión marina durante la ocurrencia de años secos y medio secos, simultaneados con las explotaciones del acuífero. Se calcula la longitud de la cuña de intrusión marina en función del espesor de agua dulce y la recarga efectiva. Se precisa el escenario de peligro por la intrusión marina bajo ciertas condiciones de contorno. Se utilizan herramientas del SIG para la confección de mapas.

Palabras Claves. Acuífero, cuña de intrusión marina, carga hidráulica, Escenario de Peligro

Abstract.

The sea water intrusion is the process for which the sea water displaces in an aquifer the sweet water as consequence of a sensitive reduction of the tropic hydraulic head, either for natural actions or for activity an antropic activities.

The sea water intrusion takes places mainly independently in the coastal aquifers to the predominant litology. In this work the analysis of the scenario is approached that in the supply of underground water to the city of Havana and Province Havana would produce The sea water intrusion during the occurrences of years dry ,whit high exploitation .

You cartography the scenario of danger that show the presage of the penetration expressed in longitude of the wedge of marine intrusion taking like contour conditions.

Key Words. Aquifer, Sea water intrusion, Hydraulic head, , Scenario of danger,

1. INTRODUCCIÓN. .

La intrusión marina se conoce como aquel proceso por el cual el agua de mar desplaza en un acuífero el agua dulce como consecuencia de una reducción sensible de la carga hidráulica, ya sea por acciones naturales o por actividades antrópicas, esta tiene lugar principalmente en los acuíferos costeros independientemente de la litología predominante.. (Barros, 1997), Molerio, 2002).

En la década de los años 70 del pasado siglo, se comienza a valorar el proceso de intrusión marina debido a la situación que experimento el tramo o subcuenca Artemisa-Quivicán, donde la intrusión marina penetró 14 km de la costa (Barros, 1997) en años muy críticos y 9km como promedio, debido a la intensa explotación de las aguas subterráneas para uso agrícola y de abasto a Ciudad de la Habana, surgiendo la necesidad de realizar determinadas acciones como la construcción del Dique Sur. (González, Feito, 1997), que tuvo como objetivo principal permitir la recarga de agua dulce a la subcuenca aumentando los recursos dinámicos y disminuir la intrusión marina. (Díaz, 1986, Núñez, 2005).

Otros trabajos sobre el tema de la intrusión salina y el manejo de los recursos hídricos son tratados por Hernández y LLanusá

(2001,2006).

En si los autores diagnostican la cuña de la intrusión marina para evaluar los escenarios de peligros para las probabilidades al 75% medio seco y al 95% seco en los recursos de agua disponible para la actividad socioeconómica en la subcuenca.

1.1. BREVE CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA.

LA subcuenca Artemisa-Quivicán ubicada en la parte central del extremo Sur de la provincia Habana pertenece a la denominada costera sur o cuenca sur, esta situada en las coordenadas Norte 316.912-348.095 y este 313.018-317.986 con una extensión superficial aproximada de 1041 km² (López,1992) en el que se encuentran los pueblos de Artemisa, Alquizar, San Antonio de los Baños, Güira de Melena, La Salud, El Gabriel, Quivicán entre otros, limita al Este con la cuenca subterráneas Batabanó, al Oeste con la Cuenca Corojal y Norte de Artemisa, al sur con el golfo de Batabanó, y al Norte con la Cuenca Ariguanabo y Mampostón (ver Figura 1).

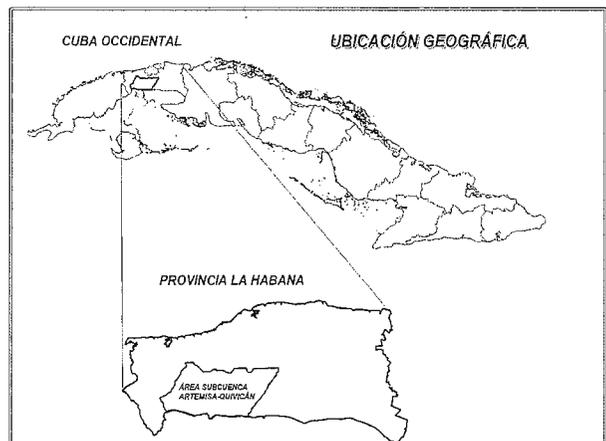


Figura 1.- Mapa de Localización de la subcuenca subterránea Artemisa - Quivicán

1.2. BREVE CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS, LITOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS DE LA SUBCUENCA ARTEMISA QUIVICÁN.

El valor medio de precipitación es de 1398mm anuales aunque se pueden presentar lluvias mas altas y bajas según el periodo lluvioso y el periodo seco, la litología predominante son calizas carsificadas de edad mioceno inferior a medio con espesor del acuífero mayor de 250 m y espesor saturado mayor de 50m. El acuífero es altamente productivo con caudales específicos mayor de 100 l/ s/ m, transmisividades entre 5000-50000 m²/d, coeficiente de almacenamiento de 0.16 las descargas del agua subterránea tiene componente sureste y suroeste. Los suelos son del tipo ferráltico que permiten la infiltración de la lluvia. Las extracciones promedios anuales de la subcuenca están en el orden de los 100000000-200000000 m³. La principal fuente de abasto lo constituye el Acueducto Cuenca Sur que abastece a Ciudad de La Habana Capital de La Provincia y extrae como promedio anual 90000000 m³. (Núñez 2005).

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. LOS MATERIALES UTILIZADOS SON:

• La hoja cartográfica Quivicán a escala 1:50 000, así como mapas y esquemas hidrológicos e hidrogeológicos a escala 1:100 000 y 1:250 000 de la subcuenca Artemisa-Quivicán., El mapa de evaluación de los recursos hídricos de las Cuencas Subterráneas Habaneras a escala 1: 250 000, Informes científicos técnicos e información estadística de variables hidrogeológicas e hidrológicas para diferentes años de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de la Provincia La Habana y de la Delegación de Recursos Hidráulicos Provincia La Habana.

2.2. LOS MÉTODOS UTILIZADOS RESUMIDOS SON:

Método de las probabilidades..

Este método se utiliza para determinar los años secos y medios secos se basa en el análisis estadístico de la serie de acumulados de las lluvias calculando el valor del 75% de la serie. Un año seco se establece cuando el valor de la lluvia anual es menor que la lluvia del 75% de probabilidad. Cálculo de la longitud de la cuña de intrusión marina en función de los espesores de agua dulce

$$L = \frac{b^2 K_D}{2q} * \frac{(\gamma_s - \gamma_d)}{\gamma_d} \text{ y longitud de la cuña de intrusión}$$

marina en función de la recarga por lluvia y se denota por $L = q_0 / w - \{q_0 / w_2 - B(B+1) K / Z_0 / w\}^{1/2}$ (Custodio, LLamas, 1972).

3. RESULTADOS. Y DISCUSIÓN.

3.1. LONGITUD DE LA CUÑA DE INTRUSIÓN MARINA EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DE AGUA DULCE.

Para el diagnóstico de la cuña de intrusión marina se tomaron como condiciones de contorno principales: los espesores de agua dulce, (h_0), como 1, 5, 10 y 20 m, la conductividad hidráulica de 250 m/día, el espesor del acuífero medio de 100 m y las densidades del agua dulce y salada constantes. En la tabla 1 se observa que con el espesor de 1 m la longitud de la cuña es superior a 15 000 m, a medida que aumenta el espesor de agua dulce hasta 20 m, la longitud de la cuña de la intrusión se reduce entre 500 y 1000 m.

Pozo	X	Y	h_0 (m)	L (m)	h_0 (m)	L (m)
K26 E 5,5	348850	329429	1	18 906	5	3 781
K26 W 7	348850	329420	1	17 578	5	3 515
Güiro Nuevo	344600	330800	1	13 437	5	2 687
Mallorquín	341700	330700	1	21 875	5	4 137
Guanimar	331440	324000	1	9 062	5	1 812
Güiro Marrero	358880	328850	1	17 968	5	3 593

Tabla 1. Longitud de la cuña de la Intrusión Marina, (L), en función del espesor de agua dulce, (h_0)

La longitud de la cuña de intrusión marina está en función directa del espesor de agua dulce, así los espesores de agua dulce de 1 y 5 m producen cuñas de intrusión de longitud mayores de 15000 m, estos son los casos de los pozos Mayorquín, Güiro Marrero y los pozos K26W7 y k26 E.5.5 de Cuenca Sur. En la figura 2 se muestra el mapa de escenarios de penetración de la cuña de intrusión marina para los espesores de agua dulce

de 5 y 1 m respectivamente. Esto alerta del peligro de contaminación salina en casi el 50% de la subcuenca al reducirse el espesor de agua dulce por el incremento de las extracciones.

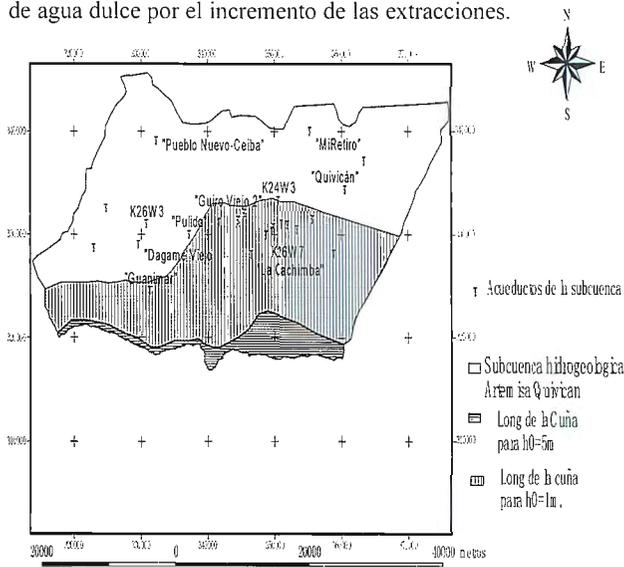


Figura 2.- Escenarios de peligro de contaminación por la Intrusión Marina (Longitud de la cuña para espesores de agua dulce $h_0 = 5$ m y $h_0 = 1$ m).

3.2. LONGITUD DE LA CUÑA DE INTRUSIÓN MARINA EN FUNCIÓN DE LA RECARGA EFECTIVA (W).

En el caso que nos ocupa se aplicó la expresión definida anteriormente considerando un acuífero libre y bajo las siguientes condiciones de contorno, $Z_0 = 50$ m, $KD = 250$ m/d, $D = 500$ m y en el caso de w es calculado por el GCBAS. (Grafico de control de balance da las aguas subterráneas).

En nuestro caso la w para la probabilidad del 75% es de 1.06m/ anual y para la w diario que es igual a 0.007m/d., para el 95% de probabilidad es de 0.43m anual para la w diario es igual a 0.001m La longitud de la cuña se calcula diariamente bajo la siguiente condición de contorno $q_0 = 0$, ya que no existe confiabilidad en la información de las extracciones.

La relación de acueductos tomados para el cálculo fueron La Cachimba, Guanimar, El Cajío, Mayorquín y Güiro Marrero. En el caso del Acueducto El Cajío se encuentra aproximadamente a 4km de la costa, y Guanimar aproximadamente a 5,8 Km.

En la tabla 2 se muestra la longitud de la cuña de intrusión en función de la recarga para dichas probabilidades.

NOTICIAS

Acueducto	K _D (m)	LLUVIA DE 1167MM		LLUVIA DE 1064MM	
		W(m/d)	L(m)	W(m/d)	L(m)
La Cachimba	250	0.007	2285	0.001	1600
Mayorquín	250	0.007	2285	0.001	1600
Guanímar,	250	0.007	2285	0.001	1600
El Cajío	250	0.007	2285	0.001	1600

Tabla 2.- Longitud de la cuña de intrusión en función de la recarga efectiva de la subcuenca Artemisa Quivicán.

Se determina Zo2 para las diferentes lluvias =2500m y B(1+B)=0.0256, la lluvia de 1167mm pertenece a la probabilidad del 75% y la lluvia de 1064mm pertenece a la probabilidad del 95%.

El límite de la Divisoria de las aguas subterráneas a la costa se fija en 500m.

Simbología.

L= Longitud de penetración de la cuña de intrusión marina en m
w= Recarga efectiva en m/d

KD= Conductividad hidráulica en m/d

Zo = Espesor saturado del acuífero en m

D = Límite de la Divisoria de las aguas subterráneas a la costa en km

q = Caudal por unidad de longitud de costa en m³ / Km

qo = Caudal inicial o total por unidad de longitud de costa en m³ / Km

B(1+B)=1/40(1+1/40)=0.0256

γ_d = Peso específico del agua dulce en gr/cm³ = 1.000 gr/cm³

γ_s = Peso específico del agua salada en gr/cm³ = 1.025 gr/cm³

4. CONCLUSIONES.

- Los espesores de agua dulce de 1 y 5 m producen cuñas de intrusión de longitud mayores de 15 000 m, lo que alerta del peligro de contaminación salina en casi el 50% de la subcuenca si hay reducción del espesor de agua dulce por el incremento de las extracciones y la recarga efectiva.
- La intrusión marina afectará la entrega del acueducto Cuenca Sur y de los otros acueductos que abastecen a la población, lo que representa 19% con respecto a la población total de la subcuenca.
- Los abastos a la población y a los cultivos para la probabilidad del 95% en cuanto al proceso de intrusión marina, puede impactar negativamente si se produce una recarga efectiva de 0.001m/d, en función de los espesores de agua dulce y con las extracciones actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Barros, O "Impacto del cambio climático en la dinámica de la intrusión marina", II Congreso Manejo Integral Gestión Ambiental, La Habana, Cuba, 1999
- Barros, O, Variabilidad de la intrusión salina en cuencas costeras cársicas de Cuba, Revista Voluntad Hidráulica 87-88,11-20,1997.
- Custodio, E, M Llamas, Hidrología subterránea, Tomo II, Volumen 2, Ediciones Omega, S.A Barcelona España, 1972
- Díaz, G. Evaluación de los efectos del dique sur sobre las condiciones acuíferas en la subcuenca Guira -Quivicán. Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana, instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Informe Científico. Técnico, 1986
- Hernández, A, H.,Llanusa. La intrusión salina y el manejo de los recursos hidráulicos en los acuíferos costeros (inérito), 2006
- Molerio L. Desviaciones en la estimación de las profundidades de la interfase agua dulce-agua salada en los acuíferos cársicos costeros, Rev. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Vol. XXIII (3),2002
- Núñez, M El dique sur de la provincia Habana. Una obra para recordar, Rev. Vol. Hidráulica (97), (57-59), 2005

ESRI ESPAÑA Y MICROSOFT IBÉRICA LLEGAN A UN ACUERDO PARA PROMOCIONAR APLICACIONES GIS WEB Y GIS AVANZADAS

La alianza implica el lanzamiento en el mercado español de soluciones GIS compatibles con el software y los sistemas operativos de Microsoft para administraciones y empresas

Madrid, 10 de febrero de 2010.- ESRI España, la empresa especializada en sistemas de información geográfica, y Microsoft Ibérica, han cerrado un acuerdo para ofrecer al mercado español soluciones GIS soportadas por la tecnología de ambas compañías que ayudan a las empresas privadas y públicas a mejorar su gestión.

El acuerdo supone adaptar a la realidad del mercado español la colaboración que ya venía produciéndose entre las dos compañías a nivel mundial desde hace unos años.

En el marco de esta nueva colaboración, Microsoft Ibérica adquiere como partner el nivel de "Alianza Estratégica de ESRI España", lo que se traduce en la promoción conjunta de aplicaciones web y avanzadas para clientes ubicados tanto en la esfera de las administraciones públicas como en el ámbito privado.

Por su parte, ESRI España, Partner ISV de Microsoft Ibérica, entra a formar parte de un grupo selecto de empresas expertas en TIC con las que Microsoft colabora activamente para poner a disposición del mercado soluciones e iniciativas estratégicas para sus clientes.

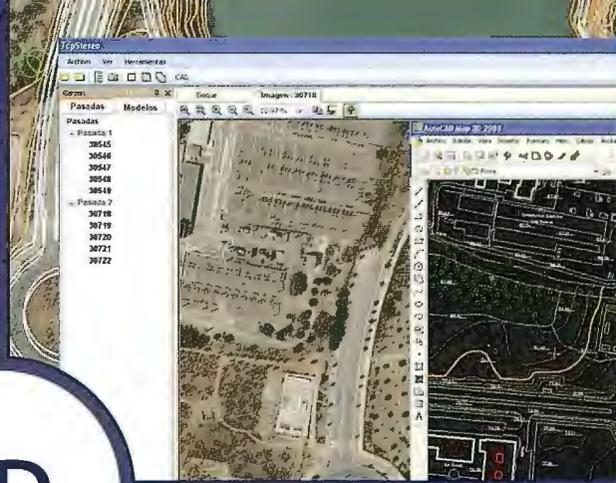
La colaboración a nivel mundial de ESRI con Microsoft se consolida gracias a la integración certificada de las principales herramientas de ESRI y la tecnología Microsoft, y en particular de ArcGIS Server con Windows Server, SQL Server, Silverlight y Visual Studio.

"El GIS es a menudo visto como un nicho tecnológico dentro del mundo de las tecnologías corporativas. Pero, en realidad, la mayor parte de los principales procesos de negocio tienen una dimensión espacial. Por ello ESRI España está continuamente incrementando sus recursos para facilitar el trabajo a la comunidad de desarrolladores y a sus partners, con el fin de promover el GIS y aprovechar las oportunidades de crecimiento en el mercado español", asegura Nancy Larre, Directora de Soluciones y Alianzas de ESRI España.

«La combinación de tecnologías de ESRI y de Microsoft pone a disposición del mercado soluciones que ayudan a comprender mejor el mundo. Con estas tecnologías proporcionamos a nuestros clientes información geográfica que les permite tomar mejores decisiones en los campos de la logística y el transporte, la gestión de los recursos naturales, la planificación del territorio y cualquier tipo de proceso de negocio», ha señalado Carlos Picardo, Director de Partners de Microsoft Ibérica.

AGRINTEL: Proyecto mejor valorado de la Convocatoria de Acciones Estratégicas de Diversificación Industrial

Tras la reciente resolución de concesión de la Convocatoria de "Ayudas para la Financiación de Acciones Estratégicas de Diversificación Industrial para la Comunidad Valenciana" de la Consellería de Industria, Comercio e Innovación de la Generalitat y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) para el año 2009, el proyecto de I+D "AGRINTEL: Plataforma inteligente de monitorización, análisis y control optimizado de procesos agroalimentarios" ha obtenido la mejor puntuación y financiación de entre los más de sesenta proyectos presentados.



3D



TcpStereo

Visualización en estéreo de fotografías aéreas

Características principales

- Compatible con sistemas de bajo coste
- Para imágenes analógicas y digitales
- Visualización de cartografía sobre el modelo 3D
- Sincronización con CAD
- Herramientas de dibujo y edición sobre cartografía vectorial

Aplicaciones más destacadas

- Visualización rápida y realista del terreno
- Medición 3D
- Comprobación de cartografía
- Digitalización de puntos, curvas de nivel y polilíneas 3D con salida CAD

Productos aplitop

TcpMDT

Modelo Digital del Terreno



Orto3D

Visualización 3D a partir de ortofotos y MDTs

TcpGPS

Replanteo y toma de datos con GPS

TcpET

Replanteo y toma de datos con estación total

TcpTUNEL

Replanteo y toma de datos de túnel

www.aplitop.com
 Aplicaciones de Topografía e Ingeniería Civil
 Sumatra, 9 29010 Málaga (Spain)
 902 43 01 79 info@aplitop.com



DETECCIÓN DE CAMBIOS A PARTIR DE IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN. ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS, DESARROLLO DE MODELOS Y ALGORITMOS

J. Aguirre a, A. Díez a, M. Mar Mora a, R. Rodríguez b
a ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid,
b ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid,

RESUMEN

La sociedad demanda la actualización de las bases de datos geográficas, ya que se dan rápidos cambios en la superficie terrestre debidos a fenómenos naturales o acciones humanas. La detección de estos cambios es importante para controlar y administrar los recursos naturales, el desarrollo urbano, los cambios del entorno o valorar y dimensionar un desastre natural.

La detección automática de cambios es una técnica que se basa en la comparación de un conjunto de imágenes de la misma zona, tomadas en diferentes fechas identificando zonas con cambios significativos, siendo precisamente el objetivo de este trabajo la búsqueda de un algoritmo que extraiga esos cambios, centrándose en la capa de vías de comunicación.

Palabras clave: Detección de cambios, Procesamiento de imágenes, Imagen digital

ABSTRACT

The society demands the update of the geographic data bases, since changes in the terrestrial surface occur to express due to natural phenomena or human actions. The detection of these changes is important to control and to administer the natural resources, the urban development, the changes of the surroundings or to value and to determine the proportions a natural disaster.

The automatic detection of changes is a technique that is based on the comparison of a set of images of the same zone, seizures in different dates identifying zones with significant changes, being indeed the objective of this work the search of an algorithm that extracts those changes, being centered in the layer of communication routes.

Keyword: Change detection, Image processing, Digital image

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo hace referencia al trabajo realizado en el proyecto del mismo título, enmarcado dentro del convenio de colaboración entre el Instituto Geográfico Nacional y Universidad Politécnica de Madrid, relativo a la investigación, desarrollo, formación y difusión de conocimientos en el campo de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

La adecuada toma de decisiones en el manejo de los recursos forestales necesita de herramientas que permitan conocer los continuos cambios de este recurso a través del tiempo. La detección de estos cambios, producidos bien debido a fenómenos naturales o bien por las propias acciones humanas, es de vital importancia, en el caso de tener que valorar y dimensionar un desastre natural o para controlar y administrar recursos naturales.

En este trabajo se pretende conseguir un algoritmo que extraiga los cambios producidos en la capa de vías de comunicación, entre imágenes de diferentes fechas. La detección automática de cambios se puede llevar a cabo según diferentes técnicas basadas en la comparación de un conjunto de imágenes o por extracción de entidades lineales de una imagen del estado actual de la zona y comparación posterior de esta capa vectorial con el fichero vectorial que en el presente existe como oficial, actualizándose de esta forma la cartografía existente.

La técnica de comparación de imágenes tiene diferentes y variadas soluciones, desde la simple diferencia radiométrica de píxeles homólogos, hasta los procesos en el dominio de la frecuencia, las redes neuronales o la segmentación de imágenes. En todo caso, se recurre al procesamiento de imágenes, conjunto de operaciones que se aplican a las imágenes para resaltar o atenuar detalles, como bordes, o para reducir o eliminar patrones de ruido.

2. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA DETECCIÓN DE CAMBIOS

Sin el ánimo de hacer un compendio de estas operaciones, pues no aparecerán todas, a continuación se hace un modesto recorrido por algunas de ellas, a fin de establecer el marco de actuación y de realizar un acercamiento a posibles soluciones parciales del problema.

2.1. Procesamiento de imágenes

El objetivo del procesado es conseguir algoritmos que mejoren la calidad y/o la apariencia de la imagen original. Con esto se resaltan ciertas características de una imagen (contraste, brillo, etc.) y se ocultan o eliminan otras (ruido, etc.). Sirve como etapa previa necesaria para otras fases posteriores de análisis como la segmentación, la extracción de características, el reconocimiento y la interpretación. A continuación se da una lista de técnicas básicas actualmente usadas en procesamiento de imágenes en el dominio espacial.

a. Correcciones

- Radiométricas. Modifican los niveles digitales originales con el objetivo de acercarlos a una percepción ideal. Generalmente comprenden la restauración de líneas o píxeles perdidos, corrección del bandeado de la imagen y las correcciones atmosféricas. Habrá que identificar los niveles de gris defectuosos y emplear algún algoritmo que permita reemplazar esos valores, comúnmente mediante convoluciones o mediante filtros digitales.
- Geométricas. Se hacen con el propósito de orientar la posición de los píxeles a un sistema de referencia. Muchas son las alteraciones geométricas que van a aparecer en una imagen debido a

factores varios, lo que va provocar una serie de distorsiones que se van a poder corregir mediante rectificación u ortorrectificación de la imagen.

b. Mejoras

- Radiométricas. Mediante mejoras de contraste en una imagen, se adaptará a la resolución radiométrica de la imagen la capacidad de visualización del monitor. La modificación del contraste se puede realizar aplicando una función de compresión o expansión que permita distribuir los niveles de gris en otra escala pudiendo ser de tipo lineal o no lineal.
- Espectrales. Mediante transformaciones del espacio color a otros sistemas como el HSI o por análisis de componentes principales.
- Espaciales. Mediante la aplicación de filtros lineales, estadísticos o de gradiente se van a poder realizar mejoras de tipo radiométrico, realizando o atenuando la información de interés en cada momento.

Tipo de filtro	Resultado	Ejemplos	Aplicaciones
Lineales	Suma ponderada	Paso alto, paso bajo, paso alto ponderado	Suavizado, homogeneización, detección de bordes
Estadísticos	Estadística	Máximos, mínimos, medias, modas, desviación estándar	Extracción de características de ruido
Gradiente	Vector de gradientes	Sobel, Roberts, Canny	Detección de bordes

Tabla 1. Tipos de Filtros

2.2. Segmentación

La segmentación de imágenes se ocupa de descomponer una imagen en sus partes constituyentes, es decir, los objetos de interés y el fondo, basándose en ciertas características locales que permiten distinguir un objeto del fondo y objetos entre sí. Los algoritmos de segmentación de imágenes se basan en alguna de las tres propiedades siguientes: discontinuidad, similaridad y conectividad.

Una clasificación, de las muchas existentes en la actualidad, de los métodos de segmentación es la que a continuación se propone, y que en su día también vieron conveniente Glasbey, Molina o Sonka en la década de los noventa:

a. Umbralización (Thresholding)

Proceso que permite etiquetar objetos presentes en una imagen (color o escala de grises) con un valor distinto a los píxeles de fondo. Hay varios tipos de umbralización, fija, múltiple, adaptativa o por histogramas, en función del número de valores de umbralización y la forma de calcularlos.

b. Detección de bordes

De forma histórica, se considera el primer grupo de métodos de segmentación, basado en la información de bordes presentes en una imagen, encontrados a través de detectores como los filtros digitales, aunque realmente para el proceso de detección se empleen tres operaciones o pasos: filtrado, realce y detección. Es importante aclarar los conceptos de borde y frontera; borde es un cambio local significativo de intensidad de una imagen que usualmente está asociada con la discontinuidad, bien de la intensidad o bien de su derivada, frontera son bordes unidos que caracterizan la forma de un objeto.

Algunos de los métodos de segmentación basados en la detección de bordes son umbralización de imagen de borde, por relación de bordes, trazado de bordes o transformada de Hough.

c. Crecimiento de regiones

Esta forma de realizar segmentaciones se sustenta en la homogeneidad que debe presentarse en el interior de una región o en la heterogeneidad entre distintas regiones presentes en una imagen. Esta característica se da en el nivel de gris, forma, color, textura, etc.

Métodos de segmentación por crecimiento de regiones son por unión de regiones o por división de regiones.

2.3. Comparación de imágenes

Se trata de hacer operaciones en las que intervienen dos o más imágenes, precisamente en las que se detectarán cambios.

a. Operaciones algebraicas

- Imagen diferencia. Consiste en una substracción de datos de una primera imagen tomada en una fecha determinada con respecto a una segunda imagen, de la misma escena tomada en una segunda fecha. La operación se realiza entre píxeles.
- Imagen ratio. Consiste en un cociente entre imágenes o bandas espectrales. El ratio entre imágenes se calcula como la división de valores de los píxeles de una banda espectral por el valor correspondiente en otra banda.

b. Transformaciones

- Análisis de componentes principales. El objetivo del Análisis de Componentes Principales (PCA) es resumir un grupo amplio de variables en un nuevo conjunto (más pequeño) sin perder una parte significativa de la información original. Algebraicamente, el PCA genera nuevas variables (componentes), mediante una combinación lineal de las p variables originales (bandas).

• Análisis de vector de cambios. Método que elimina la información redundante de bandas para concentrar

el estudio o análisis de cambio en las características que realmente sean de interés. Genera dos salidas o resultados aceptando como entrada imágenes con n-bandas o m-características de interés. Se obtendrá la magnitud y dirección del vector de cambios.

- Comparación Post-Clasificación. Método que clasifica de manera separada imágenes multitemporales implementando después una comparación de mapas temáticos píxel por píxel. Proporciona además una matriz completa de información de los cambios producidos.

3. ALGORITMO DETECAM

El algoritmo creado, al que hemos llamado DETECAM, es una sucesión de operaciones de procesado de imágenes que trata de separar la capa de carreteras de una imagen, a la vez que la compara con la de la otra.

Las imágenes piloto pertenecen a la misma zona y están obtenidas en años y estaciones diferentes, en donde además de los cambios que se buscan en las vías de comunicación, se observan otros cambios que afectan a la globalidad de la imagen. Se puede observar como, por ese cambio de estación, los cultivos aparecen con valores radiométricos diferentes, lo que descarta de inicio la utilización de herramientas como la diferencia de imágenes. Además, el trazado de la nueva carretera produce discontinuidades en los cultivos y una nueva estructuración del territorio.

Se trata para la antigua, de una ortofoto de SIGPAC de 0.5 m de resolución y para la moderna, de una ortofoto de la misma zona del PNOA, con idéntica resolución.

El primer paso del algoritmo se basa en un filtrado en el dominio de la frecuencia según la transformada rápida de Fourier (FFT). Gracias a su propiedad de separabilidad, se reduce la complejidad de los cálculos en datos bidimensionales (imágenes), realizando dos transformadas por cada imagen, una por filas y otra por columnas (unidimensionales).

En la representación del espectro de la transformada las esquinas ofrecen las frecuencias más altas, que coinciden con las zonas de imagen en que hay alto contraste. Si se toman estas zonas de la imagen moderna y se sustituyen en la antigua, aplicando la FFT inversa, se obtiene una imagen en la que aparecen levemente marcados los bordes de los cambios, sobre la imagen antigua, eualizadas ambas previamente.



Fig. 1. Detalle de las imágenes originales



Fig. 2. Espectro original

En la práctica, el número de muestras de baja frecuencia a sustituir es variable, en función del tamaño de la imagen y en este caso se han usado 200. En ambas transformadas, la de la imagen con cambios y la de la imagen sin cambios, se iguala la componente continua de la transformada a cero, a efectos de ecualizar las imágenes y que desaparezca el efecto “estacional” entre ellas. El resultado de lo anterior, una vez realizada la transformación inversa, es una imagen en la que aparecen levemente marcados los bordes de los cambios y la imagen sin cambios y sin componente continua. Se puede observar que aparece el borde de los elementos que han cambiado, que es la información que interesa localizar.



Fig. 3. Detalle de las diferencias

Si en el anterior paso se ha conseguido modificar la imagen moderna, de manera que ahora tiene el aspecto de la antigua, pero en la que aparecen marcado someramente los cambios, el siguiente paso debería comparar ambas imágenes, antigua y moderna modificada, para ver sus diferencias y así quedarán sólo los cambios. Para ello se realiza una correlación entre ambas imágenes, siguiendo un algoritmo QuadTree, en el que se realiza la correlación por niveles piramidales, partiendo de amplias submatrices (tiles) y subdividiéndolas a su vez, sólo si en ellas se encontraran cambios, repitiendo la operación progresivamente hasta llegar al nivel del píxel. La correlación se lleva a cabo con una sensibilidad del 95% y el resultado se umbraliza para obtener una imagen binaria con los cambios sufridos entre ambas imágenes en negro sobre un fondo blanco.

Esta solución permite eliminar todas las zonas comunes y dejar únicamente las partes cambiantes. Así, se eliminan campos enteros de cultivo que aparecen con distintas tonalidades en las dos imágenes, antigua y moderna.

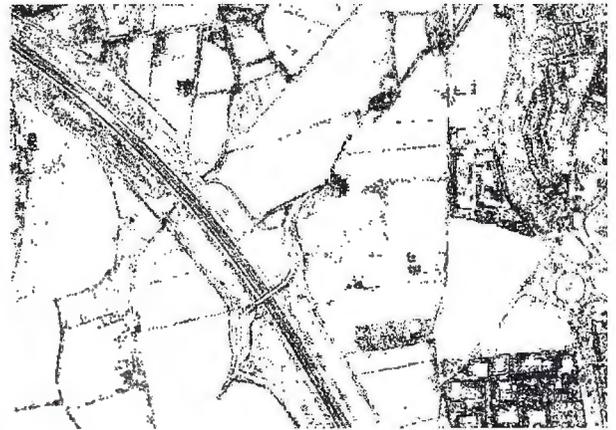


Fig. 4. Resultado de la correlación

Evidentemente, existen en esta imagen resultado, ruidos de tipo “sal y pimienta”. Para eliminarlos se opta por un filtro que hemos bautizado como “filtro de ocurrencia directa” en el que se fija un tamaño de ventana y un umbral. Para cada ventana obtenida, al recorrer la imagen se evalúa por un lado el número de píxeles blancos, de manera que si es mayor que el umbral definido, el píxel central se convierte en blanco. Por otro lado, si un píxel blanco se encuentra rodeado de negros en un radio de un píxel, se convierte a negro. Esta fase se completa con el suavizado de la imagen aplicando un filtro de moda.



Fig. 5. Eliminación de ruido

En esta imagen de cambios aparecen todos los cambios, significativos o no y los que tienen que ver con la capa de vías de comunicación y los que no. El algoritmo ha de empezar a separar temáticas, eliminando las que no interesan. Para ello se combina la imagen binaria obtenida en el apartado anterior, con la imagen moderna original, según el siguiente criterio: si el píxel es negro en

la imagen binaria, se sustituye por el valor del píxel RGB de la imagen moderna. Si el píxel de la imagen binaria es blanco, el píxel resultado continúa blanco. Al final se obtiene una imagen con los atributos RGB de la imagen moderna, sólo en aquellos puntos donde se han detectado los cambios, de manera que aparecen carreteras, edificios, etc.



Fig. 6. Imagen RGB de cambios

La extracción definitiva de los cambios en las vías de comunicación es la parte del algoritmo que necesita de la ayuda del operador, pues es él quien tiene que indicar qué tipo de información de cambios quiere. Así, se realiza una clasificación Mahalanobis, algoritmo de tipo "máxima verosimilitud". Sobre la imagen obtenida se selecciona un área de muestra (por ejemplo, una carretera) con unos diez puntos y se obtiene una imagen sólo con los cambios que se parecen, según la distancia de Mahalanobis, al área de muestra establecida. De igual forma que en pasos anteriores, se binariza el resultado convirtiendo en negro los píxeles que estadísticamente se parecen a los del área de muestra y en blanco el resto.



Fig. 7. Resultado del clasificador de Mahalanobis

Por fin se llega a una imagen en la que aparece la carretera (no olvidemos nuestro objetivo) y algo de ruido que se elimina mediante un filtro de ocurrencia inversa. En este caso, también se establece un tamaño de ventana y un umbral, sin embargo, si sobre cada píxel se superpone la ventana y el número de píxeles negros que hay superan el umbral, se establece el píxel como negro, por lo que lo pasamos a llamar filtro de ocurrencia inversa. Al igual que en el caso del filtro de ocurrencia directa, se lleva a cabo un filtro de moda de ventana 5x5. El resultado es una imagen binaria, en la que aparecen los cambios producidos entre las dos imágenes origen y sin ruido exterior, que será la imagen final de cambios. Esta podría ser vectorizada y, como se dijo al principio, comparada con la capa vectorial de la cartografía oficial actual.



Fig. 8. Imagen final de cambios

4. CONCLUSIONES

- La detección de cambios automática es una tarea compleja y hoy por hoy, muy complicada de realizar autónomamente, pues en algún momento del proceso se requiere la intervención del usuario.
- Aproximaciones basadas en la simple diferencia son las más utilizadas, aunque como se ha comprobado, en ciertas situaciones de cambios estacionales los resultados no son óptimos. Aún así es una efectiva estrategia la desarrollada en el marco bayesiano.
- El preprocesamiento de las imágenes afecta fuertemente a los resultados de la detección de cambios.
- En la extracción de carreteras existen importantes valores umbrales de los que depende notablemente la calidad de los resultados y son muchas las ocasiones donde variándolos manualmente se producen considerables mejoras en la salida, por lo que se hace difícil la automatización total del proceso.
- En la segmentación de imágenes aéreas y satélite, donde las sombras constituyen un serio problema cuando sólo se tratan las bandas color, creemos que el análisis de la textura ha de considerarse imprescindible.
- El clasificador de Mahalanobis para tres bandas, aunque suele proporcionar resultados satisfactorios, éstos dependen en gran medida del conjunto de entrenamiento elegido, lo que constituye un escollo cuando la clasificación es no supervisada.
- La potencia y relevancia del estudio de la textura, rinde resultados muy aceptables cuando se realiza sobre las bandas HSV de la imagen.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta es una publicación del proyecto DETECAM (Detección de cambios a partir de imágenes SPOT de alta resolución. Análisis de metodologías, desarrollo de modelos y algoritmos). El proyecto se ha llevado a cabo por un gran grupo de científicos e ingenieros de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartográfica en colaboración con compañeros del Instituto Geográfico Nacional (IGN). La financiación y parte del equipo técnico ha sido proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) mientras que el resto del equipo corre a cargo de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Queremos agradecer la labor de F. Papí y E. González por su trabajo de coordinación con el IGN y a E. Camarero y A. Sáenz por la ayuda prestada.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Duda R.O., Hart P.E. y Stork D.G., Pattern classification. New York: Wiley, 2001.
- Foody, G.M.; Campbell, N.A.; Trodd, N.M.; Wood, T.F. Derivation and applications of probabilistic measures of class membership from the maximum-likelihood classification. González, R.C. y Woods, R.E. Digital Image Processing. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008
- Radke, R.J., Andra, S., Al-Kohafi, O., Roysam, B. Image Change Detection Algorithms: A systematic Survey. 2004
- Schenk T., Fotogrametría Digital. Barcelona, Marcombo, 2002.

EL GRUPO DE TRABAJO DE CARTOTECAS PÚBLICAS HISPANO-LUSAS (IBERCARTO).

Autores:

Francisco José González González, del Real Instituto y Observatorio de la Armada

Joaquín Cortés José, del Instituto de Cartografía de Andalucía

Iniciativas dirigidas a poner en contacto a los profesionales que trabajaban en las cartotecas públicas españolas y portuguesas, con el objetivo de establecer un diálogo y un intercambio de conocimientos en torno a la adquisición, conservación, catalogación y difusión de las colecciones públicas cartográficas.

Actualmente sus miembros trabajan en siete secciones: Archivos (responsable, Jaime Sainz Guerra, Archivo General de Simancas), Autoridades (Luisa Martín-Merás, Museo Naval de Madrid), Cartotecas Universitarias (Ana Santamaría, Universidad de Cantabria), Digitalización (Elena Camacho, Instituto Geográfico Nacional), Directorio (Joaquina Feijao, Biblioteca Nacional de Portugal), Metadatos (Carme Montaner, Instituto Cartográfico de Catalunya) y Valoración (Gabriel Quiroga, Arquivo Nacional de Galicia).

Inglés:

Initiatives aimed to bring together professionals working in the Spanish and Portuguese public map libraries, with the object to establish a dialogue and exchange of knowledge about the acquisition, preservation, documentation and dissemination of cartographic public collections.

Currently its members work in seven sections: Archives (responsible, Jaime Sainz Guerra, Archivo General de Simancas), Authorities (Luisa Martín Mere, Naval Museum of Madrid), University Map Libraries (Ana Santamaría, Universidad de Cantabria), digitization (Elena Camacho, National Geographic Institute), Directory (Joaquina Feijao, National Library of Portugal), Metadata (Carme Montaner, Cartographic Institute of Catalonia) and Rating (Gabriel Quiroga, Arquivo Nacional de Galicia)

Palabras clave: Colecciones cartográficas / Cartotecas / Cartotecarios / España / Portugal.

Desde hace algunos años, un buen número de profesionales relacionados con las colecciones cartográficas producidas y conservadas en España y Portugal están integrados en el Grupo de Trabajo de Cartotecas Públicas Hispano-Lusas (IBERCARTO). Este grupo tiene sus orígenes en una reunión celebrada en Madrid el 27 de octubre de 2003, reunión a la que acudieron más de cuarenta personas decididas a favorecer las iniciativas dirigidas a poner en contacto a los profesionales que trabajaban en las cartotecas públicas españolas y portuguesas, con el objetivo de establecer un diálogo y un intercambio de conocimientos en torno a la adquisición, conservación, catalogación y difusión de las colecciones públicas cartográficas. Allí surgió la idea de constituir un grupo de trabajo que celebrase reuniones periódicas en diversos lugares de la geografía española y portuguesa. Desde entonces se han celebrado ya tres de estos encuentros.

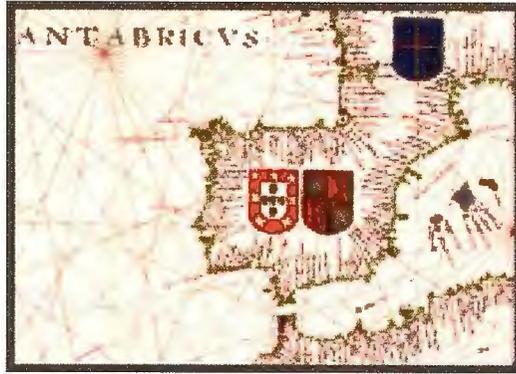
La primera reunión formal del Grupo IBERCARTO se celebró en Sevilla, en el Antiguo Convento de Nuestra Señora de los Reyes durante los días 7 y 8 de octubre de 2004, patrocinadas por la Junta de Andalucía y organizadas por Joaquín Cortés (Instituto de Cartografía de Andalucía) y María Antonia Colomar (Archivo General de Indias). En ella, además de tratar temas relacionados con la problemática profesional de las cartotecas, los participantes visitaron el Archivo General de Indias, la Biblioteca Colombina y una exposición de grabados de la colec-

ción de Hernando Colón. Una vez constituido el grupo, fue nombrado el Comité de Dirección encargado de gestionarlo por un período de dos años, que estuvo integrado por Cristina López Tena (Universidad Complutense), Concepció Isern (Biblioteca de Catalunya), Carmen Manso (Real Academia de la Historia), Mar García (Archivo del Reino de Galicia) y Joaquín Cortés (Instituto Cartográfico de Andalucía)



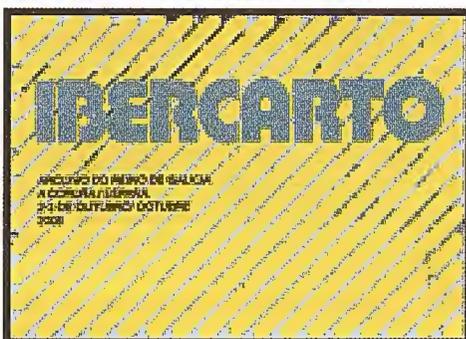
Participantes y Cartel del I Encuentro Ibercarto

La segunda reunión del Grupo de Trabajo se celebró en la Biblioteca Nacional de Lisboa dos años después, en noviembre de 2006. Sus organizadoras, Joaquina Esteves Feijão (Biblioteca Nacional de Portugal) y Paula Camacho (Instituto Geográfico Portugués), propusieron como objeto de la reunión el tema “De los Productores a los Usuarios: Perspectivas Actuales del Acceso a la Información Cartográfica”, con el objetivo de ofrecer un panorama actual de las diferentes perspectivas de acceso a la documentación cartográfica, desde la producción y distribución a las formas de disponibilidad para el público. Durante la reunión tuvo lugar la inauguración de la exposición “La Historia de la Cartografía en la obra del 2º Vizconde de Santarém”. Los participantes en la reunión de Lisboa pudieron visitar, a su elección, uno de los siguientes centros cartográficos portugueses: el Instituto Geográfico de Portugal, el Archivo Histórico Ultramarino o el Archivo General de la Torre do Tombo.



Participantes y Cartel del II Encuentro Ibercarto

La tercera reunión de IBERCARTO fue patrocinada por la Dirección Xeral de Patrimonio Cultural de la Consellería de Cultura y Deporte de la Xunta de Galicia y se celebró en el Archivo do Reino de Galicia (A Coruña). El tema central elegido en esta ocasión fue “Cartografía en la Web”, intentando dar a conocer a los asistentes diferentes proyectos que tienen como finalidad dar acceso a documentos cartográficos a través de la Web, con el objetivo de mejorar la gestión y difundir el patrimonio documental. Durante la reunión tuvo lugar la inauguración de la exposición “Instantes do mundo: Cartografía antiga de Galicia”, basada en la colección Martínez Barbeito que se custodia en el Archivo do Reino de Galicia. Además de participar en una interesante visita guiada a la ciudad, los asistentes a la reunión tuvieron la ocasión de recorrer las instalaciones del mencionado Archivo acompañados por los organizadores de la reunión Gabriel Quiroga, Mar García Miraz y Carmen Prieto.



La aportaciones realizadas por los ponentes participantes en el encuentro de A Coruña fueron publicadas unos meses después en la Revista Catalana de Geografia: Revista digital de geografia, cartografia i ciències de la Terra (ISSN: 1988-2459) (IV època / volum XIII / núm. 35 / desembre 2008), en la que aparecieron los siguientes artículos: Ángela Blanco García (et al.): Valoración de los documentos cartográficos; Fernando García Pazos: La cartografía de la parroquia y el Catastro de Ensenada en la web; Francisco José González González: Digitalización de la colección de cartografía del Real Instituto y Observatorio de la Armada; Carme Montaner: El proyecto de digitalización de la Cartoteca del Institut Cartogràfic de Catalunya; Gabriel Quiroga Barro: Valoración cultural de documentos cartográficos: una propuesta; Jaime Sainz Guerra: Los formatos de datos en la descripción cartográfica en archivos; y Miriam Villar Cano: La Fundación Luis Giménez Lorente de la Comunidad Valenciana. Desde el primer encuentro celebrado en Sevilla (2004) está vigente un convenio entre el Grupo IBERCARTO y la Sociedad Geográfica Española, gracias al cual la página Web de esta Sociedad acoge una Sección llamada “Cartografía” dedicada a IBERCARTO. Esta sección funciona desde entonces el ámbito de relación y de intercambio de ideas de los miembros del Grupo de Trabajo. La información contenida en esta página es muy variada: una Presentación del Grupo, una Exposición Virtual de materiales cartográficos realizada con las aportaciones de los propios miembros del Grupo, una sección de Actividades y Noticias, otra de Enlaces de interés en temas cartográficos y, por último, un apartado dedicado a la recopilación de Bibliografía especializada sobre cartografía. La coordinación de la información que aparece en este foro corre a cargo de Luisa Martín-Merás (Museo Naval de Madrid).

En la actualidad el Grupo de Trabajo está formado por 53 miembros (7 portugueses y 46 españoles), procedentes principalmente de archivos, bibliotecas, institutos geográficos y universidades. De la última reunión, celebrada como hemos visto en A Coruña en 2008, surgió una organización interna estructurada en secciones, cuyos integrantes se agrupan en función de sus intereses profesionales. Las secciones que actualmente están en funcionamiento, y sus responsables, son las siguientes: Archivos (Jaime Sainz Guerra, Archivo General de Simancas), Autoridades (Luisa Martín-Merás, Museo Naval de Madrid), Cartotecas Universitarias (Ana Santamaría, Universidad de Cantabria), Digitalización (Elena Camacho, Instituto Geográfico Nacional), Directorio (Joaquina Feijao (Biblioteca Nacional de Portugal), Metadatos (Carme Montaner, Instituto Cartográfico de Catalunya) y Valoración (Gabriel Quiroga, Archivo Nacional de Galicia). Los responsables de estas secciones y el Comité de Dirección del Grupo iniciaron en 2009 una serie de reuniones técnicas que habrán de celebrarse entre los encuentros bianuales, para tratar temas de organización y para la puesta en común de los trabajos desarrollados en cada una de las secciones.

El próximo encuentro del Grupo de Trabajo de Cartotecas Públicas Hispano-Lusas (IBERCARTO) se ha de celebrar Valencia en la segunda quincena de octubre de este año 2010, gracias al ofrecimiento realizado en la reunión de A Coruña por José Rueda, responsable de la Cartoteca de la Universitat de València. Está previsto que estas jornadas se organicen en torno a las secciones en que actualmente está dividido el Grupo. Cada uno de los responsables de las secciones presentará un informe sobre el trabajo realizado en los dos últimos años y propondrá una ponencia sobre un tema de interés.

Participantes y Cartel del III Encuentro Ibercarto

CETA-CIEMAT

El mayor planetario móvil de España

• Con una capacidad para unas 40 personas, viajará por Extremadura y España sirviendo como planetario, pero también como sala de cine. En su pantalla de 360° se proyectarán documentales.

• A la inauguración asistieron el presidente de la Junta de Extremadura, Guillermo Fernández Vara, el secretario de Estado de Investigación, Felipe Pétrez y la alcaldesa de Trujillo, Cristina Blázquez

22 de febrero de 2010. Esta mañana, en la sede de CETA-CIEMAT, en el claustro del Conventual de San Francisco en Trujillo, Cáceres, se ha inaugurado el Planetario móvil más grande de España. Con una cúpula hinchable con un diámetro exterior de 12 metros, y una superficie de proyección de 10 metros de diámetro, permite que unas 40 personas puedan, simultáneamente, disfrutar de las proyecciones que se produzcan en este espacio. Aunque se trata de un planetario en el que se podrá observar el firmamento, también servirá para proyectar documentales y otro tipo de producciones de divulgación de la ciencia.

La pantalla semiesférica de proyección está suspendida de la cúpula, por encima del asiento hinchable circular que ocupa el perímetro interior. El proyector único es de lente de pez y abarca los 360° de la pantalla. Las medidas exteriores de la cúpula, que en realidad es una esfera incompleta, son: 8,37 m. de altura y 12,78 m. de diámetro, siendo el diámetro mayor (que incluye el túnel de acceso) de 14 m.

El Planetario nació bajo los auspicios y colaboración entre la Junta de Extremadura, a través de FUNDECYT, y el CIEMAT; en todo momento fue respaldado por el Ayuntamiento de Trujillo, que ha participado activamente en atraer el interés de los trujillanos que, en los próximos días, podrán visitar completamente gratis este Planetario y disfrutar de las proyecciones que en él se realicen.

Al acto de inauguración ha contado con la presencia del Presidente de la Junta de Extremadura, Guillermo Fernández Vara, el Secretario de Estado de Investigación, Felipe Pétrez Calvo, la Alcaldesa de Trujillo, Cristina Blázquez Bermejo, el Presidente de FUNDECYT (Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología), Luis Millán Vázquez y el Director General del CIEMAT, Cayetano López Martínez.

A la llegada de las autoridades, se ha ofrecido, por parte de los expertos, una demostración del Planetario, así como la proyección de algunos cortes de película, que han permitido comprobar las características de esta enorme cúpula que tiene como objetivo promover el conocimiento científico y tecnológico en la sociedad extremeña y concretamente en la comunidad educativa.

La Estación Total 3D NET05X de Sokkia, lo último en máxima precisión para las mediciones industriales

Además, la NET05X, que distribuye SOKKIA DITAC en España, ofrece funcionalidad, rapidez, economía, resultados y calidad. SOKKIA DITAC pone a disposición del mercado español la nueva Estación Total 3D NET05X de SOKKIA.

La Estación 3D NET05X ofrece la máxima precisión en su clase para un gran abanico de aplicaciones al integrar una precisión angular de 0,5" con un distanciómetro submilimétrico.

Heredera en tecnología de la reconocida Estación 3D NET05, la NET05X es una Estación Total 3D simplificada y aligerada, ya

que, aun manteniendo los estándares y diseño de la NET05, los movimientos de alidada y anteojo se realizan mediante los clásicos pero eficaces tornillos de presión y coincidencia. Las desviaciones laterales en las medidas realizadas dentro de los típicos entornos de trabajo para esta estación tan sólo alcanzan valores de 0,05 mm a los 20 m.

Funcionalidad, rapidez, economía, resultados y calidad es lo que la NET05X ofrece a la mayoría de las empresas del sector como solución para las mediciones industriales:

- Precisión angular de 0,5".
- (0,5 mm + 1 ppm) de precisión en distancias medidas sobre diana reflectante.
- (0,8 mm + 1 ppm) de precisión en distancias medidas sobre prisma hasta 3500 m.
- (1 mm + 1 ppm) de precisión en distancias medidas con reflexión directa hasta 100 m.
- 2,4 segundos de rapidez en mediciones de alta precisión.
- Linterna de iluminación integrada para la observación de objetivos en entornos oscuros.
- IP65 – el valor más alto de protección para estaciones totales con sistema Windows CE.
- 200 m de alcance para comunicación sin cable gracias a la tecnología Bluetooth.

ESRI ESPAÑA CIERRA UN ACUERDO CON 3 GIS PARA DISTRIBUIR LA GAMA DE SOLUCIONES EXPRESS SOLUTIONS

Esta familia de productos está indicada para la gestión de infraestructuras de red en los sectores de energía, telecomunicaciones y suministro de agua

ESRI España, la compañía líder en sistemas de información geográfica, ha firmado una alianza con 3 GIS, la firma norteamericana especializada en el desarrollo de soluciones e integración de sistemas de información geográfica en el campo de la gestión profesional de activos. Mediante este acuerdo, ESRI se convierte en el distribuidor oficial en España de la gama de productos de 3-GIS para los mercados de Infraestructuras y Telecomunicaciones.

ESRI España ofrecerá a sus clientes, principalmente a aquellos que necesitan mejorar la gestión de sus activos de red, el acceso a Express Solutions, una gama de productos basados en ArcGIS Server caracterizada por su facilidad de configuración y administración. Dentro del campo de la información geográfica, 3 GIS se ha posicionado como empresa que aporta soluciones basadas en la mínima complejidad técnica y la máxima reducción de costes de explotación.

La suite Express Solutions la conforman los productos Express Conductor (pieza principal de la suite y herramienta de configuración y gestión de información), Field Express (solución de movilidad para trabajo en campo) y Network Express (cliente web para edición de red). Además, cuenta con otros productos de movilidad como Buzz for Blackberry para la captura e intercambio rápido de datos.

«Estamos encantados de poder ofrecer la solución 3 GIS Express a nuestra base de clientes», afirma Alfonso Rubio, Consejero Delegado de ESRI España. «Creemos que el software de vanguardia que 3 GIS está ofreciendo será muy bien recibido por nuestros clientes, pues les ayudará a gestionar de manera más eficiente sus recursos».

3 GIS es una empresa presente en el mercado del GIS desde mediados de los años 80. Proporciona consultoría geoespacial y servicios de integración de sistemas a clientes de los sectores eléctrico, gas, telecomunicaciones, suministro de agua, tratamiento de residuos y servicios de emergencia.

El rol del SIG en la adecuación ambiental: estudio de caso en una empresa productora de yerba-mate en la Provincia de Paraná, Brasil

Maria Augusta Doetzer Rosot¹

Marilice Cordeiro Garrastazu¹

Nelson Carlos Rosot²

Yeda Maria Malheiros de Oliveira¹

(1) Investigadoras – Embrapa Florestas

(2) Profesor – Universidade Federal do Paraná

Resumen

Este trabajo tuvo por objetivo estructurar e implementar un Sistema de Informaciones Geográficas (SIG) en una empresa productora de yerba-mate y usarlo como herramienta de gestión con énfasis en los procedimientos de adecuación a la legislación ambiental. El proceso de estructuración del SIG involucró las etapas de modelización de los datos, recopilación de la base cartográfica y elaboración y edición del mapa de uso de la tierra. Para ello se llevó a cabo un análisis para definir las clases y subclases de uso de la tierra que serían las más adecuadas a los propósitos de la empresa. Los límites físicos de las clases así como sus atributos insertados en un Banco de Datos fueron tomados en terreno usando GPS diferencial con pos-procesamiento. El perímetro de la propiedad ya había sido determinado en trabajos anteriores y estaba disponible en medio digital. Los datos espaciales ya corregidos fueron importados para el software gvSIG y organizados en capas de información tales como clases de uso de la tierra, caminos, red hidrográfica, drenaje artificial, etc. La primera operación en el SIG fue la generación de buffers de ancho variable alrededor de ríos, lagos y áreas húmedas, conforme prescripción de la legislación ambiental, definiéndose, así, las áreas de preservación permanente (APP). Luego fue posible cruzar esta capa de información con la de uso de la tierra y verificar las dos posibles condiciones de las APPs: existentes (cuando cubiertas por vegetación nativa) o a restaurar (cuando cubierta por otra clase de uso). A través de otra operación de geoprocesamiento se hizo la exclusión de las clases de APP, quedando todos los demás polígonos de vegetación nativa disponibles para el establecimiento de la reserva legal (RL). Según la legislación, la RL consiste en un mínimo de 20% de la superficie de la propiedad, cubierta por vegetación nativa y destinada al uso sustentable de los recursos naturales y mantenimiento de la diversidad biológica, sin cambio de uso. Como resultado se obtuvo un mapa bastante detallado de uso de la tierra, la estructuración de un banco de datos jerárquico con los atributos de las clases y subclases de uso, la generación de varias capas de información que componen el SIG, la delimitación de áreas de preservación permanente y de reserva legal y la generación de mapas temáticos. El SIG estructurado permitió, además, obtener las superficies para cada clase de uso de la tierra bien como hacer consultas con base en sus atributos. El cruce de capas resultó en la determinación de áreas de preservación permanente que necesitan ser restauradas a través de la reforestación con especies nativas. Todas las limitantes legales así como el mapa de uso de la tierra fueron editados para impresión en papel y también exportados a otros formatos exigidos para el catastro en las instituciones de fiscalización y control ambiental.

Palabras-clave: mapas, uso de la tierra, área de preservación permanente, geoprocesamiento

Agradecimientos:

Los autores quieren expresar sus agradecimientos a la geógrafa Marlise Zonta y a los ingenieros forestales Fernando Luís Dlugosz y Gilberto Kurasz por el inestimable auxilio en los trabajos de campo y de edición vectorial y también a la Empresa Baldo S.A. Comercio, Importación y Exportación de São Mateus do Sul, Provincia de Paraná, por permitir la presentación de sus datos.

1. Introducción

El uso de geotecnologías – involucrando Sistemas de Informaciones Geográficas, GPS y Percepción Remota – vienen consolidándose junto a las más variadas áreas del conocimiento y, en especial, al sector agropecuario en lo que se refiere a la propiedad rural. Ya sea para la confección de mapas o para la adecuación a legislación fundiaria, para la certificación ambiental o para la espacialización de características de interés, las geotecnologías representan una herramienta potencial como subsidio a la toma de decisiones.

El manejo adecuado de los recursos naturales e de la propiedad rural como un todo, requieren, en primer lugar, del conocimiento del uso y cobertura actual de la tierra, a partir de los cuales se puede planificar la atribución de funciones específicas a diferentes compartimientos del terreno. Usualmente la caracterización del uso de la tierra puede ser obtenida por la interpretación de fotografías aéreas o imágenes satelitales o, aun, por el relevamiento de las características con el uso del GPS. Una vez delimitadas las diferentes clases de cobertura de la tierra, se vuelve interesante insertarlas en un sistema georreferenciado capaz de almacenar, recuperar, procesar y permitir la generación de informaciones derivadas de los datos originales. Los Sistemas de Informaciones Geográficas constituyen, por lo tanto, un instrumento para la asociación de datos geográficos a respectivos atributos alfa-numéricos, almacenados en banco de datos, permitiendo el establecimiento de consultas espaciales y por atributos, la generación de buffers, la ejecución de análisis espaciales a través de cruces entre los diversos temas o capas y la producción de layouts incluyendo mapas, tablas, figuras, gráficos, etc. El presente proyecto, ejecutado por Embrapa Florestas, tuvo por objetivo la caracterización del uso de la tierra, la cartografía de la hacienda sede de la Empresa Baldo S.A. Comercio, Importación y Exportación de São Mateus do Sul, Provincia de Paraná y el establecimiento de directrices para la adecuación de la propiedad a la legislación ambiental vigente.

La Figura 1 ilustra la representación esquemática de las etapas del proyecto.

La empresa Baldo S.A. Comercio, Industria y Exportación, localizada a 150 km de la capital de la Provincia, posee 45,38 ha distribuidos en dos matrículas aproximadamente iguales en términos de superficie. La Figura 2 fue construida en ambiente SIG, usándose las bases de divisiones municipales (IBGE) y carreteras (Paranácidade). Los límites de la propiedad corresponden a aquellos obtenidos por relevamiento con GPS diferencial cuando la empresa se adecuó a la ley 10.267 (Brasil, 2001b) para el georreferenciamiento de propiedades rurales.

2. Objetivos

Para la implantación del proyecto fueron definidos los siguientes objetivos:

2.1 Objetivo general

Creación e aplicación de un Sistema de Informaciones Geográficas (SIG), como herramienta incorporada al sistema de gestión forestal de la empresa.

2.1.1 Objetivos específicos

- elaboración del mapa de uso de la tierra actual;
- elaboración de un Banco de Datos referente a las clases de uso;
- generación y organización de diversas capas o layers del SIG, provenientes de levantamientos de campo;
- delimitación de las áreas de preservación permanente (APP's) a lo largo de cursos y cuerpos de agua;
- definición de áreas potencialmente aprovechables como Reserva Legal (RL);
- generación de mapas temáticos.

3. Materiales y métodos

3.1 Materiales

Los materiales, equipos y software utilizados fueron:

- carta digital en formato dxf con los límites de la propiedad;
- equipo GPS diferencial, marca TRIMBLE, modelo Geoexplorer 3, software: PathFinder
- base cartográfica: AutoCad versão 2005, Brasil;
- actualización de la base cartográfica y SIG: gvSIG (Conselleria de Infraestructuras y Transporte, 2008).

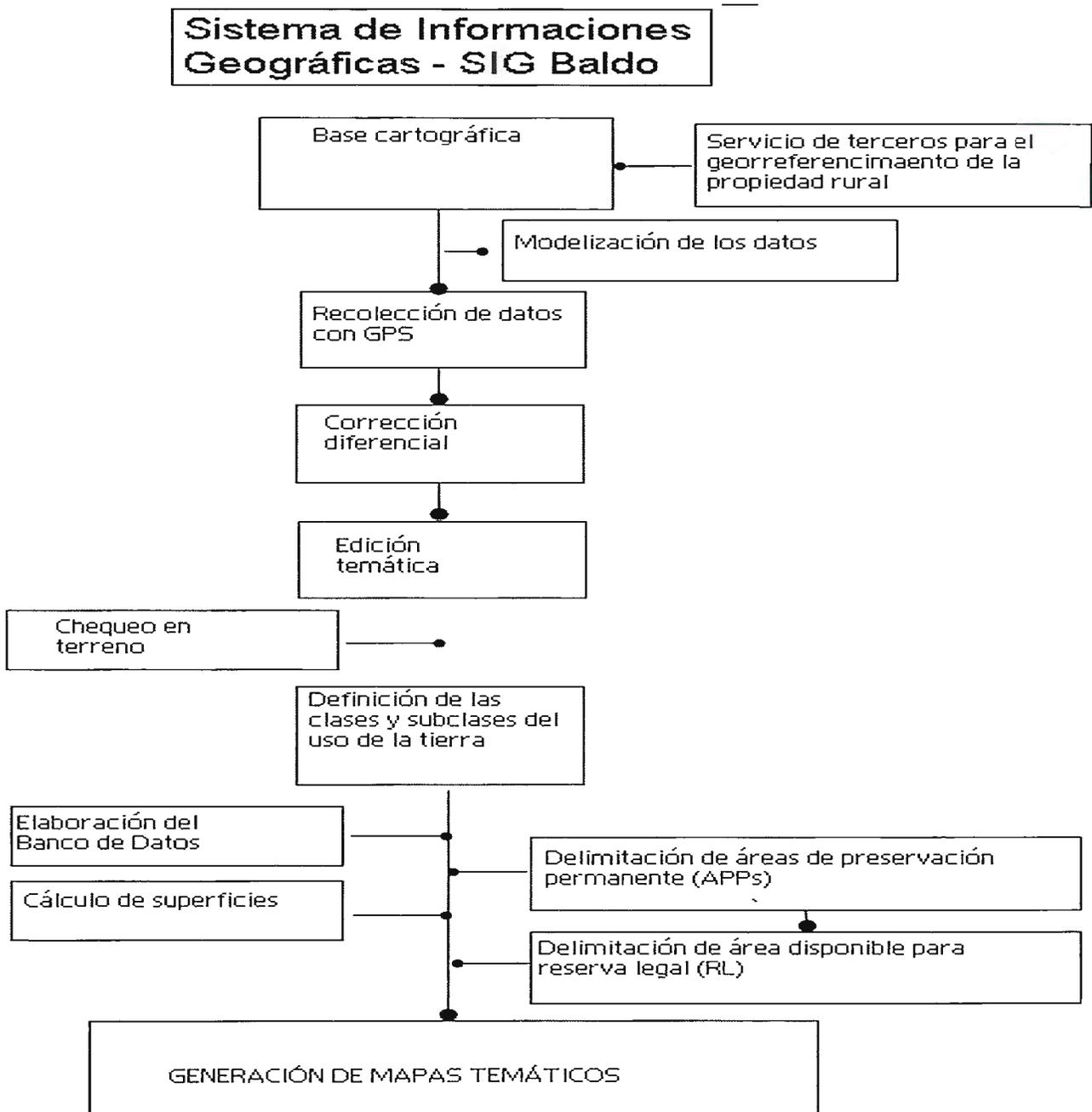


Figura 1 – Diagrama de flujo del proyecto SIG de Baldo S.A.

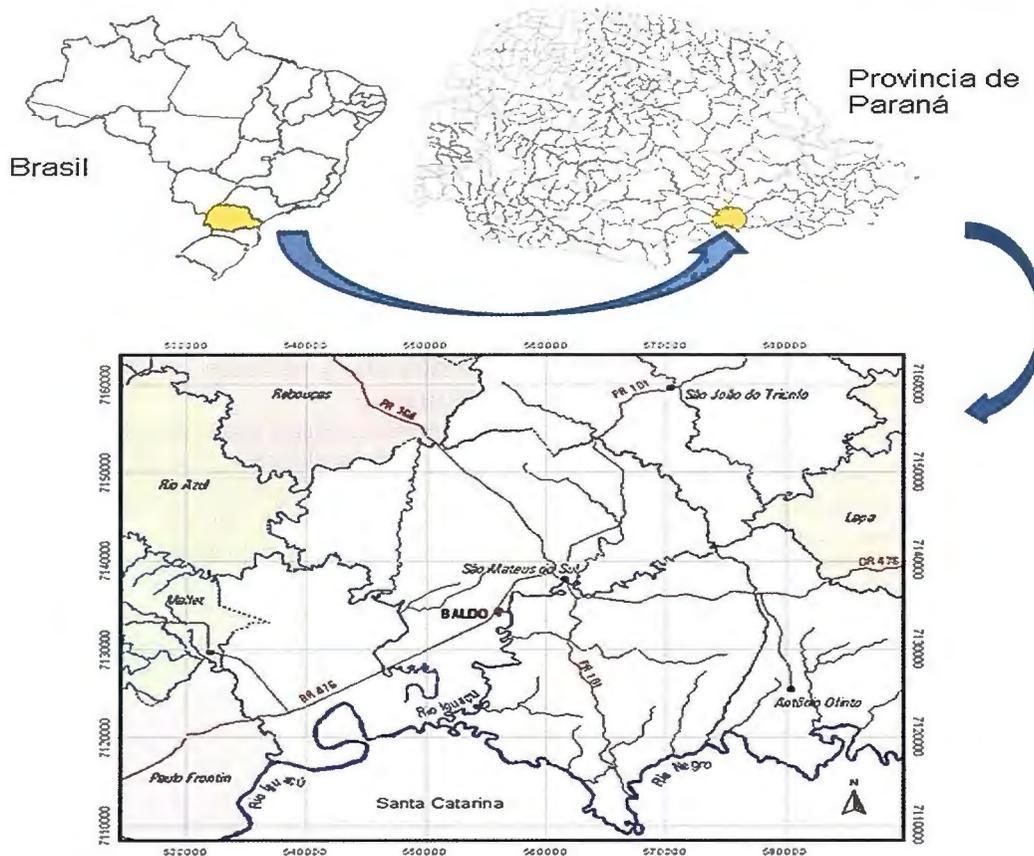


Figura 2 – Ubicación de la Empresa Baldo S.A. en relación al país (Brasil) y a la Provincia de Paraná

3.2 Metodología

Este capítulo contempla la documentación referente al proceso adoptado para la creación del SIG, desde la modelización de los datos y recopilación de la base cartográfica, elaboración y edición del mapa de uso de la tierra, cálculo de superficies, delimitación de las Áreas de Preservación Permanente (APP's), cruce de las layers de APP's y uso de la tierra, hasta la espacialización de las áreas disponibles para Reserva Legal (RL).

3.2.1 Modelización de Datos

El Sistema de Informaciones Geográficas puede ser considerado como una abstracción del mundo real, en que se usa el artificio de la modelización como forma de se representar sus complejidades. Para el proceso de modelización se hizo un análisis de lo que el sistema iría atender – con asesoría de la gerencia de la empresa – en lo se refiere a:

- definición de las clases y subclases de uso de la tierra;
- cartografía de las áreas de preservación permanente a lo largo de los ríos y cuerpos de agua;
- sugerencias para la ubicación del área a ser destinado como RL.

3.2.2 Levantamiento con GPS diferencial

Dada la inexistencia de fotografías aéreas recientes o imágenes satelitales de resolución compatible con el tamaño de la propiedad, el relevamiento de campo para la caracterización del uso actual de la tierra fue hecho con GPS diferencial.

La primera etapa del trabajo de campo fue ejecutada en cuatro días, recurriéndose la propiedad con acompañamiento del staff de la empresa para la definición de las características por relevar.

Los datos fueron sometidos a corrección diferencial (pos-procesamiento) usando los archivos de base de GPS disponibles en la estación de Curitiba. El error promedio obtenido fue de 1,128 metros y los datos fueron exportados al formato shapefile.

3.2.3 Inserción y edición de los datos en el SIG

En el software gvSIG se hizo la importación de la carta digital

en formato dxf del Auto Cad 2005 Brasil que sirvió como límite-base para el perímetro de la propiedad. De acuerdo con el procedimiento referente a la modelización mencionada anteriormente, los datos fueron insertados en el SIG considerando las primitivas gráficas (puntos, líneas y polígonos), conforme la Tabla 1. Simultáneamente a la edición de los polígonos, líneas y puntos, fueron insertadas las informaciones preliminares relevadas en campo, correspondientes a la identificación de las características.

3.2.4 Elaboración del banco de datos

El conjunto de campos y registros de la tabla de atributos – asociado a las características espaciales – constituye el banco de datos del SIG. Para la definición final de las clases y subclases de uso de la tierra, fue efectuada una nueva verificación de campo con GPS diferencial, refinándose las informaciones recolectadas en la primera etapa. En esa misma oportunidad fueron adquiridas fotografías digitales de las principales características encontradas en el área para posterior inserción e visualización en el SIG.

El banco de datos fue, entonces, editado en función de la versión definitiva de las clases de uso de la tierra, incluyéndose campos extras para el cálculo de superficies y perímetro, efectuados automáticamente a través de fórmulas algebraicas incorporadas al software bajo la forma de rutinas internas.

3.2.5 Adecuación a la legislación ambiental vigente

Para la definición de re-encuadramiento del uso de las áreas de la propiedad a la legislación vigente, fueron consultados los siguientes documentos legales:

- Código Forestal (Brasil, 1965) - Ley número 4771/65, artículos 2º, 10, 16 e 19;
- Medida Provisoria 2166-67/2001 (Brasil, 2001) - altera el Código Forestal y trata del Impuesto Territorial Rural-ITR;
- Resolución del Conama número 302/02 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002a) - trata de los parámetros, definiciones y límites de APP's de embalses artificiales y el régimen de

uso del entorno);

d) Resolución del Conama número 303/02 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002b) - trata de los parámetros, definiciones y límites de APP's;

e) Decreto Estadual número 3320/04 (Paraná, 2004), que aprueba los criterios, normas, procedimientos y conceptos aplicables al Sistema de Manutención, recuperación y protección de la Reserva Forestal Legal e Áreas de Preservación Permanente - SISLEG .

Mayores detalles y comentarios sobre la aplicación de estas leyes pueden ser encontrados en Rosot et al. (2008).

3.2.6 Delimitación de las Áreas de Preservación Permanente (APP's)

Para la determinación de las áreas de preservación permanente (APP's) fue realizada la operación de "buffer", que consistió en el establecimiento de una zona a lo largo de los bordes de ríos y cuerpos de agua, atendiendo al Código Forestal (Ley número 4.771, de 15.09.1965, Medida Provisoria número 2166-67, de 24.08.2001), que determina una faja de protección mínima de 100 metros de ancho, en proyección horizontal, a lo largo de cada lado de los bordes de ríos con ancho entre 50 metros y 200 metros y de 50 metros de radio para los demás cuerpos de agua como lagos naturales, humedales y nacientes.

Primitivas Gráficas	Tema (<i>shape</i>)
Polígonos	Vegetación nativa/"Capoeirão", "capoeira", "capoeirinha" (subclases)
	Cuerpos de água/ lagunas, represas, humedales
	Ríos anchos (con más de 5 metros de ancho)
	Carreteras, caminos
Lineas	Otras formas de uso de la tierra
	Cursos de água
Puntos	Drenaje artificial
	Naciente

Tabla 1 - Tipo de representación vectorial de los elementos del SIG

Clase	Superficie (ha)	%
Área de deposición	0,35	0,55
Área de recreación	1,23	2,92
Área de producción de plántulas	0,27	0,60
Área degradada	0,38	0,83
Área industrial	2,60	5,73
Bracatinga (<i>Mimosa scabrella</i>)	9,14	20,15
Circulación	2,01	4,44
Área de deposición	0,25	0,55
Cuerpos de agua	1,23	2,72
Agricultura	0,72	1,60
Edificación	0,07	0,15
Carreteras	0,00	0,00
Otros usos	4,20	9,26
Río	0,00	0,00
Suelo expuesto	0,50	1,10
Vegetación nativa secundaria	22,67	49,97
Total	45,38	100,00

Tabla 2 – Clases de uso de la tierra y respectivas superficies

3.2.7 Cruce de las layers de APP's y uso de la tierra

El cruce, también denominado "AND espacial", es una operación geoespacial típica en SIG y permite determinar las regiones de intersección entre un tema de base (en el caso, el uso de la tierra) y un tema superpuesto a este (los buffers de APP's). Así, el cruce de las layers de "uso de la tierra" e "APP's" fue efectuado con el objetivo de determinar las áreas correspondientes a APP efectivas (existentes en área de vegetación nativa) e las áreas de APP a restaurar (localizadas sobre otros tipos de uso de la tierra).

3.2.8 Espacialización de las Áreas Disponibles para Reserva Legal (RL)

Utilizando nuevamente operaciones de geoprocésamiento fueron excluidas las áreas de APP's localizadas sobre vegetación nativa. Los polígonos restantes, pertenecientes a esa tipología, fueron considerados como área potencial para el establecimiento de la RL. El cambio de clase de "vegetación nativa" para "Reserva Legal" en el SIG consiste en un proceso de prueba y error, con la definición de polígonos, cálculo de las respectivas superficies, edición de los límites y, de nuevo, cálculo de áreas, hasta alcanzar el área ideal para el establecimiento de RL.

4. RESULTADOS

4.1 Caracterización del uso de la tierra

En las Tablas 2 y 3 son presentadas, respectivamente, las clases y subclases de uso de la tierra representadas por características del tipo "polígono" consideradas para el SIG de la propiedad rural y respectivas áreas, en hectáreas y en porcentaje. La clasificación efectuada es del tipo "jerárquica", con el primer nivel representando los grandes grupos y, el segundo, la subdivisión de aquellos.

Es posible observar que, del área total de la propiedad (45,38 ha), cerca de la mitad (22,67 ha) es cubierta por vegetación nativa secundaria y, de estos, 50% son representados por estado avanzado de regeneración. Aun en términos de cubierta vegetal, es significativa la presencia de poblamientos de Mimosa scabrela ("bracatingales"), que ocupan cerca de un 20 % del área de la propiedad. Otros 10% representan ocupación por el área industrial y circulación y cerca de 3% constituyen los cuerpos de agua. Las Figura 3 y 4 muestran, respectivamente, el mapa de uso de la tierra de la propiedad, conforme las clases y subclases listadas en las Tablas 2 y 3.

4.2 Áreas de Preservación Permanente (APP's)

Los buffers alrededor de humedales, ríos y nacientes constituyeron las clases de APP's aplicables a la propiedad de la empresa. La única situación de uso conflictivo de la tierra es observada en la porción sudoeste del área y se refiere a la faja de protección de humedales y nacientes, representados, en el mapa, por la clase "APP a restaurar" (Figura 5).

El área más grande de APP corresponde a la faja marginal al Río Iguazu, que, por su ancho (58 m) en la porción de la divisa este de la propiedad, necesita de protección de, como mínimo, 100 m. Esa faja se sobrepone a la APP representada pela zona alrededor de humedales ubicados cerca al río.

Otro humedal, ubicado en la porción centro-norte de la propiedad, tiene su APP ocupada por vegetación nativa ("bracatingal"), que, en la Figura 5, se encuentra representada bajo la leyenda "APP existente".

4.3 Áreas de Reserva Legal (RL)

La Medida Provisoria 2166-67 de 24 de agosto de 2001, define, en su artículo 1º, la Reserva Legal como siendo "... el área ubicada en el interior de una propiedad rural, exceptuada aquella de preservación permanente, necesaria al uso sustentable de los recursos naturales, a la conservación y rehabilitación de los procesos ecológicos, a la conservación de la biodiversidad y al abrigo y protección de la flora e fauna nativas", debiéndose mantener,

como reserva legal, un mínimo de 20 % del área de la propiedad rural.

La ubicación del área de RL es una prerrogativa del agente ambiental, mas los criterios para su establecimiento son determinados por el artículo 5º del Decreto Estadual nº 3320, de 12 de julio de 2004, ("... las áreas de RL deben ser prioritariamente ubicadas sobre las áreas de vegetación nativa mas representativas del bioma original que estén dentro de la propiedad" y por la Medida Provisoria 2166-67 ("... o próximas a las APP's"). Considerándose la superficie total de la propiedad de la empresa Baldo S.A. (45,38 ha), el 20% que representa la RL corresponden a 9,076 ha. Los análisis efectuados en ambiente de SIG permitieron sugerir como RL todo el área disponible próxima al Río Iguazú y otra área próxima a la APP de la porción centro-norte, totalizando 9,103 ha con RL (Figura 5).

Un 29,99 % de las áreas disponibles para RL son representados por clases de vegetación nativa en estado avanzado de regeneración, 20,23 % en estado inicial, seguido por cerca de 49,80 % de "bracatingales".

5. Conclusiones

La implantación del SIG en cualquier institución pública o privada es un proceso largo y que demanda esfuerzos continuos para su asimilación en diversos niveles y por los diferentes tipos de usuarios. La empresa Baldo S.A. inicia, ahora, la primera etapa de ese proceso con la aplicación del SIG en su base física por contratación de servicios de terceros. La fase siguiente incluirá, necesariamente, la capacitación de técnicos con el objetivo de tornarlos auto-suficientes en la manipulación y extracción de informaciones y productos del SIG que sean relevantes para la toma de decisiones en la empresa.

Referencias bibliográficas

- BRASIL (2001a). Medida Provisória 2166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1o, 4o, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei no 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. In: BRASIL. Presidência da República. Presidência da República Federativa do Brasil: legislação. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/2166-67.htm>. Fecha consulta: 4 diciembre 2008. Publicada no D.O.U. de 25 ago 2001 - Edição extra.
- BRASIL (2001b). Lei no 10.267, de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. In: BRASIL. Presidência da República. Presidência da República Federativa do Brasil: legislação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10267.htm>. Fecha consulta: 4 diciembre 2008. Publicada no D.O.U. de 29 ago. 2001.
- BRASIL (1965). Lei número 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. In: BRASIL. Presidência da República. Presidência da República Federativa do Brasil: legislação. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Fecha consulta: 4 diciembre 2008. Publicada no D.O.U. de 16 set. 1965 e reificada em 28 set. 1965.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002a). Resolução número 302 de 20 mar. 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente [home page]: legislação. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298>>. Fecha consulta: 4 diciembre 2008. Publicada no D.O.U. n. 90, de 13 maio 2002, Seção 1, páginas 67-68.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002b). Resolução número 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente [home page]: legislação. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Fecha consulta: 4 diciembre. 2008. Publicada no D.O.U. n. 90, de 13 maio 2002, Seção 1, página 68.
- Conselleria de Infraestructuras y Transporte (2008). gvSIG Desktop. <<http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=1729&L=0>>. Fecha consulta: 4 diciembre 2008.
- Paraná (2004) Decreto nº 3320, de 12 de julho de 2004. Aprova os critérios, normas, procedimentos e conceitos aplicáveis ao SISLEG – Sistema de manutenção, recuperação e proteção da reserva florestal legal e áreas de preservação permanente e dá outras providências. <http://www.meioambiente.pr.gov.br/meioambiente/arquivos/File/iap/dec3320_04.pdf>. Fecha consulta: 4 dez. 2008. Publicado no D.O.E.PR. nº 6769 de 12 jul. 2004.
- ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZÚ, M. C.; OLIVEIRA, Y. M. M. de (2008). Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como subsídio para a elaboração de planos de manejo em fazendas experimentais. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 216).

Clase	Código	Subclase
Área de deposición	1	residuos líquidos
	2	residuos sólidos
	3	área del campo de fútbol
Área de recreación	4	campo de fútbol suizo
	5	pasto
	6	jardinería
Área de producción de plántulas	7	área de canteros
	8	cantero
	9	casa de vegetación
Área degradada	10	galpón
	11	área degradada
	12	almacén
Área industrial	13	“barbaquá”
	14	“cancheador”
	15	controlador de temperatura
	16	depósito de leña
	17	depósito de bolsas
	18	edificación
	19	horno y depósito
	20	garaje de máquinas e implementos
	21	jardinería
	22	recibimiento y zarandeo de yerba-mate
	23	comedor, depósito y hornalla
Bracatinga	24	bracatinga adulta
	25	bracatinga con eucalipto
	26	bracatinga joven
Circulación	27	paseo
	28	corredor
	29	entrada para el comedor
	30	estacionamiento
	31	vías internas
Cuerpos de agua	32	lago
	33	humedales
Cultura	34	agricultura
	35	cultura
	36	huerta
	37	pomar
	38	pañol y lavandería
Edificaciones	39	antigua estación de combustible
	40	balanza
	41	perrera
	42	caja de agua
	43	casa de la bomba de agua
	44	casa de energía
	45	casa de funcionario
	46	manguera de oveja
	47	oficina
	48	establo para ovejas
	49	garaje
	50	muro de protección de la balanza
	51	estación de abastecimiento de combustible
	52	ropero
Red viaria	53	calle
	54	faja de dominio
	55	carretera
Otros usos	56	corta fuegos
	57	isla
	58	jardinería
	59	patio de leña
	60	talud
Río	61	río Iguazú
Suelo expuesto	62	suelo expuesto
	63	vegetación adensada
	64	estado inicial
	65	estado intermediario
	66	estado avanzado
	67	estado avanzado con cultivo
	68	vegetación de margen
	69	regeneración natural
	Vegetación nativa secundaria	69

Tabla 3 – Subclases de uso de la tierra

Mapa de uso de la tierra

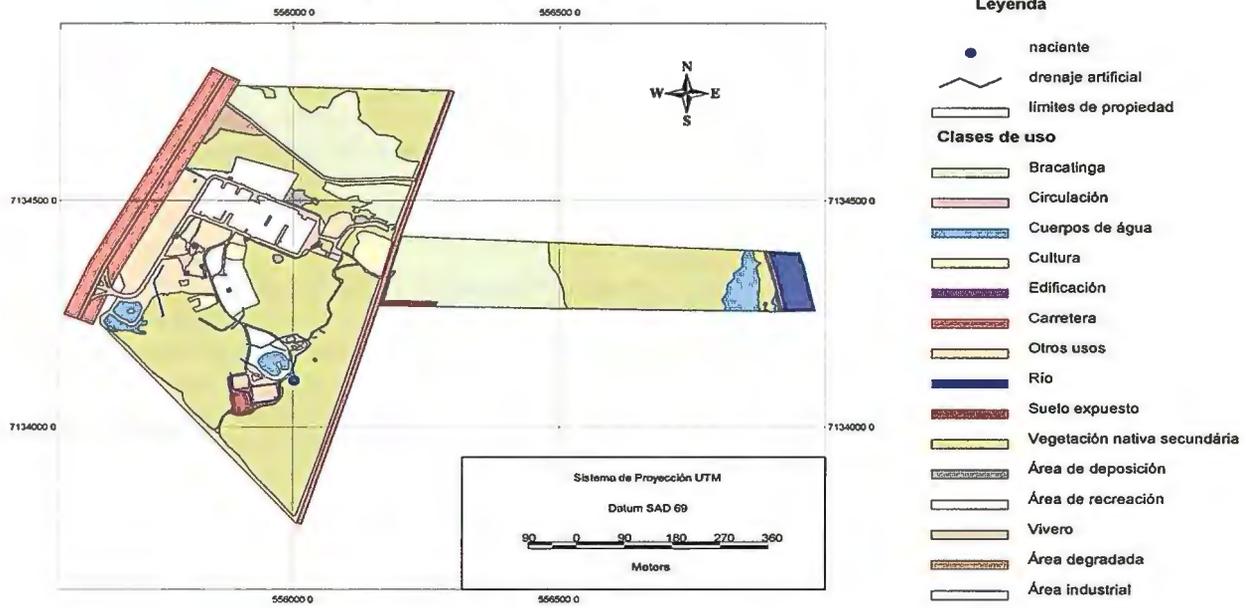


Figura 3 – Mapa de uso de la tierra en la propiedad rural de la empresa Baldo S.A.

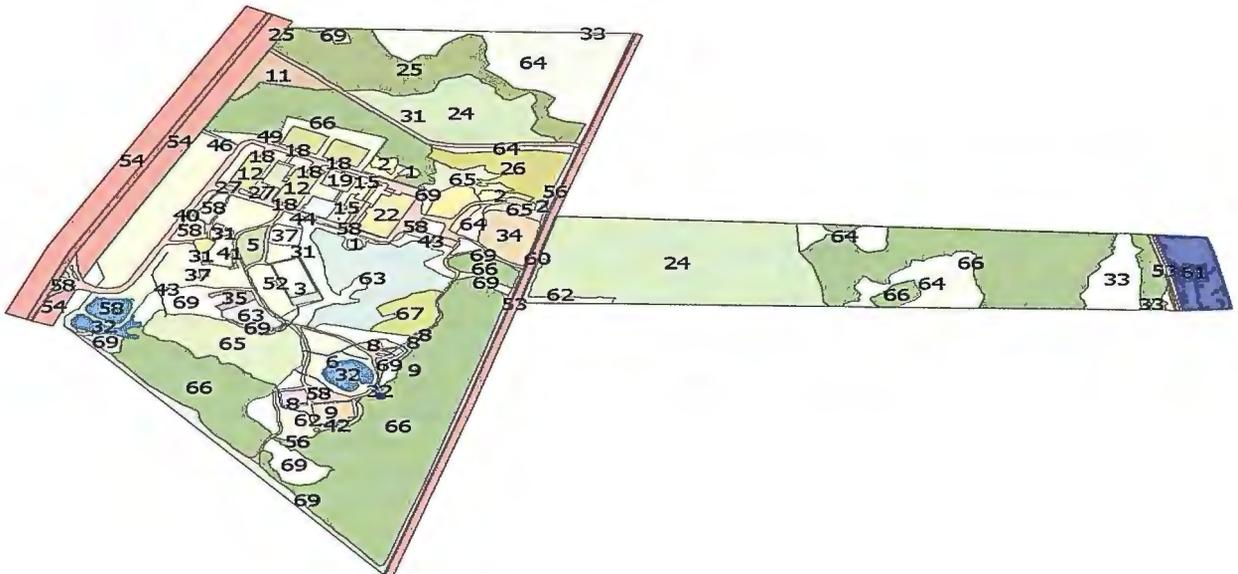


Figura 4 – Subclases de uso de la tierra en la propiedad rural de la empresa Baldo S.A.

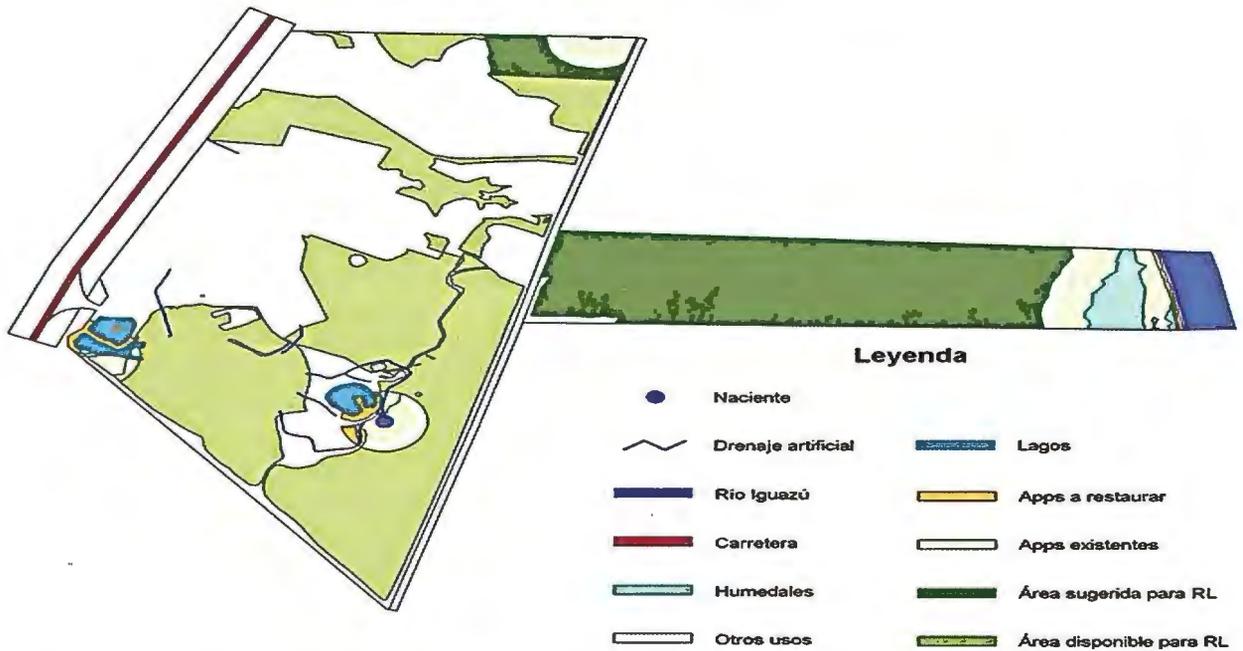
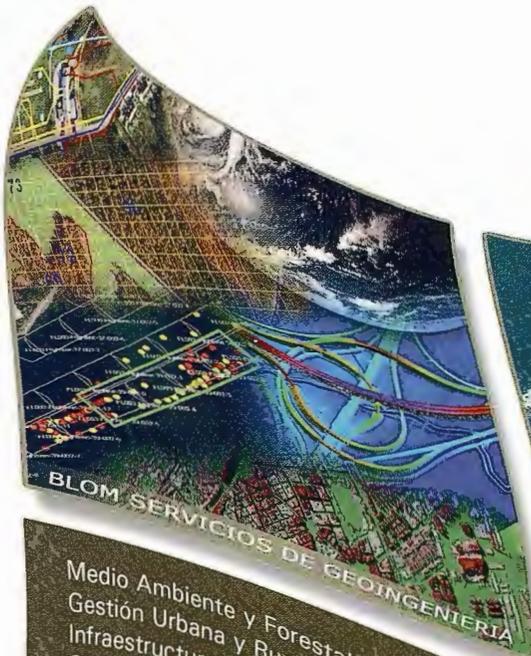


Figura 5 – Áreas de vegetación nativa (excluidas las APP's) existentes en la propiedad rural de la empresa Baldo S.A.



BLOM SERVICIOS DE GEOINGENIERIA

Medio Ambiente y Forestal
Gestión Urbana y Rural
Infraestructuras
Carreteras y Redes eléctricas
Fondos de ayuda al desarrollo
Defensa
Catastro
Telecomunicaciones



BLOM SERVICIOS DE INFORMACION

Navegación Real y LBS
Geo Búsqueda
Servicios de Emergencia
Servicios Inmobiliarios
Gobierno Local y Regional

Aplicación de la interferometría radar de satélite para el estudio de las deformaciones del terreno producidas por los terremotos de Bam (Irán, 2003), L'Aquila (Italia, 2009) y Pedro Muñoz (España, 2007)

Rocío García Pulido

Ingeniera en Geodesia y Cartografía (Primer premio en la modalidad de Grado Superior en el X Premio Internacional Francisco Coello)

Resumen

La interferometría radar de satélite es hoy en día una herramienta geodésica fundamental para el estudio de las deformaciones del terreno producidas por diversos fenómenos naturales y antrópicos. En este trabajo se presenta un breve bosquejo de la técnica InSAR y DInSAR así como la aplicación de la mismas, mediante el software DORIS (Delft Object-oriented Radar Interferometric Software) para cuantificar las deformaciones producidas sobre el terreno como consecuencia de los terremotos de Bam (Irán, 2003), L'Aquila (Italia, 2009) y Pedro Muñoz (España, 2007). Para el caso de los terremotos de Bam y L'Aquila, la disponibilidad de imágenes así como su coherencia y la magnitud de la deformación, hacen que ésta sea detectable y cuantificable mediante esta técnica, con valores de hasta 30 cm en ambos terremotos. Para el caso del terremoto de Pedro Muñoz, las características de la zona, las fuentes de decorrelación y la magnitud de la deformación provocan que no sea detectable en la zona del epicentro y alrededores, si bien, se produjeron daños materiales a 80 km del mismo como consecuencia del terremoto.

Abstract

Satellite radar interferometry is nowadays a fundamental geodetic tool for the study of ground deformation produced by natural or human phenomena. In this work, a brief overview of InSAR and DInSAR techniques is presented, as well as their application, using DORIS (Delft Object-oriented Radar Interferometric Software), to quantify the ground deformation produced as a result of L'Aquila (Italy, 2009), Pedro Muñoz (Spain, 2007) and Bam (Iran, 2003) earthquakes. For the case of Bam and L'Aquila earthquakes, the scenes availability, their coherence as well as the magnitude of the deformation, makes deformation be detectable and quantifiable with values up to 30 cm by means of this technique. For the case of Pedro Muñoz earthquake, the characteristics of the area, the sources of decorrelation and the magnitude of the deformation cause that deformation be not detectable on the epicenter area, although material damages to 80 km distance were produced as a result of the earthquake.

Palabras clave

Deformaciones, interferometría radar, InSAR, terremotos, Bam, L'Aquila, Pedro Muñoz, Doris

1. Introducción

Las catástrofes naturales tienen una importante repercusión sobre la superficie de la Tierra y la vida humana provocando unos cuantiosos daños materiales y un elevado número de víctimas mortales. El último de ellos, el terremoto de Haití del 12 de enero de 2010, de magnitud 7.0, ha devastado completamente la capi-

tal, Puerto Príncipe, provocado más de 200.000 muertos, 250.000 heridos y dejando sin hogar a más de un millón de personas (Wikipedia, 2010a).

Las técnicas geodésicas han ido evolucionando a lo largo de la historia para cuantificar las deformaciones producidas sobre el terreno, y en la medida de lo posible, intentar ayudar en la prevención de riesgos naturales. Una de estas técnicas, que conjuga la geodesia y la teledetección es la Interferometría Radar de Apertura Sintética (InSAR) y, su derivación, la Interferometría Radar de Apertura Sintética Diferencial (D-InSAR), técnica que ha tomado, en el transcurso de los años, una gran importancia dada su versatilidad y fiabilidad. Su aplicación inmediata y común se centra en el control de deformaciones de la superficie terrestre tales como subsidencias, elevaciones, deslizamientos de laderas, etc., producidos por diversos fenómenos naturales y/o antrópicos (Bürgmann y otros, 2000; Massonet y otros, 1998), y entre ellos, los terremotos, aplicación en la que se centra este estudio.

El procesado interferométrico se basa en el uso de las diferencias en la fase de las señales que emite y regresan al satélite para generar un Modelo Digital de Elevaciones del terreno (MDE), o cuantificar la deformación producida en la superficie durante el intervalo de tiempo cubierto por las imágenes Radar de Apertura Sintética (SAR) (Hanssen, 2001).

El objetivo de este trabajo es aplicar la interferometría radar de apertura sintética para estudiar las posibles deformaciones producidas sobre el terreno como consecuencia de los terremotos de L'Aquila (Italia), del 6 de abril de 2009, de Pedro Muñoz (España), del 12 de agosto de 2007 y el de Bam (Irán) el día 26 de Diciembre de 2003.

En la sección 2 de este artículo se presenta una somera descripción de la técnica InSAR/DInSAR. En la sección 3 se muestran los resultados obtenidos tras el procesado de las imágenes radar correspondientes a cada terremoto, y finalmente, en la sección 4, se presentan y analizan las conclusiones obtenidas con la aplicación de esta técnica.

2. Metodología

En este apartado se describe brevemente el fundamento del procesado interferométrico necesario para obtener un mapa de elevaciones del terreno (InSAR) o un mapa de deformaciones (D-InSAR).

2.1 Fundamento de la técnica SAR: InSAR y D-InSAR

La interferometría radar de apertura sintética (cuyo acrónimo es InSAR o IfSAR, Interferometric Synthetic Aperture Radar) emplea dos escenas radar de apertura sintética (SAR), adquiridas en un intervalo de tiempo en el que el terreno no ha sufrido nin-

guna deformación, para generar un Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Para ello, hace uso de las diferencias de fase (que son función de la distancia y de la radiación reflejada) de las señales que viajan entre el satélite y la superficie terrestre en dos pases del satélite por la misma zona, para crear un interferograma. La diferencia temporal entre las adquisiciones no debe ser excesivamente grande para evitar que los cambios de la cobertura terrestre sean tales que hagan que las dos imágenes provoquen una falta de coherencia y no puedan utilizarse para este fin.

Las dos escenas radar se suelen denominar master y slave, y su adquisición se puede obtener de dos maneras. En primer lugar, equipando un satélite (o avión) con dos antenas espacialmente separadas: una sirve de transmisor y receptor, mientras que la otra sirve como segundo receptor. En este caso, las imágenes producidas por ambas antenas, obtenidas en una única pasada, son similares pero sutilmente diferentes debido a las diferentes geometrías de adquisición. Como ejemplo de esta configuración está la misión SRTM de la NASA en la que se crea un modelo digital de elevaciones para casi toda la Tierra. En segundo lugar, iluminando la misma zona al menos dos veces con el mismo radar cada vez que pasa el satélite sobre ella.

La Interferometría Radar de Apertura Sintética Diferencial (cuyo acrónimo es D-InSAR, Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar) es una técnica derivada del InSAR, cuyo objetivo es generar mapas de deformación superficial para cuantificar el movimiento sufrido en un área determinada del terreno en el intervalo producido entre los dos pases del satélite por la misma zona. El desplazamiento vertical que sufre la superficie terrestre es medido por los satélites en función de la diferencia de fase en la dirección en la que el satélite ilumina el terreno (Figura 1).

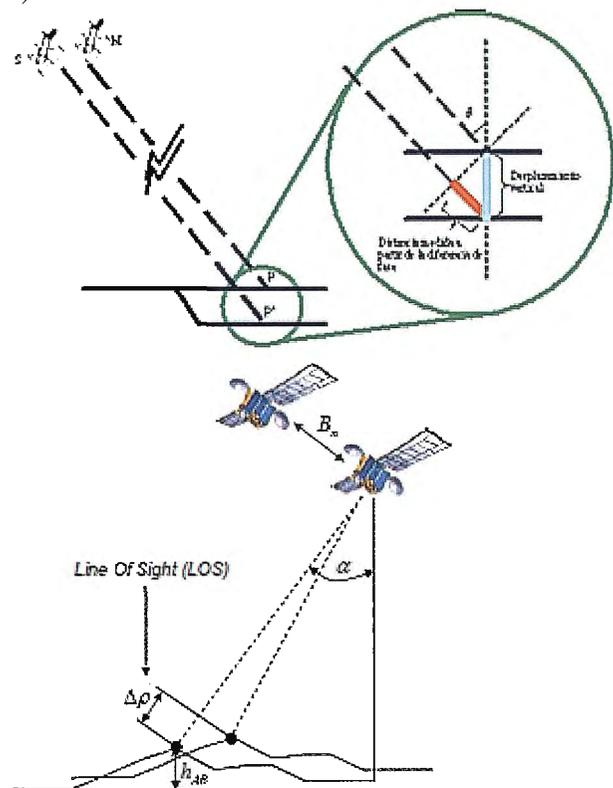


Figura 1. Distancia medida a partir de la diferencia de fase para la generación de un mapa de deformación.

En este caso, para eliminar la señal topográfica del interferograma que abarca la zona de interés, se hace uso de un MDE creado mediante InSAR a partir de dos escenas radar, de las cuales una de ellas es la master o la slave según sean anteriores o posteriores al terremoto. Con este MDE se genera un interferograma sintético que es sustraído del interferograma creado con las escenas anterior y posterior al terremoto, obteniendo así un

interferograma diferencial que contiene la información acerca del desplazamiento producido en el área afectada por el terremoto (mapa de deformación). Alternativamente, se pueden utilizar dos escenas diferentes a la master y slave, anteriores o posteriores al terremoto para generar el MDE, utilizar un MDE generado con InSAR como el SRTM de la NASA o un MDE generado con otra técnica diferente. La separación temporal entre la adquisición de las imágenes tiene que ser lo suficientemente grande para detectar el movimiento, aunque esto implica una menor coherencia entre dichas imágenes y un mayor ruido en la señal.

A partir del mapa de deformaciones se pueden detectar y estudiar nuevas deformaciones del terreno, estudiar las deformaciones que ya se conocen o predecir futuros efectos provocados por estas deformaciones.

2.2 Procesado de las escenas radar mediante DORIS

Para el procesado interferométrico se ha utilizado el software DORIS, desarrollado por el DEOS (Delft Institute for Earth Observation and Space Systems) de la Universidad Tecnológica de Delft (Holanda) (Kampes y Usai, 1999; Kampes, 2000). Se trata de un software de código abierto y de libre disposición que realiza el procesado interferométrico mediante una serie de procesos, englobados en cuatro bloques (Figura 2):

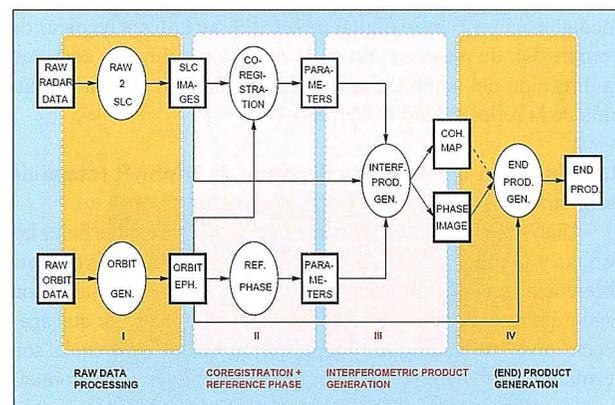


Figura 2. Diagrama de flujo del procesamiento interferométrico de imágenes SAR.

- **Bloque I:** Preprocesamiento de los datos brutos (radar y orbitales) a otro formato (SLC, Single Look Complex). Para las imágenes ERS1/2 y Envisat, se emplean las órbitas precisas de Delft, obtenidas a través del paquete getorb (Scharroo y Visser, 1998). Realmente DORIS no realiza el procesado los datos radar brutos para generar las imágenes SLC, sino que parte directamente de éstas.

- **Bloque II:** Registro de las imágenes, donde la imagen slave se alinea con la imagen master, y cálculo de la fase de referencia del elipsoide.

- **Bloque III:** Cálculo del producto interferométrico: imagen de fase compleja y mapa de coherencia.

- **Bloque IV:** Cálculo de los productos finales: MDE y mapa de deformación.

Un interferograma se muestra convencionalmente mediante una imagen compuesta por píxeles de colores. Cuando no existe deformación sobre el terreno, el color no cambia, o bien aparecen colores aleatorios dando sensación de ruido. Sin embargo, cuando hay deformación sobre la superficie del terreno, se muestran franjas de cambio de color que indica la cuantía de la deformación proyectada en la línea de iluminación de la escena desde el satélite (Figura 1). La cadena de procesado empleada para la obtención de interferogramas varía de acuerdo al software utilizado y la aplicación, pero normalmente incluye la combinación de los siguientes pasos incluidos en los cuatro bloques descritos anteriormente: registro de imágenes, remuestreo y registro, cálculo del interferograma, filtrado del interferograma, desenrollado de fase, paso de fase desenrollada a alturas y georreferenciación.

Los datos SAR brutos (raw SAR data) contienen información de la fase y la amplitud procedentes de muestras temporales secuenciales del eco de la señal reflejada por la superficie del terreno. Esta información puede registrarse como un número complejo

$$Ae^{i\theta} = A\cos\theta + i A\sin\theta$$

donde A representa la amplitud del eco y θ su fase.

Cuando la amplitud y la fase se muestran por separado, el resultado es una imagen de amplitud y de fase desenfocada. En la imagen de amplitud desenfocada no aparecen los objetos que hay en la superficie ya que las muestras que recoge cada eco para formar la imagen bruta no corresponden con las celdas de resolución sobre el terreno, pues cada celda contribuye a muchas muestras y cada muestra contiene información de muchas celdas, que quedan expandidas en la dirección del rango y del acimut. Como resultado, la información de cada celda individual es difuminada en la imagen.

La imagen de fase desenfocada es completamente aleatoria porque cada píxel incluye, en cada una de las celdas, contribuciones de muchos elementos reflectantes de la superficie, que se combinan para producir una imagen de fase aleatoria.

El procesador SAR combina coherentemente todas las señales recibidas para formar y “enfocar” la imagen de amplitud mediante un procesado digital de señales. Se utilizan técnicas de compresión de pulsos, tanto en la dirección del rango como en la dirección del acimut, obteniendo una imagen de alta resolución de la reflectividad del terreno.

2.3 Obtención del producto derivado de DInSAR (mapa de deformación)

Una vez eliminadas las contribuciones de la superficie, las órbitas y la topografía, la señal remanente en el interferograma diferencial contiene información sobre la deformación, junto con cualquier resto de ruido. Las franjas de cambio de color que aparecen como “irregularidades” en el interferograma diferencial son resultado de los cambios en la distancia satélite-terreno producidos por cualquier desplazamiento de puntos del terreno, en el intervalo entre las dos escenas, que provocan un cambio de fase de la señal. Debido a la configuración del sistema, sólo la componente del movimiento de la superficie paralelo a la línea de iluminación del satélite (LOS, Line Of Sight) causará la diferencia de fase observada. Ese cambio de fase es directamente proporcional a la longitud de onda del SAR, que para los sensores SAR de los satélites ERS y en Envisat, que trabajan en la banda C de las microondas, es de 56 mm. Dado que la señal va de la antena SAR al blanco sobre el terreno y retorna de nuevo al satélite, el desplazamiento medido es dos veces la unidad de longitud de onda. Esto traducido a interferometría diferencial equivale a un ciclo de onda de $-1/2$ a $+1/2$, o lo que es lo mismo, media longitud de onda, que corresponde a un desplazamiento relativo de 28 mm por cada franja de cambio de color.

En definitiva, para cuantificar la deformación sufrida en una zona determinada, una vez obtenido el mapa de deformación, hay que contar el número de franjas que aparecen y multiplicarlo por la mitad de la longitud de onda del sensor empleado para la adquisición de las imágenes. A mayor número de franjas, mayor es la cantidad de deformación.

Los cambios de fase sólo son resolubles en relación a otros puntos en el interferograma y por tanto, la deformación absoluta puede ser deducida asumiendo un área en el interferograma que no ha sufrido una deformación, o mediante un punto de control (GPS o similar) para establecer el movimiento absoluto de un punto.

Si bien la técnica descrita puede medir cambios milimétricos/centimétricos sobre la superficie terrestre a lo largo del tiempo, desde deformaciones producidas en pocos días hasta incluso en años, siempre y cuando se disponga de las imágenes oportunas y

se mantenga la coherencia, también adolece de algunos problemas que provocan degradación en las imágenes y en los interferogramas, como son principalmente:

- * el ruido, el cual provoca pérdida de coherencia y una degradación de las franjas observadas,

- * los efectos atmosféricos, que provocan variaciones de fase las cuales quedan superpuestas a las variaciones de fase generadas por el terreno,

- * decorrelación temporal, considerada como periodos temporales excesivos entre las sucesivas adquisiciones de las escenas SAR, los cuales provocan una reducción de la coherencia impidiendo la generación de interferogramas debido a la variación temporal en las propiedades de la energía retroreflejada por el área de estudio, y

- * la decorrelación espacial, considerada como una excesiva línea base o separación entre la posición del satélite en las dos adquisiciones utilizadas para calcular un interferograma. La longitud máxima aceptable para los satélites ERS y Envisat está del orden de los 1.000 m, a partir de la cual se produce una completa pérdida de coherencia en las imágenes. Esto es un factor crítico ya que el grado de coherencia influye de manera muy significativa en la exactitud de la fase, y por tanto en el interferograma generado.

3. Resultados del procesado para los terremotos de Bam, L'Aquila y Pedro Muñoz

El terremoto de Bam (Irán) se produjo el 26 de Diciembre de 2003. Fue un sismo de 6,6 grados en la escala de Richter y asoló la zona dejando más de 26.000 muertos y alrededor de 30.000 heridos (Wikipedia, 2010b). El terremoto de L'Aquila (Italia) tuvo lugar el 6 de abril de 2009 en la zona central de Italia. Su magnitud en la escala Richter fue de 6,3 grados, dejando 294 muertos, 1500 heridos y más de 50.000 personas sin hogar (Wikipedia, 2010c). El terremoto de Pedro Muñoz (España) fue un sismo de magnitud 5,1 en la escala de Richter que se produjo el 12 de agosto de 2007 en la provincia de Ciudad Real. Fue un terremoto superficial pero ampliamente sentido. No hubo daños personales, pero la cubierta del Teatro Municipal de Almagro, situada a unos 80 km resultó seriamente dañada a causa de este sismo (Wikipedia, 2010d).

En este trabajo se pretenden detectar las posibles deformaciones sobre el terreno causadas por estos terremotos a partir de interferometría radar de satélite diferencial (DInSAR). El primer paso para poder llevar a cabo un procesado interferométrico es comprobar que hay disponibilidad de imágenes para la zona de estudio. Para ello, la Agencia Europea del Espacio (ESA) dispone de las aplicaciones DESCW y EOLi. Con ellas, se consigue elegir la mejor combinación interferométrica de las imágenes en base a la separación temporal y espacial entre las imágenes SAR anteriores y posteriores al terremoto. Las imágenes utilizadas en este estudio son las obtenidas por el satélite Envisat. Para cada uno de los terremotos estudiados, se describirán las imágenes utilizadas así como los resultados obtenidos.

3.1 Terremoto de Bam

Para estudiar la deformación, se ha generado un interferograma a partir de las escenas Envisat ASAR 9192 (03/12/2003), elegida como master, y 10194 (11/02/2004) como slave, anterior y posterior al terremoto. Ambas pertenecen a la pasada descendente número 120. La línea base perpendicular entre ellas es muy pequeña (5 m) con lo que la convierten en una combinación ideal para estudiar la deformación, ya que la componente topográfica apenas tiene influencia sobre la fase de la señal. Además, la decorrelación temporal es pequeña por el pequeño lapso de tiempo (70 días) que hay entre las dos imágenes, y se mantiene bastante bien la coherencia, debido a las características de la cubierta en esa zona. En las Figuras 3 y 4 se pueden ver las

imágenes de amplitud de las imágenes master y slave. Una vez realizado el procesamiento, el interferograma resultante donde se percibe la deformación se muestra en la Figura 5.

3.2 Terremoto de L'Aquila



Figura 3. Imagen de amplitud correspondiente a la escena Envisat ASAR 9192 (03/12/2003) utilizada como master en el procesamiento del terremoto de Bam.



Figura 4. Imagen de amplitud correspondiente a la escena Envisat ASAR 10194 (11/02/2004) utilizada como slave en el procesamiento del terremoto de Bam.

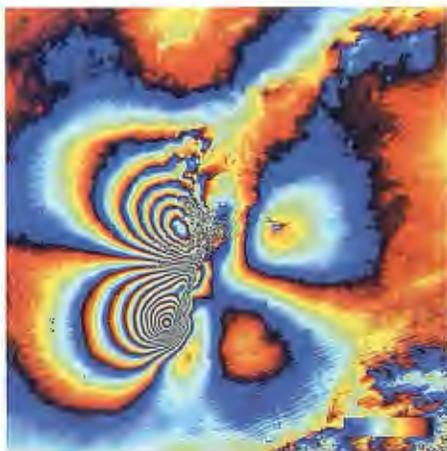


Figura 5. Fase del interferograma complejo diferencial tras aplicar el filtro de fase en el procesamiento del terremoto de Bam.

En el caso de este terremoto, para generar el interferograma se han utilizado las escenas Envisat ASAT 36205 (1/02/2009), como master, y 37207 (12/04/2009), como slave, de la pasada 79, ya que la línea base perpendicular entre ellas (155,8 m) es la más pequeña de todas las combinaciones posibles a partir de las escenas disponibles, y entre las dos abarcan el momento en el que se produjo el terremoto. También, en este caso, la decorrelación

temporal es pequeña, debido al pequeño lapso de tiempo (70 días) que hay entre las dos imágenes. La señal producida por la deformación es mucho mayor que la decorrelación existente por la topografía y otras fuentes, con lo que se capta muy bien en el interferograma. En las Figuras 6, 7 y 8, se muestran las imágenes de amplitud correspondientes a la imagen master y slave, así como el interferograma resultante tras el procesamiento.

3.3 Terremoto de Pedro Muñoz

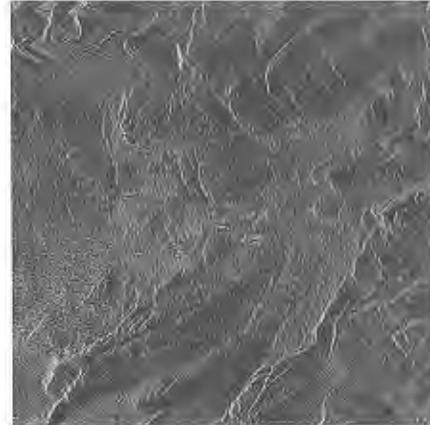


Figura 6. Imagen de amplitud correspondiente a la escena Envisat ASAR 36205 (1/02/2009) utilizada como master en el procesamiento del terremoto de L'Aquila.



Figura 7. Imagen de amplitud correspondiente a la escena Envisat ASAR 37207 (12/04/2009) utilizada como slave en el procesamiento del terremoto de L'Aquila.

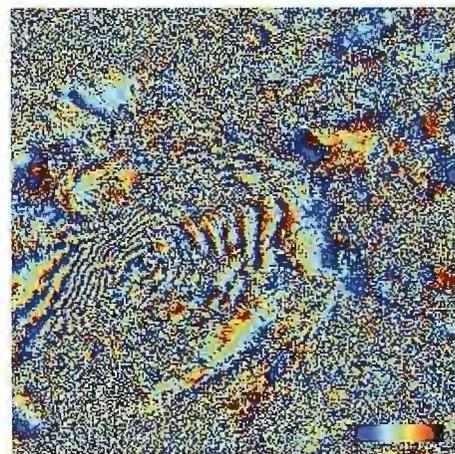


Figura 8. Fase del interferograma complejo diferencial tras aplicar el filtro de fase en el procesamiento de L'Aquila.

Existen diferentes escenas Envisat ASAR que cubren la zona donde se produjo el terremoto. De todas las disponibles, se han utilizado las que ofrecen mejor combinación, siendo la escena 27252 (17/05/2007) seleccionada como master y la 28755 (30/08/2007) como slave, anterior y posterior al evento. Las escenas corresponden a la pasada ascendente 144. Si bien la línea base perpendicular entre ellas es de -451,1 m, la combinación es la que ofrece mejores posibilidades en cuanto a la línea base temporal, que es de 105 días. En ese tiempo, las características de la cubierta podrían hacer, si la señal de la deformación no es muy grande, que existiese una importante componente de decorrelación, añadida a los efectos atmosféricos. Al igual que en los dos procesados anteriores, en las Figuras 9, 10 y 11, se muestran las imágenes de amplitud de ambas adquisiciones, así como el interferograma resultante tras el procesado.



Figura 9. Imagen de amplitud correspondiente a la escena Envisat ASAR 27252 (17/05/2007) utilizada como master en el procesado del terremoto de Pedro Muñoz.



Figura 10. Imagen de amplitud correspondiente a la escena Envisat ASAR 28755 (30/08/2007) utilizada como slave en el procesado del terremoto de Pedro Muñoz.

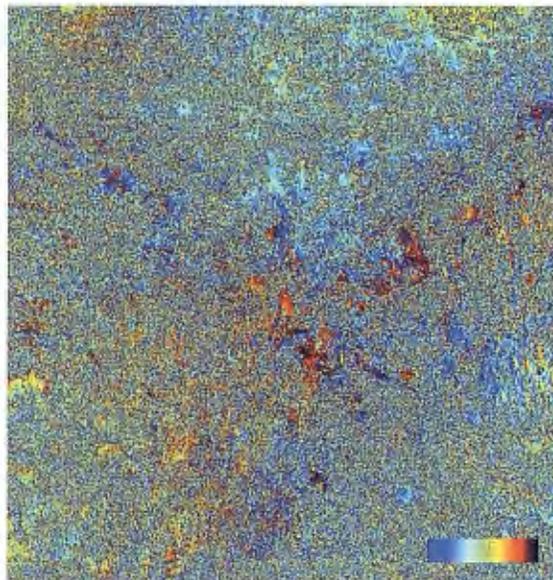


Figura 11. Fase del interferograma complejo tras aplicar el filtro de fase en el procesado de Pedro Muñoz.

4. Conclusiones

En esta sección se muestran las conclusiones obtenidas tras el procesado interferométrico de las imágenes de los distintos terremotos.

4.1 Terremoto de Bam

Según estudios e investigaciones previas, se ha demostrado que la causa del terremoto producido en la ciudad de Bam se debe a la fricción del terreno por la presencia de dos fallas normales de tipo strike-slip (falla de desgarre). (Wang y otros, 2004; Funning y otros, 2005; Fielding y otros, 2009). En la sección 2 se ha establecido, cómo a partir de las franjas detectadas en el interferograma final y la longitud de onda de la señal con la que trabaja el sensor SAR, se puede, contando el número de franjas, cuantificar numéricamente la componente de la deformación producida sobre el terreno proyectada sobre la línea de vista del satélite. Así pues, analizando el interferograma diferencial (Figura 5), se estima una elevación en el sur de la ciudad (franjas inferiores del interferograma diferencial) de aproximadamente 30 cm (10 franjas x 2.8 cm = 28 cm). Por otro lado, se observa una subsidencia en el norte de la ciudad (franjas superiores del interferograma diferencial) de aproximadamente 25 cm (8 franjas x 2.8 cm = 22.4 cm).

4.2 Terremoto de L'Aquila

De acuerdo con los análisis geológicos, la Península Apenina, en la que se ubica Italia, es una zona con frecuentes temblores debido a la adyacencia de placas tectónicas que, por sus movimientos, acumulan tensión en el subsuelo para provocar actividades geológicas e incluso terremotos fuertes, debido al estrato sedimentario. Además, una falla tectónica atraviesa casi toda Italia con muy complicadas condiciones geológicas. Walter y otros (2009) analizan cuáles pueden ser las causas de este terremoto. Desde el punto de vista de la cuantificación de esta deformación, si se analiza el interferograma diferencial (Figura 8), se distinguen 9 franjas, casi simétricas, separadas por la falla. La deformación estimada en este caso es de una subsidencia de 25.2 cm (9 franjas x 2.8 cm) en la dirección LOS del satélite.

4.3 Terremoto de Pedro Muñoz

Es la primera vez que se aplica esta técnica para tratar de cuantificar la deformación producida sobre el terreno debido a este terremoto. Según las investigaciones llevadas a cabo se piensa que el sismo pudo deberse a la colisión entre las placas ibérica y africana ya que no puede achacarse a ninguna falla en las inmediaciones del epicentro.

Si el terremoto provocó el hundimiento del hastial de la cubierta

del Teatro Municipal de Almagro (Ciudad Real), que está situado a unos 80 km del epicentro, cabe pensar, que en la misma zona del epicentro y alrededores pudiera detectarse cierta deformación, quizá no visible, pero existente, siendo uno de los motivos de elegir esta zona de estudio para la aplicación de la interferometría radar.

Analizando el interferograma diferencial resultante (Figura 11), se observa mucho ruido y no se perciben franjas con las que se pueda hacer una estimación cuantitativa, lo más real posible, de la deformación que hubo en la zona de Pedro Muñoz tras el terremoto. El resultado es consecuencia de la falta de coherencia entre las imágenes debido al cambio en las características de la cubierta presente en esa área entre ambas adquisiciones, la cual genera ruido en el interferograma, así como a otros factores que afectan a la degradación de las imágenes o al procesado de éstas (sección 2.3). Esto no quiere decir que no se hubiese producido deformación sobre el terreno en esa zona a consecuencia de este terremoto, sino que no es cuantificable con las imágenes disponibles, debido principalmente a la decorrelación temporal y espacial entre ellas, el ruido y los efectos atmosféricos. Si hubiese existido otro juego de imágenes con una línea base espacial y temporal más conveniente quizá se pudiese haber detectado alguna deformación sobre el terreno.

Así pues, con este tercer ejemplo, se pone de manifiesto la gran limitación de la técnica DInSAR para el estudio de las deformaciones del terreno, donde según qué zonas y qué intervalos temporales, las fuentes de decorrelación provocan una degradación en la fase de la señal tal que la hace inservible para generar el interferograma con el que cuantificar la deformación.

Agradecimientos

La autora de este trabajo agradece a la Agencia Europea del Espacio (ESA) la disponibilidad de las imágenes Envisat ASAR utilizadas en los procesados de los terremotos de Bam y L'Aquila, así como la financiación de los proyectos CAT-1 3963 (ESA), PR2006-0330 (MEC) y ESP2006-28463-E (MEC). Agradece también a la NASA por la libre disponibilidad de los datos del modelo global de elevaciones de la Tierra procedente de la misión SRTM.

5. Referencias

Bürgmann, R., Rosen, P. y Fielding, E., (2000). Synthetic aperture radar interferometry to measure Earth's surface topography and its deformation. *A. Rev. Earth Planet. Sci.* 28, 169-209.

Fielding, E.J., Lundgren, P.R., Bürgmann, R. y Funning, G.J., (2009). Shallow fault-zone dilatancy recovery after the 2003 Bam,

Iran earthquake: *Nature*, 458, 64-68 (5 March 2009) | doi:10.1038/nature07817.

Funning, G.J., Parsons, B.E., Wright, T.J., Jackson, J.A. y Fielding, E.J., (2005). Surface displacements and source parameters of the 2003 Bam (Iran) earthquake from Envisat advanced synthetic aperture radar imagery: *J. Geophys. Res.*, 110, B09406, doi:10.1029/2004JB003338.

Hanssen, R.F., (2001). *Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 328 pp.

Kampes, B., (2000). *Delft Object-Oriented Radar Interferometric Software, User's Manual and Technical Documentation*. Delft Institute for Earth-Oriented Space Research – Delft University of Technology, The Netherlands, 134 pp.

Kampes, B. y Usai, S., (1999). *Doris: the Delft Object-Oriented Radar Interferometric Software*, 2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing, Enschede, The Netherlands.

Massonnet, D. y Feigl, K. L. (1998). Radar interferometry and its application to changes in the earth's surface. *Reviews of Geophysics* 36(4), 441-500.

Scharroo, R. y Visser, P. (1998). Precise orbit determination and gravity field improvement of the ERS satellites. *Journal of Geophysical Research*, 103 (C4): 8113-8127.

Walters, R.J., Elliott, J.R., D'Agostino, N., England, P.C., Hunstad, I., Jackson, J.A., Parsons, B., Phillips, J.R. y Roberts, G. (2009). The 2009 L'Aquila earthquake (central Italy): A source mechanism and implications for seismic hazard, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L17312, doi:10.1029/2009GL039337.

Wang, R., Xia, Y., Grosser, H., Wetzell, H.-U., Kaufmann, H., y Zschau, J., (2004). The 2003 Bam (SE Iran) earthquake: precise source parameters from satellite radar interferometry. *Geophys. J. Int.* (2004) 159, 917-922.

Wikipedia (2010a). Terremoto de Haití de 2010.

http://en.wikipedia.org/wiki/2010_Haiti_earthquake. Acceso: 1 de febrero de 2010.

Wikipedia (2010b). Terremoto de Bam de 2003.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Bam>. Acceso: 1 de febrero de 2010.

Wikipedia (2010c). Terremoto de L'Aquila de 2009.

http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_L'Aquila_de_2009. Acceso: 1 de febrero de 2010.

Wikipedia (2010d). Terremoto de Pedro Muñoz de 2007.

http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Pedro_Mu%C3%B1oz_de_2007. Acceso: 1 de febrero de 2010.

La nueva Océ Arizona 550 GT, máxima productividad y ahorro

La nueva impresora Océ Arizona 550 GT ha sido especialmente diseñada para empresas con entornos de trabajo exigentes

Océ, líder mundial en impresión y gestión documental, anuncia la ampliación de su premiada gama de impresoras de gran formato Océ Arizona. La llegada de la impresora plana de alta velocidad Océ Arizona 550 GT UV ofrece la mejor relación calidad/precio del mercado para la producción de gráficos de alta calidad en entornos exigentes.

La gama Océ Arizona, con cerca de 2000 impresoras instaladas hasta la fecha, es la más vendida del mundo en su segmento, superando a la suma del resto de la competencia. La nueva Océ Arizona 550 GT es, además, la más rápida, al imprimir al doble de velocidad que el resto de modelos Océ Arizona y con una calidad de imagen superior a la de todos los productos de la competencia. En un mercado en donde las ventas de equipos y suministros de impresión de todos los competidores cayeron más del 30% en 2008, el negocio de Océ crece actualmente con moderación. Este crecimiento se debe a la popularidad de la gama

Océ Arizona, diseñada hacia la rentabilidad que la hace más asequible –hasta un 25%– que los sistemas de la competencia.

La impresora Océ Arizona 550 GT está indicada para proveedores de impresión con un alto volumen de trabajo, por lo general empresas que imprimen grandes, o muchos, trabajos de cartelería. También resulta adecuada para quienes desean trabajar al máximo de la capacidad del sistema o con picos de trabajo que hay que atender. Puede producir más de 40 metros cuadrados de impresiones de alta calidad cada hora, o más de 100 planchas de tamaño estándar en una jornada laboral de ocho horas. Al contrario que la mayoría de las impresoras planas de alta capacidad, el sistema Océ Arizona 550 GT ofrece una calidad de imagen que permite observar los trabajos desde cerca, algo muy útil en aplicaciones para punto de venta. La calidad de imagen también es apropiada para imprimir en materiales transparentes para su utilización como retroiluminables, por ejemplo los de una sección de cosméticos en grandes almacenes.

La impresora plana Océ Arizona 550 GT UV utiliza un sistema de vacío para fijar los soportes a la superficie de la mesa de trabajo, asegurando un registro preciso incluso en trabajos que requieren múltiples pasadas de impresión.

EL CERO RELATO

BEL MARTINEZ, JOSÉ MIGUEL

Este relato corto de ficción, basado en hechos históricos, fue ganador del 2º Certamen de Relatos “San Isidoro” el año 2001 y publicado en la revista Topografía y Cartografía ese mismo año. Ha tenido difusión en internet.

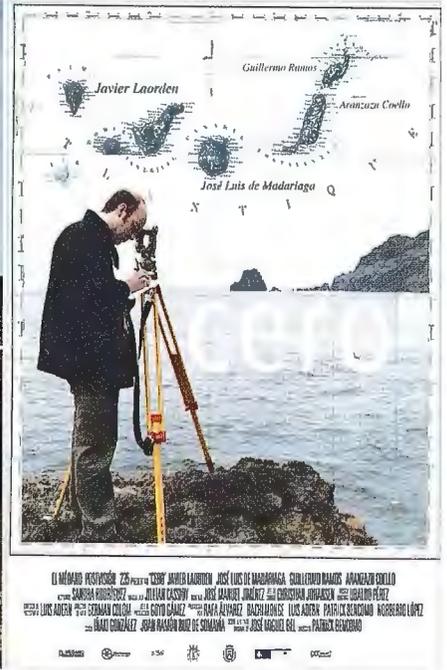
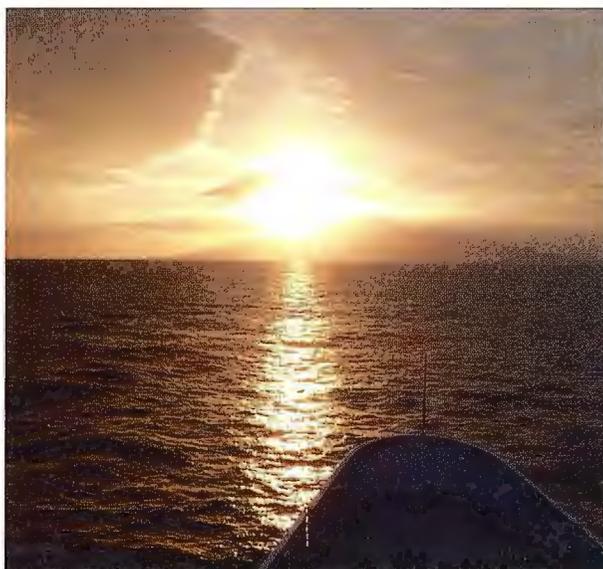
En 2005, subvencionado por la Comunidad de Madrid y los Cabildos de Tenerife y El Hierro, se rodó en esta isla el cortometraje del mismo título basado en esta historia que, estrenado en Santa Cruz en 2006 tuvo amplia difusión en festivales internacionales.

El ferry “Barlovento”, feo barco de bonito nombre, dejaba lentamente por su estribor La Gomera, mientras a proa se adivinaba la silueta brumosa de El Hierro. Por delante cincuenta millas de océano y, para mí, más de dos meses de estancia en aquella isla misteriosa y desconocida aún.

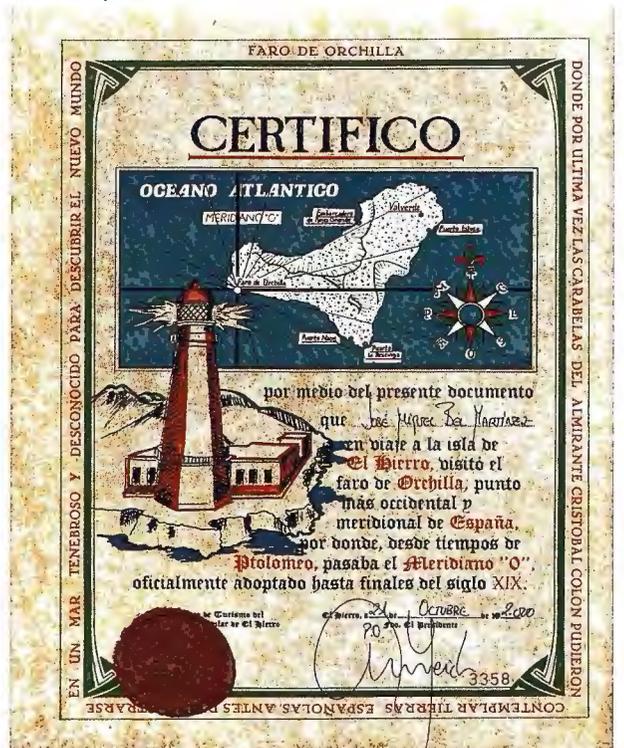
Empezaré por decirles que soy Ingeniero Técnico en Topografía del Instituto Geográfico Nacional, y que iba a El Hierro con la misión de nivelar: es decir, determinar el nivel medio del mar o nivel 0 a partir del mareógrafo, y desde allí llevar altitudes de precisión a más de cien clavos, repartidos a través de más de cien kilómetros de carreteras y caminos de la isla.

Un sábado fui al cabo de Orchilla, en el extremo occidental de la isla. Se llegaba por un largo y polvoriento camino al final del cual estaba el imponente faro. Un paraje desolado e impresionante.

Cerca de la torre había un viejo sentado en una piedra que miraba atentamente acercarse mi coche, un desvencijado Nissan Patrol curtido en cien campañas. Cuando al fin me detuve en medio de una polvareda, el viejo, entrecerrando los ojos y protegiéndose del sol con la mano, leyó atentamente el rótulo del costado del coche: “INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL”.



- Al fin llega “cristiano”. Ya empezaba a pensar que nunca vendría –dijo mirándome como a un aparecido.
- Perdone amigo, pero creo que se equivoca.
- No, no me equivoco. Usted ha venido a poner el “0”. Lo sé muy bien: llevo esperándole aquí toda mi vida.
- Mi mente trataba de discernir si estaba hablando con un loco o con un visionario.
- No sé como lo sabe, pero en efecto, mi trabajo aquí es determinar el cero o nivel medio del mar para referir a él todas las altitudes de la isla y así...



– ¡Basta!: y perdone que le interrumpa. ¡Ceros de altitud...! ¿A quién le puede importar eso? Ese cero lo tienen todos los países del mundo; incluso cada isla por pequeña que sea, como ésta. No “cristiano”, no, yo le hablo del único cero importante que hay, del que se llevaron esos malditos ingleses: El Meridiano 0. Quise replicar sin saber exactamente cómo, pero el viejo lo impidió con un ademán.

– Bien, parece que realmente usted no sabe nada. Me llamo Ezequiel Quintero Padrón –dijo algo más calmado–, y mi padre fue el último torrero de este faro que tuvo el privilegio de custodiar el Meridiano 0. Cuando yo nací, ya hacía unos años que se lo habían llevado, o robado mejor dicho.

– Verá Ezequiel –interrumpí yo ahora–, ya sé que el meridiano origen pasaba por aquí hace cien años más o menos, hasta que a alguna comisión geográfica se le debió ocurrir trasladarlo a Greenwich la verdad, no creo que eso sea un robo exactamente.

– Escuche: ¿usted es cartógrafo?

– Sí, se puede decir que sí.

– Pues sepa usted señor cartógrafo, que hace dos mil años otro cartógrafo llamado Ptolomeo, que además era un gran sabio, decidió que el origen de todos los mapas del mundo sería esta línea en la que estamos sentados, y que otro cartógrafo francés, hace más de doscientos años, lo midió simultáneamente con otros colegas suyos repartidos por Europa. ¿Y sabe por qué eligieron este lugar? Yo se lo diré. Porque esta línea era la última tierra conocida. Era el fin y el principio. El fin del miedo y el principio del valor. Aquí los medrosos se daban la vuelta y sólo los valientes seguían. Esta línea era la última tierra que vio Colón y todos los grandes navegantes que le siguieron y aún hoy le siguen.

Ve usted aquella vela blanca en el mar? Es un pequeño velero rumbo Oeste: va a América. Puede ser español, francés o alemán; hasta puede que sea inglés, qué más da. Dentro de unos minutos cruzará la Línea y cambiará la vida fácil de Europa por otra de vientos, temporales y soledad. Probablemente le llevará meses culminar su viaje, pero lo conseguirá. El Meridiano Cero le habrá convertido en un gran hombre, porque delimita la vulgaridad de la grandeza.

–Y ¿de qué es origen ese meridiano “greenich”, o como quiera que se llame ese sitio del demonio? Mire, yo no conozco ese lugar, ni Dios quiera que nunca lo conozca, pero sí lo vi una vez en una foto de una revista. ¿Sabe que es sólo un monolito en un prado? ¿Qué delimita esa línea? ¿Las vacas de las ovejas quizás? Pasa por infinidad de países sin pena ni gloria y hay que poner mojones de cemento para que la gente sepa que lo está cruzando. ¿Sabe acaso que mi Meridiano sólo pasa por el océano, este cabo y los dos polos?

Intenté replicar de nuevo, pero tampoco esta vez me dejé.

– Mi padre esperó toda su vida en vano a que nos devolvieran lo nuestro. En su lecho de muerte me dijo que antes de que yo muriera vendría otro cartógrafo a poner el Meridiano en su sitio, el único sitio posible: aquí. Siempre he estado seguro de que así sería, porque mi padre no mentía nunca. Pero ahora que está usted aquí, es cartógrafo y viene precisamente con la misión de establecer un cero, estoy más convencido si cabe. Son muchas coincidencias. ¿No le parece?

– Ahora mismo Ezequiel, lo que me parece es que ya anochece y debo irme si no quiero perderme por estos caminos. Le prometo volver a la semana que viene, si va usted a estar aquí.

– ¿Estar, dice? Aquí nací y no me he movido en toda mi vida: primero como hijo de torrero, luego como torrero y desde que me jubilaron hace más de 20 años y automatizaron el faro, sobreviví aquí con la única compañía de mi amigo Esteban y sus cabras. Y cuando muera, aquí me enterrarán, junto a mi padre y todos mis antepasados guardianes del Meridiano, aunque yo no lo haya sido. Estaré...

Volví el sábado siguiente. No sé por qué, pero me gustaba hablar, o mejor dicho oír hablar, a aquella especie de Quijote canario, mezcla de locura y grandeza. Allí seguía, esta vez acompa-

ñado de otro viejo y unas cuantas cabras.

– Buenas tardes, Ezequiel y compañía. Supongo que será usted Esteban, ¿no?

– Buenas tardes “cristiano”. Así es, este es mi amigo Esteban –éste saludó con un ademán–. ¿Ha pensado en lo que hablamos el otro día?

– Por eso estoy aquí. He pensado y he llegado a la conclusión de que no sé exactamente lo que espera usted de mí.

– ¡Agüita con el cristiano! Pues está bien claro: Que restablezca el Meridiano 0 donde debe estar. Y dese prisa, porque ya noto que me faltan las fuerzas y mi final está cerca, muy cerca.

– ¿Y por qué no lo restablece usted, si le interesa tanto?

– ¿Cree que no lo he intentado? Me cansé de escribir cartas a ministros, al mismo Franco y, más tarde, al Rey. Incluso di una carta a unos turistas ingleses para su Reina. Pero nadie respondió, porque esa no es la forma de hacer esto. La única posible es que un cartógrafo como usted, afirme y diga que éste es el Meridiano Origen, exactamente igual que hicieron Ptolomeo y el francés.

– No sea ingenuo ¿No ve que no me harían caso? Para empezar habría que cambiar todos los mapas del mundo. Además...

– ¡Pues que los cambien, demonios! Pero no ve que le asiste la razón, la lógica y veinte siglos de historia.

La conversación siguió por idénticos derroteros y yo no veía la forma de convencer al viejo de la imposibilidad de su pretensión.

– Bien amigos, el sol se oculta y debo irme. Nos veremos.

Pero no volví. Aunque admiraba su fe y su tesón, pero el problema sin solución del meridiano de aquel hombre empezaba a cansarme un poco. Sólo el último día de mi estancia en El Hierro fui a despedirme de Ezequiel. Pero no estaba. Solamente vi a Esteban con sus cabras.

– ¿Viene a ver a Ezequiel? Pues sepa que llega tarde. Anteayer le dio un ataque y se quedó como muerto: blanco como una pared. Se lo llevaron unos turistas al hospital de Valverde y me han dicho que está muy mal. Igual ya murió y bien que lo sentiría: es mi único amigo y un gran hombre, aunque usted parece no haberse dado cuenta. Estuvo esperándole aquí día tras día sin moverse, igual que el mismísimo meridiano –me reprochó.

Fui a Valverde a toda velocidad. Tenía que hacer algo y rápido. En la papelería compré “tipex”, letras y números adhesivos. Sobre el mismo mostrador tracé en el 1/50.000 del IGN una gruesa línea vertical que pasaba por el faro. Después borré cuidadosamente los números de la escala de longitudes y los sustituí por los nuevos. En el correspondiente al faro de Orchilla rotulé:

MERIDIANO 0 – ORIGEN DE LAS LONGITUDES

Corrí al hospital rogando que siguiera vivo. Tuve suerte: allí estaba rodeado de sondas y tubos. Cuando le tendí el mapa, lo cogió con sus manos temblorosas, y se lo acercó a los ojos un buen rato... Sonrió aliviado mientras acariciaba con mimo aquella línea y aquellas letras. Después me indicó que me acercara, mientras me cogía la mano con fuerza. Con un hilo de voz me susurró:

– ¿Ve como yo tenía razón? Usted era el cartógrafo que yo esperaba. Ahora podré reunirme con mi padre y con todos los demás Guardianes del Meridiano. Dios le bendiga, “cristiano”.

No había tiempo para más: debía llegar al barco de Tenerife que zarpaba del puerto de la Estaca. Allí tomaría otro que llegaría a la Península tres días más tarde. Cerca ya de Cádiz llamé al hospital de Valverde y hablé con el médico. Ezequiel murió feliz dos horas después de irme, abrazado a su mapa con tal fuerza, que nadie pudo quitárselo. Con él lo enterraron en el pequeño cementerio anejo al faro de Orchilla.

A pocas millas a proa ya se adivinaba la blancura de Cádiz. Mis ojos se llenaron de lágrimas, quizá por el viento. Me esperaba aún un largo viaje por carretera hasta mi cómoda casa en la ciudad de Madrid (coordenadas geográficas: Latitud 40° 24' 30» Norte y Longitud 14° 25' 56» Este).

SEMANA GEOGRÁFICA EN MÉRIDA

Del 10 al 14 de Mayo de 2010

Queda abierto el plazo de inscripción para el IV Congreso Internacional de Estudios Territoriales y Ambientales (CIETA), que tendrá lugar por primera vez en España. Este año, el encuentro, lo organizan las revistas Mapping y Planeamiento Territorial y Urbanismo Iberoamericana -con el patrocinio de la Junta de Extremadura, el Instituto Geográfico Nacional, el Centro Nacional de Información Geográfica y el Instituto Panamericano de Geografía e Historia- para convertirse en el punto de encuentro más importante de los profesionales del sector.

El enclave elegido para esta ocasión ha sido el Palacio de Congresos de Mérida, donde entre los días 10 y 14 de mayo los profesionales más reconocidos del mundo de los estudios territoriales y ambientales participarán en una serie de conferencias y talleres sobre los más diversos asuntos que suscitan el interés general como la Aplicación de SIG y de la Teledetección a Estudios Territoriales; el Desarrollo regional, urbano y ambiental; Desarrollo Rural y Procesos Socio Territoriales; Áreas Naturales Protegidas, Turismo y Territorio; Educación y Territorio; Planeamiento Urbano y Territorio entre otros.

Entre los nombres más destacados se encuentran **M. Sc. Santiago Borrero**, Secretario General del IPGH – Instituto Panamericano de Geografía e Historia; **D. Emilio Chuvieco**, Catedrático de Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Alcalá de Henares; y **Dra. Úrsula Oswald Spring**, Investigadora CRIM de la UNAM de México.

Como novedad, en la presente edición se celebrarán, paralelamente, la XV Feria Expogeomática y la Reunión del Grupo de Trabajo para la Infraestructura de Datos Espaciales de España, dos complementos indispensables para uno de los Congresos con mayor reconocimiento en España y América Latina.

Expogeomática, una de las exposiciones más consolidadas del mundo de la cartografía y las ciencias de la tierra, permite a los visitantes acercarse al trabajo de las más de 30 empresas participantes, que se sirven de esta feria como escaparate al gran público.

Por su parte, a través de la Reunión del Grupo de Trabajo para la Infraestructuras de Datos Espaciales de España, los asistentes podrán conocer de primera mano el trabajo del Consejo Superior Geográfico a través de una comisión especializada que agrupa a un amplio número de profesionales de las principales empresas del sector. De esta manera, se busca la integración a través de Internet de los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, tanto a nivel nacional como regional y local, conforme a sus respectivos marcos legales.

De esta manera, el CIETA está llamado a superar la afluencia de público de las ediciones anteriores, celebradas en las principales ciudades de México.

Todos los datos referentes al Congreso, se encuentran en la página web
<http://www.mappinginteractivo.com/cieta/>

Revista de Planeamiento Territorial y Urbanismo Iberoamericana es una Revista a través de Internet perteneciente al grupo Mapping que va a cumplir un año. Su objetivo es recopilar toda la información más importante del sector para España, Portugal y todos los países de América Latina.

DEL 10 AL 14 DE MAYO 2010

SEMANA GEOGRÁFICA EN MÉRIDA

IV CONGRESO DE CIETA
Estudios Territoriales y Ambientales
www.mappinginteractivo.com/cieta
Del 10 al 13 de MAYO

EXPOGEOMÁTICA 2010
www.mappinginteractivo.com
Del 11 al 14 de MAYO

REUNIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO DE IDEE
www.ideo.es
13 y 14 MAYO

2010

ESPAÑA
MÉRIDA ESPAÑA
ESPAÑA
PALACIO DE CONGRESOS DE MÉRIDA

Patrocinadores Oficiales



INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA

JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Fomento



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO



Patrocinadores



Real Sociedad Geográfica



GIS-BASED TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE MANAGEMENT SYSTEMS: CASE OF SARIYER

Murat Ergun - Technical University of Istanbul, Faculty of Civil Engineering - Department of Transportation, Istanbul, Turkey
Murat Akad - Technical University of Istanbul, Faculty of Civil Engineering - Department of Transportation, Istanbul, Turkey
Yavuz Delice - Technical University of Istanbul, Faculty of Civil Engineering - Department of Transportation, Istanbul, Turkey

Abstract

Most authorities do not actively plan the maintenance of their transportation infrastructure. Officials generally react to problems when they appear. Often the approach to transportation infrastructure management is looking away and hoping that the transportation system will keep up with the ever-increasing demand. The pro-active approach of managing assets and planning proper maintenance is not a common practice today; preventive maintenance is often considered an up front expense whose return on investment is hard to quantify. It has been proven repeatedly that in the long run, pro-active maintenance of transportation infrastructure will save money and lives.

This paper explains the first phase of the development of a Geographical Information System (GIS) based Transportation Infrastructure Management System for the district of Sariyer in Istanbul. The major objective of this study is a better utilisation of available resources for the transportation infrastructure of Sariyer; and at the same time, improvement of maintenance of the transportation infrastructure. At the beginning of the study, available maps (geodetic) of the whole district were used and digitised with the roads to serve as a base map for the initial GIS. Then, a road inventory (Annual Average Daily Traffic Volumes, Capacity Usage of Lines, Road Type, Pavement Type, Location of Junction, Type of Junction, Public Transportation Lines, Location of Bus Stops, Location of Parking Lots, Applied and Planned Rehabilitation, Maintenance, and Reconstruction works about Transportation Infrastructure etc.) related with transportation infrastructure was gathered into the data base system of the GIS. By using this, it will be possible to sort, add, and access the data from geo-referenced data base system for managing, assessing and planning of the transportation system. Finally, advantages and disadvantages of GIS-based Transportation Infrastructure Management System for Sariyer are demonstrated.

1. Introduction

The main property of the transport infrastructure in cities is to create safer, comfortable and reliable areas for the transport facilities. To get better performance, they need very complicated systems for the transportation assets. All assets of the transportation infrastructure must be checked, surveyed, monitored and continuously measured for the maintenance and rehabilitation and even for emergency reason. In the city road transportation system, geographic analysis is the key to making better decisions.

Monitoring transportation system systems and conditions of roads, finding the best way to deliver goods and services, maintaining transportation networks, understanding these issues from a geographic perspective is crucial to deploying or spending resources wisely. Geographical Information Systems (GIS) has spatial referencing and graphical dis-

play features and it would be useful to link relevant road data to assist in information management and safety analysis. Used with other analysis technologies, GIS can help identify factors that contribute to road problems at specific locations and to identify countermeasures. Integration of road information into a GIS is a low-cost, high-benefit way to analyze factors that affect road problems and their associated mitigation measures.

In this study, Sariyer Road Transport Network was transferred into GIS environment in order to provide high quality analysis of transportation assets. It was extremely a complex procedure to transfer all road infrastructure data to demonstrate the graphic database. This paper describes the process of developing a GIS-based Transportation Infrastructure Management System for Sariyer. Arcview software was used to graphically represent the information pertaining to any section on the road network.

2. Geographical Information Systems

GIS's are computer-based systems for the capture, storage, manipulation, display, and analysis of geographic information. The multiple functionality afforded by GIS distinguishes it from older technologies. The integration of multiple functionality within one rather seamless environment dispenses users from mastering a collection of disparate and specialized technologies. As it turns out, this aspect is often held by organizations as one of the decisive criteria in their decision to adopt GIS technology because of its efficiency benefits.

The functional complexity of GIS is what makes it a system different from any other.

Without geo-visualization capability, the GIS are merely a database management engine endowed with some power to extract meaningful relationship between data entities.

Without analytical capability, GIS would be reduced to an automated mapping application. Without database management features, GIS would be unable to capture spatial and topological relationships between geo-referenced entities if these relationships were not pre-defined. What sets GIS apart from other database management systems (DBMS) is not the nature of the information handled. Indeed GIS and DBMS may contain exactly the same information. The difference between the two systems is "under the hood", namely in the way information is referenced. A DBMS references data by some unique index or combination of indexes. By contrast, information is all about a geographic description of the surface of the Earth in a GIS.

Each data record is a geographic event in the sense that it is tied to a unique location defined in a given referencing framework (global, national or local datum). With the spatial referencing of objects, topology of the data can be defined, which in turn enables a host of spatial query operations of objects and set of objects as shown in Figure 1. (J.R William, 1989 and Yomralioglu, T., 2000).

Components of GIS: GIS consists of some important components to carry out its fundamental functions properly. These components are as follows:

- a) Hardware: The computer and the secondary devices attached to it, which enable GIS to operate, are called as hardware.
- b) Software: Software is sum of algorithms written in high level programming languages in order to storage, analyze, and display geographical data.
- c) Data: Data is the most important component of GIS. The complexity of data sources and huge amount of data having different structures require much more time and high costs.
- d) People: GIS technology has a wide application with human creativity. People manage the required systems to solve real world problems, and prepare long and short term plans.
- e) Methods: GIS works properly only when plans and work principles are prepared precisely. These plans and principles are generally in the form of models and applications specific to each organization.

3. GIS Applications in Transportation

The integration of multiple functionality within one environment has cause organisations to adopt GIS technology for their specific applications. Because of its efficiency, GIS has been also used widely in the field of transportation since the late 1980s. In this context, it is necessary to mention three classes of GIS models (Thill, J.C., 2000).

- Field models used to represent the continuous variation of a phenomenon over space. Terrain elevation exploits these models.
- Discrete models used to describe discrete entities (points, lines or polygons) that populate space. Highway rest areas, toll barriers, urbanised areas usually use these models.
- Network models used to depict topologically connected linear entities (such as highways, railroads, or airlines) that are fixed in the continuous reference surface.

Although all of these models may be useful in the field of transportation, the network models play the most dominant role in this application area since infrastructure networks are extremely important elements for providing the movement of passenger and freight.

As it is known, most of the transportation applications only necessitate a network model to represent relevant data. Some of the examples in this context are given below:

- Pavement and other facility management systems;
- Real-time and off-line routing procedures as well as traffic assignment in the four-step urban transportation planning process;
- Web-based traffic information systems and trip planning engines;
- In-vehicle navigation systems;
- Real-time congestion management and accident detection.

In transportation systems, geographic analysis is also the key used to make better decisions. Understanding the issues such as monitoring transportation systems, finding the best way to deliver goods and services, checking fleet vehicles, or maintaining transportation infrastructure from a geographical perspective is crucial to deploy or spend resources wisely. Hence road transportation finds great utility in using GIS to manage the information related to public bus operations, maintenance, asset management, and decision support systems. The list given below identifies the major areas in which GIS have been successfully deployed in transportation systems (Figure 1, ESRI webpage).

- Real estate management,
- Facility management,
- Asset management,
- Commodity flow analysis,
- Emergency response management,
- Environmental and construction management,
- Inter-modal management,
- Passenger information, capacity planning,
- Marketing,
- Supply chain management,
- Site selection,
- Risk management.

4. Creation of Road Network

In Istanbul, the public transport service is owned by the Metropolitan Municipality and private transport companies. In Sariyer Municipality, there is a section for planning and coordinating the city infrastructure.

Sariyer transportation network was transferred into a GIS environment in order to create an effective decision support system (DSS) for city transportation infrastructure. This procedure required large amount of data to be processed. These data contained general, layout and operating, maintenance, and map data of the transportation network.

Mainly, road network is transferred into the transportation network because of non-existence of the other transportation modes. Only harbours are added to the transportation system.

In this study, first of all, digital maps were used to create the road network map. Then, the vector map of the road network was obtained by linking the lines of roads. As a result, the Sariyer Transportation Network having a scale of 1/5000 and coordinates in accordance with ED 50 (European Datum) and UTM 36 (Universal Transverse Mercator) was created on a digitalised environment. Roads and junctions were defined as polylines and points on this map, respectively.

For the transportation infrastructure information, all information about the road inventory, junctions, harbours and etc. were categorised according to available data obtained from different sources and making visual inspections. Sariyer road network was divided into sections. All road information was linked with the sections. A spatial database was created by transferring the Road network into a GIS environment. The location of Sariyer is shown in Figure 1. The map that includes the road network, road sections, junctions, harbours, and important places for the public is given in Figure 2.

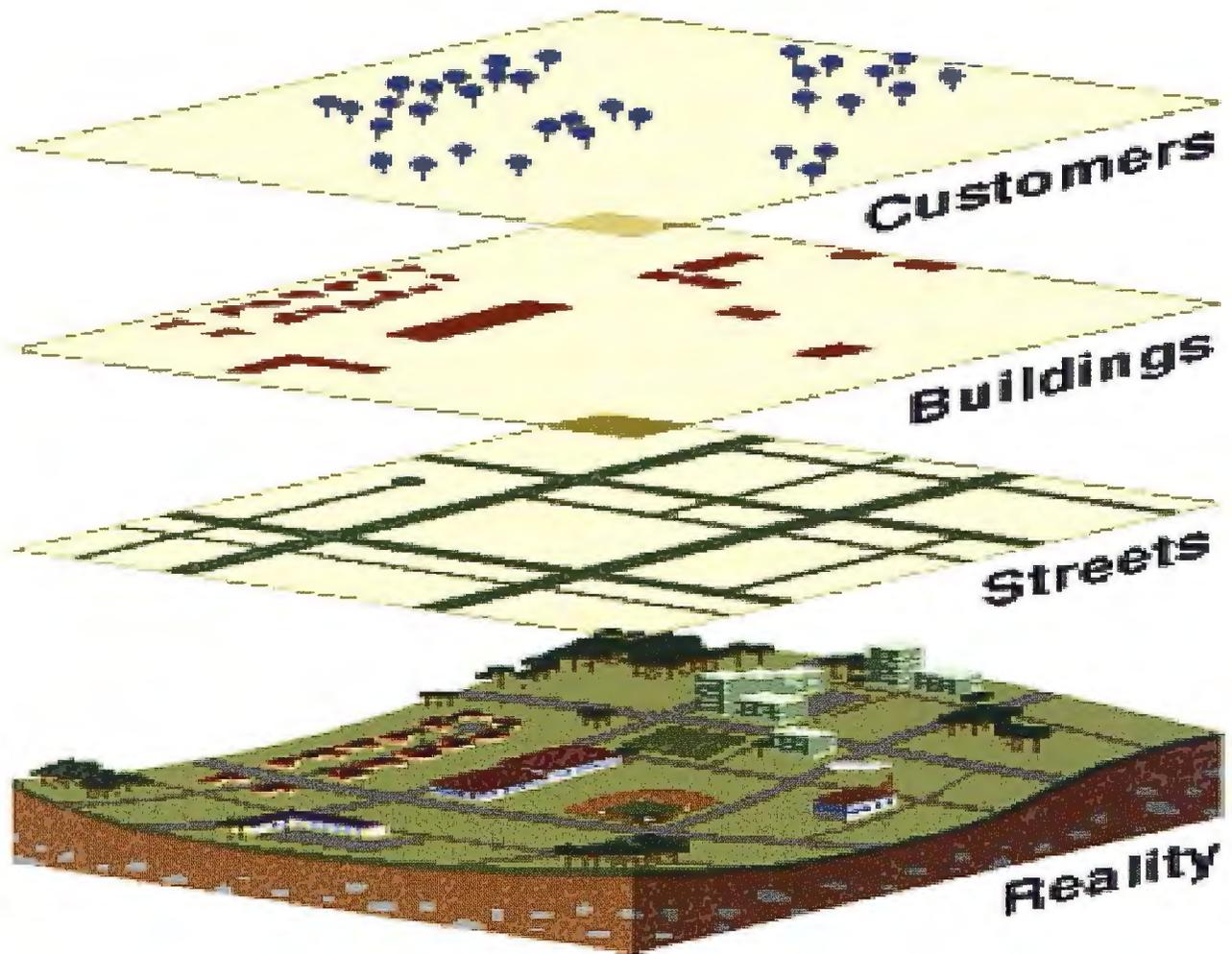


Figure 1. GIS-base for Municipalities.

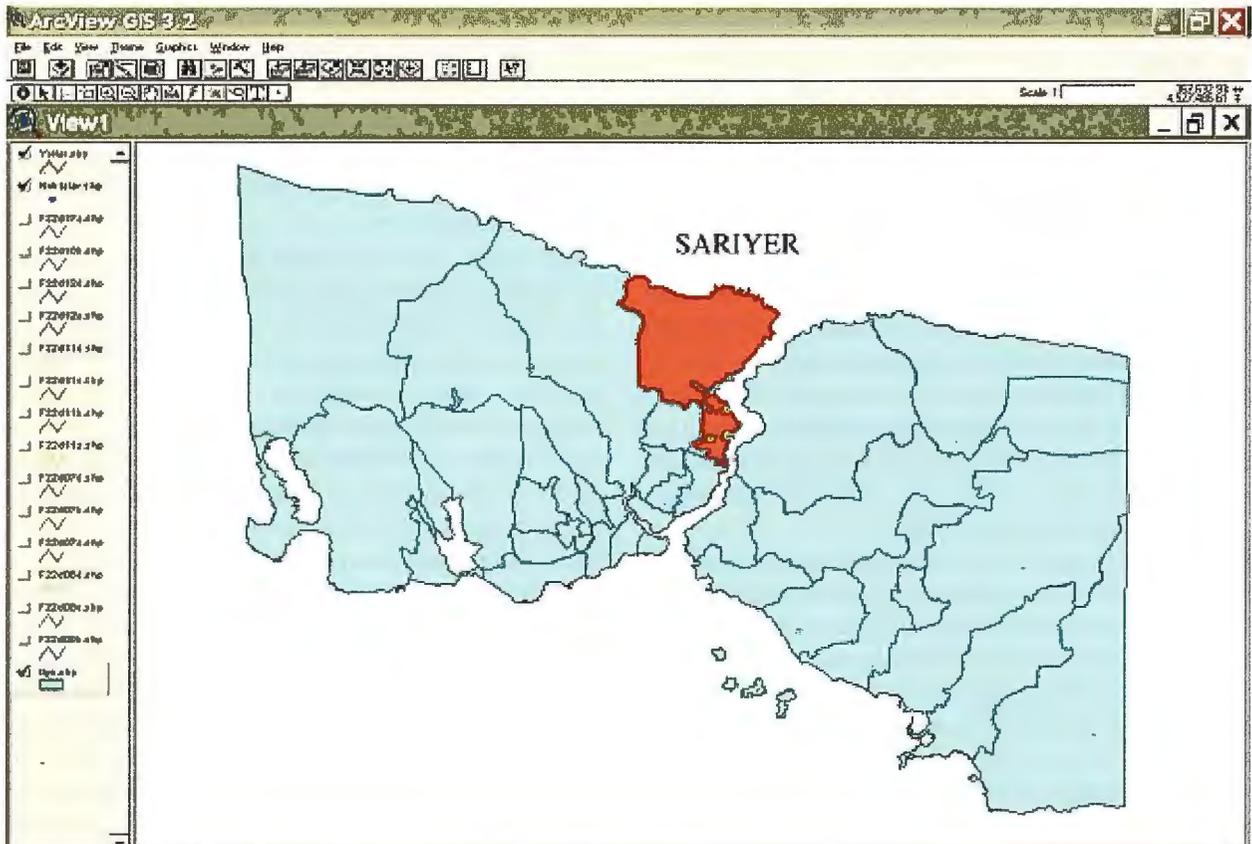


Figure 2. Location of Sariyer

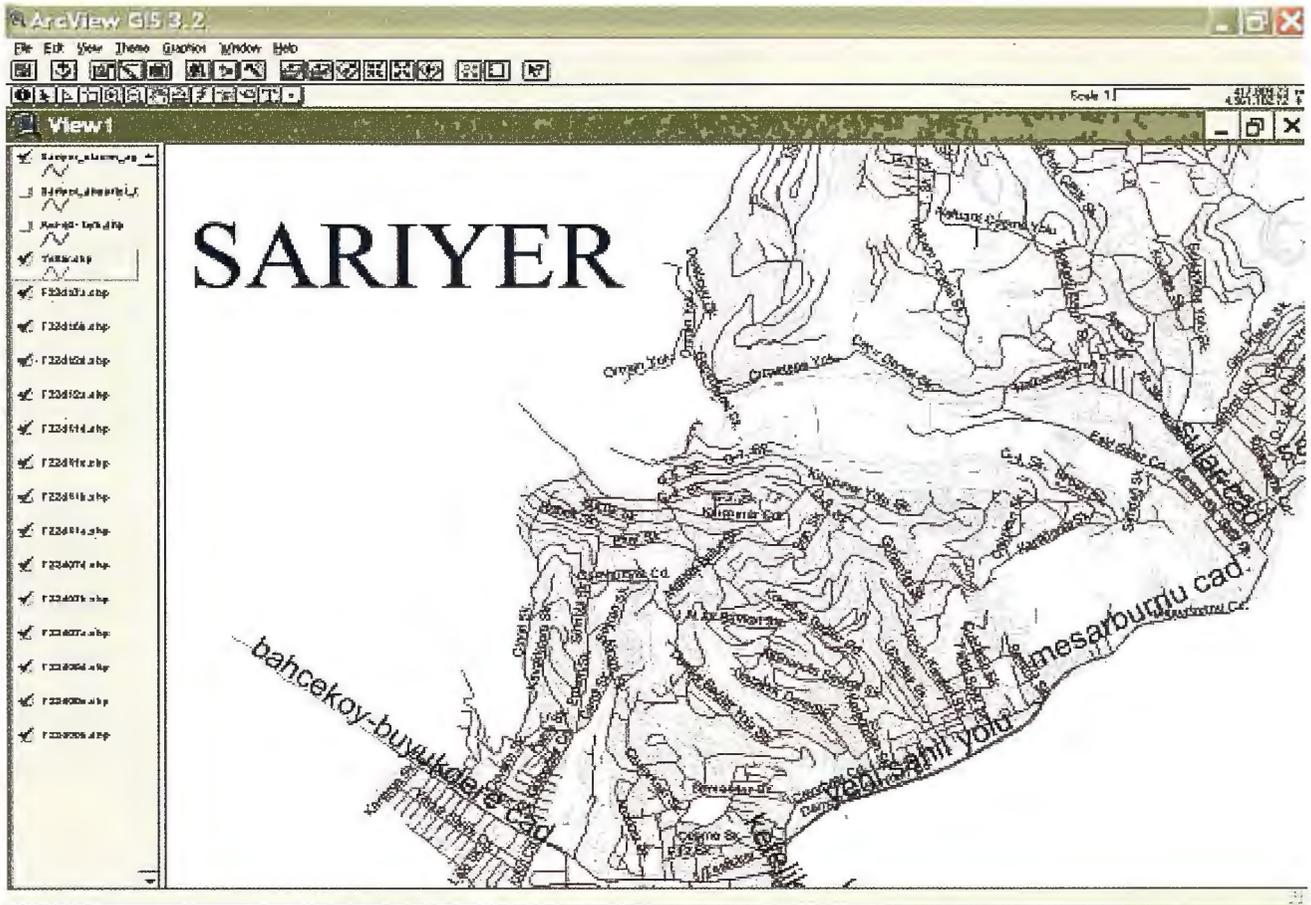


Figure 3. Road Network of Sariyer

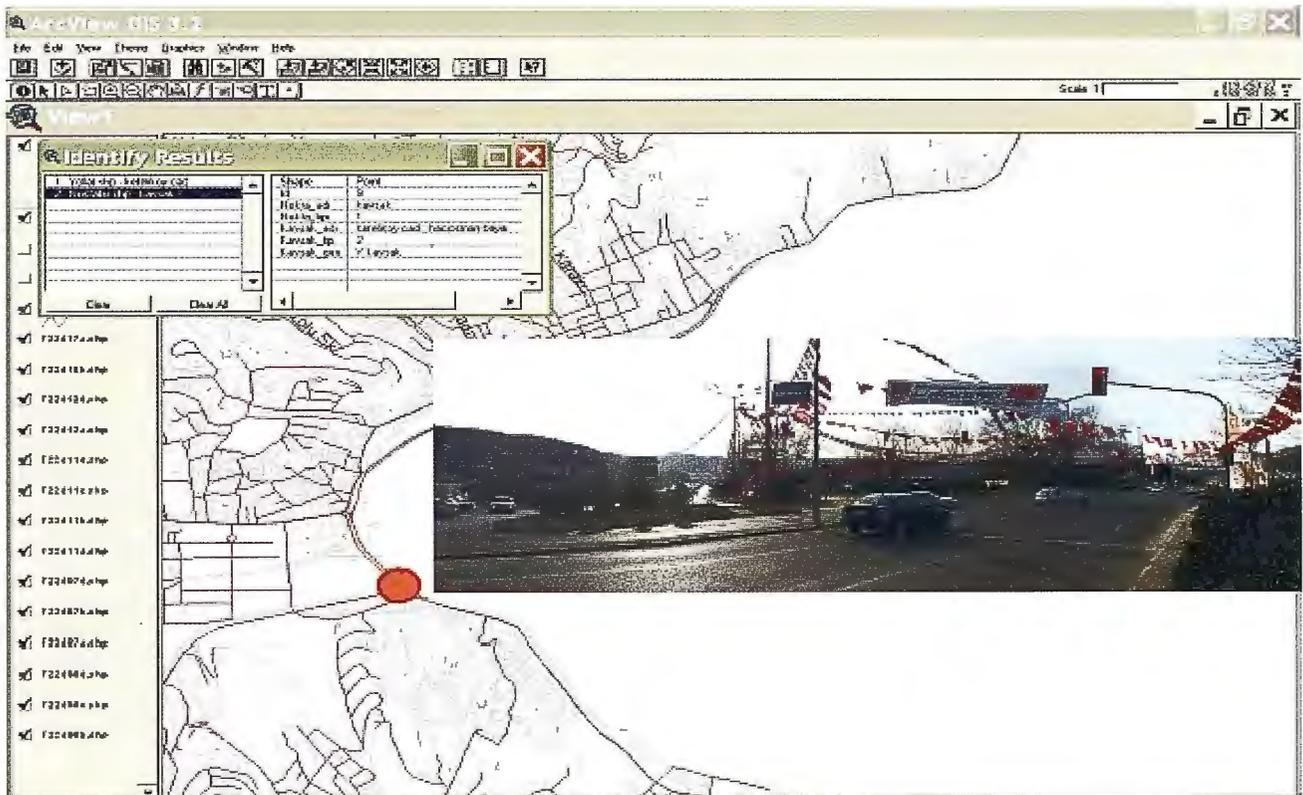


Figure 4. Sample junction in the road network

From this map, the names of roads, junctions and transport infrastructure assets and their pictures can be seen. As a result, information such as the lengths of streets, arterials, type of the junctions could be accessed easily on this GIS environment.

The software named Arcview was used in this study for geographical information analysis. As it known, it is a GIS software written in high-level programming languages by ESRI in order to perform geographical analyses. Arcview Professional sets the standard for desktop mapping,

visualization, and geographic analysis. Its direct remote database read/write capability allows users to access their corporate data through ODBC connections, and keep them current. Arcview users throughout the organization can connect to a central Spatial Ware database to manage and share information among different departments. Thus, everyone can have access to the vital spatial information used in decision making.

5. Evaluation of Data by GIS

After the data necessary for the road inventory, it is necessary to determine constraints and limitations of roads. As we know, the data entered is mainly about the transportation assets and the monitored information from the on-line traffic accounts. These data cover road inventory information such as annual average daily traffic (AADT) volumes, road type, pavement type, location of junction, type of junction, public transportation lines, location of bus stops, location of parking lots, applied and planned rehabilitation, maintenance, and reconstruction works about transportation infrastructure etc. Thus, for the future works of Sariyer Municipality, it is possible to know on which road there will be traffic congestion or capacity constraint; on which road there is construction, maintenance or rehabilitation process going on. It will be possible to answer the following question: If there is an incident on a road section, how can the problem be solved? Figure 3 shows a sample junction, its present condition, type, and capacity.

6. Conclusion

GIS based Transportation Infrastructure Management systems can greatly improve the efficiency of operations, while at the same time; can make significant contributions to planning processes and decision making processes. GIS-based Transportation Infrastructure Management would be helpful to decision makers, planners or designers. In this study, it is concluded that a carefully designed GIS system can efficiently help transportation professionals with solving traffic and transportation infrastructure problems. The benefits of Transportation Infrastructure Management Systems (TIMS) are given below:

From the general factors;

- Realization of the magnitude of the investment that the agency has better chances of making correct decisions on spending funds,
- Improved intra-agency coordination,
- Improved use of technology,
- Improved communication.

From the elected representatives;

- Being able to defend/justify programs of maintenance and rehabilitation,
- Having assurance that programs represent best expenditure of public funds,
- Reduction of pressure (from constituents) to make arbitrary program modifications,
- Getting objective answers to the implications of lower levels of funding and lower standards.

From the Senior Managers;

- Comprehensive, comparative assessment of
 - Current status of the network,
 - Expected future status objectively based answers to,
 - What level of funding is required to keep the current status,
 - The implications of greater or lesser budgets,
 - The implications of deferred work,
 - The implications of lower standards,
- Being able to objectively justify capital spending and maintenance programs to the elected council, or legislature
- Having the assurance that the recommended program represents the best use of available sources
- Being able to define the "management fee" as a percent of the spending on capital and maintenance work.

While Transportation Infrastructure Management Systems (TIMS) have been around in one form or another for over two decades, there is still major scepticism at middle- and upper-management levels in public agencies. The following list summarizes some sources of this scepticism:

- Insufficient planning and resources allocated for TIMS development, maintenance, and upgrading of the process,
- Use of the TIMS is delegated to people who do not truly understand the process,
- Lack of incentives to properly implement and document TIMS,
- Overemphasis on use of computers as a "black box",
- Improper calibration, validation, and verification of some TIMS models,
- Lack of communication among developers, users, and beneficiaries of TIMS,
- TIMS must be recognized as "means" not "ends",
- Lack of an interdisciplinary team in the development process - for example, lack of a statistician in many agencies,
- Strengths, weaknesses, and limiting assumptions of TIMS often unrecognized by decision-makers,
- Insufficient data available to properly use the methods in early phases,
- Inadequate understanding of the true "costs" and "benefits" of TIMS,
- Lack of money for buying the monitoring equipment.

References

- J.R William, (1989). Fundamentals of geographic information systems, USA.
- Yomralioglu, T., (2000). Geographical Information Systems, Secil Ofset, 1st Edition, Istanbul.
- Thill, J.C., (2000), Geographic Information Systems for Transportation in Perspective, Transportation Research Part C, V. 8, pp. 3-12.
- ESRI, <http://www.esri.com/industries/transport/rail.html>

Sensores Lidar

¿Quiere ver el mundo con otra perspectiva?

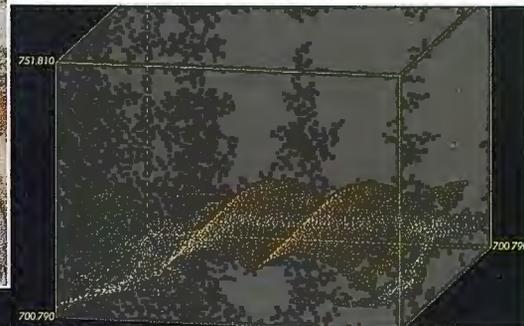
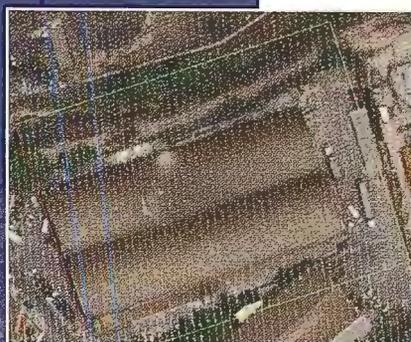
El sistema LIDAR (Light Detection and Ranging) es un sistema láser de medición a distancia, que permite la modelización rápida y precisa del terreno, compuesto por un receptor GPS y un sistema inercial (proporcionan la posición, trayectoria y orientación del láser), un emisor y un barredor (scanner) que permite obtener una nube muy densa y precisa de puntos con coordenadas XYZ.

Aplicaciones:

- Aplicaciones cartográficas
- Modelos hidráulicos
- Estudios forestales
- Modelos tridimensionales urbanos
- Seguimientos de costas
- Líneas eléctricas, inventario, puntos críticos

Productos derivados:

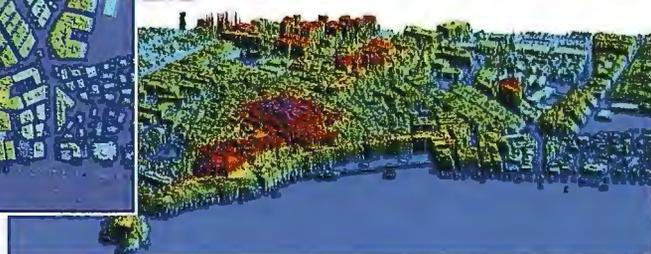
- Curvas de nivel
- Modelos hidráulicos
- TINs
- Cubicaciones
- Perfiles transversales o longitudinales
- Mapas de pendientes
- Mapas de exposiciones
- Visualización 3D



Vuelo digital + LIDAR. 18 cm, Comunidad de Madrid



Aeropuerto de Pamplona. Modelo Digital de Superficie generado por LIDAR - Malla de 2x2m



LIDAR en Almuñécar (Granada) para estudios de inundabilidad

Ventajas frente a otras técnicas:

- 1 **Precisión altimétrica:** 10-15 cm
- 2 **Densidad de puntos:** 0,5 a 8 puntos/m²
- 3 **Homogeneidad** en todas las áreas de un proyecto
- 4 **Obtención de MDT y MSD**
- 5 **Continuidad del MDT:** debajo de arbolado, debajo de edificación, eliminación de estructuras
- 6 **Precio:** Excelente relación precisión/precio
- 7 **Rapidez:** cortos plazos de entrega para grandes superficies



Paseo de la Habana, 200 • 28036 Madrid (Spain)
Tel: +34 91 343 19 40 • Fax: +34 91 343 19 41 • info@stereocarto.com

www.stereocarto.com



LIDARGRAMETRÍA. GENERACIÓN DE UN PAR ESTEREOSCÓPICO SINTÉTICO A PARTIR DE UNA NUBE DE PUNTOS LIDAR

R. Rodríguez a, A. Díez b, J. Aguirre b, A. Sáenz b
 a ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid,
 b ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid.

PALABRAS CLAVE: Multi-spectral remote sensing, Laser Scanning (LiDAR), Classification, DTM, Digital Photogrammetry, Fusion, Fotogrametría, Lidargrametría, Colinealidad, Imágenes Sintéticas

RESUMEN:

El objetivo que se pretende es generar un par de fotografías sintéticas orientadas A' y B', a partir de la nube de puntos Lidar que puedan visualizarse estereoscópicamente en un software clásico de fotogrametría usando para ello el nivel de intensidad de la señal Lidar.

1. INTRODUCCIÓN

Partimos de una nube de puntos Lidar, distribuida de forma irregular, sobre la que tenemos una serie de atributos asociados a cada punto Lidar. Es decir, dada una nube de puntos Lidar $N = \{P_i\}$ (1.1) en donde a cada punto P_i de coordenadas terreno $(X_i; Y_i; Z_i)$ (1.2) asociamos una serie de atributos disponibles en función de la información proporcionada por el Lidar u otras fuentes (RGB, Infrarrojo, Pancromático, Intensidad Lidar, etc...); a este conjunto de atributos le denominaremos vector de atributos asociado al punto P_i : $A_{P_i} = [a_{P_i}^1, a_{P_i}^2, \dots, a_{P_i}^n]$ (1.3) en donde n es el número de atributos disponibles para cada punto (información radiométrica y/o geométrica).

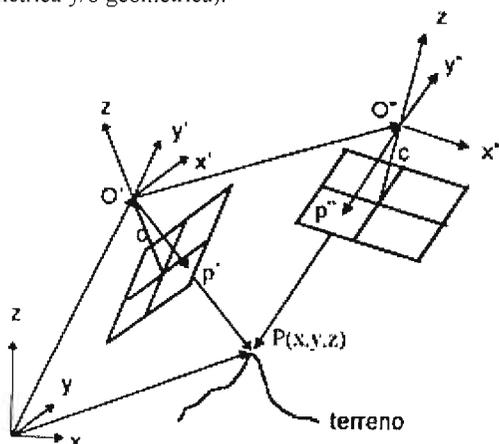


Figura 1.1. Par estereoscópico de un punto P en el terreno.

Dado un par estereoscópico genérico (ver figura 1.1) formado por dos fotogramas A y B (izquierdo y derecho respectivamente), un punto P que pertenece a la nube de puntos N vista en la ecuación 1.1 de coordenadas terreno (x, y, z) y los sistemas de fotocoordenadas asociados a los fotogramas A y B ($O'X'Y'$ y $O''X''Y''$ respectivamente) tendremos la proyección P' del punto P en el fotograma A dado por sus coordenadas en este nuevo sistema $P' = (x'; y'; c)$ y la proyección P» del punto P en el fotograma B dado también por sus coordenadas en este nuevo sistema $P'' = (x''; y''; c)$. A los puntos P' y P» corresponden

el mismo vector de atributos $A_P = [a_P^1; a_P^2; \dots; a_P^n]$ dado por la expresión (1.3), y en ambos casos las coordenadas serán fotocoordenadas. Aplicando las condiciones de colinealidad y coplaneidad, los puntos O', P' y P deben estar contenidos en la misma recta del espacio, los puntos O», P» y P deben estar contenidos en la misma recta y ambas rectas deben estar en el mismo plano. Esto hace que para cada uno de los fotogramas (A y B), se cumplan las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} X &= X_{O'} + (Z - Z_{O'}) \cdot \frac{a'_{11} \cdot x' + a'_{12} \cdot y' + a'_{13} \cdot c'}{a'_{21} \cdot x' + a'_{22} \cdot y' + a'_{23} \cdot c'} \\ Y &= Y_{O'} + (Z - Z_{O'}) \cdot \frac{a'_{21} \cdot x' + a'_{22} \cdot y' + a'_{23} \cdot c'}{a'_{31} \cdot x' + a'_{32} \cdot y' + a'_{33} \cdot c'} \end{aligned} \quad \text{Foto A}$$

$$\begin{aligned} X &= X_{O''} + (Z - Z_{O''}) \cdot \frac{a''_{11} \cdot x'' + a''_{12} \cdot y'' + a''_{13} \cdot c''}{a''_{21} \cdot x'' + a''_{22} \cdot y'' + a''_{23} \cdot c''} \\ Y &= Y_{O''} + (Z - Z_{O''}) \cdot \frac{a''_{21} \cdot x'' + a''_{22} \cdot y'' + a''_{23} \cdot c''}{a''_{31} \cdot x'' + a''_{32} \cdot y'' + a''_{33} \cdot c''} \end{aligned} \quad \text{Foto B}$$

Ecuación 1.4. Ecuaciones de colinealidad para el punto P en los fotogramas A y B

en donde $(X_{O'}, Y_{O'}, Z_{O'})$ son las coordenadas terreno del centro de proyección O', $(X_{O''}, Y_{O''}, Z_{O''})$ son las coordenadas terreno del centro de proyección O», c es la distancia desde el centro de proyección al centro del fotograma, a'_{ij} son los coeficientes de la matriz de rotación $R_A^{\omega', \varphi', \kappa'}$ (ver ecuación 1.5 y 1.6) del sistema $O'X'Y'$ con respecto al sistema terreno y a''_{ij} son los coeficientes de la matriz de rotación $R_B^{\omega'', \varphi'', \kappa''}$ (ver ecuación 1.5 v 1.6) del sistema con respecto al sistema terreno.

$$R_{\omega, \varphi, \kappa} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (1.5) \text{ en donde}$$

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos \varphi \cdot \cos \kappa \\ a_{12} &= -\cos \varphi \cdot \text{sen} \kappa \\ a_{13} &= \text{sen} \varphi \\ a_{21} &= \cos \omega \cdot \text{sen} \kappa + \text{sen} \omega \cdot \text{sen} \varphi \cdot \cos \kappa \\ a_{22} &= \cos \omega \cdot \cos \kappa - \text{sen} \omega \cdot \text{sen} \varphi \cdot \text{sen} \kappa \\ a_{23} &= -\text{sen} \omega \cdot \cos \varphi \\ a_{31} &= \text{sen} \omega \cdot \text{sen} \kappa - \cos \omega \cdot \text{sen} \varphi \cdot \cos \kappa \\ a_{32} &= \text{sen} \omega \cdot \cos \kappa + \cos \omega \cdot \text{sen} \varphi \cdot \text{sen} \kappa \\ a_{33} &= \cos \omega \cdot \cos \varphi \end{aligned} \quad \text{Ecuación 1.6. Desarrollo de la matriz de rotación}$$

En el caso más general, tendremos cuatro ecuaciones (ecuación 1.4) y cuatro incógnitas (x', y', x'', y'') con lo que el sistema tendrá solución única. Tanto la c , como las matrices de rotación $R_A^{\omega, \phi, \kappa}$, $R_B^{\omega, \phi, \kappa}$ y las coordenadas de los centros de proyección (X_0', Y_0', Z_0') y (X_0'', Y_0'', Z_0'') serán fijadas según nuestra conveniencia y la precisión para los resultados obtenidos (podrían reproducir exactamente los parámetros de orientación externa del vuelo real o pueden ser fijados de forma arbitraria tal y como hemos indicado).

Una vez que hemos calculado las coordenadas (x', y', x'', y'') de todos los puntos pertenecientes a la nube $N = \cup P_i$, dispondremos de dos fotogramas A y B que tienen una distribución irregular de los puntos (cada uno de esos puntos tiene una matriz de atributos $A_p = [a_p^1; a_p^2; \dots; a_p^n]$ asociada) con lo que en realidad, no forman una imagen ráster regular tal y como conocemos. A partir de estas imágenes, A y B, tendremos que construir un nuevo par A' y B' en donde la malla de puntos esté distribuida de forma regular a base de píxeles (figura 1.2).

La resolución de esta malla de puntos regular dependerá de la resolución que queramos obtener en la imagen de salida y se obtendrá por algoritmos de vecino más próximo tal y como se describe a continuación, según el siguiente procedimiento:

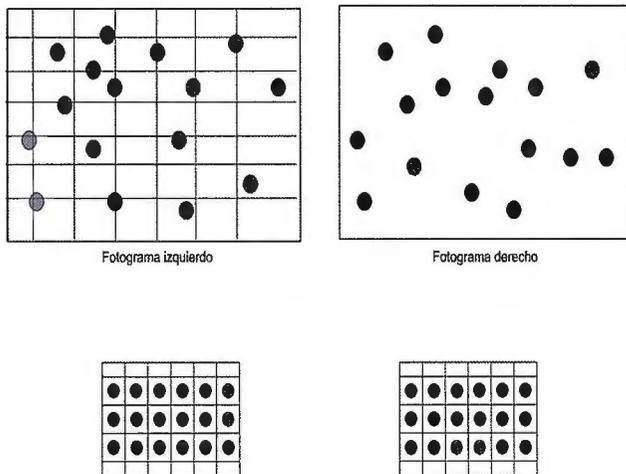


Figura 1.2 Distribución de puntos obtenidos en los fotogramas izquierdo y derecho

- Se define la resolución del píxel en la imagen de salida A' y B' que será la misma y que llamaremos $\#$
- En base a la resolución del píxel $\#$, y la superficie del terreno representado $(W \cdot h)$ en donde $w = (X_{max} - X_{min})$ y $h = (Y_{max} - Y_{min})$ definiremos el tamaño en píxeles de cada una de las imágenes de salida A' y B'
- Dado un determinado píxel $S_{col,fil}$ de la imagen A' o B' (el procedimiento es igual para las dos imágenes), calcularemos sus coordenadas terreno S_x y S_y en base a r, w, h
- Conocidas S_x y S_y veremos el vector de atributos más cercano en la imagen A o B (según la que estemos tratando) y asignaremos como vector de atributos del píxel S en la imagen A' o B' al vector encontrado
- Las nuevas imágenes obtenidas, A' y B' formarán el par estereoscópico que andamos buscando

2. PARTICULARIZACIÓN DE LAS ECUACIONES PARA EL CASO DE GIROS NULOS

Fijándonos en la ecuación 1.4, y realizando el desarrollo para el fotograma A (lo mismo es aplicable al fotograma B), nos queda:

$$(X - X_0) \cdot (a_{11} \cdot x' + a_{12} \cdot y' + a_{13} \cdot c) = (Z - Z_0) \cdot (a_{21} \cdot x' + a_{22} \cdot y' + a_{23} \cdot c) \quad (2.1)$$

$$(Y - Y_0) \cdot (a_{11} \cdot x' + a_{12} \cdot y' + a_{13} \cdot c) = (Z - Z_0) \cdot (a_{31} \cdot x' + a_{32} \cdot y' + a_{33} \cdot c) \quad (2.2)$$

Ahora, desarrollamos los paréntesis, sacamos factor común x' e y' de las ecuaciones 2.1 y 2.2 y poniendo las expresiones en forma matricial nos queda

$$\begin{bmatrix} a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \\ a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = c \cdot \begin{bmatrix} a_{21} \cdot (Z - Z_0) - a_{23} \cdot (X - X_0) \\ a_{31} \cdot (Z - Z_0) - a_{33} \cdot (Y - Y_0) \end{bmatrix}$$

Ecuación 2.4. Forma matricial para el cálculo de las fotocoordenadas

Únicamente falta ya calcular el valor de x' e y' . Para ello, aplicamos cálculo matricial y despejando el valor de la matriz $\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix}$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = c \cdot \begin{bmatrix} a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \\ a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{21} \cdot (Z - Z_0) - a_{23} \cdot (X - X_0) \\ a_{31} \cdot (Z - Z_0) - a_{33} \cdot (Y - Y_0) \end{bmatrix}$$

tenemos:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = c \cdot \begin{bmatrix} a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \\ a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{21} \cdot (Z - Z_0) - a_{23} \cdot (X - X_0) \\ a_{31} \cdot (Z - Z_0) - a_{33} \cdot (Y - Y_0) \end{bmatrix}$$

Ecuación 2.5. Fotocoordenadas en el Fotograma A

Para el otro fotograma (fotograma B) nos queda una ecuación similar. Por tanto, los valores de las fotocoordenadas en ambos fotogramas quedan de la forma:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = c \cdot \begin{bmatrix} a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \\ a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{21} \cdot (Z - Z_0) - a_{23} \cdot (X - X_0) \\ a_{31} \cdot (Z - Z_0) - a_{33} \cdot (Y - Y_0) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = c \cdot \begin{bmatrix} a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (X - X_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \\ a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) & a_{11} \cdot (Y - Y_0) - a_{13} \cdot (Z - Z_0) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{21} \cdot (Z - Z_0) - a_{23} \cdot (X - X_0) \\ a_{31} \cdot (Z - Z_0) - a_{33} \cdot (Y - Y_0) \end{bmatrix}$$

Ecuación 2.6. Fotocoordenadas en el fotograma A y fotocoordenadas en el fotograma B para cualquier punto del terreno en función de las matrices de rotación, centros de proyección y focales

De la expresión anterior se deduce que existen infinitas soluciones para las fotocoordenadas, en función de los valores de las matrices de rotación, coordenadas de los centros de proyección y focales. La solución más sencilla pasa por hacer que los giros tengan valor nulo, con lo que las matrices de rotación quedan reducidas a la matriz identidad, el valor de las focales sea el mismo, es decir, $c' = c'' = c$ y el centro de proyección del fotograma izquierdo tenga de coordenadas terreno $[X_{min} + \frac{X_{max} - X_{min}}{2} - \frac{B_x}{2}, Y_{min} + \frac{Y_{max} - Y_{min}}{2}, H]$ en donde H se "asemeja" a la altura de vuelo sobre el terreno, $X_{min}, X_{max}, Y_{min}, Y_{max}$ son los valores de las coordenadas X e Y terreno, mínima y máxima respectivamente y B_x es equivalente a la fotobase (separación, en coordenadas terreno, entre los centros de proyección del fotograma izquierdo y derecho sobre el eje X); el valor de B_x se relaciona con la altura de

vuelo H y la focal c, de forma que el formato y la relación $\frac{H}{B_x}$ sea la adecuada para conseguir el efecto estereoscópico. De esta forma, las coordenadas terreno del centro de proyección derecho serán

$$[X_{min} + \frac{X_{max} - X_{min}}{2} + \frac{B_x}{2}, Y_{min} + \frac{Y_{max} - Y_{min}}{2}, H]$$

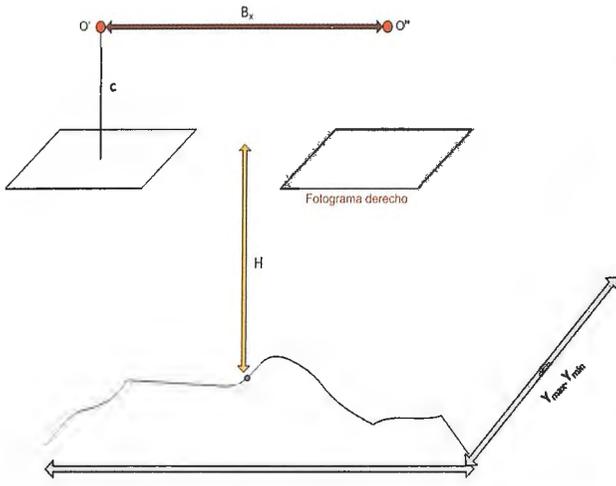


Figura 2.1 Particularización de ecuaciones para el caso de giros nulos
 Teniendo en cuenta los las consideraciones anteriores, la ecuación 2.6 quedará reducida a la expresión:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - c \cdot \begin{bmatrix} -(z - z_0) & 0 \\ 0 & -(z - z_0) \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} -(x - x_0) \\ -(y - y_0) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} - c \cdot \begin{bmatrix} -(z - z_0) & 0 \\ 0 & -(z - z_0) \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} -(x - x_0) \\ -(y - y_0) \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Con $z_0 = z_0' = H$, $y_0 = y_0' = Y_{min} + \frac{Y_{max} - Y_{min}}{z}$,

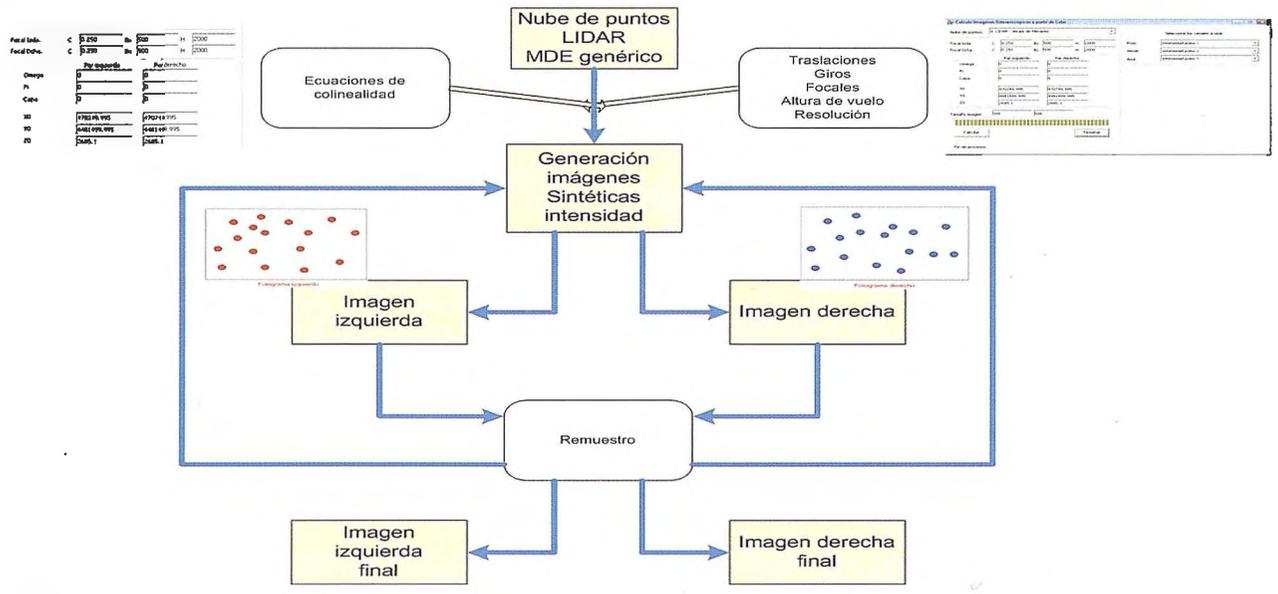
$$x_0 = X_{min} + \frac{X_{max} - X_{min}}{z} - \frac{E_x}{z}$$

$$x_0' = X_{min} + \frac{X_{max} - X_{min}}{z} + \frac{E_x}{z}$$

Hemos considerado que la matriz de rotación, para ambos fotogramas es la matriz identidad lo que equivale a decir que los giros son cero. Sin embargo, y dado que lo que estamos haciendo es generar una paralaje sobre el eje X, manteniendo ambos fotogramas paralelos al plano XY y sin giro sobre el eje Z ($\kappa = 0$), si la altura H sobre el terreno es pequeña, y el terreno presenta mucho relieve, para que dicho paralaje quede bien proyectado en los fotogramas, sería conveniente hacer que el giro sobre el eje Y y el giro sobre el eje X no fuesen 0, o lo que es lo mismo, $w \neq 0$, $\phi \neq 0$ con lo que la expresión 2.7 ya no sería aplicable. En la figura 2.2, se muestra un diagrama general de proceso y los resultados obtenidos para una nube Lidar de una zona de la ciudad de Alcalá de Henares.



Figura 2.2 Proceso general y ejemplo de generación de un par sintético en la zona de Alcalá de Henares a partir del nivel de intensidad Lidar



3. AGRADECIMIENTOS

Esta es una publicación del proyecto LIDAR (Integración y optimización de tecnologías y metodologías Lidar y fotogramétricas para la producción cartográfica). El proyecto se ha llevado a cabo por un gran grupo de científicos e ingenieros de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en colaboración con compañeros del Instituto Geográfico Nacional (IGN). La financiación y parte del equipo técnico ha sido proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) mientras que el resto del equipo corre a cargo de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Queremos agradecer la labor de F. Papí y E. González por su trabajo de coordinación con el IGN.

4. REFERENCIAS

- Duda R.O., Hart P.E. y Stork D.G., Pattern classification. New York: Wiley, 2001.
- Foody, G.M.; Campbell, N.A.; Trodd, N.M.; Wood, T.F. Derivation and applications of probabilistic measures of class membership from the maximum-likelihood classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* (58), 1992.
- Haala N. and Brenner C. Generation of 3D city models from airborne laser scanning data. EARSEL workshop on LIDAR remote sensing of land and sea, 1997.
- Strahler, A.H. The use of prior probabilities in maximum likelihood classification of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* (10), 1980.
- Mather, P.M. A computationally-efficient maximum-likelihood classifier employing prior probabilities for remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing* (6), 1985.
- TSO B. y Mather, P.M. *Classification Methods for Remotely Sensed Data*. London: Taylor & Francis, 2001.
- Schenk T., Modeling and Analyzing Systematic Errors in Airborne Laser Scanners. EuroSDR 2001.
- Emmanuel P. Baltasvias, A comparison between photogrammetry and laser scanning. ISPRS, 1999.
- Ayman F. Habib, *Advance Photogrammetric and ranging techniques*. Course, 2008

NOTICIAS

Trimble introduce nuevas adiciones a su portfolio de estaciones totales ópticas

Trimble (NASDAQ:TRMB) ha introducido hoy un gran número de novedades a su innovador portfolio de sistemas topográficos ópticos, ofreciendo a los topógrafos una completa selección de aplicaciones topográficas y de ingeniería.

“Las empresas topográficas requieren soluciones flexibles e integradas que les garanticen mantener su competitividad. Esta es la razón por la cual las soluciones del Connected Site de Trimble se han convertido en el estándar industrial en las técnicas de topografía integrada”, afirmaba Chris Gibson, vicepresidente del departamento de topografía de Trimble.

“Uno de nuestros objetivos principales es ofrecer soluciones flexibles y escalables que permitan a los topógrafos adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones del mercado.”

Estación Total S8 de Trimble

Presentada inicialmente en 2007, la Estación Total S8 de Trimble® es la estación total Autolock® y Robótica más avanzada de Trimble. Los nuevos modelos de precisión 0.5” han sido añadidos para satisfacer las exigencias de los proyectos de ingeniería, como las aplicaciones de monitorización, de imágenes de precisión y ferroviarias de alta velocidad que requieren los mayores niveles de precisión disponibles.

La línea de productos de la Estación Total S8 de Trimble ha sido también ampliada para incluir un nuevo modelo con control robótico con vídeo con el fin de mejorar la productividad de los topógrafos. La tecnología VISION™ de Trimble ofrece a los topógrafos la capacidad de observar y medir a distancia con vídeo en directo desde el instrumento en su controlador de datos. Los topógrafos pueden observar todo lo que el instrumento capte sin necesidad de volver al trípode. El sistema de estación total integra datos topográficos con vídeo en directo en el controlador, de manera que los topógrafos pueden verificar su trabajo y asegurarse de que lo han capturado todo antes de salir del trabajo. La documentación fotográfica también permite a los topógrafos complementar los datos que ellos le proporcionan a los clientes con imágenes de las condiciones de trabajo, facilitando así la comprensión de los datos. Este nuevo modelo S8 de Trimble también incluye tecnología DR Plus™ de Trimble, la cual prolonga el rango de medición sin reflector de la estación total, ahorrando así tiempo al reducir los ajustes del instrumento.

Diseñado para proporcionar un rendimiento y una productividad sin igual en la topografía, la Estación Total S8 de Trimble es soportada por el software de campo Trimble Survey Controller™ y Trimble Access™ y por el software de oficina Trimble Business Center para adquirir el control total de la topografía y el análisis de datos. Para las aplicaciones de ingeniería, la Estación Total S8 de Trimble puede emparejarse con otras soluciones de oficina y de campo, como el software Trimble 4D Control™ así

como aplicaciones especializadas para el software Trimble Access. Estación Total S6 de Trimble

La nueva Estación Total S6 de Trimble proporciona a los topógrafos una solución escalable y flexible. Incluye el funcionamiento EDM de gran alcance de la tecnología DR Plus de Trimble, haciéndolo capaz de efectuar mediciones de reflexión directa a un rango doblemente superior al de los modelos antiguos. Un mayor rango significa una menor necesidad de efectuar ajustes en el instrumento y un acceso más fácil a más emplazamientos, permitiendo que los topógrafos ahorren tiempo y dinero.

Con las opciones Servo, Autolock y Robótica ahora disponi-

bles, la S6 de Trimble puede actualizarse completamente, abriéndole a los topógrafos un camino de crecimiento a largo plazo. Fraguada con servo-tecnología MagDrive™, la S6 de Trimble hace girar el instrumento silenciosamente a 115 grados por segundo para las operaciones rápidas. Con su exclusiva tecnología MultiTrack™ y las opciones de identificación del objetivo, los topógrafos pueden elegir el tipo de objetivo, pasivo o activo, que se adapte mejor a las condiciones de trabajo y confiar en que pueden encontrar y bloquear el objetivo correcto. El instrumento robótico S6 de Trimble también admite Trimble GPS Search, una característica del software de campo de Trimble que utiliza la tecnología GPS para localizar rápidamente un prisma perdido en un rover. En menos de 3 segundos, la S6 de Trimble puede cambiar a la posición correcta y localizar el rover robótico. Con la tecnología de seguridad de precisión del SurePoint™ única de Trimble, la Estación Total S6 de Trimble apunta y permanece, a pesar del viento, las vibraciones, el manejo o el asentamiento del trípode, para asegurar la precisión en el apuntamiento y la medición.

Estación Total S3 de Trimble

La línea de productos de la Estación Total S3 de Trimble incluye ahora nuevos modelos Autolock y Servo únicos con un panel de control a bordo para garantizar un rendimiento eficaz en el campo. La S3 de Trimble incluye todo lo que se necesita para ejecutar proyectos de topografía eficaces: posicionamiento preciso y captura potente de datos en una solución ergonómica integrada para un uso diario adecuado. Está basado en una funcionalidad de Trimble probada y fiable, como la tecnología DR de Trimble para una amplia medición sin prisma para prácticamente cualquier tipo de superficie.

Con el Trimble Survey Controller de a bordo, la S3 de Trimble proporciona la base para las soluciones de Integrated Surveying™ de Trimble. Con Integrated Surveying (topografía integrada), los topógrafos pueden integrar a la perfección las tecnologías complementarias en el lugar de trabajo, como por ejemplo GPS/GNSS de Trimble y las mediciones ópticas, que permiten usar las herramientas más apropiadas para las condiciones concretas del lugar de trabajo.

La expedición a Egipto de los Sabios Franceses (1798-1801): Investigaciones astronómicas, geodésicas y cartográficas.

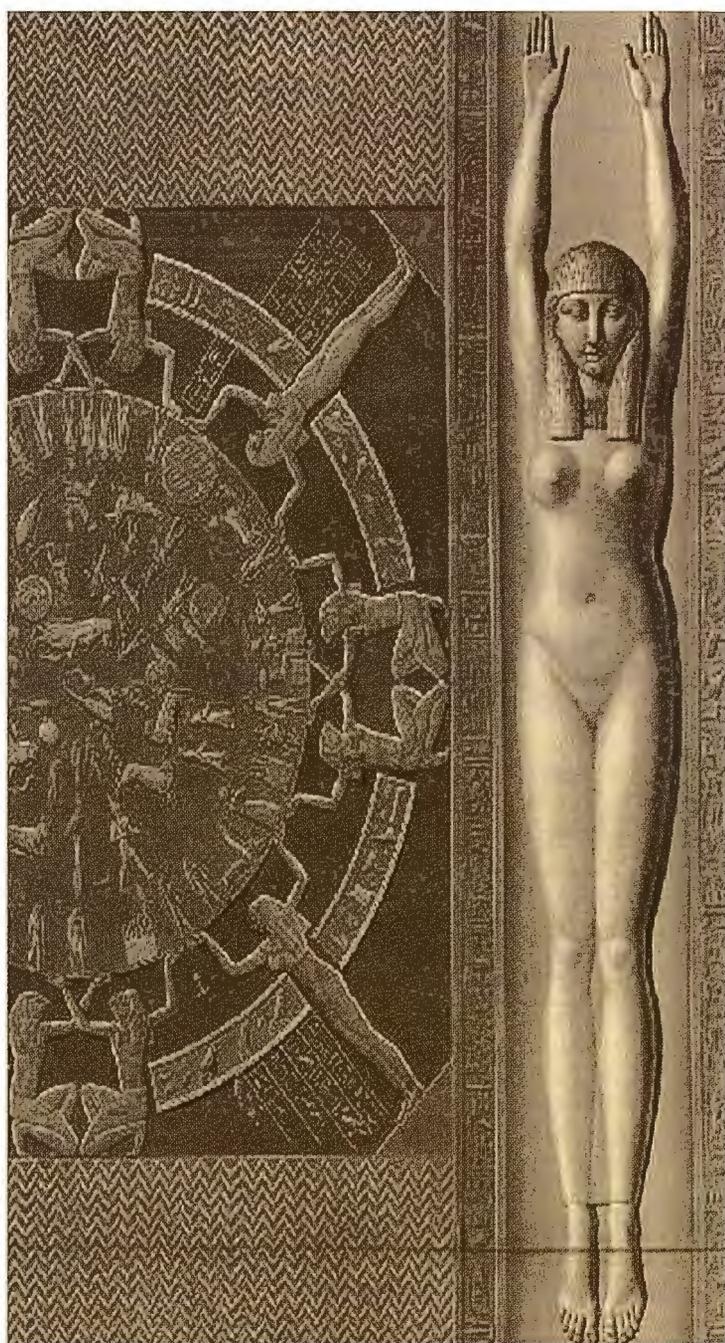
Mario Ruiz Morales
Centro Nacional de Información Geográfica & Universidad de Granada.

La Universidad de Granada publicó el pasado mes de diciembre un libro con idéntico título que este artículo, en el que se da cuenta de algunos de los trabajos e investigaciones científicas llevadas a cabo por los integrantes de la Comisión de Sabios que acompañó al ejército napoleónico durante su invasión de Egipto. Con esa obra pretendo recuperar de la historia la memoria de una expedición sobresaliente que marcó el final de un periodo tan fructífero como la Ilustración y el comienzo de una aventura tan apasionante como la egiptología. El alcance limitado del libro se entiende no solo por mi perfil profesional sino también por la imposibilidad manifiesta de referir en él la ingente tarea multidisciplinar que realizaron en Egipto los numerosos sabios de la citada Comisión, cuyos componentes representaban prácticamente a todas las ramas del conocimiento. El origen y composición de la misma se deben tanto al matemático Gaspard de Monge (1746-1818) como al químico Claude Louis Bertholet (1748-1822), los cuales contaron siempre con el beneplácito de Napoleón Bonaparte (1769-1821). El propio general fue el principal impulsor de la edición de las memorias que conformarían años después la conocida y voluminosa Descripción de Egipto, en cuyos veinte volúmenes con cerca de tres mil ilustraciones, se recogieron los estudios e informes que redactaron sus miembros, en el propio teatro de operaciones y una vez vueltos a Francia.

El incuestionable mérito de la Descripción de Egipto es aún mayor cuando se piensa el corto espacio de tiempo de que dispusieron para hacer las observaciones de campo, siempre mediatizadas por el permanente atosigamiento de la población autóctona y por la constante presión ejercida por los turcos y sobre todo por los ingleses. Quizás el contrapunto temporal de la redacción llegó a ser excesivo, ya que si bien las primeras memorias vieron la luz en los años 1809 y 1810, los últimos tomos no se publicaron en París hasta doce años después.

Del éxito de las mismas dan idea las numerosas reediciones efectuadas, destacando la digital que ofrece la renovada Biblioteca de Alejandría, a la que puede accederse a través de su página web, incluida en diferentes portales.

Las investigaciones astronómicas, geodésicas y cartográficas, ocuparon un lugar destacado en la Descripción de Egipto, no en vano la mayoría de sus responsables (Ingenieros Geógrafos e Ingenieros de Caminos) pertenecían a dos de los grupos más numerosos de la Comisión de Sabios: con 16 y 19 participantes respectivamente. No obstante, han de señalarse dos excepciones muy significativas protagonizadas por el matemático Joseph Fourier (1768-1830) y por el astrónomo Nicolas Antoine Nouet (1740-1811), cuyas memorias astronómicas fueron de singular importancia: ambas pueden considerarse complementarias, en



1. Fragmento del planisferio celeste de Dandara. El bajo relieve original se expone en el Museo del Louvre.

tanto que la del geómetra fue esencialmente teórica y la de Nouet fue una especie de diario de operaciones.

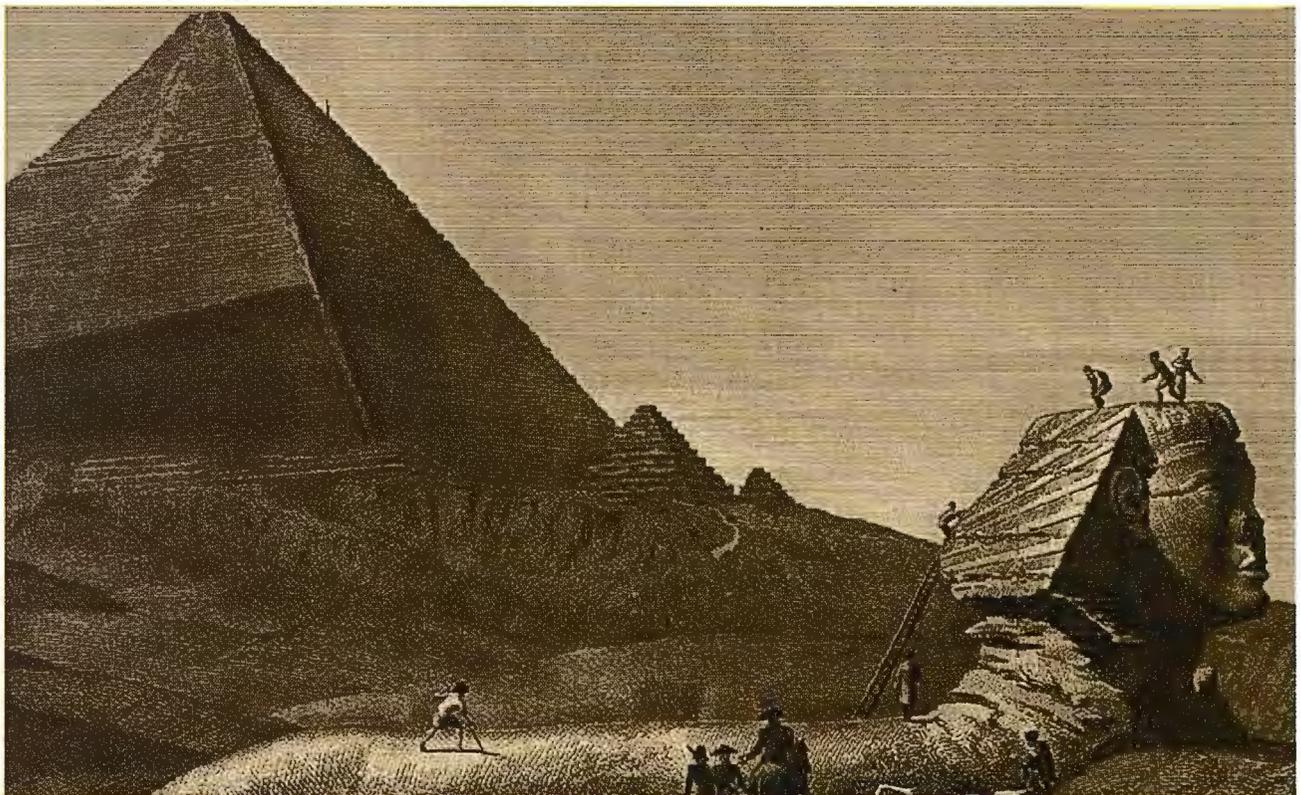
Los frutos astronómicos más relevantes de la expedición científica francesa fueron los descubrimientos de diferentes imágenes celestiales, localizadas en tumbas y templos. Todos ellos causaron gran sensación a los expedicionarios, sobre todo el planisferio astronómico de Dandara, tal como se desprende de sus propios relatos. En cuanto a la geodesia, no respondió a las expectativas de los comisionados, que pretendían realizar en Egipto una medida de arco de meridiano, que discurriera sensiblemente a lo largo del Nilo, siguiendo un método análogo al que se había empleado en el meridiano de Francia. Sin embargo, su intención de actualizar la pretendida medida de la Tierra que había efectuado Eratóstenes de Cirene (275-195 a. C.), por aquellos mismos parajes, no pudo llevarse a buen término por disponer de poco tiempo y no contar con el instrumental necesario, perdido primero en un naufragio y destruido, en gran parte, después al producirse la sangrienta revuelta del Cairo.

Las connotaciones históricas de las memorias geodésicas se hacen obvias cuando se leen las aportaciones del Ingeniero Geógrafo Edmond François Jomard (1777-1862), el cual sería después el coordinador científico de la Descripción de Egipto. Concretamente, fueron bien significativas sus medidas de la gran pirámide de Giza y la consecuente constatación de que el valor de su apotema coincidía con la décima parte del desarrollo de un minuto de meridiano terrestre en aquellas latitudes; comprobando así la verosimilitud de las afirmaciones que habían realizado al respecto cronistas tan célebres como Diodoro de Sicilia y Estrabón. El valor de 184.5 m calculado por Jomard, el estadio en definitiva, fue obtenido a partir del modelo elipsoidal que había fijado la Comisión Internacional de Pesas y Medidas (tras su nueva creación en 1795), el cual se podía identificar por los dos parámetros siguientes: aplastamiento de 1/334 y un cuarto de meridiano con diez mil kilómetros. Otras de las observaciones geodésicas que figuran en este libro de la Universidad de Granada, pueden catalogarse también de astronómicas, pues su obje-

tivo fue la localización geográfica de puntos estratégicamente repartidos por el valle del Nilo. El responsable de las mismas fue el astrónomo Nouet, encargado asimismo de las triangulaciones urbanas que posibilitaron el levantamiento topográfico de ciudades tan célebres como Alejandría y el Cairo.

El conocimiento de la latitud y longitud de tales puntos fue la base en que se apoyó la representación cartográfica de Egipto, otra ambiciosa empresa abordada por la Comisión que se vería abortada por las mismas causas ya apuntadas. Otro motivo añadido fue el contar con una plantilla de Ingenieros Geógrafos con muy pocos efectivos, como bien dejó escrito el responsable último de esos trabajos y director del grupo, el Ingeniero Geógrafo Pierre Jacotin (1765-1827). A pesar de ello, las cuarenta y siete hojas, a escala 1: 100000, y las más de ochenta planchas de cobre grabadas son el mejor testimonio del esfuerzo realizado por aquellos Ingenieros Geógrafos, que en más de una ocasión tuvieron que cambiar sus instrumentos científicos por las armas de fuego. El innegable valor cartográfico del Mapa de Egipto, el primero realizado con criterios modernos, tiene una componente estética considerable, marcada por la inclusión del sistema de normales para representar el relieve. Otra de sus peculiaridades fue la novedosa incorporación de una doble toponimia: francesa y árabe, un gran desafío que fue satisfactoriamente resuelto a lo largo del difícil proceso de grabado. Aunque en un principio no estuviese previsto que la imagen cartográfica del territorio fuera parte consustancial de la Descripción de Egipto, al final se impuso la razón y todos sus mapas y planos ayudan a comprender mejor el contenido de la misma.

El libro sobre la expedición a Egipto (ISBN: 978-84-338-5054-6) con 389 páginas, más de cien ilustraciones y un interesante glosario como epílogo, detalla los aspectos fundamentales de las investigaciones que se han apuntado y reivindica la excelencia del trabajo científico de aquellos sabios franceses, como reconoce en su brillante prólogo el profesor Joaquín Bosque Maurel, Secretario General de la Real Sociedad Geográfica.



Los expedicionarios franceses midiendo la gran esfinge. Dibujo de La Descripción de Egipto.

Topcon FC-250: 'La siguiente generación' en tecnología de controladoras de campo

Topcon Europe Positioning B.V. introduce 'la siguiente generación' en tecnología de controladoras de campo con la nueva FC-250. La FC-250 se ha diseñado para proporcionar a los usuarios una mayor potencia y prestaciones en una unidad robusta y compacta.

La FC-250 tiene la potencia del sistema operativo del último Windows Mobile® Versión 6.5. Con prestaciones de PC con procesador a 806MHz y 256MB SDRAM se ha diseñado para aumentar significativamente la toma de datos en campo. La FC-250 también incorpora de forma estándar un modem Bluetooth® integrado y capacidad de conexión en red LAN wireless.

Scott Langbein, senior product manager de TPS- Topcon Positioning Systems, comentó, "La FC-250 no es una simple mejora de la exitosa FC-200. Ofrece mejoras gráficas y de interfaz de usuario así como las más altas prestaciones de PC ideal para manejar imágenes de video. Ofrece un procesador super-rápido – para trabajar mejor y a mayor velocidad.

"Cuando se usa con la Estación de Imagen IS de Topcon, la FC-250 muestra en tiempo real la imagen transmitida por la IS vía red LAN inalámbrica wireless, permitiendo así al usuario trabajar con imágenes en vivo. Esta característica lleva definitivamente hacia delante a la tecnología de la topografía de una sola persona," comentó Langbein.

"Al ser la FC-250 extremadamente compacta, hace que sea 'muy resistente.' Con un grado de protección contra polvo y agua de IP66, las inclemencias meteorológicas no pueden disuadir a utilizar la FC-250," añadió Langbein.

Algunas de las características adicionales de la FC-250 son:

- Pantalla táctil de 3.7";
- Opcionalmente se puede encajar una Radio Spread Spectrum (RS-1);
- Opcionalmente se puede encajar un modem Bluetooth de largo alcance (RS-1B);
- Rápido acceso para intercambiar la batería;
- Slots para tarjetas SD y CF; y
- Puertos de comunicación USB, y DE-9.

Langbein dijo, "Topcon ha escuchado a los clientes y distribuidores para diseñar esta compacta controladora de campo con características que hacen que se aumente la eficiencia en campo. La FC-250 es una controladora de campo muy robusta, avanzada, asequible y potente en el mercado actual. El Interface de usuario de la FC-250 es sencillo para navegar a través de él, y muy intuitivo, lo que es otro beneficio definitivo que permite a cada usuario, incluidos los nuevos usuarios de Topcon, utilizar fácilmente todas las funcionalidades de los receptores GNSS, estaciones totales y estaciones de Imagen Topcon"



Estación Total Serie 50RX: la nueva generación de Estaciones Totales SOKKIA con medición sin prisma

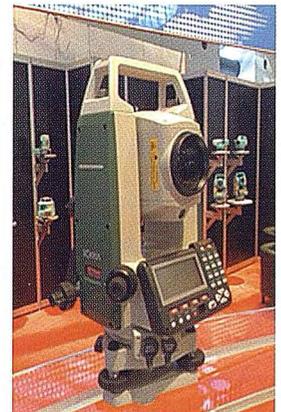
SOKKIA DITAC lanzará este nuevo producto durante el primer trimestre de 2010

SOKKIA DITAC lanzará al mercado español la nueva Estación Total Serie 50RX durante el primer trimestre del 2010.

Con el distanciómetro RED-tech II de nueva generación, su sencillez de manejo, con la gestión de los programas internos mediante 10 teclas alfanuméricas y 4 teclas de función, y manteniendo la probada fiabilidad de la serie antecesora 30RK/30R, la serie 50RX marca una nueva meta en el mundo de las estaciones totales de medición sin prisma para todas las aplicaciones de construcción, topografía e ingeniería.

Mejoras sobre los modelos anteriores

- 400 m de alcance en Medición Sin Prisma
- Equipamiento de serie con guía luminosa, roja y verde, para tareas de replanteo.
- Puerto USB y lector de tarjetas SD.
- Plomada láser integrada opcional.
- El uso de una batería externa Ni-MH de larga duración posibilita el trabajo a temperaturas extremadamente bajas con la SET250RX y otros modelos para Baja Temperatura.



Ventajas sobre los modelos anteriores

- Más compacta y ligera.
- IP66, el más alto índice de protección en nuestra rama de la industria frente a polvo y agua.
- Rayo de medición extremadamente fino para mediciones de precisión.
- Láser de medición sobre prisma y diana Clase 1.
- Conectividad sin cables mediante tecnología Bluetooth.
- Función de contraseña para evitar usos no autorizados.

Nuevo producto:

La empresa Cartogalicia presenta este mes el nuevo UAV que con toda seguridad va a revolucionar el mundo de la fotogrametría de objeto próximo.

El MD4-1000 con un techo de vuelo de 500 metros, capacidad de cargar de 1.2 kg y con autonomías de 50 minutos será una herramienta tan novedosa como eficaz en muchas tareas fotogramétricas que por su extensión sería inabordable por fotogrametría clásica

Estas son algunas de sus cualidades:

- Alta eficacia con palas de carbono sándwich de 70cm y motores brushless 4 x 250W
- Bajo nivel de ruido: 71 dB a 3m
- Alta carga de viento: 12m / s = 43,2 Km / h (300 g de carga útil)
- Peso en vacío: 3,9 kg
- Carga máx.: 1,2 kg
- Navegación: DGPS, INS primaria / secundaria INS
- Control: RC, GSM, navegación Waypoint
- Bus CAN 2.0B de apoyo, control de carga
- Sensores: giroscopio, acelerómetros, presión, humedad, temperatura, brújula y GPS

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
www.invarsl.com

Modelos predictivos y SIG. Algunos ejemplos de su aplicación en Arqueología: los asentamientos fortificados del Valle del Trubia (Asturias, España).

Fernández Fernández, Jesús.
Área de Historia Medieval. Universidad de Oviedo.

Introducción

En este artículo se explica cómo se han utilizado la Regresión Logística y los Sistemas de Información Geográficos (SIG) para elaborar un mapa de predicción del riesgo arqueológico.

Se parte de una serie de variables generadas en forma de archivos raster y se valora la influencia y relación de éstas con la presencia de asentamientos fortificados en altura en un área del centro de Asturias (Valle del Trubia y parte del Nalón medio). Estos modelos tienen un especial interés cara a la planificación de estrategias de prospección y reconocimiento arqueológico del territorio. En este trabajo se muestran ejemplos de cómo integrar estas técnicas analíticas dentro de un programa de investigación en Arqueología del Paisaje y se muestran algunos resultados de su aplicación.

Abstract

This article explains how we used logistic regression and Geographical Information Systems (GIS) to make an archaeological predictive model. Based on a few variables, we establish the influence and relationship between them and the presence of fortified settlements in the hilltops within a territory in central Asturias (Trubia and Nalón valleys). These models are special interest to plan archaeological works. In the present article we show examples of how to integrate these analytical techniques in a research program of Landscape Archeology and also show some results of its application.

Los modelos predictivos en arqueología

Los modelos predictivos en arqueología han sufrido un especial desarrollo en las dos últimas décadas (MITHEN 2001; MEHRER 2006), cuestión que no se puede desligar de la propia evolución de las diferentes herramientas informáticas implicadas en su construcción, especialmente los SIG. La complejidad de los modelos diseñados varía dependiendo de los métodos utilizados en el tratamiento de la información digital, desde la sencilla combinación mediante álgebra de mapas de diferentes capas de información geográfica (SÁNCHEZ PARDO 2006; STANCIC 1999), hasta los tipos más elaborados apoyados en regresiones logísticas (WOODMAN 2001; WARREN 2000), o basados en la utilización de Redes Neuronales Artificiales (DERAVIGNONE 2006). La inclusión en nuestro programa de investigación de uno de estos sencillos modelos predictivos nos ha sido de gran utilidad, en este artículo vamos a mostrar algunas de sus aplicaciones. En primer lugar, la utilización de mapas de riesgo nos ha permitido delimitar áreas muy concretas en las que la aparición de determinados tipos de eventos es más probable, facilitando así la toma de decisiones y permitiendo una mejor racionalización del tiempo y los recursos a emplear durante el trabajo de campo. Además, hemos podido complementar esta información con otros tipos de fuentes, más propias de nuestras disciplinas, como son

las toponímicas, arqueológicas y documentales. Es precisamente en este ejercicio dialógico de confrontación de distintos elementos donde cobra para nosotros sentido el uso de los mapas de riesgo, no siendo su verdadera función tanto la de prever, como la de contrastar y evaluar lo previsto. Así, su desarrollo en un dominio semi-autónomo de modelización permite aportar nuevos elementos inexplorados de comparación, plantear hipótesis de trabajo e interrogantes que nos han resultado de gran interés.

Un modelo para las fortificaciones altomedievales

Nuestro enfoque para aproximarnos a las sociedades del pasado es la Arqueología del Paisaje, que puede ser definida como aquel método que intenta extraer información acerca de los grupos humanos que culturizaron un medio a través del estudio de sus evidencias materiales y simbólicas (CRIADO BOADO 1999). Desde esta perspectiva teórica tratamos de abordar el estudio de la territorialidad altomedieval en un área del centro de Asturias (el bajo Valle del Trubia en su confluencia con el Nalón medio). Sabemos que este período de la historia se caracterizó por una marcada división social, mantenida por prácticas de control, donde determinadas expresiones de la autoridad (como las torres, atalayas y castillos) tuvieron una especial relevancia. Conocer la distribución de toda manifestación del poder que haya estado presente en el espacio será por tanto de vital importancia para comprender cómo se crearon los territorios de influencia política y cómo se gestó y desarrolló la organización social que dará lugar al feudalismo.

Llegados a este punto encontramos en los SIG una herramienta de apoyo fundamental, no sólo por la facilidad en el manejo de información espacial georreferenciada que permiten, sino precisamente, por su potencial para efectuar análisis muy complejos. En buena medida, esto es lo que trataremos de hacer a continuación mediante la implementación de un SIG predictivo: aproximarnos al territorio delimitando áreas que presentaron las mejores condiciones para la instalación de las fortificaciones altomedievales y comprobar si existe correspondencia entre nuestro mapa de predicción, el registro arqueológico actual, los nuevos sitios localizados y lo observado en otros tipos de fuentes.

Diseñando el modelo

Para la elaboración de este ejemplo utilizamos la regresión logística. Esta técnica nos permite establecer un índice de probabilidad (presencia o no de asentamientos fortificados y en altura), que se ha transformado en una variable dependiente dicotómica (Y), partiendo de otra serie de variables independientes continuas o categóricas ($X_1, X_2, X_3 \dots X_n$) (VILAR DEL HOYO 2008).

Tratamiento de las variables

Para la elaboración del modelo predictivo se ha contado con la ayuda de una plataforma SIG.

En ella, a partir de la información cartográfica de origen (MDE, topografía digital, mapa de potencialidad agrológica, etc.) se han ido elaborando una serie de archivos raster en forma de variables: análisis de cuenca visual acumulada, altura relativa, control visual sobre espacios de especial interés agrícola, control visual sobre áreas de paso o corredores naturales, orientación y altura absoluta sobre el nivel del mar. Decidimos seleccionar éstas pues nos pareció que pudieron haber sido las más implicadas en la selección de emplazamientos orientados al control territorial.

Pasamos ahora a describir cómo se elaboró cada una de ellas:

1. Análisis de cuenca visual acumulada. El paisaje visual es definido por M. Llobera como "the spatial representation of any visual property generated by, or associated with, a spatial configuration" (LLOBERA 2003). Por tanto, la idea que se desprende de esta definición es que la percepción está involucrada, o fuertemente asociada, a los diferentes fenómenos de ocupación del espacio. Algunas de estas características pueden ser cuantificadas mediante el uso de herramientas informáticas como los SIG. El desarrollo de módulos específicos en este tipo de software para el cálculo de cuencas visuales facilita este trabajo. La *cummulative viewshed* puede ser definida como la suma de diferentes cuencas visuales calculadas desde varios puntos, en tanto que la total *viewshed* emplea la misma técnica, pero en este caso teniendo en cuenta todos los puntos dentro del espacio analizado (LLOBERA 2003). Para realizar una estimación aproximada de la total *viewshed* se partió de cinco series aleatorias de 50 puntos cada una, distribuidas por toda el área de estudio¹. Se obtuvo finalmente mediante álgebra de mapas una suma de todas las cuencas obtenidas para cada serie resultando finalmente un mapa (Fig. 1) en que pueden apreciarse cuáles son las zonas más o menos visibles (valores de 0-5). De este modo se puede valorar en forma de variable geoespacial un fenómeno de carácter perceptivo.

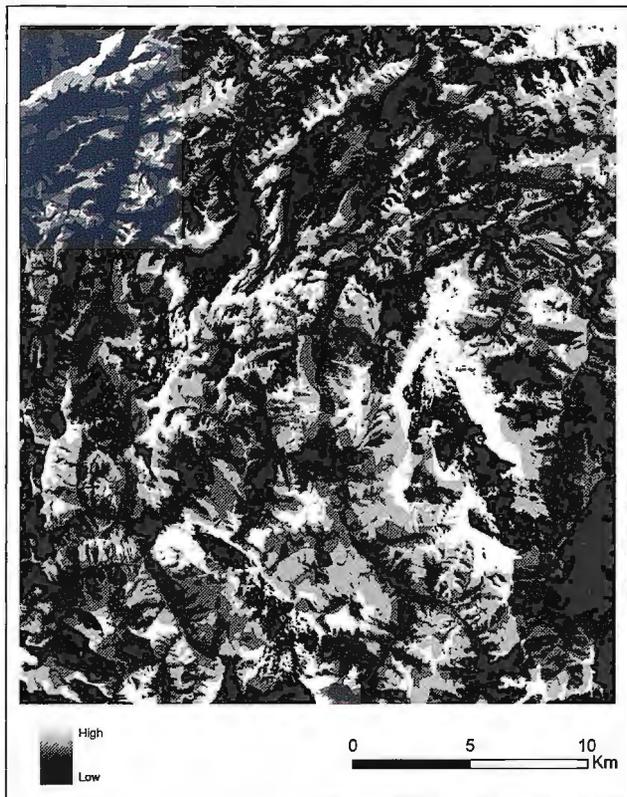


Figura 1. Cuenca visual total.

2. Otra de las variables analizadas ha sido la altura relativa. Para ello fue necesario realizar una reclasificación por alturas partiendo del cálculo sobre un MDE de las alturas máximas y las mínimas, en áreas de 500 y 100 metros respectivamente, a partir de cada píxel, obteniéndose así la media de altura relativa. Se realizaron ambas estimaciones (500 y 100 m.) para ser combinadas y manejar dos escalas de análisis diferentes pero complementarias. Por ejemplo, una pequeña prominencia del terreno podría quedar desdibujada en el modelo generado a partir del cálculo de alturas relativas en áreas de 500m y viceversa, un amplio espacio topográficamente destacado podría ser minusvalorado por los cálculos derivados del segundo modelo (100m).

1 Se simplifica de esta forma un proceso que de ser aplicado en su totalidad requeriría de la introducción de miles de puntos y por tanto, de la utilización de ordenadores de gran potencia, lejos del alcance de un usuario medio.

Consideramos por tanto que la combinación de ambos análisis permite realizar una estimación más precisa de la altura relativa. Frente al *visualscape*, que analiza el paisaje visual a escala más amplia, más territorial, el cálculo de la altura relativa nos permite aproximarnos más a un nivel local de prominencia, factor clave en la ubicación de determinados tipos de asentamientos fortificados.

3. En tercer lugar se ha establecido la variable del control visual sobre espacios de especial interés agrícola. Lo hacemos porque la instalación de los poblados en torno a las áreas más productivas (y su control) es un proceso que creemos podría estar vinculado a la aparición de poderes supralocales en los siglos altomedievales. Nos pareció sumamente interesante establecer esta variable para determinar las zonas desde las que estas áreas pudieron ser controladas visualmente. Para realizar el cálculo se ha hecho una selección de los suelos potencialmente más óptimos para soportar cultivos permanentes, la realización de este tipo de cartografía ya ha sido explicada en otro lugar (FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ 2009). Sobre los polígonos seleccionados se distribuyó de nuevo una serie aleatoria de puntos sobre la que se realizó el análisis de cuenca visual. De esta forma podemos distinguir los lugares desde los que estos espacios son visibles, o lo que es lo mismo, desde dónde pudieron ser controlados.

4. Otra variable de interés nos pareció la que tiene que ver con el control visual sobre áreas de paso o corredores naturales. Para poder fijarla en forma de dato cuantitativo hemos realizado en primer lugar una estimación de cuáles son las rutas más óptimas de paso en el área de estudio, para ello se ha elaborado un Modelo de Acumulación de Desplazamiento Óptimo o MADO (FÁBREGA ÁLVAREZ 2006). El MADO puede ser descrito como "the representation of an accumulation model of lowest cost movement calculated from a given origin and without specific destination points" (FÁBREGA ÁLVAREZ 2007), lo que permite valorar la relación en términos de esfuerzo por desplazamiento entre diferentes puntos de forma independiente. Para realizarlo se situaron una serie de puntos en los márgenes del área de estudio, desde los cuales se estimó el MADO. Se reclasificó la red de caminos seleccionando las áreas de mayor recurrencia, que se delimitaron posteriormente con un *buffer* de 50 metros. Sobre dichos polígonos se distribuyó de nuevo una red de puntos y se analizó la cuenca visual, delimitando los espacios desde donde pudieron controlarse estas vías de paso preferentes.

5. Sobre esta red de caminos óptimos cuantificamos nuestra quinta variable, basada en el cálculo del coste por desplazamiento desde las mismas hacia áreas próximas (30, 60 y 90 min)², lo que nos ayuda a descartar zonas especialmente alejadas de los puntos de paso y tránsito y valorar si este factor fue importante o

no en la selección de los espacios en que se instalaron las fortificaciones.

6. Las dos últimas variables consideradas para el diseño de este modelo predictivo han sido, por un lado la orientación (reclasificada en cuatro categorías), y por otro la altura absoluta sobre el nivel del mar (reclasificada en 5 categorías).

Variable Dependiente (riesgo arqueológico)

Para establecer la variable dependiente se han seleccionado, por un lado, un conjunto de 23 asentamientos³ (todos ellos contenidos en la Carta Arqueológica de Asturias, Fig. 2), que son los denominados “sitios” y, por otro, una muestra de 50 puntos aleatorios distribuidos en el resto de la zona estudiada que son definidos como “no-sitios”, clasificados como 1 y 0 respectivamente. De esta forma disponemos ya de la variable dicotómica necesaria para la realización de la regresión logística.

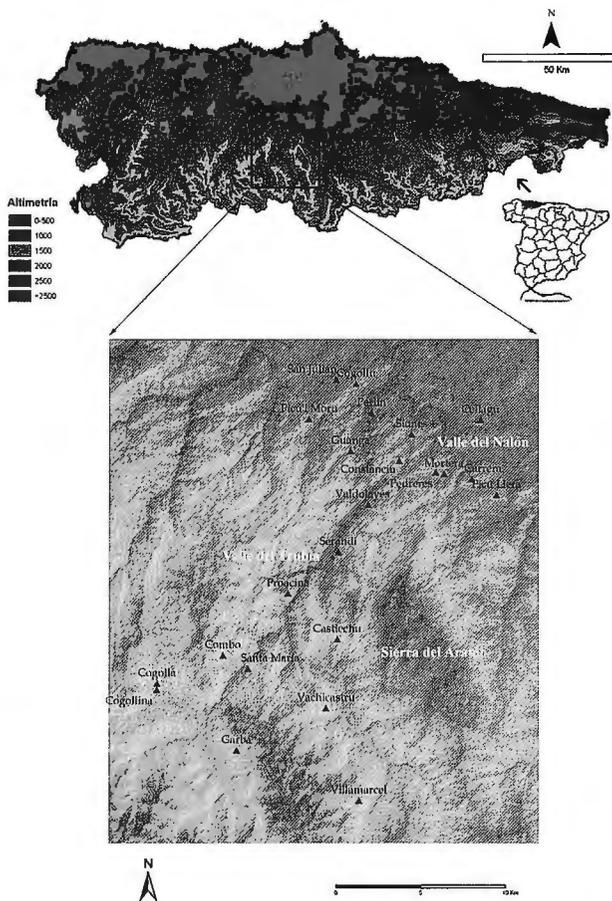


Fig. 2. Muestra de “sitios” (yacimientos) seleccionados para generar la variable dependiente.

Para la evaluación de las características de los “sitios” se han empleado áreas, dado que es difícil precisar en muchos asentamientos no excavados su extensión exacta, y teniendo en cuenta a la vez que un punto no representaría correctamente la realidad, optamos por una solución intermedia que fue trazar pequeñas áreas de radio fijo en un entorno de 100m por cada yacimiento, de forma que lo que se evalúa son las características generales de emplazamiento frente a las de un punto concreto que pueden ser parciales o erróneas.

² Para calcular esta variable se ha utilizado el algoritmo de movilidad de Gorenflo y Gale (“Mapping regional settlement in information space”. *Journal of Anthropological Archaeology*, N° 9, 3, 1990, pp. 240-274) sobre un MDE:

$$V = 6e^{-3.5|s+0.05|}$$

Donde “V” es la velocidad en km/h, “e” es la base de los logaritmos neperianos o naturales y “s” es la tangente del ángulo de la pendiente.

³ En otros trabajos ya hemos tratado de demostrar la heterogeneidad locacional y posiblemente funcional y cronológica que existe dentro de este variado conjunto de sitios (J. Fernández Fernández, «Una contribución a la lectura crítica de determinadas fuentes de información arqueológicas mediante la utilización de los SIG: los “castros” del valle del Trubia.» *Territorio, Sociedad y Poder: revista de estudios medievales*, 4,2009, 5-46). Los problemas de asignación crono-cultural son plenamente insalvables sin una excavación arqueológica, sin embargo, teniendo en cuenta el elevado número de la muestra y los costes de una intervención de este tipo, este objetivo no puede alcanzarse a corto plazo. Nos vemos obligados a asumir el problema de la variabilidad y reunirlos a todos para generar la variable dependiente sabiendo que muchos de estos enclaves no habrán ni tan siquiera estado habitados de forma coetánea. A pesar de estas cuestiones, las variables utilizadas en nuestro análisis son comunes tanto a asentamientos de la Edad del Hierro como a los altomedievales, aunque creemos que el peso de unas con respecto a las otras pudo haber sido cambiante en función de cada época.

Descubrirlo es otra de las posibles aportaciones de nuestro trabajo como veremos más adelante. Los yacimientos utilizados en la elaboración del modelo son los siguientes: 1. CARRERA. Topónimo: Picu Castiellu. Lugar: Carrera de Abajo. Parroquia: Soto de Ribera. Concejo: La Ribera 2. CASTIECHU. Topónimo: El Picu Castiellu. Lugar: Tene. Parroquia: Tene. Concejo: Quirós. 3 y 4. LA COGOLLA Y LA COGOLLINA. Topónimo: La Cogolla y La Cogollina. Lugar: Castru. Parroquia: Santianes. Concejo: Teverga. 5. EL COGOLLU/LAS CUESTAS. Topónimo: El Picu'l Cogollo. Lugar: Las Cuestas. Parroquia: Trubia. Concejo: Oviedo. 6. COMBO. Topónimo: El Combo. Lugar: Bustiello. Parroquia: Traspina. Concejo: Proaza. 7. CONSTANCIU. Topónimo: Peña Constancia. Lugar: Les Carangues. Parroquia: Tuñón. Concejo: Santo Adriano. 8. GARBA. Topónimo: La Garba. Lugar: Carrea. Parroquia: Carrea. Concejo: Teverga. 9. GUANGÁ. Topónimo: Peña Castiellu. Lugar: Perlavia. Parroquia: Trubia. Concejo: Oviedo. 10. LLAGÜ. Topónimo: El Castiellu. Lugar: Cellagü. Parroquia: Llatores. Concejo: Oviedo. 11. MORTERA. Topónimo: Picu Castiellu. Lugar: La Mortera. Parroquia: Palomar. Concejo: Ribera de Arriba. 12. PEDRERES. Topónimo: Picu les Pedreres. Lugar: Llavareyos. Parroquia: Palomar. Concejo: Ribera de Arriba. 13. PERLÍN. Topónimo: El Picu Castiellu, El Picu'l Corito. Lugar: Perlín. Parroquia: Trubia. Concejo: Oviedo. 14. PICULMORU. Topónimo: Picu el Moru y Castiellu los Moros. Lugar: Canales. Parroquia: Sama. Concejo: Grado. 15. PICULLERA. Topónimo: El Picu Llera. Lugar: Peñanes. Parroquia: San Esteban. Concejo: Morcín. 16. PROACINA. Topónimo: Pico del Castro/Peña Armada. Lugar: Proacina. Parroquia: Proacina. Concejo: Proaza. 17. SAN JULIÁN. Topónimo: El Castru. Lugar: Belandres. Parroquia: Báscones. Concejo: Grado. 18. SERANDI. Topónimo: Cantu l'Arbeyal. Lugar: Serandi. Parroquia: Serandi. Concejo: Proaza. 19. SIONES. Topónimo: El Castru. Lugar: Siones. Parroquia: Caces. Concejo: Oviedo. 20. SANTA MARÍA. Topónimo: Pico Castiello/El tornichón. Lugar: Santa María. Parroquia: Traspina. Concejo: Proaza. 21. VACHICASTRU. Topónimo: Vachicastru. Lugar: Toriezo. Parroquia: Arrojo. Concejo: Quirós. 22. VALDOLAYÉS. Topónimo: El Collain. Lugar: Tenebréu. Parroquia: Tuñón. Concejo: Santo Adriano. 23. VILLAMARCEL. Topónimo: Cochau Castru. Lugar: Nimbra. Parroquia: Nimbra. Concejo: Quirós.

Diseño del modelo

El objetivo de esta primera parte del trabajo, como ya se ha visto, es estimar, partiendo de una variable respuesta de carácter dicotómico (23 asentamientos conocidos o “sitios” frente a 50 “no-sitios”), la probabilidad de aparición de un suceso, en este caso que un determinado tipo de asentamiento esté presente o no en el territorio, a partir de una serie de variables independientes.

El modelo de regresión logística puede ser definido de la siguiente forma:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_k x_{k,i})}}$$

Donde Pi es la probabilidad de que exista o no un asentamiento en altura, e la base de los logaritmos neperianos o naturales y su exponente la combinación de variables independientes con sus coeficientes de regresión (β), donde X representa el valor de cada variable independiente. El resultado es una función multivariante derivada de las siete variables independientes incluidas en la regresión logística (VILAR DEL HOYO 2008).

Coefficientes de correlación entre las variables utilizadas para el diseño del modelo predictivo.

Sospechábamos que pudiesen existir problemas de colinealidad entre las diferentes variables, pues algunas están directamente relacionadas con factores comunes, como la elevación (que condiciona la visibilidad) o la prominencia visual. Sin embargo, los coeficientes de correlación en su conjunto dan valores bastante aceptables u óptimos (aquellos que se encuentran por debajo de $r = 0,3$, que son la mayoría).

	CTE	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
CTE								
X1		1	0,18487029	-0,0205789	0,15121033	-0,073955	0,06389567	0,42338528
X2		0,18487029	1	0,12477089	0,56293467	0,13311596	0,19067998	0,31076915
X3		-0,0205789	0,12477089	1	0,37698226	0,50007183	0,18896845	-0,4554786
X4		0,15121033	0,56293467	0,37698226	1	0,40949317	0,23126634	0,20060169
X5		-0,073955	0,13311596	0,50007183	0,40949317	1	0,08799052	-0,2955514
X6		0,06389567	0,19067998	0,18896845	0,23126634	0,08799052	1	-0,0716493
X7		0,42338528	0,31076915	-0,4554786	0,20060169	-0,2955514	-0,0716493	1

Tabla1. Coeficientes de correlación entre todas las variables.

Los únicos casos que nos ofrecieron alguna duda fueron, por un lado, los de las variables que tienen que ver con el control visual de zonas productivas y corredores naturales (X3 y X5), ambos factores muy relacionados, pues las primeras suelen ubicarse en los últimos. Aunque la correlación entre ambas es aceptable (0,5), comparten un patrón muy similar para con el resto de variables. Por otro lado, también entre la variable visualscape y la altura relativa (X2 y X4) existe una relación de correlación intermedia (0,56), ambas están fuertemente implicadas, pues el paisaje visual depende en gran medida de la altura relativa, aunque no al 100%, como puede apreciarse. En este caso, la relación con las demás variables es más plural. Decidimos sin embargo, que su inclusión en nuestro análisis no suponía un impedimento importante, sus coeficientes de correlación ($\pm 0,5$), entre los 17 restantes, requerían de cierta interpretación, aunque eran aceptables y no alteraban los objetivos que pretendíamos alcanzar. La multicolinealidad en todo caso, no altera la estimación de los coeficientes.

Finalmente, se asigna a cada variable los nuevos valores obtenidos mediante el análisis de regresión logística y utilizando álgebra de mapas en una plataforma SIG se obtiene la estimación final en forma de datos espacialmente referenciados (Fig. 3).



Figura 3. Mapa de predicción.

Aplicaciones

Con esta nueva información disponible, hemos intentado desarrollar aplicaciones prácticas. A continuación mostraremos algunos ejemplos. En primera instancia, la utilidad de estos mapas predictivos, es, como ya hemos puesto de manifiesto, la de delimitar áreas de riesgo arqueológico. De esta forma pueden planearse mejor los trabajos de prospección en campo, al disponer de una estimación aproximada del espacio (y a partir de ahí del tiempo) necesario para ejecutarlos. En segundo lugar, mostramos su utilidad para contrastar estadísticamente la muestra de "sitios" (yacimientos) utilizados para crear la variable dependiente, pues su valor de probabilidad con respecto a la media obtenida mediante el análisis de regresión varía. Los emplazamientos que alcanzan un índice más elevado dentro del modelo son aquellos en que las variables utilizadas estuvieron más involucradas y viceversa. Esto descubre aquellas tendencias implícitas en cada patrón de localización, tras las que podrían estar

diferencias cronológicas. Al disponer de datos de excavaciones arqueológicas podemos contrastarlos con la información inferida a partir del modelo. Por último, los nuevos sitios localizados durante la realización de los trabajos de campo serán incluidos en la estadística, al objeto de mostrar, por un lado, su valor en relación a los yacimientos que han sido utilizados para generar la variable independiente, pudiendo de este modo examinar su tendencia o patrón de localización, por otro lado, estos nuevos sitios nos sirven de muestra de validación para estimar la fiabilidad del modelo.

Una de las primeras aplicaciones del modelo predictivo, como decíamos más arriba, es establecer la selección de aquellos espacios que poseen mayores probabilidades para la presencia de yacimientos. En la actualidad, estamos llevando a cabo la prospección arqueológica de este territorio y para ello requerimos de algún criterio de selección de áreas de riesgo que nos permita racionalizar nuestro tiempo de trabajo. Es ahí donde encontramos un gran apoyo en los mapas de predicción, donde pueden seleccionarse aquellas zonas de mayor probabilidad (p. ej. >65%), como unidades de prospección preferente. En la Figura 4, puede observarse un ejemplo de delimitación de estas unidades a partir del modelo, dentro de una unidad geográfico-administrativa histórica (la parroquia de Banduxu, en el concejo de Proaza).

Las áreas de mayor riesgo han sido seleccionadas y superpuestas en un SIG a la ortofoto 1:25000. De esta forma podemos precisar de forma exacta mediante álgebra de mapas las zonas de riesgo y calcular su área (143 Ha). Sobre estos datos ya podemos estimar el tiempo necesario para realizar el reconocimiento arqueológico del territorio.

El apoyo de las herramientas de análisis geográfico nos está siendo además de gran utilidad para combinar estos modelos predictivos con aquellas otras fuentes de información más "tradicionales", tal como hemos intentado demostrar en otros trabajos. Es el caso de la toponimia (FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ en prensa) o la documentación escrita (FERNÁNDEZ CONDE en prensa). En la Fig. 4 se indica con una flecha el lugar donde se localizó, durante las tareas previas de prospección, un topónimo de interés arqueológico (El Castru), que, tal y como

puede observarse, se corresponde con un área de máximo riesgo dentro de nuestro modelo predictivo. Una vez obtenida esta información, visitamos el enclave, donde pudimos documentar algunos restos arqueológicos, como material constructivo y molinos de mano. Posteriormente lo georreferenciamos con GPS y con estos datos volvimos al modelo para calcular el valor exacto del área prospectada dentro del mapa de predicción. De ahí, llevamos de nuevo la información a una gráfica y ya podemos comparar la posición de este nuevo emplazamiento localizado con la de los que habían sido incluidos para generar la variable dependiente (Tabla 3).



Fig. 4. Ortofoto 1:25000 y límites de la parroquia de Banduxu (Proaza, Asturias). En rojo se indican las áreas de máximo riesgo (> 65%) para la localización de asentamientos fortificados y en altura que se derivaron del modelo de predicción. La flecha negra indica el lugar donde se ha descubierto un nuevo yacimiento (El Castro).

4 De estas áreas se excluyen aquellos lugares que ya hayan sido catalogados o prospectados para evitar registros redundantes.

La mayoría de los nuevos sitios de interés arqueológico localizados durante las tareas de prospección (Tabla 3), se corresponden con áreas de riesgo elevado (>60-65%), dato que viene a confirmar la fiabilidad del modelo generado.

Conclusión y crítica

Debemos tratar la información obtenida mediante este tipo de métodos con suma cautela, incluso observando un alto valor de correlación entre variables, nunca debe establecerse una relación de directa causalidad entre ellas y el objeto o conducta analizada, puesto que éstas son parciales y artificialmente seleccionadas. Siempre será mayor el número de aquéllas que permanecen ocultas, o que tan sólo pueden ser observadas mediante otras formas de análisis. Cabe reivindicar, por tanto, modos alternativos de explorar un mismo territorio, pues su naturaleza será siempre compleja y frente a esta problemática no caben las metodologías de carácter totalizador. Los diferentes procedimientos a la hora de representar un espacio han de considerarse como complementarios y nunca debe asumirse que una perspectiva o metodología es más válida o legítima que otra científicamente contrastada. Precisamente en este trabajo hemos intentado defender la utilidad que tienen los mapas predictivos como herramientas para la mejor planificación del trabajo de campo, y a la vez, como elementos de contraste con otros métodos y fuentes de información.

Bibliografía

- ADÁN ALVAREZ, G. E. . 2003. Las transformaciones del material óseo en el Castiello de Cellagú (Latores, Oviedo): la arqueofauna y el utillaje óseo desde el siglo V a.C. al II d.C. en Asturias (España). *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología* Nº 56:85-115.
- BERROCAL-RANGEL, L. MARTIN SECO, P., RUIZ TRIVIÑO, C. . 2002. El castiello de Llagú (Latores, Oviedo). Un castro astur en los orígenes de Oviedo. Madrid.
- CRIADO BOADO, F. 1999. Del terreno al espacio: planteamientos y perspectivas para la Arqueología del Paisaje. *CAPA: Cadernos de Arqueoloxía e Patrimonio* Nº 6.
- DERAVIGNONE, L., MACCHI, G. 2006. Artificial Neural Networks in Archaeology. *Archeologia e Calcolatori* 17:121-36.
- FÁBREGA ÁLVAREZ, P. 2006. Moving without destination. A theoretical GIS-based determination of movement from a giving origin. *Archaeological Computing Newsletter* 64:7-11.
- FÁBREGA ÁLVAREZ, P., PARCERO OUBIÑA, C. 2007.

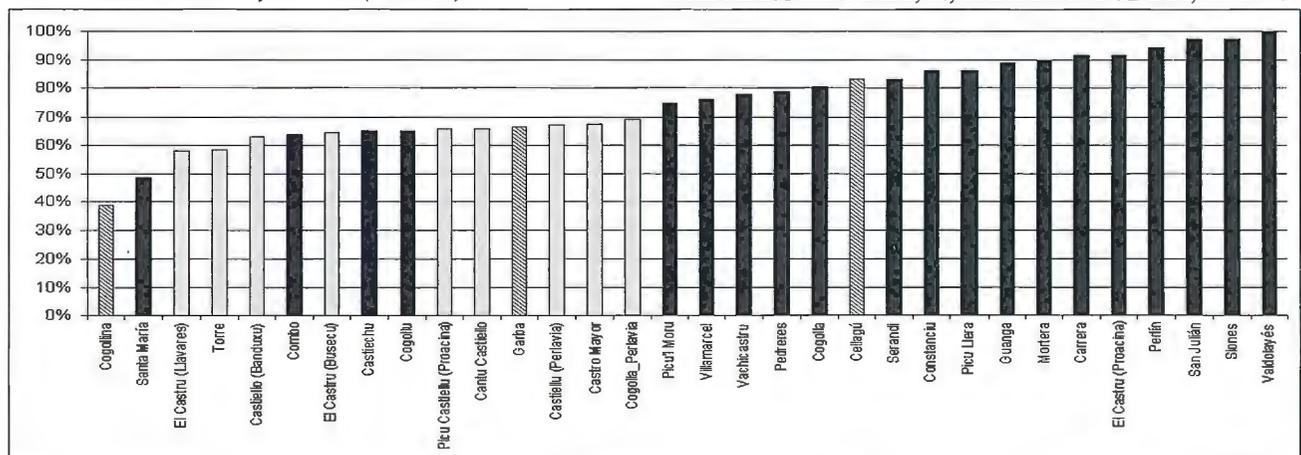


Tabla 3. En esta gráfica pueden observarse (color negro) los yacimientos ("sitios") que han sido incluidos para generar la variable dependiente y el valor de cada uno dentro del modelo predictivo. Forman parte de este conjunto tres yacimientos para los que poseemos cronologías absolutas (en color gris y con trama). Son los casos de La Cogollina (parroquia de Santianes, Teverga), cuyo abandono se ha fechado en el s. IV a.C. (FANJUL PERAZA 2007); La Garba (Carrea, Teverga), con una fase de ocupación que abarca desde la II Edad del Hierro (c. siglo IV a.C.) hasta los ss. II y IV d. C (FANJUL PERAZA 2007); y El Castiellu (Cellagú, Llatores, Oviedo), habitado entre los siglos VI-V a.C. y mediados del siglo II d. de C. (ADÁN ALVAREZ 2003; BERROCAL-RANGEL 2002). Por último, se incluyen en la gráfica (color gris), los nuevos sitios de interés arqueológico que han sido localizados durante las tareas de prospección. A partir de su valor, puede establecerse una comparación con los casos de cronología conocida.

Proposals for an archaeological analysis of pathways and movement. *Archeologia e Calcolatori* 18:121-40.

FANJUL PERAZA, A. (coordinador). 2007. Estudios varios de arqueología castreña. A propósito de las excavaciones en los castros de Teverga (Asturias). Santander. FERNÁNDEZ CONDE, F. J., FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J. en prensa. El territorio de Buanga (Asturias). Génesis y formación de un alfoz altomedieval. *Territorio, Sociedad y Poder. Revista de estudios medievales* 5.

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, J. 2009. Una contribución a la lectura crítica de determinadas fuentes de información arqueológicas mediante la utilización de los SIG: los "castros" del valle del Trubia. *Territorio, Sociedad y Poder: revista de estudios medievales* n°4:5-46. en prensa. Toponimia y Sistemas de Información Geográficos. Un ejemplo de su uso combinado en Arqueología del Paisaje. *Lletres Asturianas* n° 104.

LLOBERA, M. . 2003. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualscapes. *International Journal of Geographical Information Science* vol. 17, n° 1:pp. 25-48.

MEHRER, M. W., WESCOTT, K. L. (eds.). 2006. GIS and archaeological site location modeling. Boca Raton, FL MITHEN, S.J. 2001. Hunter-garanter landscape archaeology: The southern Hebrides Mesolithic Project, 1988-98. Cambridge.

SÁNCHEZ PARDO, J. C., FUMADÓ ORTEGA, I. . 2006. Aerial

archaeology in Spain: historiography and expectations. In *From Space to Place. 2nd International Conference on Remote Sensing in Archaeology. Proceedings of the 2nd International Workshop*, CNR, Rome, Italy, December 4-7, 2006, edited by S. Campana, Forte, M. Oxford: British Archeological Reports, International Series 1568 Archaeopress.

STANCIC, Z., KVAMME, K. L. 1999. Settlement patterns modelling through boolean overlays of social and environmental variables. In *New Techniques for Old Times*, edited by J. A. Barceló, Briz, I., Vila, A., Eds. Oxford: BAR International Series

VILAR DEL HOYO, L., MARTÍN ISABEL, M.P., MARTÍNEZ VEGA, J. 2008. Empleo de técnicas de regresión logística para la obtención de modelos de riesgo humano de incendio forestal a escala regional. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 47:5-29.

WARREN, R.E., ASCH, D.L. 2000. A predictive model of archaeological site location in the Eastern Praire Peninsula. In *Practical applications of GIS for archaeologist: a predictive modeling kit*, edited by K. L. WESCOTT. London. WOODMAN, P. E. 2001. A predictive model for mesolithic site location on Islay using Logistic Regression and GIS. In *Hunter-garanter landscape archaeology: The southern Hebrides Mesolithic Project, 1988-98*, edited by S. J. Mithen. Cambridge.

NOTICIAS

UE-27: ESPAÑA DEBE INCREMENTAR LA TASA DE EMPLEO DE SUS TRABAJADORES MAYORES

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de "Combating poverty and social exclusion". Eurostat.

En estos momentos en los que se está debatiendo en España la reforma del sistema de pensiones y se habla de una posible subida de la edad de jubilación, no se debería olvidar que en nuestro país sólo se mantienen en activo un 45,6% de los trabajadores en edades entre los 55 y 64 años. El fenómeno de una salida temprana del mercado de trabajo afecta a todos los países de la UE con mayor o menor intensidad, motivo por el cual en la Estrategia de Lisboa se fijó el objetivo de lograr una tasa de ocupación del 50% entre los trabajadores mayores en 2010.

Los datos que acaba de publicar Eurostat son del 2008 y demuestran que todavía estamos lejos del 50%. La media de la UE-27 se ha situado en un 45,6% de ocupación entre las personas de 55 a 64 años. El país con el mayor nivel de empleo entre este colectivo es Suecia con un 70,1%, figurando a continuación –aunque a bastante distancia– Estonia (62,4%), Letonia (59,4%), el Reino Unido (58,0%), Dinamarca (57,0%) y Finlandia (56,5%). Chipre casi llega al 55%, mientras que Alemania, Irlanda, Lituania y los Países Bajos se sitúan en cifras en torno al 53%. En Portugal se mantienen en activo un 50,8% de los trabajadores mayores. La República Checa (47,6%) y Bulgaria (46,0%) superan levemente el promedio de la UE-27, mientras que España alcanza justo la media con un 45,6%. Rumania registra un 43,1%, Grecia un 42,8% y Austria un 41,0%. Los restantes países de la UE ya se sitúan por debajo del 40%, destacando entre las cifras más bajas las de Polonia (31,6%), Hungría (31,4%) y Malta (29,1%).

ESPAÑA ES EL PAÍS DE LA UE DONDE MÁS TIEMPO SE TARDA EN ABRIR UN NEGOCIO

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos contenidos en Country Tables, "Doing Business 2010", Banco Mundial.

La agilización de los trámites y la reducción del número de días que se tarda en abrir un negocio son esenciales para fomentar la creación de nuevas empresas, sobre todo pequeñas y medianas, que son fundamentales para generar puestos de trabajo. Cuando más trámites y más días, tanto más difícil resulta la apertura de un negocio. Según los datos para 2009 que publica el Banco Mundial en "Doing Business 2010", los países que realmente facilitan la constitución de una empresa son Nueva Zelanda (1 día), Austria (1 día), Singapur (3 días) y Bélgica (4 días). En los Estados Unidos se tarda 6 días, mientras que en Japón nos vamos a 23 días. Si analizamos la situación en la Unión Europea, España encabeza lamentablemente la clasificación, ya que en nuestro país se tarda 47 días en abrir una empresa o negocio. Además, en España hay que realizar 10 trámites diferentes, mientras que en los países más favorables a la creación de empresas éstos se reducen a 3 o 4. Con ello España supera, con creces, a todos los demás miembros de la UE y resulta evidente la urgente necesidad de introducir reformas profundas para mejorar esta situación. Polonia alcanza 32 días, mientras que Austria, Lituania y Luxemburgo se sitúan bastante por encima de los 20 días. Grecia registra 19 días, al tiempo que Alemania y Bulgaria comparten los 18 días. En Suecia y la República Checa la cifra baja a 15 días, en Finlandia a 14 y en Irlanda y el Reino Unido a 13 días. Italia, los Países Bajos y Rumania cuentan con un plazo de diez días, mientras que Francia los reduce a 7. Los procedimientos más ágiles corresponden a Dinamarca, Eslovenia y Portugal, con 6 días, así como Bélgica y Hungría, con 4 días ambos.

NOTICIAS

LA PRECISIÓN DE REDNAP

Centro de Observaciones Geodésicas
Subdirección General de Astronomía, Geodesia y Geofísica
Instituto Geográfico Nacional

A raíz de la publicación en su revista del artículo «Detección de errores graves en la RNAP de España a través de modelos fiables de geoides», el Centro de Observaciones Geodésicas quiere hacer la siguiente aclaración:

La Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP) constituye el Sistema de Referencia Vertical para España, según el R.D. 1071/2007 (Art. 4). Esta red está formada actualmente por cerca de 29.000 señales formando líneas a lo largo de las principales vías de comunicación distribuidas por todo el territorio, con una separación media entre señales de 1 km.

Estas señales han sido observadas mediante nivelación de alta precisión siguiendo los estándares de calidad fijados en los pliegos de condiciones del Instituto Geográfico Nacional, con una tolerancia máxima de 1,5 μ m. También se ha llevado a cabo observación gravimétrica mediante itinerarios cerrados con gravímetros Lacoste&Romberg para el correspondiente cálculo de cotas geopotenciales y altitudes ortométricas.

En 2008, finalizada la observación del proyecto inicial, se llevó a cabo la compensación en geopotenciales de los 150 nodos principales que constituyen la red, tomando como único punto fijo la altitud del mareógrafo de Alicante. De este ajuste se obtuvieron los residuos correspondientes así como los vectores de error (95% confianza), indicadores de la precisión absoluta de la red respecto al nodo de Alicante, llegando hasta los 9 cm en Gerona y Galicia, las zonas más alejadas del Datum altimétrico y obteniendo un residuo medio de 0.16 ppm, lo que da una idea de la alta precisión relativa entre las señales.

Por otra parte, a medida que se iba haciendo la observación gravimétrica, se realizaba una observación GPS de la mayoría de las señales en estático rápido de unos 10 minutos de duración, tomando como base un vértice REGENTE situado a menos de 20-25 km de distancia, de tal forma que casi todos los puntos tienen coordenadas ETRS89 y altitud elipsoidal.

La observación GPS, en un pequeño porcentaje de puntos, no resultó satisfactoria debido a una serie de causas obvias:

- Mal horizonte GPS, por ejemplo en las señales empotradas horizontalmente sobre un paramento vertical o edificio. Este es el caso más habitual.
- Pocas épocas de observación (menos de 10').
- Estacionamiento defectuoso (en todas las señales es posible el estacionamiento de una mira de nivelación pero no en todas es fácil el estacionamiento para GPS).
- Problemas de multipath.

Por todo ello, la calidad de las coordenadas ETRS89 y altitud elipsoidal en algunas señales es deficiente, aunque suficiente para el objetivo inicial que se pretendía, el cual era situar aproximadamente las señales, a pesar de lo cual, las coordenadas obtenidas del GPS se ofrecen en las reseñas correspondientes.

En cualquier caso, el objetivo de REDNAP, como cualquier profesional debe saber, es el marco de referencia altimétrico y por tanto, las altitudes ortométricas que tienen las señales ofrecen la máxima precisión y fiabilidad. Las coordenadas ETRS89 y por tanto la altitud elipsoidal deberían ser sólo orientativas, ya que el marco que define ETRS89 es la red REGENTE y sus densificaciones (ROI), así como la Red de Estaciones

Permanentes GNSS.

No obstante, en las reseñas oficiales en formato PDF del servidor FTP del Centro de Observaciones Geodésicas (<ftp://ftp.geodesia.ign.es>), aparece en el apartado de «Coordenadas Geográficas ETRS89» un indicador de precisión de estas coordenadas, el cual puede ser:

- **0.05 m:** señales del proyecto Ampliación de REDNAP con horizonte GPS despejado, estacionamiento estricto y 30 minutos de observación GPS a menos de 20 km de un vértice REGENTE.
- **0.10 m:** señales con observación GPS estático rápido, cálculo con ambigüedades resueltas y con precisión contrastada, que han servido para la definición del modelo de geoides EGM08-REDNAP.
- **1 m:** señales con observación GPS estático rápido, cálculo con ambigüedades resueltas pero con estacionamiento defectuoso, mal horizonte GPS u otros problemas detectados y que no han entrado en tolerancia para el cálculo de EGM08-REDNAP.
- **10 m:** señales con observación GPS estático rápido con ambigüedades no resueltas en el proceso de cálculo o con observación GPS de sólo código.
- **Orientativas:** señales con coordenadas gráficas en las que no se ha hecho observación GPS.

De las 16.793 señales observadas con GPS se estima que:

- 1302 señales tienen errores > 1 m (8%).
- 1921 señales tienen errores entre 0.1 y 1 m (11%).
- 13570 señales tienen errores < 0.1 m (81%).

Por todo ello se puede concluir que, aunque la finalidad de REDNAP no es ofrecer coordenadas ETRS89, se puede afirmar que el 81% de las señales tienen una precisión mejor que 0.1 m y que la altitud ortométrica, que es realmente el objetivo de la red, es de la máxima precisión y fiabilidad.

La Generalitat de Catalunya pone al alcance de los ciudadanos el plan urbanístico de toda la Comunidad

La empresa Absis, especializada en servicios tecnológicos para la Administración Pública, ganó el concurso de la Generalitat de Catalunya para digitalizar los más de 2000 expedientes urbanísticos de los 215 municipios de Lleida. Con ellos se completa este mes de enero la digitalización de toda Catalunya.

El proyecto permitirá la obtención del Mapa Urbanístico de Catalunya (MUC) que recogerá todo el plan urbanístico general vigente en esta Comunidad.

Hasta ahora, se podía acceder a los mapas de los municipios, pero no a la información asociada, ya que los mapas estaban escaneados y no digitalizados.

La creación del Mapa Urbanístico de Catalunya (MUC) se enmarca en la Ley de Urbanismo y su reglamento, competencia de la Generalitat de Catalunya. Esta Ley prevé difundir, desde las administraciones, los diferentes instrumentos del plan urbanístico vigente en toda Catalunya a quien lo necesite, arquitectos, urbanistas o particulares.

Este Mapa pretende ser una herramienta estratégica para la planificación y ordenación del territorio y también un instrumento para la sociedad ya que permitirá realizar una lectura continua de la ordenación urbanística del país, resolviendo las diferencias de codificación, lenguaje y representación que tienen los diferentes planos urbanísticos vigentes actualmente.

GEOMAX

Part of Hexagon Group

Works when you do!

BARCELONA
Geomed, SL
Tel. 902 550 141
info@geomaxspain.com

GALICIA
Cartogalicia, SA
Tel. 902 530 002
info@cartogalicia.com

MADRID
Datum, SL
Tel. 91 485 5321
abrazal@geomaxspain.com

MÁLAGA
Sergio Reina
Mov. 622 511 234
sreina@geomaxspain.com

Como compañía Europea, en GeoMax entendemos que su trabajo se desarrolla en entornos exigentes que requieren una excelente relación precio - prestaciones sin comprometer la calidad, esta es nuestra razón de ser!".

GeoMax proporciona una gama completa de instrumentos pensados para los profesionales de la topografía, cartografía y la construcción. Tanto los usuarios ocasionales como los profesionales pueden encontrar en los productos GeoMax una amplia gama de Estaciones totales, sensores GPS/GLO-NASS, láseres y niveles digitales y ópticos, pensados para ofrecer una alta productividad y una gran facilidad de uso.

www.geomaxspain.com

GeoMax - Part of Hexagon Group

info@geomaxspain.com
www.geomaxspain.com



NORMAS PARA AUTORES

CONTENIDO

Mapping es una revista internacional en lengua española que publica artículos sobre Ciencias de la Tierra con un enfoque tanto investigativo como profesional. Mapping no es una revista especialista sino generalista donde se publican artículos de Topografía, Geodesia, SIG, Medio Ambiente, Teledetección, Cartografía, Catastro, Turismo y Ciencias de la Tierra en general. El amplio campo cubierto por esta publicación permite que en ella el lector, tanto científico como técnico, pueda encontrar los últimos trabajos publicados con las nuevas investigaciones y desarrollos en el campo de las Ciencias de la Tierra en la comunidad hispanohablante.

La revista Mapping invita a los autores de artículos en el campo de las Ciencias de la Tierra a la colaboración mediante el envío de manuscritos para su publicación, según las siguientes normas:

ESTILO

El artículo será enviado como documento de texto con las siguientes normas de estilo:

- La fuente será "Times New Roman" a tamaño 12.
- Interlineado a doble espacio.
- Sin espaciado adicional al final o al principio de los párrafos.
- Justificación en ambos laterales.
- Títulos de los diferentes apartados y subapartados del artículo ordenados de manera numérica, en mayúsculas y en negrita.
- Tamaño del papel DIN A4.
- Márgenes verticales y laterales de 2,5 cm.
- No se admiten encabezados ni pies de página.

LONGITUD

La longitud de los artículos no está establecida, recomendándose una extensión en torno a las 10 páginas para el texto con el estilo propuesto.

SISTEMAS DE UNIDADES

Salvo excepciones que serán evaluadas por el Comité Editorial el sistema de unidades será el Sistema Internacional.

FORMULAS MATEMÁTICAS

Las fórmulas matemáticas se incluirán en el cuerpo de texto en una línea aparte y con justificación centrada. Las fórmulas se numerarán correlativamente por su orden de aparición con su número entre paréntesis a la derecha.

TABLAS

Las tablas se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación del texto, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final se incluirá una línea con la palabra "tabla" y su número en mayúsculas, con justificación centrada.

El diseño de las tablas será tal que permita su lectura con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho).

En ningún caso se admitirán tablas en formato apaisado.

FIGURAS

Las figuras se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación de las tablas, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final y se incluirá una línea con la palabra "figura" y su

número en mayúsculas, con justificación centrada. El diseño de las figuras será tal que permita su visibilidad con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho). Se admiten figuras en blanco y negro y color.

REFERENCIAS

En el cuerpo del texto del artículo las referencias se citarán por el apellido del autor y el año de publicación separados por una coma y entre paréntesis. Las referencias se incluirán al final del texto como un apartado más del mismo y se documentarán de acuerdo al estándar cuyo modelo se incluye a continuación:

LIBROS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título. Edición. Editorial, ciudad de publicación. Número de páginas pp.

REVISTAS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del artículo. Revista, número (volumen), pp: pagina de inicio-pagina final.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del documento. Enlace de Internet.

En todos los casos se incluirán tantos autores como figuren en las referencias.

No se admitirán artículos sin referencias.

FORMATO DEL MANUSCRITO

El documento que será enviado al comité editorial en el siguiente formato:

HOJA DE PORTADA

En la hoja de portada se incluirán los siguientes datos
TÍTULO

El título del artículo deberá tener menos de 15 palabras y estar escrito en español e inglés.

AUTORES Y FILIACIÓN

A continuación del título se incluirán los autores en el orden de aparición, sus datos de filiación y contactos en el siguiente formato:

Apellido, nombre.

Institución o empresa. Teléfono.

Correo electrónico. País

ARTÍCULO

El artículo estará formado por el cuerpo del texto, las tablas y figuras. **Irá precedido de su título en mayúsculas, un resumen de 100-200 palabras y palabras claves, todo ello en español e inglés.** El artículo comenzará en una hoja aparte y no contendrá ningún dato de los autores para la revisión anónima del mismo. La estructuración de los artículos es decisión de los autores pero se recomienda la estructura habitual en los artículos en publicaciones científicas.

ENVIO DE LOS MANUSCRITOS

Los manuscritos serán enviados en formato digital, preferentemente PDF o WORD a la dirección de correo electrónico manuscritos@mappinginteractivo.com

PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGOS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Autor: Jose Luis Batista Silva
Consortio Empaca-Redes
Republica Dominicana

I. GENERALIDADES

Cada día es más notoria la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante la presencia de determinados peligros naturales, como las penetraciones del mar, inundaciones en zonas con poco drenaje, desborde de caños y ríos, deslizamientos de tierra y movimientos sísmicos, entre otros.

La actividad humana, acompañada de un intenso desarrollo industrial y turístico en los últimos decenios, ha originado grandes desastres ecológicos de origen técnico o ha alterado las características medioambientales de territorios. La superpoblación de algunas ciudades, las necesidades materiales del individuo y la construcción de diversas y complejas fábricas contaminadoras están creando problemas derivados que son atendidos desde distintos puntos de vista.

Además de los peligros tecnológicos, las instalaciones industriales están expuestas a diversos peligros naturales, sin embargo, la identificación del peligro, vulnerabilidad y riesgo para eventos naturales requiere un tratamiento, de cierta forma diferente al riesgo tecnológico. Por ejemplo, la identificación de la vulnerabilidad de una planta con relación a emisiones tóxicas es una sola variable, es decir, se detectan los posibles focos de emisión y éstos se eliminan, cambiando las partes del equipamiento o instalando uno nuevo o más moderno, reduciendo así la vulnerabilidad y por tanto el riesgo. No obstante, el riesgo de desastres por peligros naturales puede depender de varios factores, los cuales deben actuar integradamente para que se produzca el mismo.

Una definición generalmente aceptada dice que los peligros naturales son «aquellos elementos del medio ambiente físico, o del entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él» (Burton, 1978). Más específicamente, el término peligro natural es utilizado en referencia a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) u originados por el fuego que, por razón del lugar en que ocurren, su severidad y frecuencia, pueden afectar de manera adversa a los seres humanos, a sus estructuras o actividades. Algunos especialistas utilizan el término amenaza natural en sustitución de la de peligro natural. El calificativo natural es empleado para excluir de la definición los peligros originados por los seres humanos tales como guerras, polución y contaminación química, o peligros no necesariamente relacionados con el entorno físico: tales son los casos de enfermedades infecciosas.

Es una práctica muy difundida, sobre todo en los medios, resaltar que las catástrofes ocasionadas por peligros no tecnológicos son “naturales”. Mucha gente cree que las catástrofes naturales son casos de fuerza mayor y que poco puede hacerse para prevenirlas o reducir sus efectos. Pero el reciente aumento de pérdidas debidas a desastres de origen natural ha sido tan excesivo que las causas no pueden atribuirse totalmente a la naturaleza. Los daños económicos en los últimos decenios se han quintuplicado. En los años sesenta del Siglo XX, los desastres de origen natural provocaron daños por valor de 40 mil millones de dólares y en 1995, esa cifra ascendió a casi 200 000 millones de dólares. Hasta finales del año 2005 las pérdidas de vidas humanas y daños materiales a nivel mundial han sido inmensamente cuantiosas, debido a una intensa actividad

ciclónica (Dennis, Katrina, Rita, Stan, Georges, Jeanne), fuertes inundaciones en la mayoría de los países de Centroamérica y el Caribe, y a movimientos sísmicos importantes y devastadores como el ocurrido el 8 de Octubre 2005 en Pakistán, que provocó 87 350 muertes, 63 000 heridos y 3 millones de damnificados (CNN, 8 Noviembre 2005). El 27 de Mayo de 2006, un terremoto de magnitud 6.2 en la escala Richter sacudió en especial a Yogyakarta, ubicada unos 400 kilómetros al este de la capital Yakarta y causó de inmediato conmoción internacional y se estima que las muertes superan las 5 000 personas.

Un fuerte terremoto de 8.0 grados de la escala de Richter sacudió el Condado de Wenchuan, en la provincia de Sichuan, en China el 12 de mayo de 2008, provocando más de 65 000 muertes y dejando una estela de destrucción. Las sacudidas de este sismo se hicieron sentir incluso en Pekín, Shanghai, a lo largo de la República de China y en la capital de Vietnam, Hanoi.

Una tormenta tropical, aparentemente insignificante, ha producido casi 100 muertes en la República Dominicana a finales del mes de Octubre, 2007. Habitualmente se piensa en la velocidad del viento cuando se trata de ciclones tropicales, pero he aquí un buen ejemplo, como esta tormenta tropical, denominada “Noel”, produjo pérdidas humanas y prácticamente paralizó el país, debido a las intensas y prolongadas lluvias acompañantes, formando extensas áreas inundadas.

“Los conflictos entre los peligros naturales y las actividades de desarrollo resultan de una confrontación entre eventos naturales peligrosos y la actividad humana. Los llamados desastres naturales ocurren porque no hemos dado la suficiente atención a los fenómenos naturales peligrosos. En realidad, el término «desastre natural» conduce a una concepción incorrecta por esta razón: culpa a la naturaleza cuando, en realidad, la culpa corresponde a quienes decidieron que se implementen proyectos bajo circunstancias que ponen en peligro alcanzar aquellos objetivos mismos para los cuales fueron diseñadas las actividades de desarrollo”.

“El término desastre natural quizás no sea el más apropiado para comprender el fenómeno, sensibilizar a la comunidad e integrar a los actores que deberían involucrarse en una efectiva gestión del riesgo y una política preventiva. Los llamados desastres naturales ocurren sobre todo en zonas pobladas y afectan a sitios vulnerables que han sido ocupados por una sociedad para su residencia u otros fines. La localización de las actividades humanas compete a las personas y a sus formas de organización, por lo tanto, que se produzca un desastre no depende sólo de la naturaleza sino también de la decisión de instalar un asentamiento o actividad humana sin tomar en consideración las amenazas existentes y las vulnerabilidades que se desarrollan, variables que constituyen una situación de riesgo potencial”, (CEPAL, 2005).

La humanidad, desde épocas remotas ha contribuido y contribuye actualmente a aumentar la gravedad de las catástrofes llamadas “naturales”, pero esta tendencia puede ser revertida. Los riesgos de origen natural se pueden gestionar. La población y sus propiedades pueden ser menos vulnerables a los fenómenos naturales si se toman medidas preventivas adecuadas.

Existen muchos modos de gestionar los riesgos debidos a los

peligros naturales; por ejemplo, en Octubre del año 1963 el ciclón “Flora” produjo alrededor de 1000 víctimas humanas, además de cuantiosos daños materiales, durante su paso por las antiguas provincias orientales cubanas. Las medidas tomadas por la Defensa Civil y el Gobierno de Cuba antes, durante y después de los eventos naturales desfavorables, han reducido actualmente casi a cero la pérdida de vidas humanas, ante la ocurrencia de peligros naturales propios del territorio cubano, tales como las tormentas y ciclones con sus consecuencias (inundaciones, altas velocidades del viento, etc.).

En este artículo se considera que los desastres no son naturales, aunque los peligros si lo son, para diferenciarlos de los de origen antrópico. Los desastres son ocasionados por el hombre al convertirse en vulnerable ante determinados peligros.

A nivel global, en las últimas décadas, muchas personas se han instalado en zonas vulnerables a los peligros naturales. En algunos centros urbanos, las mejores tierras están ocupadas, y, por eso, ahora la gente se asienta en pantanos, riberas y fuertes pendientes, lo cual aumenta significativamente su vulnerabilidad. Hay tierras particularmente vulnerables a inundaciones, desprendimientos de tierras, penetraciones del mar y terremotos. El rápido ritmo de crecimiento en esas zonas dificulta la labor de las autoridades para garantizar los servicios básicos en tiempo breve. Las construcciones inadecuadas, la superpoblación, el manejo inadecuado de los recursos hídricos y su insuficiencia en algunos territorios, así como la carencia de un acceso rápido a los servicios de emergencia (hospitales, bomberos, policía), hacen que esas gentes sean menos capaces de protegerse a sí mismas.

La destrucción de los arrecifes de coral, de los bosques y la frágil vegetación de las montañas crea un desequilibrio ecológico, ya que esas barreras naturales reducen los deslizamientos de tierras, inundaciones, tormentas y otros desastres “naturales”.

Las inundaciones son un buen ejemplo de cómo los desastres “naturales” puede que no sean tan naturales. Las inundaciones constituyen la catástrofe más frecuente y aumentan más rápidamente que otros desastres. Las causas pueden ser el derrumbamiento de los diques, la obstrucción de los sistemas de desagüe, roturas de tuberías de agua y no precisamente debidas a fuertes temporales o tsunamis. Las inundaciones relámpago son las más frecuentes, producidas, en parte, por la construcción de viales asfaltados, que no absorben el agua, donde antes había espacios abiertos y los coeficientes del escurrimiento superficial son muy altos. Otras de las causas de este tipo de inundaciones pueden ser los trabajos realizados para desviar las corrientes de los ríos y el taponamiento de las vías de evacuación del escurrimiento superficial, que traen como consecuencia drenajes deficientes o inexistentes.

Entre todos los eventos acontecidos en la República Dominicana, que han producido desastrosas inundaciones, son tristemente significativas las ocurridas a finales del año 2007. En el mes de Octubre del citado año el Caribe fue azotado por el huracán “Noel”, que produjo intensas precipitaciones y causó la pérdida de vidas humanas y cuantiosos daños en la República Dominicana (Tabla I-1). Apenas transcurridos 10 días y la tormenta “Olga”, fuera de temporada, cruzó por el país encontrando un terreno totalmente saturado de humedad, por esta razón, a pesar de que esta tormenta era acompañada de la tercera parte de la lluvia que produjo el huracán “Noel”, también ocasionó intensas y peligrosas inundaciones en el territorio nacional.

La frontera entre los desastres de origen natural y los puramente tecnológicos no está muy definida. Las amenazas tecnológicas plantean un problema creciente, especialmente en lo que se refiere a la rápida urbanización en zonas propensas a desastres, donde los peligros naturales pueden provocar serios daños. Los terremotos ocasionan potencialmente la obstrucción de los gasoductos, causando a la vez incendios; durante las inundaciones, los depósitos de petróleo/gasolina podrían ser arrasados por las aguas, como ocurrió durante las inundaciones de Lousiana, al paso del huracán Katrina, a finales de Agosto del 2005. Incluso podría decirse que existen lazos entre el desarrollo tecnológico, el cambio climático y los desastres relacionados con el tiempo climatológico.

Tabla I-1. Lluvias producidas por el huracán “Noel” (28-30 de Octubre, 2007).

Días	24	25	26	27	28	29	30	31	01-Nov	TOTAL
VALLE DE SAN JUAN										
Bohechío	s/o	s/o	0.0	s/o	120.0	140.9	85.2	14.0	0.0	360.1
El Cercado	5.1	5.4	17.5	26.5	35.9	20.6	55.4	s/o	s/o	166.4
Elías Piña	25.0	0.0	0.0	3.5	35.9	30.0	2.5	7.1	0.0	104.0
Las Matas de Farfán	s/o	0.0	0.0	110.0	70.0	s/o	4.0	25.0	0.0	209.0
San Juan de la Maguana	0.0	0.0	0.0	14.8	80.6	185.4	24.2	10.3	0.0	315.3
VALLE DE AZUA										
Azua	0.5	0.1	2.1	6.8	170.0	173.0	159.8	27.2	3.7	543.2
Padre Las Casas	s/o	s/o	0.0	3.0	50.0	157.0	94.0	16.2	0.0	320.2
BARAHONA										
Duvergé	0.0	0.0	0.0	0.0	57.4	67.3	31.9	38.8	s/o	195.4
Barahona	0.0	0.0	0.0	1.5	150.0	216.2	170.0	140.0	30.0	707.7
Neyba	s/o	0.0	44.8	25.6	31.3	111.0	45.0	50.3	s/o	308.0

Fuente: página Web del INDRHI

II. PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGOS

Según opiniones de muchos especialistas, expresadas en distintos foros internacionales, “mientras que la cuestión de la reducción de los desastres naturales esté reservada a los científicos y sea ajena al trabajo de los directores de empresas, ingenieros en construcción y esté excluida de las estadísticas asegurativas, será totalmente ineficaz, mal entendida y, lo que es peor, se considerará irrelevante”. (Stop Disasters, 1994).

Con el creciente interés suscitado en los últimos años por la reducción de los desastres producidos por peligros (amenazas) naturales, sobre todo en el ámbito internacional, muchas empresas empiezan también a integrar en su noción de gestión del riesgo los factores que se originan de los desastres. Estos desastres han experimentado, en los últimos tiempos, un neto incremento tanto por su frecuencia como por su dimensión.

El riesgo que representa la aparición de tales sucesos respecto a una empresa se puede resumir en los siguientes puntos. En primer lugar, una disminución de la producción y las ventas debido a los daños estructurales, dificultades en el transporte, interrupción de las comunicaciones y en segundo lugar, un incremento de los costos debido a los gastos extraordinarios en reparaciones, transportes adicionales, formación de personal en procedimientos diferenciados (por ejemplo, en las técnicas de telemedición y a la utilización del satélite).

Contemporáneamente se asiste a un progresivo acercamiento de los intereses públicos a los privados en materia de prevención de los desastres, cuyo origen se encuentra en las enormes pérdidas económicas que aquéllos generan.

El significado social de este nuevo esfuerzo por parte del sector empresarial es evidente. Desde un punto de vista puramente empresarial, la gestión de riesgo, en el sentido estricto de la palabra, se debe a la necesidad que tiene la empresa de permanecer en el mercado. A partir de la aparición de las temáticas ambientales, existe un creciente interés por parte del mundo industrial en temas relacionados con la ecología, a menudo asociados a políticas de imagen. Por el contrario, el empeño asumido, actualmente, por algunas empresas en relación a los desastres de origen natural muestra que hay una nueva tendencia del mundo industrial en la elaboración de políticas industriales que tengan más en cuenta el factor “bien común”.

La industria ha desarrollado redes de expertos y tiene un acceso rápido a asesores de cualquier tipo que, generalmente, no forman parte de los circuitos que atienden a las organizaciones internacionales. Aún más, el acceso a las últimas tecnologías ofrece a la acción preventiva de la gran empresa, si está bien planificada, modelos cualitativos y eficaces de alto nivel. En muchos casos importantes empresas multinacionales tienen una relación preferente con las comunidades en donde se encuentran sus instalaciones; no por casualidad nacen verdaderos centros habitados en donde se instala un complejo industrial. Por último, la industria, en su conjunto, representa también una importante fuente de apoyo material y financiero para los programas internacionales de reducción de las catástrofes a distintos niveles.

En la mayoría de los casos las grandes empresas –a nivel global– prestan cada vez más atención a la vulnerabilidad, ya sea de las instalaciones industriales como a las comunidades que viven en la región en donde están ubicadas sus instalaciones. En el organigrama de la empresa, la figura del experto en riesgos ha sufrido algunos cambios y ahora esa tarea la llevan a cabo funcionarios en contacto directo con la dirección de empresas y con estudios específicos en la materia.

Los seres humanos pueden hacer muy poco o casi nada para cambiar la incidencia o intensidad de la mayoría de los fenómenos naturales pero, en cambio, pueden tomar precauciones para que los eventos naturales no se conviertan en desastres debido a sus propias acciones y omisiones. Es importante entender que la intervención humana puede aumentar la frecuencia y severidad de los peligros (amenazas) naturales. Por ejemplo, si se extrae tierra de la parte inferior de un derrumbe para dar cabida a un nuevo asentamiento humano, el terreno puede moverse nuevamente y enterrarlo. La intervención humana puede también generar peligros naturales donde no existían antes: los ciclones tropicales pueden formar trenes de olas que lleguen a las costas inundando y destruyendo la zona litoral adyacente y por ende todas las edificaciones e instalaciones que el hombre ha construido, sin haber tenido en cuenta que se hace vulnerable ante ese peligro natural. Finalmente, la intervención humana reduce el efecto de mitigación que tienen los ecosistemas naturales: la destrucción de los arrecifes de coral que elimina la primera línea de defensa de las costas contra los efectos de las corrientes y tempestades marinas, es un ejemplo claro de una intervención que disminuye la capacidad del ecosistema para protegerse a sí mismo. Un caso extremo de intervención humana destructora del ecosistema es la desertificación que, por propia definición, es un peligro «natural» inducido por el ser humano.

Existen múltiples definiciones de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo, la mayoría de ellas formuladas por intereses particulares, profesionales o institucionales y en algunos casos son contradictorias entre sí. En la República Dominicana los conceptos están bien definidos en la Ley No 147-02 Sobre la Gestión de Riesgos.

ARTÍCULO 4.- Definiciones: Para efectos de la presente ley se entenderá por:

1. Amenaza: Peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo

determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente;

2. Vulnerabilidad: Factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir daño. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador se presente, sea de origen natural o provocado por el hombre.

3. Riesgo: Es la probabilidad de que se presenten unas desfavorables consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos;

III. PELIGROS

III.1. Peligro sísmico.

Un terremoto es causado por la súbita liberación de energía de las fuerzas elásticas que se acumulan lentamente a lo largo de una falla dentro de la corteza terrestre. Las áreas de superficie o subterráneas que se fracturan y que pueden experimentar terremotos, se conocen como zonas sísmicas de fallamiento. Un 15% de los terremotos del mundo ocurren en América Latina, concentrados principalmente en la cordillera occidental.

Según el tamaño y su ubicación, un terremoto puede causar los fenómenos físicos de sacudimiento de terreno, ruptura en superficie de una falla, fallamiento del terreno y los tsunamis en algunas áreas costeras. Ocurren réplicas sísmicas más pequeñas después del evento principal, a veces durante varias horas, o meses o aún años.

El sacudimiento o movimiento del terreno, la causa principal del colapso parcial o total de las estructuras, es la vibración del terreno excitado por las ondas sísmicas durante un terremoto. Son cuatro los principales tipos de onda sísmica que se propagan a través del interior o sobre la superficie de la tierra, a diferentes velocidades; llegan a un lugar determinado en diferentes momentos y hacen vibrar las estructuras de manera diferente. La primera onda que llega a la superficie de la tierra es la onda sonora u onda “P” y es la primera que hace vibrar a una construcción. Las ondas más destructoras son las ondas de corte, ondas “S”, que causan que la tierra se mueva a ángulo recto de la dirección de propagación de la onda y que las estructuras vibren de lado a lado. A no ser que la estructura sea diseñada y construida para resistir todas estas vibraciones, el sacudimiento del terreno puede causar graves daños. El tercer y cuarto tipo son ondas de superficie de baja frecuencia, cuya velocidad de propagación es menor, usualmente detectadas a mayores distancias del epicentro, y que causan la oscilación más lenta de estructuras y también olas en embalses de agua.

Existen cuatro características principales que influyen sobre el daño que puede ser causado por el sacudimiento del terreno debido a un terremoto: magnitud, atenuación, duración y respuesta del sitio, aunque también es importante un quinto parámetro, el potencial de fallamiento del terreno (o sea la propensión de un lugar a la licuefacción o a deslizamientos). Estos factores están también relacionados con la distancia del lugar afectado hasta el epicentro del sismo - el punto sobre la superficie encima del foco o hipocentro, es decir, el lugar de origen debajo de la superficie.

La severidad de un terremoto se puede medir de dos maneras: por la intensidad y la magnitud. La intensidad es el efecto aparente del sismo en un determinado lugar. La magnitud está relacionada con la cantidad de energía liberada en el lugar de origen. La intensidad se mide con varias escalas. La que más comúnmente se usa en el hemisferio occidental es la escala Mercalli Modificada (MM) de I a XII, con la cual la intensidad es evaluada subjetivamente en base a la descripción de los daños.

La escala Richter, que mide magnitud, es la que más frecuentemente

mente utilizan los medios de comunicación para dar a conocer al público el tamaño de un terremoto. Es más fácil determinar magnitud que intensidad, pues es un parámetro que registran los instrumentos sísmicos, aunque presenta algunas dificultades. Mientras un terremoto puede tener una sola magnitud, las intensidades varían de acuerdo a los efectos en las diferentes comunidades y a diferentes distancias del epicentro. Así, dos sismos con la misma magnitud Richter, pueden tener intensidades máximas muy diferentes en diferentes lugares (Tabla III.1-1).

Tabla III.1-1.- Escala Richter

Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

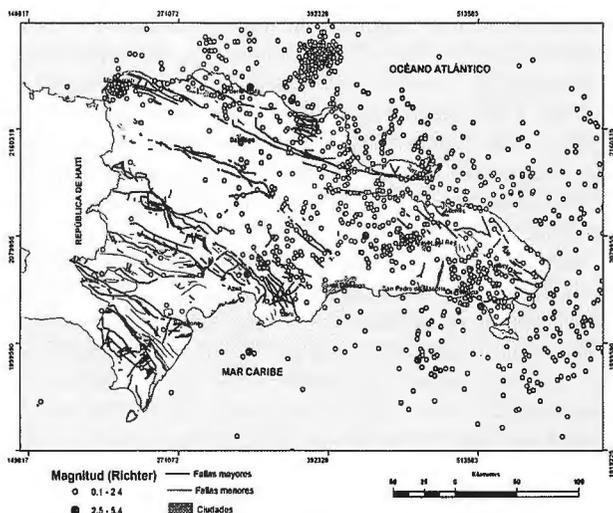
(NOTA: Esta escala es «abierta», de modo que no hay un límite máximo teórico, salvo el dado por la energía total acumulada en cada placa, lo que sería una limitación de la Tierra y no de la Escala).

La isla de La Española está localizada en el límite norte de la Placa del Caribe, separada de la placa de Norte América por una larga zona de falla a lo largo de la cual la segunda ha penetrado por debajo de la primera creando una extensa zona de subducción. El límite de placas en la parte norte de Puerto Rico, La Española y Jamaica, y al sur de Cuba, presenta además características predominantes de movimiento transcurrente siniestral. Estas condiciones han dado origen a grandes fosas, como la Trinchera de Puerto Rico, y a grandes fallas transcurrentes, como la Falla Septentrional, a las que se debe una significativa actividad sísmica que afecta la zona norte de Jamaica, La Española y Puerto Rico, la zona sureste de Cuba y a las Antillas Menores.

El área se encuentra en un territorio intraplacas y de relativa tranquilidad tectónica, por lo que la sismicidad es moderada. Los reportes macro sísmicos (Instituto Sismológico, 2000) atestiguan que se han sentido terremotos próximos con intensidades de 4 a 5. Por otra parte, en algunas ciudades como Higüey y La Romana se ha constatado epicentros de intensidad máxima igual a 8 y 7 respectivamente. La intensidad máxima para un período de recurrencia de 100 años es igual a 5 (Instituto Sismológico, 2000) y presenta un alto grado de amenaza en la vertiente sur (Instituto Sismológico Universitario).

La actividad sísmica es palpable en todo el territorio de la República Dominicana, tal y como puede apreciarse en el mapa de la Figura III.1-1, según aparece en el Atlas de Recursos Naturales de la República Dominicana.

Figura III.1-1. Magnitud y profundidad de los movimientos telúricos.



La historia sísmica de La Española muestra su mayor actividad sísmica concentrada en la parte norte de la isla y que ha sido causada por la actividad tectónica del límite de placas. Esto ha originado unos 6 terremotos devastadores entre 1562 y 1946, que destruyeron ciudades como Santiago y La Vega, y algunos de los cuales provocaron también tsunamis que afectaron la costa norte de la isla, además de un sinnúmero de terremotos significativos y pequeños sismos.

Dentro de La Española, la zona norte representa la región de mayor riesgo sísmico debido, además de su cercanía con el límite de placas tectónicas, a la presencia de la Zona de Falla Septentrional, que está relacionada con el límite de placas y parece ser la estructura que absorbe mayor cantidad del desplazamiento horizontal siniestral y cuya representación más característica es la Falla Septentrional, que marca el límite norte del Valle del Cibao con la Cordillera Septentrional. Estudios relativamente recientes realizados por diferentes investigadores indican que la energía de deformación acumulada en esta zona es extremadamente alta y que, si se libera súbitamente, podría originar un terremoto de magnitud mayor de 8, perceptible probablemente en toda la isla.

Además de las fallas regionales activas conocidas como son la Falla Septentrional, la Falla de La Española, la Falla de Bonao y la Falla de Ocoa entre otras, la situación actual en términos de conocimiento de las fallas activas dentro del territorio de la República Dominicana es bastante limitada.

III.2. Peligro ciclónico.

La destrucción causada por los huracanes en el Caribe y Centro América es una fuerza que ha modificado la historia y que lo seguirá haciendo en el futuro de la región. El peligro nace de una combinación de factores que caracterizan a las tormentas ciclónicas tropicales: elevación del nivel del mar, vientos violentos, y fuerte precipitación. En la Cuenca Mayor del Caribe de 1960 a 2007 (excluyendo a los Estados Unidos y sus territorios) los huracanes causaron más de 30.000 muertes, afectaron a 6 millones de personas y destruyeron propiedades por un valor más de US\$15.500 millones (OFDA, 1989). La mayor parte de estos daños fueron causados en los países isla del Caribe, cuyas modestas economías eran las menos capaces de resistir tales impactos.

Los datos sobre daños de huracanes han sido recogidos desde que se descubrió América, y las más recientes estadísticas muestran que las medidas de mitigación realmente han significado una diferencia desde la década de los años 1930. Mientras que la ferocidad de las tormentas no ha disminuido con el correr de los años y las poblaciones han aumentado sustantivamente en el área, las tasas de víctimas han disminuido como resultado de la incorporación de medidas de mitigación y de la mayor efectividad de las actividades de preparativos. Esta disminución en el número de muertes se ha visto contrarrestada por un marcado aumento en los daños a las propiedades. Esta es una clara indicación que las medidas de daños estructurales no progresan mano a mano con el rápido aumento de desarrollo en áreas vulnerables.

Todas las depresiones tropicales embrionarias que se convierten en huracanes, se originan bajo condiciones meteorológicas similares y exhiben el mismo ciclo de vida. Las distintas etapas del desarrollo de los huracanes están definidas por la «velocidad sostenida» de los vientos del sistema - los niveles de velocidad del viento que se mantienen por lo menos durante un minuto, cerca del centro del sistema. En las etapas formativas del huracán, la circulación cerrada isobárica, se conoce como depresión tropical. Si la velocidad sostenida de los vientos excede los 63 km/h (39 mph), se convierte en una tormenta tropical. En esta etapa ya se le da un nombre y se le considera un peligro. Cuando los vientos exceden los 119 km/h (74 mph), el sistema se convierte en un huracán, la forma más severa de las tormentas tropicales. El decaimiento ocurre cuando la tormenta llega a aguas

no tropicales o cruza una masa de tierra. Si se desplaza a un ambiente no tropical se le conoce como una tormenta subtropical y depresión subtropical; si lo que ocurre es el desplazamiento sobre tierra, los vientos se desaceleran y nuevamente se convierten en una tormenta y depresión tropical. La Tabla III.2-1 resume esta clasificación, mientras que la III.2-2 presenta la Clasificación Saffir-Simpson.

Tabla III.2-1. Clasificación del desarrollo de los ciclones

AMBIENTE	DESARROLLO	CRITERIOS
Tropical	Depresión	Vientos máximos sostenidos < 63 km/h (39 millas/h)
	Tormenta tropical	63 km/h < vientos sostenidos < 119 km/h (74 millas/h)
	Huracán	Vientos sostenidos > 119 km/h (74 millas/h)
	Depresión tropical (disipación)	Vientos máximos sostenidos < 63km/h (39 millas/h)
No tropical	Tormenta Subtropical (disipación)	63km/h < vientos sostenidos < 119km/h (74 millas/h)
	Depresión Subtropical (disipación)	Vientos máximos sostenidos < 63km/h (39 millas/h)

Fuente: Adaptado de Neumann, C.J. et al. Tropical Cyclones of the North Atlantic Ocean, 1871-1986 (Washington, D.C: U.S. Department of Commerce, NOAA, 1987).

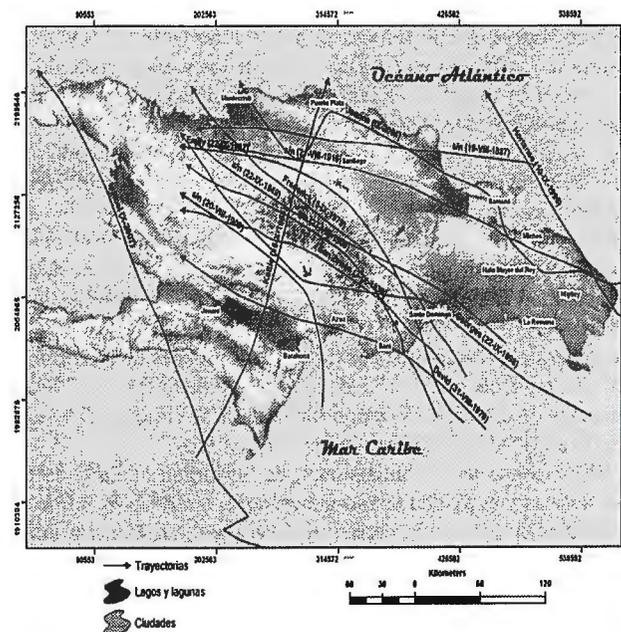
Tabla III.2-2. ESCALA DE HURACANES SAFFIR-SIMPSON (SSH)

Número de categoría del ciclón	Vientos sostenidos		Presión atmosférica en el ojo (milibares)	Maretazo de la tormenta		Nivel de daño
	(km/h)	(millas/h)		(metros)	(pies)	
1	119- 153	74- 95	980	1,2- 1,5	4,0 - 4,9	Bajo
2	154- 177	96-110	965 - 979	1,8-2,4	5,9- 7,9	Moderado
3	179 - 209	111 - 130	945 - 964	2,7 - 3,7	8,9- 12,2	Extenso
4	211 - 249	131 - 155	920 - 944	4,0 - 5,5	13,0- 18,0	Extremo
5	> 249	>920	>920	> 5,5	> 18,0	Catastrófico

Nota.- El término ciclón involucra todos los estadios del fenómeno: tormenta, ciclón, huracán.

De todos los peligros que pueden ocurrir en el territorio de la República Dominicana, han sido los ciclones tropicales los más dañinos, por su recurrencia y su fuerza destructiva. Existe una recopilación histórica de todos los ciclones que han azotado el país desde principios del Siglo XVI, no obstante, algunos de ellos son tristemente recordados (Figura III.2-1). A modo de ejemplo en este artículo se mencionarán dos de estos ciclones, considerados huracanes y una tormenta tropical, los cuales han ocasionado daños devastadores en diferentes espacios del territorio nacional.

Figura III.2-1.- Trayectoria de algunos de los ciclones que han azotado a la República Dominicana.



En Septiembre del año 2004, un huracán recorrió la parte oriental del país, cruzó por Samaná, luego tomó una trayectoria Oeste-Noroeste y se acercó a Puerto Plata, para tomar un rumbo casi franco Sur y finalmente salir al Atlántico en dirección Oeste-Noroeste. Este huracán, bautizado como "Jeanne" es tristemente recordado por las pérdidas de vidas humanas, inundaciones, daños a las viviendas y los cultivos, y en general por los destrozos que causó.

El día 16 de septiembre la tormenta tropical Jeanne, convertida posteriormente en un huracán de Categoría 5, tocó territorio dominicano por Cabo Engaño. Recorrió toda la franja norte de la Isla desde Higüey a Puerto Plata, durante el día 16 y parte del 17, desplazándose a una velocidad promedio de 10 km/h. Los vientos asociados al evento fueron sostenidos de hasta 130 Km/h, y ráfagas mayores acompañadas de gran nubosidad y lluvias. Posteriormente, ya dentro del territorio nacional, disminuyó nuevamente a tormenta tropical.

Los factores causantes de los daños fueron los fuertes vientos, sobre todo en el Este, las marejadas y las lluvias que provocaron inundaciones. Los mayores impactos se produjeron en el Este y fueron disminuyendo a medida que el huracán se fue desplazando hacia el noroeste y se transformó nuevamente en tormenta tropical. Los daños se relacionan con el derribo de árboles y palmas, en especial de los más altos, defoliación y rotura de ramas a lo largo de la trayectoria del huracán, pero especialmente en la zona Este. En el sector agrícola fueron especialmente afectados los cocoteros.

En la franja costera el efecto hidro-meteoro-dinámico se manifestó con oleajes fuertes y marejadas. No se reportaron cambios en la granulometría de playas arenosas o cambio en accidentes geográficos litorales.

El peligro de un ciclón consiste en dos variables capaces de producir serios daños a la población y sus bienes, las infraestructuras y a los cultivos agrícolas, entre otros objetivos: velocidad del viento y las precipitaciones. Algunos ciclones vienen acompañados de intensas y súbitas lluvias, mientras otros, lo hacen con fuertes velocidades del viento, capaces de destruir edificaciones inestables, líneas de transmisión y cultivos agrícolas.

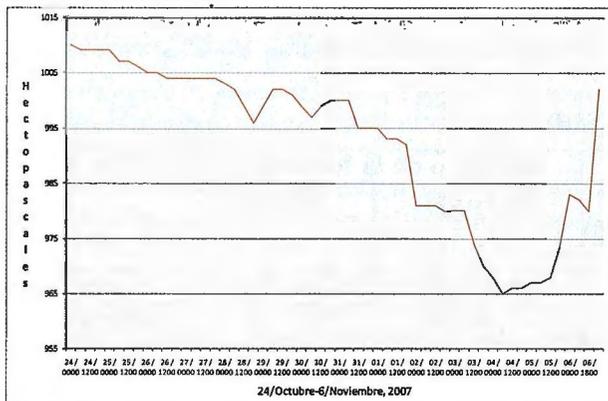
No obstante, la mayoría de los daños que producen los ciclones están relacionados con la cantidad de precipitaciones que los acompañan. Por ejemplo, ya casi terminada la temporada ciclónica del año 2007, la República Dominicana fue azotada por el huracán "Noel" a finales del mes de Octubre del citado año.

Las inundaciones producidas por las intensas y copiosas precipitaciones del huracán Noel se sintieron en todo el territorio nacional, pero con especial intensidad en las provincias de Azua, San Cristóbal, Peravia, Independencia, Barahona, Pedernales, Espaillat, Salcedo, Duarte, María Trinidad Sánchez, Dajabón, Montecristi, Santiago Rodríguez, La Vega, Monte Plata, El Seibo, La Altagracia, Hato Mayor, Monseñor Nouel, Puerto Plata, Santo Domingo y el Distrito Nacional.

Las zonas que más afectados fueron San Cristóbal, Bani, Neiba, mucho más grave en en todo el Bajo Yuna.

Una característica de los ciclones es el descenso de la presión barométrica en el territorio donde se encuentran. La Figura III.2-2 muestra la variación de la presión barométrica registrada los días en que se el huracán "Noel" azotaba el área caribeña.

Figura III.2-2.- Marcha de la presión barométrica durante el azote del ciclón Noel.



Unos días más tarde, entre el 11 y 13 de Diciembre, una Tormenta sub-tropical, nombrada "Olga", enmarcada fuera de la temporada ciclónica, se acercó a La Española y produjo inundaciones en el territorio nacional. Según los datos pluviométricos registrados, las precipitaciones de esta tormenta fueron la tercera parte de las que produjo el huracán "Noel". A pesar de ello, las inundaciones también fueron devastadoras debido a la saturación hídrica de los suelos y a la obstrucción de las vías de evacuación del agua.

La Tormenta sub-tropical "Olga" recorrió el territorio de Este a Oeste, encontrando una humedad del suelo muy alta, suficiente para provocar extensas y peligrosas inundaciones en el área poblada e inundando y destruyendo los cultivos agrícolas.

Según el Centro Goddard de Vuelos Espaciales de la NASA (<http://trmm.gsfc.nasa.gov/>) las inundaciones que siguieron a la Tormenta sub-tropical "Olga" en la República Dominicana se produjeron por totales de lluvias de unos 100 milímetros. Estos no son ni de cerca tan altos como los caídos durante el huracán "Noel" a finales de octubre, los que arrojaron hasta 300 milímetros (unas 12 pulgadas) sobre las mismas partes de la isla" (Listín Diario).



Inundaciones durante la Tormenta Sub-Tropical "Olga".

IV. VULNERABILIDAD

Algunas edificaciones reaccionan de distinta forma ante la ocurrencia de un evento meteorológico, con velocidades del viento extremas o ante un movimiento telúrico. Según la importancia que tenga una instalación se requerirá un nivel mayor de seguridad que instalaciones que alojan otras actividades. En todos casos la vulnerabilidad está dada por el objetivo que se analice. De esta manera, un hospital, una instalación para la producción de energía eléctrica o para el abasto de agua debe tener una muy baja vulnerabilidad, dado que las causas que provocan los daños, no siempre son consecuencia de la magnitud del peligro, sino de la vulnerabilidad acumulada. Por esta razón, se debe realizar la evaluación de las vulnerabilidades propias de los proyectos originales, así como de las introducidas, ya que por lo general se ejecutan obras y se realizan cambios de actividades en los sitios, sin un análisis consecuente del peligro en cuestión, creándose el escenario y las condiciones para el posible desarrollo de los desastres.

Con relación a la intensidad de los vientos, los huracanes son fenómenos impredecibles. No es posible afirmar que existe una velocidad máxima tope del viento para todos los huracanes. En consecuencia, tampoco es factible económicamente diseñar una instalación o una vivienda contra la ocurrencia de todos los huracanes concebibles o resistentes para sismos de cualquier magnitud. Sin embargo, en este caso es esencial que sean empleados los criterios de diseño para la fuerza del viento, de más probable ocurrencia y las medidas y normas aplicables a las construcciones anti-sísmicas.

Es conveniente considerar las categorías de Saffir/Simpson para los huracanes, las cuales deben tenerse en cuenta en el diseño, (Tabla IV-1). La probabilidad de ocurrencia de un huracán es menor en la medida que aumenta su intensidad o sea el número de la categoría. En otras palabras, un huracán de categoría 5 (daño potencial catastrófico) es menos probable de que ocurra en un año que un huracán de categoría 1 (daño potencial mínimo).

En algunos países el diseño de las edificaciones sometidas a los fuertes vientos se realiza, según normas generalmente adaptadas a las normas de referencia ISO 4354: 1997 Wind action on structures and E.U.A, ASCE 7 - 98. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. En la misma se plantea que para el cálculo deben considerarse los diferentes efectos sobre los elementos:

- Elemento sometido a vientos sostenidos (1 minuto periodo promedio).
- Elemento sometido a vientos en rachas (con una duración 3 segundos pero que su velocidad, puede estar entre el 30 y 35 % y hasta un 50 % por encima del valor de los vientos sostenidos.
- Elementos sometidos a las variaciones cíclicas de los vientos que le pueden hacer colapsar por fatiga.

Este análisis estará directamente vinculado a la apreciación que se hace en el estudio de peligro de las características y trayectoria del huracán.

En dicha Norma se establece un valor básico de presión del viento calculado a partir de observaciones directas de las velocidades básicas del viento, actuante sobre una superficie normal a su dirección.

En general, las características de vulnerabilidades de movimientos sísmicos, ciclones e inundaciones, que de hecho son consecuencias de estos últimos, podrían resumirse en lo siguiente:

- Vulnerabilidad ante los movimientos sísmicos
- > **Baja:** construcción antisísmica, de hormigón, alejada de fallas activas y actividad sismo-generadora.
- > **Media:** construcción de hormigón normal, en zona de fallas activas y actividad sismo-generadora. Estado regular.
- > **Alta:** construcción de cemento y/o madera, adobe, en zona de fallas activas y sismo-generadora. Estado malo.

Tabla IV-1. Escala Saffir-Simpson

<i>Cat.</i>	<i>Velocidad Vientos (km/h)</i>	<i>Presión Central (hPa)</i>	<i>Marea de Tormenta (m)</i>	<i>Estimación de posibles Daños</i>
1	119 a 153	Mayor a 980	1,5	No hay daño efectivo a los edificios. Daños a remolques arbustos y árboles. Algunas inundaciones de zonas costeras. Daños en muelles.
2	154 a 177	965 a 979	2,0 a 2,5	Daños en los tejados, puertas y ventanas de edificios. Daños considerables a la vegetación, remolques, y muelles. Las carreteras costeras se inundan de dos a cuatro horas antes de la entrada del centro del huracán. Las pequeñas embarcaciones en fondeaderos rompen amarras.
3	178 a 209	945 a 964	2,6 a 3,7	Provoca algunos daños estructurales a pequeñas residencias y construcciones auxiliares con pequeñas fisuras en los muros de revestimiento. Destrucción de casas rodantes. Las Inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas y los escombros flotantes dañan a las mayores. Los terrenos llanos por debajo de 1,5 m pueden resultar inundados hasta 13 km de la costa o más.
4	210 a 249	920 a 944	4,5 a 5,0	Provoca fisuras más generalizadas en los muros de revestimiento, con derrumbe completo de estructuras del techo en residencias pequeñas. Erosión importante de las playas, daños graves en los pisos bajos de las estructuras cercanas a la costa. Inundaciones de los terrenos bajos de menos de 3 m situados hasta 10 km de la costa.
5	más de 250	menor a 920	más de 5,5	Derrumbe total de los techos en muchas residencias y edificios industriales. Algunos edificios se desmoronan por completo y el viento se lleva las construcciones auxiliares pequeñas. Daños graves en los pisos bajos de todas las estructuras situadas a menos de 4,6 m por encima del nivel del mar y a una distancia de hasta 460 m de la costa.

Vulnerabilidad de las edificaciones ante los ciclones

> **Baja:** construcción de mampostería, techo de hormigón, paredes de bloque. En buen estado.

> **Media:** construcción de mampostería o bloques, techo de zinc y/o cartón, paredes de madera. Estado regular.

> **Alta:** construcción de madera, techo de zinc y/o cartón. Estado malo.

Vulnerabilidad de las edificaciones ante las inundaciones

> **Baja:** construcción ubicada en terreno alto, alejada de corrientes fluviales u otro objetivo hídrico

> **Media:** construcción ubicada en terreno llano, relativamente alejada de corriente fluvial u otro objetivo hídrico

> **Alta:** construcción en terreno llano, cerca de corriente fluvial u otro objetivo hídrico

V. RIESGOS

La evaluación del riesgo en el territorio de la República Dominicana podría llevarse a cabo partiendo de las características de peligro, vulnerabilidad en cada lugar. Inicialmente se determinan los peligros a los que está expuesto el territorio y posterior-

mente se analizan las condiciones de los objetivos económicos, así como la población residente en los municipios.

Tomando esta información de partida y aplicando el cruzamiento propuesto en la Tabla V-1 se procede a determinar el riesgo. Es importante recordar el concepto de riesgo:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

El análisis de la ecuación anterior muestra que el riesgo es directamente proporcional a la vulnerabilidad, por tanto, mientras más alta sea la vulnerabilidad, mayor será el sometimiento al riesgo. Si el peligro es real, objetivo y además no puede ser cambiado, como la fuerza de un ciclón o la de un terremoto, la única posibilidad de reducir el riesgo es cambiar la vulnerabilidad, o sea, tomar las medidas necesarias y reducirla a cero, si fuese posible. Los conceptos de peligro, vulnerabilidad y riesgo son universales y pueden ser aplicados a cualquier esfera o actividad relacionada con el hombre y con él mismo. Así, puede resultar aún más comprensible si se toma el ejemplo en la Salud Pública, donde

Tabla V-1.- Determinación del riesgo por el método de cruzamiento.

Característica	Cruzamiento de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo								
	B	B	B	M	M	M	A	A	A
PELIGRO	B	B	B	M	M	M	A	A	A
VULNERABILIDAD	B	M	A	B	M	A	B	M	A
RIESGO	B	B	M	B	M	A	M	A	A

B- Bajo; M- Medio; A- Alto

se ha introducido un término, que de cierta manera oculta los conceptos de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo. Cuando en la ciencia médica se dice "FACTORES DE RIESGO" se refiere precisamente a la VULNERABILIDAD, que podría ser definida como las características, actividades y atributos potenciales de un individuo para adquirir o contraer cierta enfermedad.

El PELIGRO es la existencia real de las enfermedades, es una verdad objetiva, y el RIESGO es enfermarse, una probabilidad real. Si una persona toma las medidas necesarias en su alimentación y modo de vida, por ejemplo ingiriendo alimentos bajo de sal, poca grasa, haciendo ejercicios, no fumando, etc., simplemente está reduciendo su vulnerabilidad a contraer una enfermedad de origen cardiaco, y por ende estará en menos riesgo de enfermarse.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Batista, J.L.; Sánchez, M.; Díaz, M. (1992): Territorios inundables en Cuba, (III Congreso Internacional sobre desastres), La Habana, 17 pp.

Batista Silva, J. L. (1999): "Niveles de riesgo en Cuba y Puerto Rico". CD-ROM VII Encuentro de Geógrafos de América Latina, San Juan, Puerto Rico.

Batista Silva, J. L.; Sánchez Celada, M. (2003): "Peligro y vulnerabilidad en el este de La Habana", Revista Mapping No 88, Setiembre 2003, España, pp. 86-98.

Burton, I., Kates, R.W. and White, G.F. (1978): The Environment Hazard (New York: Oxford University Press.

CEPAL (2005): Elementos conceptuales para la prevención y reducción de daños originados por amenazas socionaturales (Cuatro experiencias en América Latina y El Caribe). Santiago de Chile, 138 p.

Coburn et al., (1991): Vulnerability and Risk Assessment, United Kingdom, UNDRO, 57 pp.

Cocco Quezada, A; Gutiérrez Pérez, G. (1999): El huracán Georges en la República Dominicana: efectos y lecciones aprendidas.

Leopold, L.B., Wolman, M.G., and Miller, J.P. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology (San Francisco, California: W.H. Freeman.

Ley No. 147-02 Sobre la Gestión de Riesgos, Santo Domingo, República Dominicana, 22 de Septiembre del 2002.

O'Reilly Pérez, H. (Internet): ¿Es posible que ocurra un sismo catastrófico en la República Dominicana?

Osiris de León, R (Internet): Riesgo sísmico en la República Dominicana, 5 p.

Riggs, H.C.(1985): Streamflow Characteristics (New York: Elsevier.

Schmudde, T.H.(1968): «Floodplain» in R.W. Fairbridge, The Encyclopedia of Geomorphology (New York: Reinhold, pp. 359-362.

Seguinot Barbosa, J.; Batista Silva, J. L.; Sánchez Celada, M. A. (2008): Evaluación de riesgos por inundaciones en los Municipios de Carolina y Loiza, Puerto Rico. En Revista GEOFOCUS No 8, pp. X-XX, ISN: 1578-5157, Madrid, España.

Stop Disasters (1996): Desastres y Medio Ambiente, No 27-1 Stop Disasters, 1994.

BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 1 año al precio de 120 euros para España
 Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de REVISTA MAPPING, S.L.
 CAJA MADRID: Pº. de las Delicias, 82 - 28045 MADRID N° 2038-1732-55-3001376203
 Enviar a: REVISTA MAPPING, S.L. - C/ Hileras, 4, 2º, Of. 2 - 28013 MADRID.

Nombre NIF ó CIF
 Empresa Cargo
 Dirección Teléfono

Plan Renove



Entreguenos su viejo sistema GPS L1L2 y le entregaremos Un sistema JAVAD G3T de última generación:

- GPS y Glonass L1L2.
- UHF/GPRS.
- 5Hz RTK
- 16Mb
- Colector de datos NOMAD 800MHz/4Gb con programa TCP.



PRECIO EQUIPO.....€16.604,00
Entregando su equipo € 9.969,37

- Si compró un receptor GPS hace tiempo, no cuenta con posibilidad de actualización y por tanto no tiene acceso a adelantos indiscutibles que mejoran su operativa y su rendimiento
- Si su equipo tiene cables.. (que llo)
- Si su equipo recibe únicamente correcciones de radio módem de la misma marca y trabajando en la misma frecuencia.. (que esclavitud)
- Si su equipo no recibe correcciones a partir de las redes de estaciones existentes emitiendo a través de GPRS y por tanto necesita una base local de correcciones.. (que anticuado)
- Si su equipo utiliza el módulo GPRS de forma externa: unido mediante cable, teléfono móvil o integrado en el colector de datos.. (que pobre integración!)
- Si su equipo no tiene los suficientes canales de recepción de señales para realizar el seguimiento de frecuencias y satélites operativos.. (que limitación)
- Si su equipo no recibe la tercera frecuencia GPS: L5...(que tecnología más primitiva)
- Si su equipo no cuenta con posibilidad de recibir las señales de los satélites de apoyo GLONASS operativos.. (que falta de cobertura en zonas de apantallamiento)
- Si su sistema Base-Móvil no puede desdoblarse y convertirse en dos unidades móviles trabajando en paralelo.. ¡QUE HORROR! ¡¡QUE CARO!!



¡¡NO SE PREOCUPE!!

Ahora tiene posibilidad de cambiar su sistema obsoleto por un sistema de la más avanzada tecnología:

- 1.- Receptores GNSS totalmente **compactos**, sin cables, integrando en el propio sistema **GNSS+UHF+GSM/GPRS**
- 2.- Dotados de **216 canales** para el seguimiento simultaneo, continuo y sincronizado de todas las constelaciones disponibles: **GPS L1L2L2CL5 GLONASS L1L2 GALILEO EA5 E1** así como las programadas hacia el futuro COMPASS BEIDOU.
- 3.- Capaces de recibir todo tipo de correcciones RTK tanto mediante UHF como GPRS vengan de donde vengan.

Para aquellos que no cuenten con sistema y necesiten una oferta.... le hacemos el 12% de descuento en la compra de un sistema completo.

GRAFINTA S.A.
 Avda. Filipinas, 46
 28003 Madrid
 http: www.grafinta.com
 Tel. 91 5537207
 Fax: 91 5336282
 E-mail: grafinta@grafinta.com

Empresa:.....
 Nombre:.....
 Dirección:.....
 E-mail:..... Tel.....

Envíenos cumplimentando este cupon respuesta y le enviaremos una botella de CLADIVM premiado como el mejor aceite de oliva virgen extra por el MMA.



CLADIVM