

WIAPPING

Revista Internacional de Ciencias de la Tierra

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MEDIO AMBIENTE

TELEDETECCIÓN

CARTOGRAFÍA

CATASTRO

TURISMO



CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Cartografía Digital



BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN1000, 500, 200, 25),
MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50, 25),
MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT1000, 200, 25),
LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,
MAPA INTERACTIVO DE ESPAÑA, MAPA POLÍTICO DE EUROPA,
MAPA POLÍTICO DEL MUNDO, CALLEJEROS Y OTROS PRODUCTOS.

Oficina central: Monte Esquinza, 41 - 28010 MADRID
Comercialización: General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13
e-mail: consulta@cnig.es • webmaster@cnig.es
<http://www.cnig.es>



Máxima velocidad para la impresión técnica y de la forma más sencilla

Aumente su velocidad para la producción de documentos CAD de la forma más sencilla con la impresora a color de gran formato Océ TCS300. Es tan fácil de utilizar que tan sólo deberá preocuparse por cumplir las fechas establecidas. La impresora Océ TCS300 imprime un A0 color en un minuto y en blanco y negro en 40 segundos.

Esta gran productividad que consigue la Océ TCS300 se debe a su software de envío y procesado de trabajos. Además, puede disponer de las impresiones de forma instantánea ya que no necesitan secado. La calidad de imagen está garantizada gracias a su tecnología, Océ Dynamic Switching, que designa automáticamente el modo de impresión óptimo para cada parte del documento. No es necesario ajustar los márgenes y se consiguen siempre los resultados deseados a la primera.

Si desea más información sobre cómo aumentar su velocidad para la impresión CAD, visite www.oce.es o contacte con nosotros a través de la dirección de e-mail es.tcs300@oce.com



Printing for Professionals

MAPPING

SUMARIO

6 MAPAS ATRIBUIDOS A CRISTÓBAL COLÓN

10 CAMARAS FOTOGRAFICAS AEREAS DIGITALES. VENTAJAS E INCONVENIENTES. INFLUENCIAS EN LA EJECUCIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL

26 SISTEMA DE PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS PRC_ESTUDIO PARA POTENCIAR EL ANÁLISIS ESPACIAL Y LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA EN LAS APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

36 ALTIMETRIA CON RADAR InSAR PARA MEDIR LA SUBSIDENCIA DEL SUELO

40 UNA APROXIMACION AL ESTUDIO DE PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE INUNDACIÓN POR INTENSAS LLUVIAS EN DOS SECTORES DE CIUDAD DE LA HABANA, CUBA

52 BREVE HISTORIA DE LA GEODESIA

62 INVENTARIO Y CARTOGRAFIA DEL PAISAJE

72 EL CLIMA EN EL ÁREA PROTEGIDA "PARQUE NACIONAL ALEJANDRO DE HUMBOLDT". GUANTÁNAMO. CUBA

80 MEDIO AMBIENTE Y PERCEPCIÓN DE LA PROBLACIÓN EN ÁREAS DEL PARQUE METROPOLITANO DE LA HABANA: EL CASO DE LOS CONSEJOS POPULARES DEL MUNICIPIO PLAZA DE LA REVOLUCIÓN, CUBA

91 FERTILIZANTES ORGANOMINERALES, UNA ALTERNATIVA EN EL MANEJO ECOLÓGICO DE LOS SUELOS FERRALÍTICOS ROJOS DE LA HABANA

Foto Portada: El Portulano de Piri Re'is y aplicacion centrada en el Caribe, copia de un mapa de Cristobal Colon **Director de Publicaciones:** D. José Ignacio Nadal. **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 **Fotomecnica:** 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.

¡Simplemente el mejor!



- 2.000 m de alcance sin prisma
- Tecnología superior de auto seguimiento y rápida localización
- Plataforma Windows CE – fuente abierta a desarrollar sus aplicaciones
- Gran alcance de comunicación

It's time.



Serie GPT-9000A

La más rápida tecnología de scanning robótica

www.topcon.es
www.inland.es

Mapas atribuidos a Cristóbal Colón

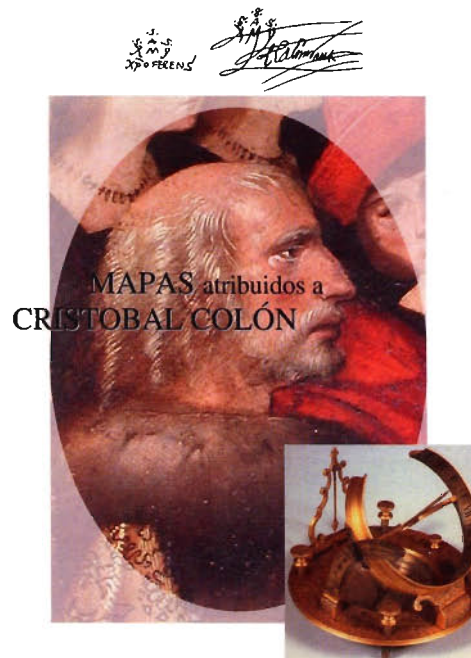
MARIO RUIZ MORALES - Ingeniero Geógrafo del Estado - Profesor de la Universidad de Granada

A todo lo largo del presente año se vienen celebrando diversos actos conmemorativos del quinto centenario de la muerte de Cristobal Colón (1451-1506), un personaje enigmático que conmocionó al mundo con el relato de su primer viaje. Aunque sea cierto que es difícil aportar alguna novedad significativa que aumente el conocimiento que se tiene de su vida y obra, también lo es que algunas de sus aportaciones cosmográficas, especialmente las de índole cartográfica, no son conocidas más allá del círculo reducido de los especialistas. Una circunstancia que resulta un tanto paradójica, máxime si se tiene presente que sin aquellos conocimientos no hubiese sido posible su excepcional travesía; el que sería después Almirante de Castilla los adquirió principalmente con la lectura de clásicos como Tolomeo (90-168) ó Estrabón (63 a. C. - 21) y con la de otros más modernos, como el cardenal francés Pierre d'Ailly (1350-1420). Colón estuvo pues convencido plenamente de la esfericidad de la Tierra, de su tamaño y de la posibilidad de alcanzar la India a través del Atlántico, tal como defendieron en su momento autores tan relevantes como Aristóteles (384-322 a. C.) y Eratóstenes (285-195 a. C.); este último llegó incluso a defender que si la inmensidad del océano no lo impedía se podría navegar desde Iberia a India a lo largo del mismo paralelo.



Colón Cosmógrafo. Cuadro del francés Emile Lasalle realizado en 1839. El rey Luis Felipe de Orleans se lo regaló a la Catedral de Sevilla.

No obstante, la fiabilidad de sus fuentes dejaba mucho que desear en lo que se refería al tamaño de la Tierra, pues aseguraban que su diámetro era del orden de 20000 millas, de modo que el desarrollo de un grado de meridiano equivalía a 55 ½ millas, asimismo se sospechaba que el territorio de Eurasia se extendía a lo largo de 280° de longitud. El razonamiento de Colón no ofrecía por tanto la menor duda: las costas de Cathay se podrían alcanzar desde las hispánicas tras navegar aproximadamente 4500 millas hacia el Oeste, es decir una amplitud angular de 80°; de manera que



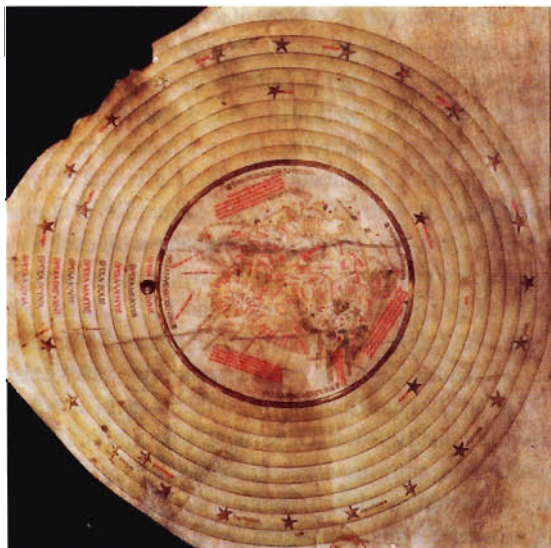
si en un día se recorrían 100 millas se podría alcanzar la meta en poco más de un mes. Además, Colón insistía en sus planteamientos a la vista de las representaciones cartográficas de la época que mantenían tales principios, el mapamundi de Paolo dal Pozzo Toscanelli (1397-1482) o el globo terráqueo de Martín Behaim (1459-1507), son dos de los más señalados. Como tanto en el mapa del astrónomo italiano como en el globo del cartógrafo alemán aparecía el océano Atlántico con una anchura demasiado pequeña, Colón no albergaba ninguna duda de que así se podía alcanzar su meta mucho antes que circunnavegando el continente africano. El globo terráqueo, construido en 1492, reflejaba tan bien el pensamiento del genovés, que cabe pensar si Behaim estaría al tanto del proyecto colombino, en su condición de miembro del consejo de sabios que asesoraba al rey Juan II de Portugal (1455-1495).



Toscanelli y una reproducción de su mapa, centrada en el Océano Atlántico. Las imágenes inferiores son de Behaim y de su globo terráqueo.

Colón fue un prolífico, y acreditado, cartógrafo antes y después de la reconquista de Granada, al igual que su hermano Bartolomé (c. 1461-1514), hasta el punto de que ambos vivieron de ello durante su estancia en Lisboa. No es nada aventurado suponer que Colón ejerciera una poderosa influencia sobre su hermano, similar a la que ejercería después sobre su propio hijo Hernando (1488-1539). Este conservaría en su voluminosa biblioteca gran parte de los libros heredados de su padre con interesantes y reveladoras apostillas, como las que figuran en la obra *Imago Mundi* del ya citado P. d'Ailly. Lamentablemente no se conservan mapas o planos que se puedan atribuir a nuestro personaje sin ningún género de dudas, la excepción a la regla la protagonizan sendos ejemplos que merecen ser reseñados con cierto detalle.

El primero de ellos es conocido en la literatura cartográfica con el nombre de Mapa de Colón, desde que en el año 1924 se lo atribuyera el historiador francés Charles Marie de la Roncière en la publicación *La Carte de Christophe Colomb*, aparecida el mismo año en París; el pergamino lo descubrió en su Biblioteca Nacional, en donde se conserva identificado con la referencia (B. N. Cartes et Plans, Rés. Ge AA 562). El documento cartográfico es realmente el conjunto de dos mapas, separados por una línea dorada, dibujado sobre un pergamino de 1.1 x 0.7 m; el de la izquierda es en realidad una carta celeste que refleja la concepción geocéntrica del universo que imperaba por aquel tiempo, el de la derecha es un portulano al uso en el que destacan el Atlántico y el mar Mediterráneo. En la carta celeste aparecen representadas por tanto las nueve esferas clásicas sobre las que se situaban los planetas, es decir: la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter y Saturno; la octava esfera era la de las estrellas (también llamada de las hijas) y la nona la mansión de los bienaventurados, aunque el autor la dejase en blanco. Todas ellas rodeaban a la Tierra, representada mediante un planisferio del viejo mundo cuyo centro correspondía a Jerusalén; aunque el autor anotase en el dibujo que la representación plana debía ser considerada esférica. La influencia religiosa se hace aún más evidente cuando se observa la imagen del paraíso terrenal, rodeado entre montañas, en las costas del Cathay de Marco Polo (1253-1324).



Modelo cosmológico centrado en una imagen de la Tierra, tal como aparece en el llamado Mapa de Colón

El portulano está limitado por cuatro rosas de los vientos de las que parten las correspondientes líneas de navegación, apareciendo representada la cuenca mediterránea y el litoral atlántico, desde Escandinavia hasta la desembocadura del río Congo. Una de sus características más destacables, en este contexto, es la localización de las ciudades importantes del interior; el hecho de que figuren Granada y Santafé con los pendones de Castilla y León permite pensar que ha de ser posterior al 2 de enero de 1492. Dado que no aparecen representados los descubrimientos posteriores a esa fecha, no sería extraño que el dibujo se realizase dentro de los primeros meses de ese mismo año, después de la toma de Granada y antes de que diese comienzo la primera travesía de Colón. Asimismo debe reseñarse que en uno y otro mapa aparecen textos que guardan estrecha relación con las apostillas que aparecen en los libros usados por Cristóbal Colón, en una de las cuales se remite al lector a cuatro mapas que contenían esferas, una costumbre poco habitual en aquella época. Hay pues sobradas razones para suponer que él fue el cartógrafo responsable, aunque todavía falte la prueba definitiva que confirme tal suposición.

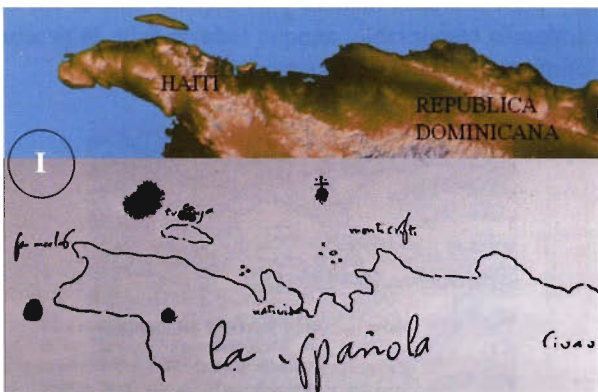


Las islas descubiertas por Colón, ilustrando una edición de su carta (Basilea, 1493)

A la vuelta de su primer viaje, el 15 de febrero de 1493 desde las Islas Canarias, escribió una extensa carta a los reyes católicos en la que daba cuenta de su descubrimiento. Únicamente nos interesa resaltar, de tan trascendental documento, la identificación que se hace de una serie de islas en los siguientes términos: A la primera que yo hallé puse nombre San Salvador a conmemoración de Su Alta Majestad, el cual maravillosamente todo esto ha dado; los Indios la llaman Guanahaní; a la segunda puse nombre la isla de Santa María de Concepción; a la tercera Fernandina; a la cuarta la Isabela; a la quinta la isla Juana y así a cada una nombre nuevo. La carta fue rápidamente impresa y reeditada en numerosas ocasiones, baste decir que en los cinco años siguientes se publicaron diez mil ejemplares de la misma, siendo usual el ilustrarla con mapas imaginarios de las islas. Es de suponer que Colón los supervisaría en

cierta medida, en cualquier caso fueron las primeras imágenes renacentistas de sus descubrimientos.

Hay otros documentos cartográficos relevantes que indistintamente se le atribuyen a Cristóbal y Bartolomé Colón, se trata en este caso de meros croquis en los que se representan también los territorios recientemente conquistados. El primero de ellos, supuestamente dibujado entre 1492 y 1493, se conserva en el archivo de la Casa de Alba (Palacio de Liria, Madrid) y es la imagen cartográfica de una parte del litoral caribeño, concretamente la costa norte de la Isla Española (Haití). La importancia de este documento, descubierto en el año 1894, para la historia de la cartografía es capital al tratarse del primer mapa europeo del nuevo mundo; su formato es de 56 x 39 cm. En él figuran varios topónimos, aunque deba subrayarse "Nativida" por referirse a "La Natividad", esto es la primera colonia fundada por Colón al llegar al nuevo mundo, y "Civao" en alusión a Cipango (Japón); no debe olvidarse que Colón pensaba que había alcanzado aquellas costas.

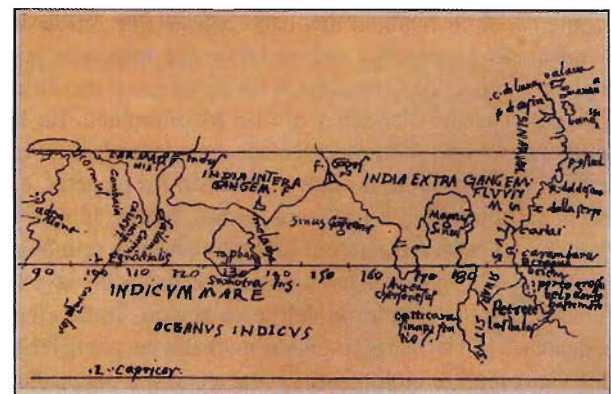
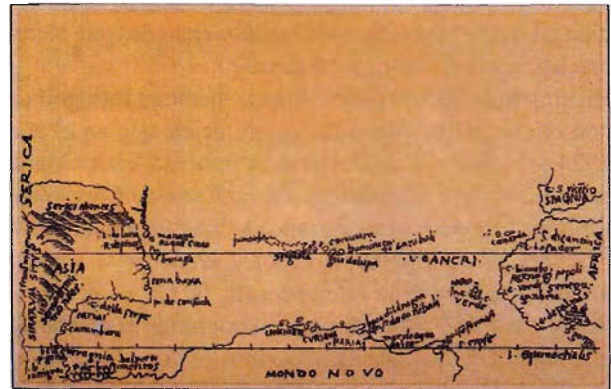


Croquis de la Isla Española (Haití y República Dominicana) y una imagen de satélite de la misma zona.

El segundo es indudablemente atribuido a nuestro protagonista, ya que figuraba en las márgenes de la carta que escribió al rey Fernando desde Jamaica el día 7 de julio de 1503, relatando su cuarto viaje; una copia de la misma fue llevada a Roma por Bartolomé con la intención de que el papa intercediera ante el rey para que le encargase a su hermano la colonización y evangelización de aquellas costas tropicales. Bartolomé Colón coincidió en Italia con el veneciano Alejandro Zorzi, el cual copió los croquis anteriores en la versión italiana de la carta y en otro manuscrito que escribió en torno al año 1522. En la Biblioteca Nacional de Florencia se conserva la copia realizada por Zorzi en forma de tres láminas de 100 x 165 mm, cuyo contenido representa no solo la franja ecuatorial de la Tierra sino también el pensamiento geográfico del mayor de los hermanos. Además del nuevo mundo, Zorzi realizó dibujos semejantes en los márgenes de su obra "Miscellanea di cose geografiche", en los que incluyó por ejemplo la imagen de Cuba y de la Española.

El último mapa a que nos vamos a referir contiene una prueba irrefutable de la actividad cartográfica de Cristóbal Colón y de que su influencia alcanzó otras culturas bien diferentes. El cartógrafo turco de mayor renombre fue sin duda alguna el almirante Muhyiddin Piri Re'is (c. 1470-1554), el cual pasó a la posteridad gracias a un mapamundi coloreado dibujado sobre un pergamino en el año 1513; la representación debe de ser catalogada como portulano a

pesar de los motivos decorativos que incluye tierra adentro. El mapa, que se conserva en el Museo Topkapi Saray de Estambul, es realmente un fragmento del original cuyas dimensiones son de 63x90 cm; se supone que el dibujo primitivo debía medir alrededor de 140x165 cm. En él figura la imagen cartográfica de la práctica totalidad de la Península Ibérica y del borde más occidental de África limitado al Este por una línea que coincide sensiblemente con el meridiano de Almería, además de una interesante representación del nuevo mundo que comenzando en el cinturón ecuatorial descende hasta el extremo más meridional de Sudamérica.



Croquis de Alessandro Zorzi, copias de los previos realizados por Cristóbal Colón.

En el borde occidental del mapa figura un extenso texto que es harto elocuente, en cuanto que el autor confiesa, entre otras cosas, que la representación del Caribe la dibujó apoyándose en un mapa de Cristóbal Colón que había llegado a su poder y que al parecer fue realizado en el año 1498; el párrafo en cuestión dice lo siguiente Las costas e islas (del Nuevo Mundo) de este mapa son tomadas del mapa de Colón. La afirmación de Piri Re'is está muy bien documentada puesto que fue su tío Kemal Re'is el que se lo proporcionó, tras habérselo requisado a un esclavo español que había sido tripulante de un barco que capturó la flota turca, por él comandada, en el año 1501 y en las proximidades de Valencia. El mapa se lo presentó Piri re'is al sultán en el año 1517 y al parecer se archivó en el palacio de Solimán el magnífico; allí permaneció en el anonimato hasta que Gustav Adolf Diessmann, en el año 1929, lo descubrió durante las investigaciones que estaba realizando en el futuro Museo Topkapi.

Esta reivindicación apresurada de la figura de Cristóbal Colón, bajo el prisma cartográfico, tendrá como epílogo la observación magnética sin parangón que realizó durante

El portulano de Piri Re'is y ampliación centrada en el Caribe, copia de un mapa de Cristobal Colón.



la noche del día 13 de septiembre de 1492, cuando se encontraba a 100 leguas al Oeste de las Islas Azores; se constató en aquella ocasión un fenómeno de singular importancia en la historia de la ciencia, que se trató de aprovechar después para tratar de solucionar el secular problema de la determinación de las longitudes. El fenómeno se describió con todo detalle en el diario de a bordo: Aquel día con su noche, yendo a su vía, que era el oeste, anduvieron XXXIII leguas, y contava tres o quatro menos. Las corrientes le eran contrarias. En ese día, al comienzo de la noche, las agujas noruesteaban y a la mañana nordesteaban algún tanto, de lo que conoció que la aguja no iba derecha a la estrella que llaman del Norte, o Polar, sino a otro punto fijo e invisible.

Aunque por entonces se sabía que la declinación magnética variaba con la longitud geográfica, fue Colón el primero en comprobarlo fehacientemente, pues atendiendo a la descripción es obvio que cruzaron la línea agónica, o de declinación nula, pasando por lo tanto de un valor oriental a otro occidental. Puede asegurarse sin exageración que fue en aquellas fechas cuando comenzó el estudio del magnetismo terrestre, gracias a las observaciones efectuadas por el Almirante. El cambio en la orientación de la aguja imantada de la brújula, que por cierto dio lugar a un intento de botín, confundió a Colón puesto que llegó a creer en la existencia de un meridiano singular con unas propiedades cosmográficas análogas a las de la línea ecuatorial. La idea tuvo su repercusión en los años venideros y concretamente en los trabajos correspondientes llevados a cabo por Alonso de Santa Cruz (1500-1567), el cual trató de establecer una interrelación entre los parámetros magnéticos: inclinación y declinación, y las coordenadas geográficas: latitud y longitud.



Imagen cartográfica de la línea agónica en el mapa del astrónomo Edmound Halley, publicado como resultado de la expedición PARAMOUR PINK (1698-1700). Las brújulas superpuestas de la derecha son del siglo XVI, la que tiene alidada es del XVII.

Bibliografía

- ALBERT SALVADOR. B.: Expediciones Marítimas Españolas, la aventura de lo imposible. Lunwerg Editores, Madrid, 2000.
- BAGROW, L. y SKELTON, R.A.: History of Cartography. Chicago, Precedent Publishing, 1985.
- BROWN, L.: The Story of Maps. Dover, New York, 1980.
- CEREZO MARTINEZ, R.: La cartografía náutica española en los siglos XIV, XV y XVI. CSIC, Madrid, 1994.
- CRÖNE, G. R.: Maps and Their Makers. Ct., Archon Books, Hamden, 1978.
- HARLEY, J. B. y D. WOODWARD: The History of cartography (vol. 2: book 1). The University of Chicago Press, Chicago, 1992.
- MOLLAT du JORDIN, M. y M. De la RONCIERE: Les Portulans. Cartes Marines du XIIe au XVIIe siècle. Office du Livre, Friburgo (Suiza), 1984.
- NEBENZHAL, K.: Atlas de Colón y los Grandes Descubrimientos. Magisterio Español, Madrid, 1990.
- RUIZ MORALES, M. Y M. RUIZ BUSTOS: Forma y Dimensiones de la Tierra. Síntesis y evolución histórica. Ediciones del Serbal, Barcelona, 2000.
- WHITFIELD, P.: New Found Lands. Maps in the history of exploration. The British Library, London, 1998.
- WIGAL, D.: Historical Maritime Maps (1290-1699). Parkstone Press, New York, 2000.

CAMARAS FOTOGRAMETRICAS AEREAS DIGITALES. VENTAJAS E INCONVENIENTES. INFLUENCIAS EN LA EJECUCIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL

SANTOS PEREZ, Luis Julián.

Ingeniero Tec. En Topografía - Ingeniero en Geodesia y Cartografía, D.G.del Catastro, Madrid

Publicado en el nº 57 de la Revista Catastro

ABSTRACT

Digital photographic cameras have entered with strength in the last years in all the areas where it was necessary the registration of images (from the homes to the astronomy going by the photogrammetry). The fundamental characteristics of the digital sensors are described comparing them with the analogical ones, highlighting their advantages. The two types of cameras are approached, line and matricials cameras detailing their main components and carrying out a comparative study, to finish making a review to the applications of the digital sensors and describing their possible use in the urban cadaster.

RESUMEN

Las cámaras fotográficas digitales han entrado con fuerza en los últimos años en todas las áreas donde fuera necesario el registro de imágenes (desde los hogares a la astronomía pasando por la fotogrametría). Se describen las características fundamentales de los sensores digitales comparándolos con los analógicos, destacando sus ventajas. Se abordan los dos tipos de cámaras, de línea y matriciales detallando sus componentes principales y realizando un estudio comparativo, para terminar haciendo un repaso a las aplicaciones de los sensores digitales y describiendo su posible utilización en el catastro urbano.

1.- INTRODUCCION

Sin duda alguna vivimos en la sociedad de la información, contar con cuanta más información se disponga asegura buenos resultados en la gestión de cualquier empresa, ya sea comercial, industrial, etc.. y por tanto se cumple la máxima de que información es poder.

En múltiples campos es necesario saber dónde se producen determinados fenómenos, se necesita ubicarlos geográficamente, por tanto es fundamental contar con información geográfica georreferenciada. Esta se utiliza abundantemente en la ordenación del territorio para planificación territorial y urbanística, ingeniería civil, agronómica, forestal. También en servicios para la gestión de recursos (telefonía, electricidad, gas).

La fotografía aérea digital es de directa aplicación sobre todo en la cartografía topográfica y ortofotos, pero también, a veces de forma indirecta en la cartografía de consumo, como puede ser en internet map servers que suministran mapas en Internet, callejeros, rutas, parques naturales, así como en la elaboración de mapas para navegadores, atlas multimedia, telecomunicaciones y modelos de ciudades en 3d.

Las cámara aéreas digitales, ofrecen las mismas ventajas que las digitales domésticas que todos tenemos. Quizá el hecho diferenciador es la no necesidad de tener que mane-

jar un siempre incómodo rollo de película y por tanto no tener que pasar por el laboratorio con la consiguiente espera para poder ver las fotos. Por el contra hay que contar con un ordenador o con una impresora adecuada para ver los resultados en papel lo que hace que no sean muy útiles para el público "no tecnológico".

En el ámbito cartográfico, del mismo modo, elimina el paso necesario hasta ahora que era la transformación del formato analógico al digital (escaneo de negativos) para poder utilizar los modernos aparatos digitales de restitución. Este proceso ralentizaba el sistema de trabajo y era una fuente de pérdida de precisión. Por tanto ahora el proceso fotogramétrico es mucho más ágil ya que los soportes con toda la información salen del avión y entran sin paso intermedio en los sistemas de obtención de cartografía, cuando no se envían por medios telemáticos desde la aeronave a las oficinas técnicas para obtener rápidamente el producto cartográfico.

Podemos hablar no ya de cámaras exclusivamente sino de sensores en general ya que dentro de ese gran grupo de instrumentos entran tanto las cámaras digitales, como los sensores lÍdar, rÁdar, magnetómetros y cualquier otro que capte datos de la tierra desde un medio aéreo o espacial.

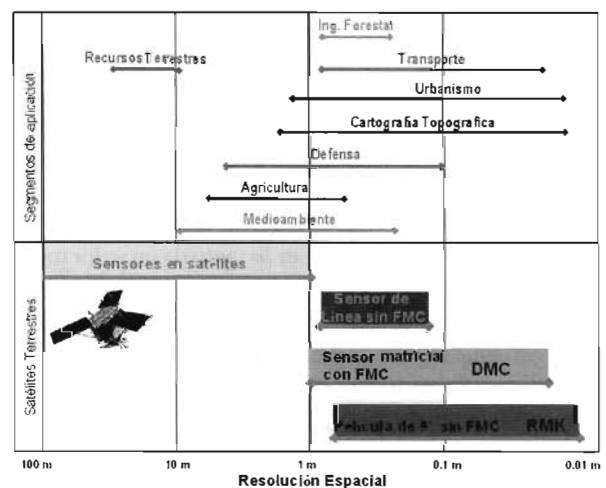


Figura 1

Nota: (FMC.- (Forward Motion Correction) Sistema incorporado en las cámaras para eliminar el desplazamiento de la imagen producido por el movimiento longitudinal del avión). (DMC.- Digital Metrical Camera- Cámara Métrica Digital)

En la figura 1 se muestra un resumen del actual estado de estos sensores. En el eje de las x aparece la resolución en metros que permiten alcanzar cada uno de los sensores o

la necesaria para los diferentes segmentos de aplicación de la parte superior. Por ejemplo para aplicaciones de cartografía topográfica, como puede ser la catastral, los actuales sistemas nos ofrecen resoluciones que van desde los 2 m. (vuelo alto) a los 5 cm. (sensor lídar). Para estudiar recursos terrestres (teledetección), los sensores satelitarios ofrecen resoluciones que se mueven entre los 50 m. y los 10 m.

Si estudiamos la segunda fila de la figura, podemos obtener las precisiones de los actuales sensores, de forma que los ubicados en satélites normalmente utilizados para teledetección van desde los 100 m (meteorológicos (meteosat) o para usos de suelo (landsat)). Los sensores de línea   matriciales (cámaras digitales aéreas van desde 1 m. a los 5 cm. De forma muy parecida a las antiguas cámaras analógicas aéreas de 9 ".

2.- DEFINICIONES Y ESTADO DEL ARTE

Definición de cámara digital. - Cámara fotográfica o de vídeo de estado sólido que suministran señales de salida digital. Es una cámara óptica-electrónica que convierte en su interior la señal analógica a digital. (J.L.Lerma 2000)

Las cámaras analógicas y digitales son muy diferentes entre sí, pero tienen cuatro componentes básicos que las caracterizan y son la óptica, el sensor, el procesador y el soporte de salida. Las diferencias fundamentales están en el sensor y el procesador como vemos en la tabla 1.

Componentes	Cámaras analógicas	Cámaras digitales
OPTICA	Lentes y/o espejos	Lentes y/o espejos
SENSOR	Emulsión fotográfica	Detectores de estado sólido (CCD,CMOS...)
PROCESADOR	Químico(revelado, fijado, lavado secado).	Ordenador (cálculo matemático)
SOPORTE	Película	Disco óptico y/o magnético.

Tabla 1

Las cámaras aéreas digitales, han reemplazado ya a las cámaras aéreas de película tradicional debido fundamentalmente a las mejoras en calidad geométrica y radiométrica así como por la posibilidad de apreciar detalles (resolver) en zonas de sombras oscuras, para registrar simultáneamente pancromático, verdadero color y falso color infrarrojo o para incrementar el recubrimiento sin costes extras de película pero sobre todo por el ahorro del proceso de escaneo. Los hechos presentes hacen que la comunidad técnica está convencida de que con tales cámaras se puede considerar una nueva estrategia como fuente de adquisición de imágenes.

A modo de curiosidad, para apreciar la rapidez con la que se ha impuesto esta nueva tecnología, se incluye a continuación un texto extraído de otro trabajo del autor de hace sólo 5 años : "...hay que destacar que hoy en día las cámaras digitales no poseen el refinamiento y la robustez necesarias para poder tener un rendimiento similar al de las cámaras métricas analógicas montadas en una aeronave. Los principales obstáculos son la velocidad de desplazamiento (la velocidad de "impresión" de la imagen no es aún lo suficientemente rápida para la velocidad de un avión) y las vibraciones que son de gran magnitud..."(L.J. Santos 2000).

La fotogrametría aérea ha usado desde siempre el 60% de recubrimiento longitudinal y el 20% de transversal (parte común entre dos pasadas o dos fotos consecutivas con el fin de obtener relieve) para la restitución (obtención de

cartografía), producción de Modelos Digitales del Terreno y de ortofotos. Las cámaras digitales se pueden usar para superar esas convenciones estándar de forma que el grano de la película nunca más sea un problema, debido a la alta resolución radiométrica situada en 12 bits y nunca volver  a ser un problema que el número de imágenes sea el principal parámetro de un proyecto. Por tanto, el aumentar la redundancia y los recubrimientos aumenta el nivel de precisión.

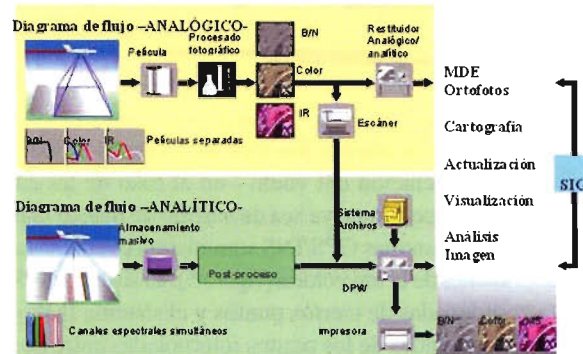


Figura 2

Estos conceptos se pueden aclarar en la figura 2. Se nos muestran los dos flujos de trabajo esquemáticamente, el sistema analógico arriba y el nuevo sistema digital abajo. En el sistema analógico el avión sobrevuela la zona de Trabajo y toma imágenes, normalmente en B/N   color, pero si necesita diferentes productos, sólo podía realizar diferentes pasadas o diferentes cámaras en cada pasada (Blanco y Negro, Color   Infrarrojo). Una vez impresionada la/s películas era necesario procesarlas en laboratorio (revelado) y posteriormente utilizar un restituidor analógico   analítico si no se necesitaba pasar a restituidor digital. Si fuera así era necesario escanear las imágenes (complejo, laborioso y caro proceso).

En el sistema digital, sólo es necesario volar una vez sobre la zona, ya que las imágenes se registran en los sensores de forma simultánea (Blanco y Negro, Color   Infrarrojo). Se almacenan en forma digital en enormes Discos Duros y tras un breve postproceso se puede trabajar con ellas en una DPW (Digital Photogrammetric Workstation) de forma directa e imprimirlas si fuera necesario.

En este punto las imágenes se pueden emplear para alimentar un SIG, realizar ortofotos (tradicionales   true-ortho si contamos con datos LIDAR), realizar clasificaciones, etc...

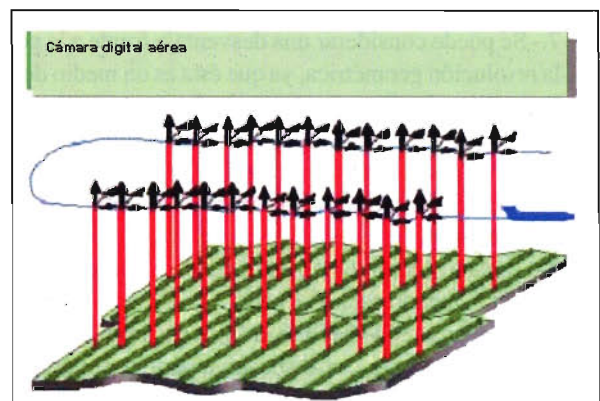


Figura 5

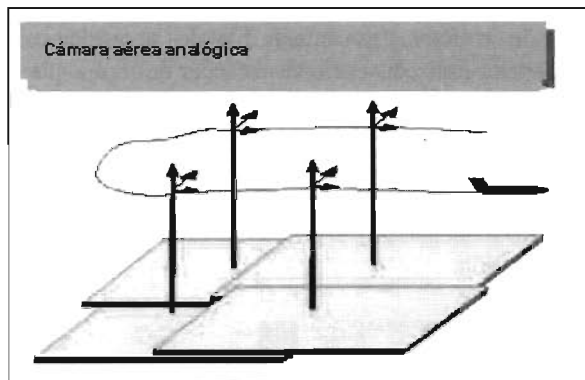


Figura 6

En cuanto a la orientación exterior - que es el sistema de georreferenciación del vuelo - en el caso de las cámaras digitales es continua, ya sea de barrido de línea o matricial, ya que los sistemas GPS/INS suministran coordenadas muy abundantes de la trayectoria (figura 5). El sistema GPS aporta coordenadas de ciertos puntos y el sistema IMU ofrece las coordenadas de los puntos interpoladas entre dos ofrecidas por el sistema GPS. Por el contrario en la figura 6 se aprecia que la cantidad de coordenadas es mucho menor y se refieren sólo a los puntos de toma de cada fotograma.

3.- ANÁLISIS DE VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA CÁMARA DIGITAL FRENTE A LA ANALÓGICA.-

3.1.- VENTAJAS DE LAS CÁMARAS DIGITALES.-

a.- Calidad

- 1.- Al tener mayor rango dinámico ofrece una elevada resolución radiométrica. Esto quiere decir que tiene una gran facilidad para captar los diferentes matices de color de la realidad, mayor cantidad de niveles de gris o de colores diferentes. Una de las consecuencias de este ítem es la gran cantidad de información que se puede diferenciar en las zonas de sombras.
- 2.- El sensor tiene una gran precisión geométrica y permite el control de calidad de las imágenes en vuelo.
- 3.- Mejora la relación señal/ruido.
- 4.- La geometría de la imagen digital es muy estable, no se deforma por ningún factor externo, por tanto tiene una gran precisión espacial.
- 5.- Al no existir procesos químicos de revelado, reproduce muy fielmente el color, no se degrada la calidad por el escaneo al no introducir esos ruidos por no existir ese proceso
- 6.- Registran información espectral dentro y fuera del rango visible, por tanto capturan información multiespectral.
- 7.- Se puede considerar una desventaja frente a la película la resolución geométrica, ya que ésta es un medio de almacenamiento masivo que da resoluciones > 100 líneas/mm. Lo que equivale a 5 - 7 micras (es decir distingue en imagen objetos de ese tamaño, a escala 1:5.000 de vuelo resolvería objetos de 25 mm. sobre el terreno).

b.- Precisión

- 1.- Tamaños de píxel terreno pequeños (desde 5cm), con precisión menores que 0.1 píxel.
- 2.- Compensación FMC electrónica sin limitaciones mecánicas. Como vimos este dispositivo permite eliminar movimiento en las tomas, antes era mecánico, ahora electrónico.

3.- Mejor aptitud para procesos de correlación automática: 2.5 veces mejor que fotograma escaneado. La correlación es el sistema que permite identificar puntos homólogos y por tanto cuando esté perfeccionado restituir ciertos elementos sin intervención humana.

4.- Mejor visión en tres dimensiones en sistemas estereoscópicos.

5.- Conexión directa al receptor GPS mediante sistema de navegación "Trackair" junto con sistema inercial "Aplnix" que suministran X,Y,Z del punto de disparo así como los 3 giros para la orientación (kapa, fi y omega).

c.- Versatilidad

1.- Posibilidad de obtener múltiples productos en un mismo vuelo:

- Pancromático
- Color natural (RGB)
- Color Infrarrojo (CIR)
- Cuatro bandas multiespectrales

2.- En todas las bandas se ofrecen 12-bit de radiometría. Mientras que las cámaras analógicas ofrecen 6 bits en B/N.

3.- Todas las bandas cuentan con alta resolución espacial

d.- Ahorro de tiempo

1.- Al no necesitar procesos de revelado, fijado, secado y copiado, el tiempo de proceso es muy pequeño y el flujo de trabajo puede ser continuo.

2.- Rápida adquisición de imágenes de gran formato y visionado "on-line".

3.- Control de calidad en tiempo casi-real en vuelo.

4.- Agiliza los procesos de correlación automáticos.

5.- Las imágenes están disponibles en minutos

6.- No hay que digitalizar (escanear) las fotografías. Ahorro enorme de tiempo y eliminación de fuentes de errores.

e.- Costes

1.- Desaparecen los costes del material fotográfico (película+revelado)

2.- Eliminación de gastos por escaneo (paso de formato analógico a digital, ahora todo es digital)

3.- Por el contrario los costes del sistema de adquisición de datos (cámara+software+periféricos) son mucho más altos, ya que aumenta el número de horas/día de vuelo.

3.2.- VENTAJAS DE LAS CÁMARAS ANALÓGICAS.-

1.- Su precio hoy por hoy es inferior al de las cámaras digitales.

2.- Son bastante más robustas, tienen pocos componentes y son menos sensibles.

3.- Poseen una elevada resolución geométrica (40-60 líneas/mm.). Hoy en día aún no la han igualado las cámaras digitales. Tienen una geometría estándar y perfectamente conocida.

4.- Tienen un alto rango de escalas y cubren más superficie para la misma escala ya que tienen un FOV (Field Of View) alto, es decir gran ancho de banda.

5.- Sus chasis (receptáculo para la película) son intercambiables y por tanto se pueden llevar en el avión films de diferentes sensibilidades.

6.- Los costes de almacenamiento de los materiales sensibles son muy bajos y el sistema de almacenamiento más duradero que el digital.

7.- Las películas tienen una larga durabilidad.

Entre en el mundo de la imagen raster con ABSIS

Distribuidor Oficial para España de ER Mapper

Nuevas Funcionalidades / ER Mapper 7.0 y Image Web Server 7.0*

Soporte del nuevo formato JPEG2000.

Compresión de las imágenes sin pérdidas.

Incorporación de nuevos asistentes de producción.

*Compatible con FireFox y Plug-in para Macintosh.

ER Mapper

Helping people manage the earth

www.ermapper.com

ermapper@absis.es

Álaba 140-144
Planta 3, P. 3
08018 Barcelona

T 902 210 099
F 934 864 601

abs@absis.es

Santa Engracia 141
Planta 4, Ofic. 1
28003 Madrid

T 915 352 478
F 915 343 942

abscentro@absis.es

AbsisDeleg:
Lleida / València
A Coruña / Sevilla
Tarragona / Girona

www.absis.es



8.- Es posible volar mucho más bajo que con una cámara digital debido a que con estas últimas se necesita un tiempo para cada exposición que no lo permite por la velocidad a la que "pasa" el terreno.

4.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CÁMARAS DIGITALES AÉREAS

Las cámaras digitales se diferencian de las analógicas en que las primeras no necesitan revelado fotográfico para hacer visible la imagen latente, sino que ésta se forma al incidir la luz reflejada por el objeto en sensores fotoeléctricos formando así la imagen impresionada (Autor: Serafín López-Cuervo "Fotogrametría digital" Escuela de Ingenieros en Geodesia y Cartografía U.P.M.)

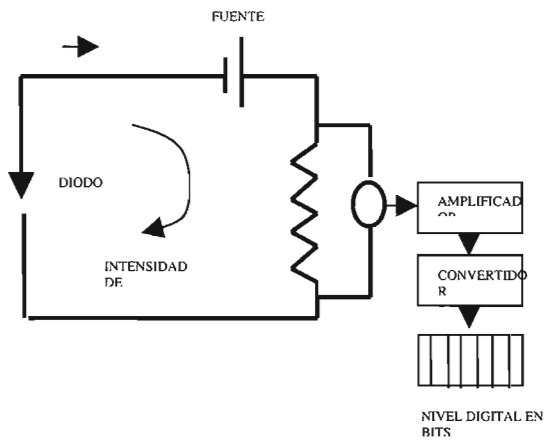


Figura 7.- Esquema electrónico de cámara digital

El diodo es un dispositivo que deja pasar corriente eléctrica en una dirección y no en la contraria, de forma que si se ilumina dejará pasar corriente en ese sentido. Son, por tanto, rectificadores de corriente, pasan de corriente alterna a continua. Se llamará fotodiodo si es sensible al paso de una señal luminosa. El circuito llevará un amplificador de señal y un convertidor para pasarla de analógica a digital. Por tanto el sensor o fotodiodo de una cámara digital será del tipo CCD (Charged Coupled Device) de doble carga, por tanto, que será el responsable de formar la imagen. Los fotodetectores del tipo CCD (lo llevan las cámaras de video y de fotografía caseras) se sitúan formado "arrays" (matrices) en un número que indicará el tamaño final de la imagen. Estos dispositivos se pueden colocar en forma lineal (y por tanto barren la zona sensible para formar la imagen) o en forma superficial (matricial o en dos dimensiones, fijos).

Estas diferencias técnicas dan lugar a los dos tipos de cámaras (sensores) aéreas digitales que hoy existen en el mercado, lineales y matriciales.

En un principio se apostó por temas económicos por el sistema matricial y posteriormente lineal, pero en la actualidad conviven ambos. El sistema lineal es de más fácil construcción y por eso se tiende a resolver el problema del otro mecanismo con sensores matriciales pequeños, de forma que para obtener una imagen del mismo tamaño que la lineal se unen 2 ó 4 sensores matriciales que toman las imágenes simultáneamente y las unen para formar una mayor, incorporando un sistema que compense el desplazamiento del avión durante la toma.

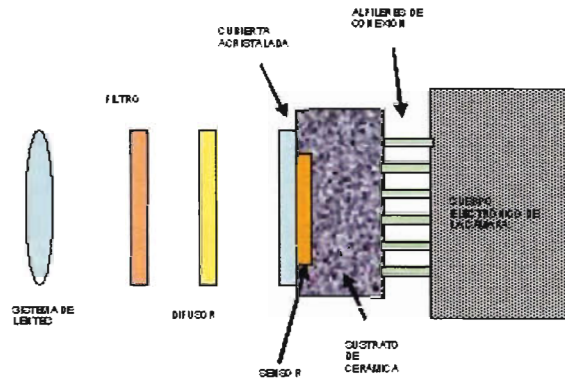


Figura 8.- Estructura interna de cámara digital

Según se aprecia en la figura superior, la cámara digital se compone de:

- Sistema de lentes (igual que en la analógica) cuya calidad influye en el resultado final de la imagen.
- Filtros.- Se suelen situar entre la óptica y el sensor o delante de la lente y tienen diferentes utilidades:
 - 1.- Filtro de paso largo.- Transmiten por encima del umbral de corte
 - 2.- Filtro de paso corto.- Son contrarios a los de paso largo, transmite por debajo del umbral de corte.
 - 3.- Filtro de interferencia.- Transmiten de forma homogénea en un rango limitado de longitudes de onda.
 - 4.- Filtros de color y dicróicos.- Aumentan el contraste o aíslan regiones espectrales y colores.
 - 5.- Filtros de densidad neutra.- Previenen el exceso de carga en los sensores ya que reducen la transmisión de energía.

5.- TIPOS DE CÁMARAS AÉREAS DIGITALES .-

5.1 Presentación.-

Las actuales cámaras aéreas digitales ofrecen dos diferentes soluciones, la matricial y la lineal, posteriormente se describen detalladamente ambas.



Figura 9

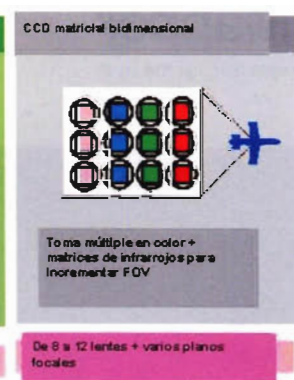


Figura 10

Las cámaras de línea barren el terreno de forma simultánea al avance del avión con 3 líneas pancromáticas. Tienen una única lente y un plano focal. Exponente de estas cámaras es la ADS-40 de Leica.

Las cámaras matriciales toman imágenes al modo de las cámaras convencionales, tienen varios objetivos que disparan simultáneamente, unos en pancromático (rojo, verde y azul) y otros en infrarrojo. Cuentan con varios planos focales y funden las imágenes en una única.

Estas cámaras pueden constar en la actualidad de $nK \times nK$ elementos sensoriales (píxeles) siendo K 1024 elementos y n puede oscilar de 1 a 9. Los más utilizados son los $n = 3$ ó 4 . (por lo tanto 3.000×3.000 píxeles que son 9×10^6 píxeles, es decir 9 Megapíxeles). Están disponibles en pancromático, color ó falso color.

Son cámaras muy estables, de geometría conocida y que corrigen el movimiento hacia delante del avión (FMC). Trabajan con una definida perspectiva central. El principal inconveniente es la transferencia de los datos a suficiente velocidad y con suficiente precisión desde el sensor de estado sólido (CCD) hasta el medio de almacenamiento.

Se suelen utilizar de forma modular para solucionar los problemas de las matriciales sencillas (éstas se combinan de 2 en 2 ó de 4 en 4). Así se incrementa la dimensión sensorial de la toma, el ángulo de campo y la resolución espacial. Se acoplan a las monturas de las cámaras aéreas analógicas y tienen un tiempo de exposición entre 1 y 3.3 ms. con 12 bits.

Suele llevar también una cámara de video centrada en la montura. La imagen pancromática compuesta a partir de las 4 lentes convergentes se consigue pasando un proceso de muestreo y rectificación. Ejemplo de este sistema es la cámara DMC (Digital Modular Camera) DE Zeiss/Intergraph Imaging.

5.2.- Principios de las cámaras digitales de línea

5.2.1.- Características geométricas.-

El producto que se puede considerar representante de este tipo de cámaras es el sensor aerotransportado de LEICA llamado ADS 40 (figura 11)



Figura 11

Entre sus características se encuentran contar con 8 sensores líneas CCD, todos situados en el plano focal, diseñados para requerimientos fotogramétricos y para teledetección a baja altura

- 3 CCD pancromático
- 3 CCD (R+G+B)(Rojo+Verde+Azul)
- 1 CCD en el infrarrojo medio.
- 1 CCD en el infrarrojo térmico.

Cada uno de los CCD (figura 12) tiene 12.000 píxeles (X2), el tamaño de cada píxel es de 6,5 micras. Tiene una focal de 62,5 mm. y un ángulo de campo de vista (FOV) de 52° . La estructura electrónica del sensor está formada por dos arrays escalonados desfasados medio píxel. Estos sensores (figura 12) están sustentados en el plano focal con la disposición que se ve en la figura 13.



Figura 12

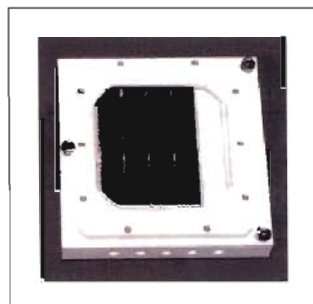


Figura 13

Disposición geométrica de las dos filas de fotodetectores en cada uno de los sensores pancromático (figura 14).

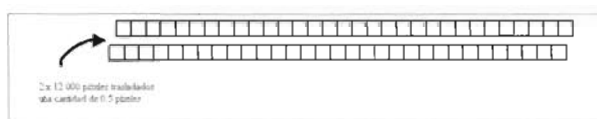


Figura 14

La toma de la imagen se realiza por barrido simultáneo en tres posiciones de la línea de toma, una hacia atrás otra hacia abajo (nadiral) y la tercera hacia delante. Posteriormente (en posproceso) se compondrán para formar una sola imagen (figura 15).

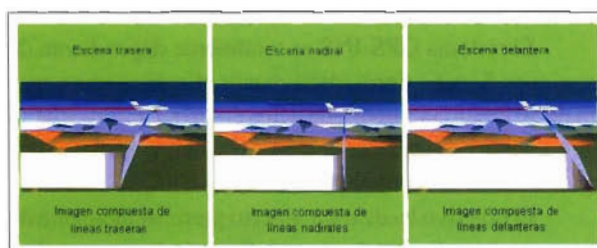


Figura 15

Descripción del principio de la imagen estereoscópica mediante LAS TRES LÍNEAS (Figura 16).

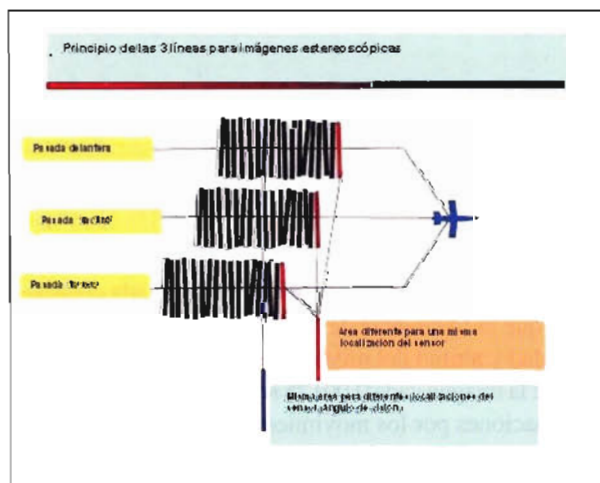


Figura 16

El principio en el que se basa el sistema de imagen estéreo con tres líneas consiste en que la cámara en el avión que sigue una trayectoria recta va tomando tres imágenes, una hacia delante, otra nadiral (vertical hacia abajo) y la última hacia atrás, por tanto para una única posición del sensor existen tres imágenes. Esas imágenes se combinan en posproceso para dar una imagen continua. También se puede apreciar que la misma zona aparece en tres diferentes localizaciones del sensor.

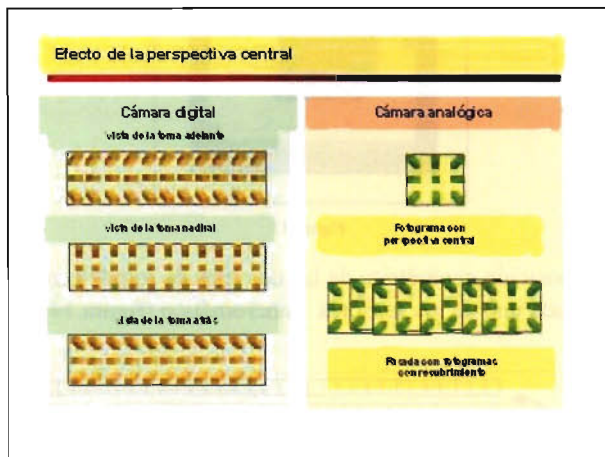


Figura 17

En la figura 17 se describe gráficamente el efecto que produce la perspectiva central en el sensor digital aerotransportado y en la cámara analógica. En el primer caso tenemos tres diferentes pasadas con zonas en común para hacer posible su correlación. En el segundo caso, tenemos varios fotogramas con zonas en común de forma similar al anterior.

5.2.2.- Desventajas de la cámara digital de línea:

- El sistema GPS-INS es totalmente dependiente de estaciones fijas en tierra, debe existir al menos una a menos de 30 km. Recibirá de ella datos entre 0,5 a 1 seg. Habrá que calcular y considerar la excentricidad de antena GPS con la cámara así como los datos INS.
- El objetivo ha de estar abierto permanentemente de forma que la radiometría viene influenciada por pasadas, toda la pasada tiene las mismas características. El tamaño píxel es función de la velocidad del avión, del obturador y del sistema de grabación. Sin embargo el color tiene una resolución completa.
- Es necesario implementar un nuevo flujo de trabajo:

- nuevo software
- nuevos procedimientos
- ya no existen modelos estereoscópicos.

5.2.3.- Formación geométrica de las imágenes.-

5.2.3.1.- Orientación.-

La imagen se adquiere durante el movimiento de avance del avión sobre el terreno, formando una pasada continua, por lo que la frecuencia de la cámara se ha de ajustar a la velocidad y altitud del mismo, por tanto ha de tomar cada línea de la imagen cada 0.00125 segundos. La imagen tiene deformaciones por los movimientos del avión, por lo que habrá que rectificarla en posproceso.

Para que sea eficiente el sensor, ha de utilizar un Sistema de Navegación Inercia asistido por GPS que dé posición y

orientación a cada línea en cada instante. Este sistema estará formado por una Unidad de Medida Inercial (IMU), por un receptor GPS bifrecuencia y por un ordenador (POS) que procese ON-line toda esa información. El IMU graba cambios instantáneos en la posición y orientación de la cámara 200 veces/segundo y sirve para definir la trayectoria entre dos orientaciones GPS.

5.2.3.2.- Rectificación de imágenes.-

Después de procesar todos los datos de orientación, esos ficheros se utilizan para rectificar las imágenes. Estas se proyectan sobre un plano terrestre a una cota determinada, obteniendo una imagen estándar, georeferenciada y preparada para el procesamiento en fotogrametría y teledetección. La imagen sin corregir sería una composición de las tres imágenes de línea de la figura 17.

5.3.- Principios de las cámaras digitales matriciales

El otro tipo de cámaras digitales es el matricial. En este caso las imágenes no se obtienen de forma continua sino en sensores modulares matriciales simultáneamente. Dos son sus representantes en el panorama comercial, la Vexcel Ultracam de Inpho (figura 18) y la Z/I DMC de Zeiss/Intergraph (figura 19).



Figura 18 (Cámara+memoria+monitor (Ultracam))

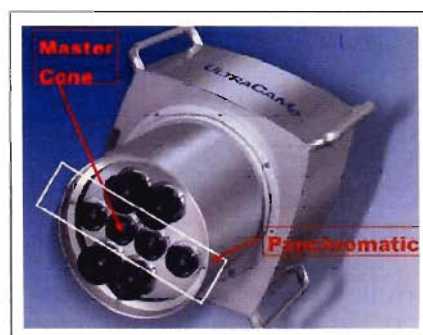
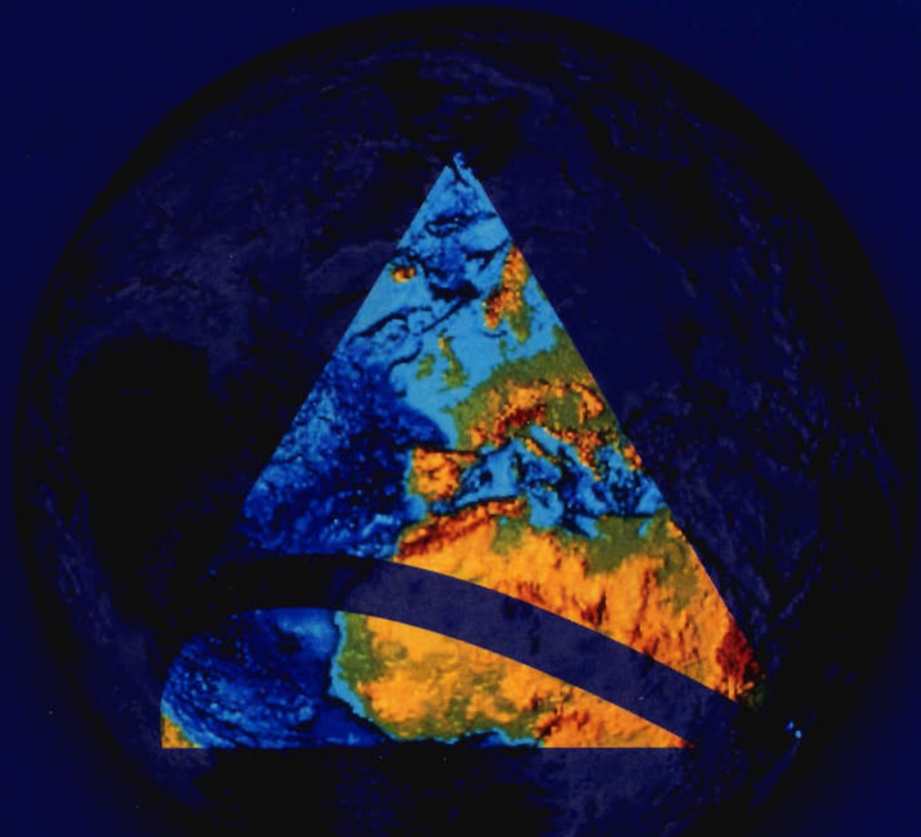


Figura 19 (Vista de los 8 objetivos(Ultracam))

Estas cámaras combinan varios objetivos en su plano focal, produciendo imágenes matriciales parciales que se unifican en una imagen completa en posproceso. Una de ellas mediante cuatro imágenes y la otra mediante seis imágenes. Vamos a presentar brevemente las dos principales cámaras digitales matriciales.

5.3.1.- VEXCEL: ULTRACAM D (Inpho)

Está conformada por 4 objetivos pancromáticos (B/N) compuesto cada uno por 11.500 x 7.500 píxeles y por otros 4 objetivos matriciales multiespectrales (R,G,B,IR) (rojo, verde, azul e infrarrojo) de 4000 x 2672 píxeles cada uno (figura 20). La focal de los objetivos es de 100 mm y su luminosidad de $f : 1,56$. Cada uno de los píxeles (fotodetectores) tiene un tamaño de 9 x 9 micras y la amplitud (ancho por largo) de su campo de visión (FOV) es de 55° x 37°.



¿Quiere ver el mundo con otra perspectiva?

La información espacial, constituye la llave hacia la ordenación, la gestión y la planificación, de un territorio en constante cambio.

Stereocarto desde una nueva perspectiva pone a su alcance dicha información:
Con la más innovadora tecnología y los medios técnicos más avanzados.
Bajo la experiencia de un equipo humano multidisciplinar.



STEREOCARTO

Con una amplia experiencia en proyectos fotogramétricos, cartográficos, GIS y catastro. Con un programa de I+D+i propio anual. Con una amplia cartera de clientes, tanto nacional como internacional.

Por nuestra solución completa de productos dentro de la ingeniería cartográfica.
Avalados por la calidad de nuestros trabajos, certificados con los sellos de calidad y medio ambiente.

Paseo de la Habana, 200 • 28036 Madrid Spain • Tel: + 34 91 343 19 40 • Fax: + 34 91 343 19 41

HIFSA
Sensores Aéreos

www.hifsa.com hifsa@hifsa.com

www.stereocarto.com
info@stereocarto.com

stereodata

www.stereodata.com info@stereodata.com



IMÁGENES DIGITALES: SATÉLITE, CÁMARAS DIGITALES Y ANALÓGICAS, SENSORES TÉRMICOS. **TOPOGRAFÍA:** GPS, REDES, NIVELACIÓN, APOYO DE CAMPO. **FOTOGAMETRÍA:** ESCANER, AEROTRIANGULACIÓN, RESTITUCIÓN, MDT, ORTOFOTOGRAFÍA, EDICIÓN. **SISTEMA LIDAR:** MDT Y MDS. **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, SERVIDORES DE MAPAS. CATASTRO, AGRONOMÍA, DESARROLLO RURAL MEDIO AMBIENTE. FORMACIÓN, CONSULTORÍA Y DESARROLLO DE APLICACIONES.**

España • Argentina • Perú • Italia • Estados Unidos • Brasil • Panamá

Los 4 módulos pancromáticos se encuentran dispuestos formando haces convergentes de forma que adquieren cuatro imágenes del terreno distintas pero con unas zonas comunes para unir todas en una imagen global.

La formación de las imágenes se realiza formando un mosaico de las imágenes a partir de los citados módulos pancromáticos, a partir de ahí se forman las combinaciones a color natural o falso color, mediante los otros cuatro objetivos color. Es decir, se combinan las imágenes en color (R,G,B) con las imágenes en B/N (pancromáticas) mediante puntos comunes, añadiendo una más de Infrarrojo. Todas las imágenes se producen en un "disparo simultáneo" tal y como se aprecia en la figura 20.

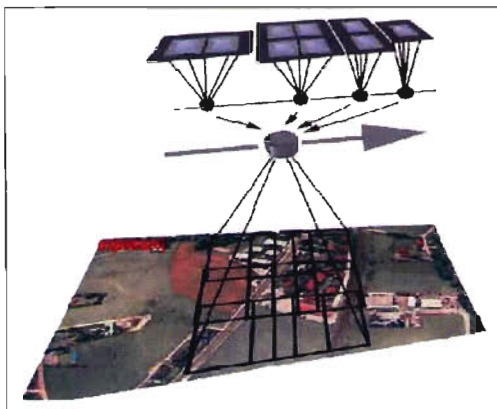


Figura 20

Los pasos que llevan a la formación de la imagen completa se presentan en la siguiente serie de ilustraciones.

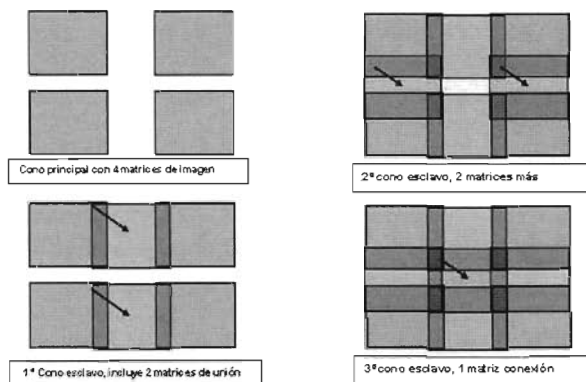


Figura 21

En primer lugar entra en funcionamiento el cono principal ó maestro con 4 matrices de imagen. (figura 21) En el segundo paso el primer cono "esclavo" introduce dos imágenes de forma vertical en el centro de las primeras, creando cuatro áreas de solape. En el tercer paso, el segundo cono "esclavo" coloca otras dos imágenes en horizontal creando nuevas áreas de solape y por último el tercer cono "esclavo" coloca una nueva y última imagen uniendo y solapando todas las anteriores.

La imagen final cuenta con 9 matrices de imagen superpuestas con zonas de recubrimiento. En esas zonas los puntos comunes sirven para crear en posproceso una imagen única en la que se combina información pancromática con color e infrarrojo.

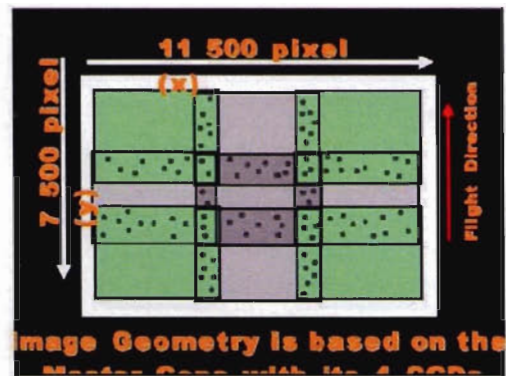


Figura 22



Figura 23

5.3.2.- DMC (Zeiss/Intergraph). Digital Metrical Camera

Características técnicas de la cámara.-

Formato de imagen	13.824 x 7.680 píxeles
Tamaño de CCD	12 micras
Distancia focal	120 mm
Sistema GPS/INS	Integrado en el sistema
Resolución radiométrica	12-bit / Canal
Canales espectrales	Pancromático, Rojo, Azul, Verde, IR Cercano
Compensación FMC	Electrónica TDI (Time Delay Integrated)
Almacenamiento en vuelo	2.200 imágenes
Ángulo de campo	69.3° en sentido trasversal a la traza 42° en el sentido de la traza
Disparador, apertura	Variable de 1/50 a 1/300 seg. f/4 - f/22

Tabla 2

Componentes del sistema y disposición en el avión:

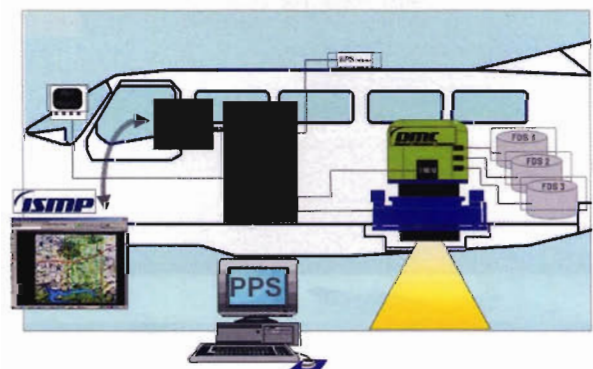


Figura 24

La cámara se sitúa en la ubicación tradicional, en una perforación del fuselaje, conectada a diferentes elementos que componen el equipo global (figura 24), estos son:

- Centro de control del sistema IMU (Inertial Measure Unit)

- Discos de almacenamiento masivo
- Interface del navegador

A su vez el piloto mediante el "Plot display" puede ir siguiendo todo el trabajo que se realiza y la ruta de navegación. El sistema GPS mediante el control del sensor interconecta al piloto con la cámara y permite detectar posibles variaciones de la trayectoria. Es necesaria una perfecta ubicación de la cámara con respecto al receptor GPS, conociendo todos los vectores de situación para así poder calcular las coordenadas de los puntos de toma de forma continua.

Un dispositivo que incorpora el sistema y que es de gran importancia para mejorar la calidad de las imágenes es el Forward Motion Compensation (FMC) mediante Time Delayed Integration (TDI). Este permite compensar el movimiento hacia delante del avión que provoca una clara falta de definición de los objetos fotografiados (figuras 24 y 25), convierte sus límites en borrosos como podemos ver las siguientes imágenes, tanto su efecto (izda.) como su solución (dcha.). El sistema utilizado (TDI) utiliza la captación previa de la imagen y posteriormente un retraso en el tiempo de incorporación a la matriz definitiva.

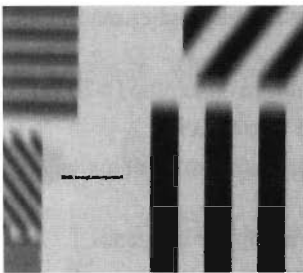


Figura 25.- Objeto movido sin compensar

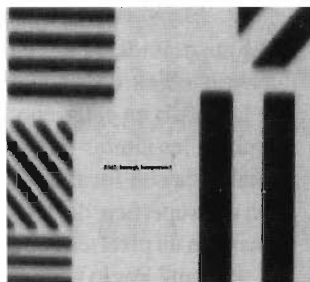


Figura 26.- Objeto movido compensado

El esquema de funcionamiento del sistema FMC (figura 27) consiste en que el sistema va capturando las imágenes en RGB y en vez de situarlas directamente donde les correspondería, van saltando a la siguiente posición hasta que mediante el retraso correspondiente son situadas en la última línea de la matriz imagen ya compensadas.

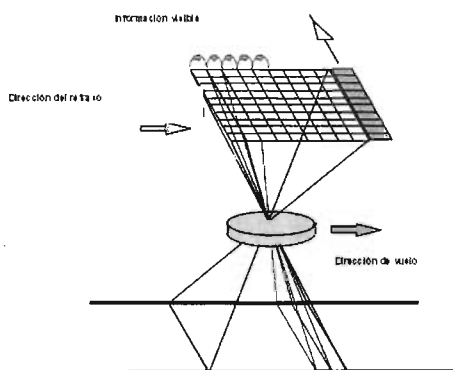


Figura 27

6.- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN VUELO.-

Uno de los principales problemas de esta nueva tecnología es el enorme tamaño de los ficheros que provienen de las tomas aéreas digitales. Hay que tener en cuenta que cada imagen está compuesta por matrices de 14.000 x 8.000 píxeles y eso implica ficheros muy pesados.

Es por ello que se ha de contar con sistemas de almacenamiento rápidos, eficaces y manejables, para que nada más tomar tierra el avión se puedan transportar con facilidad a las oficinas para su proceso. En el caso de la cámara DMC, por ejemplo, el sistema está compuesto por tres FDS (Flight Data Storage devices), es decir dispositivos para almacenamiento de datos en vuelo. Su aspecto es el de la figura 26.



Figura 28

Este sistema está presurizado y es totalmente hermético. Para interconectar los módulos entre sí y ellos al sistema sensor se utilizan cables de transmisión de información paralelos de fibra óptica. La velocidad de transmisión de información es de 136 MB / s. La capacidad de almacenamiento total del sistema es de 840 GB, lo que equivale a 2240 imágenes, cada una de ellas en pancromático, color (RGB) e infrarrojo que equivaldría a ~ 1250 imágenes de fotografías aéreas de 9".

7.- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DATOS EN POSPROCESO.-

Como podemos apreciar en la imagen inferior, la cámara está conectada a los sistemas FDS por tres cables de fibra óptica. Una vez en gabinete los tres sistemas de almacenamiento, se conectan a un PC que mediante una estación de copia, pasa los datos a cinta o a disco.

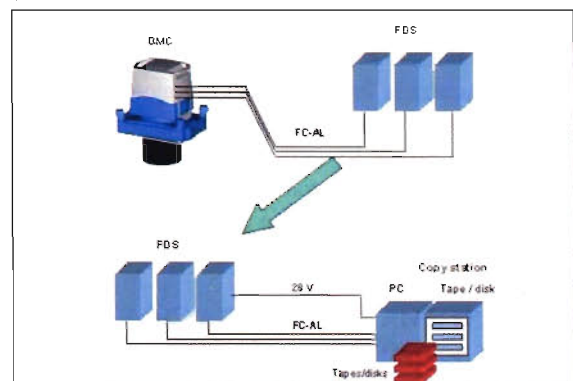


Figura 29

La estación de posproceso (PPS-Post-Process_Station) está dotada de un gran disco de acceso rápido de 3,6 TB, y mediante dos motores de procesamiento de gran capacidad que son el Radiométrico y el Geométrico va a calcular todos los parámetros necesarios para formar las imágenes fotogramétricas.

8.- PROCESADO GEOMÉTRICO DE LA IMAGEN.-

El objetivo de la cámara DMC Z/I está compuesto por 8 conos. De ellos, 4 son pancromáticos y cubren cuatro diferentes zonas de la matriz rectangular de la imagen. Esas zonas tienen solape entre ellas y en posproceso se unifican para obtener la imagen definitiva. Con estos cuatro conos se consigue una alta resolución geométrica (12 micras) que es la que realmente da el detalle de la imagen final. En el cuerpo de la cámara va montada también una cámara de vídeo para ayuda a la navegación y enriquecimiento de la información.

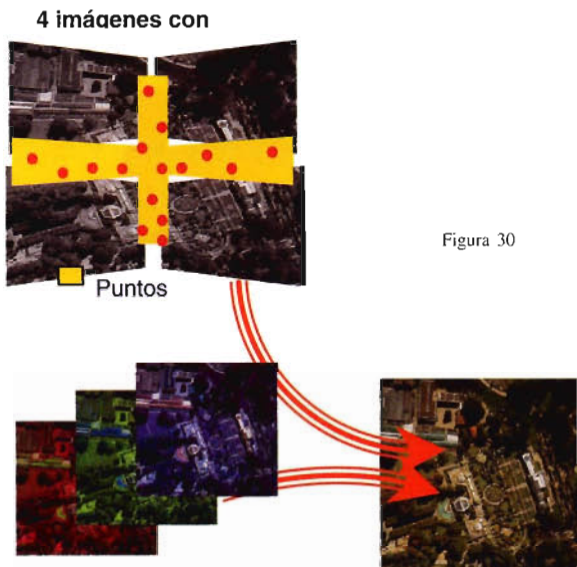


Figura 30

Otro conjunto de conos son los que aportan el color. Uno por cada color primario (RGB (red, green, blue)). Cada uno de ellos obtiene una imagen de la superficie total de la matriz. Es por ellos que "colorean" la imagen pancromática pero no aportan una gran resolución geométrica (40 micras). Por último el cono de infrarrojo funciona igual que los de color pero en esa zona del espectro.

Por ejemplo en FR, obtendremos un solo fichero compuesto por Pan 1,2,3 y 4. Si queremos Infrarrojo en color se combinarán Pan 1,2,3 y 4 con RGB en un solo fichero. Si lo que buscamos es color en CR (Baja resolución) tendremos tres ficheros, uno en cada color. El esquema gráfico del funcionamiento sería el que se presenta en la figura 30, en él se muestra la formación del mosaico de imágenes, las cuatro tomas pancromáticas unidas mediante un ajuste robusto utilizando puntos de enlace de chequeo y aplicando los parámetros de calibración necesarios pasa de una proyección particular a una perspectiva central adecuada. Se funden, en resumen las imágenes pancromáticas, color e infrarrojo.

9.- SISTEMA DE NAVEGACIÓN, INFORMACIÓN EN VUELO.-

El software adecuado permite al piloto y fotógrafo disponer on-line de información de vídeo de la zona que sobrevuela. Simultáneamente se muestra información sobre el estado del proyecto de vuelo en tiempo real, incluyendo líneas de vuelo, centros de imagen, superficie de cada fotograma y recubrimiento. También se cuenta con un fotomosaico (figura 31) de la zona a levantar obtenida previamente o mediante la cámara de vídeo.

20

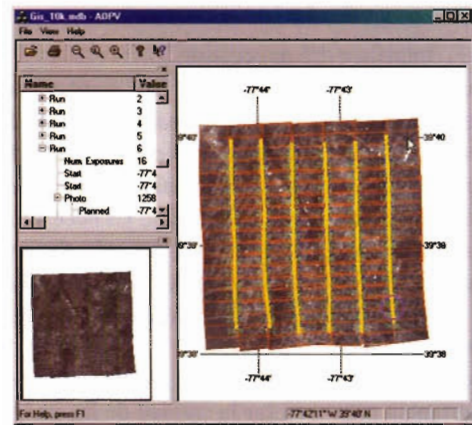


Figura 31

10.- COMPARATIVA DE CÁMARAS MTRICIALES.-

10.1.- Aspectos a tener en cuenta en la comparativa.-

Para elegir un determinado equipo frente a otros es necesario tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Parámetros geométricos similares a las cámaras analógicas (focal 150 mm)
- Pixel de 12 micras, lo que implica más luminosidad por píxel
- Mayor área de imagen en terreno (>20 %)
- Más robustez de construcción.
- Sistema de almacenamiento y descarga, extraíble del avión.
- Video cámara y registro de imágenes.
- Compatibilidad con equipos de cámaras analógicas
- Plataforma giro-estabilizada (TA-S)

Si comparamos anchos de barrido iguales, es decir que las cámaras objeto de la comparación barran la misma anchura de la pasada en el terreno, los tamaños de píxel variarán y también las alturas de vuelo. De forma que si la Cámara Analógica con focal de 150 mm. obtiene un píxel terreno con una superficie de 100 cm² (por ejemplo), la Z/I - DMC obtendría un píxel terreno de 111 cm² y la Vexcel - Ultracam de 133 cm². Por lo tanto al aumentar el tamaño del píxel la resolución es menor.

En cuanto a las alturas de vuelo, podemos apreciar en la figura 23 que para una misma anchura de barrido y si la altura de vuelo de la cámara analógica es 100, la altura de vuelo de la DMC es de 111 y de la Vexcel de 148. Esto implica que la altura media de vuelo es notablemente más alta en el caso de Vexcel debido a su focal más larga.

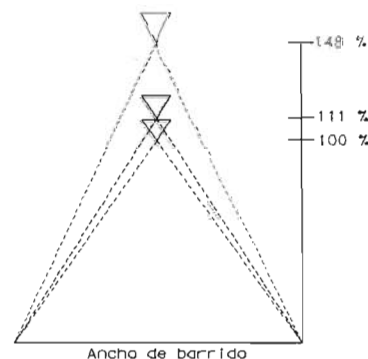


Figura 32

Una nueva dirección



Confianza, Innovación, Satisfacción... Sensaciones que encontrará en el nuevo proyecto de Sokkia España

DITAC SOLUCIONES, S.L.
Albasanz, 14 bis 1ºE
28037 MADRID
Tel.: 34914401320
Fax: 34913759562
www.sokkiaditac.es

SOKKIA

10.2.- Comparativa de sensibilidad a la luz.-

En la elección de la cámara digital adecuada es también importante considerar el tamaño del CCD que lleva incorporado. De forma que un CCD de 12 micras tiene el 77 % más de sensibilidad a la luz que un elemento de 9 micras. Por tanto, un elemento mayor de CCD implica mayor sensibilidad a la luz y por tanto mejor calidad de imagen y más detalles en las sombras.



Figura 33

Se ha de tener en cuenta que un mayor tamaño de píxel en combinación con 12 bit por píxel produce mucho mejor resultado incluso con malas condiciones meteorológicas.

10.3.- Comparativa de tamaño de imagen final

Si comparamos el tamaño en píxel y en mm. De las dos cámaras digitales (DMC y Vexcel respectivamente), obtenemos los siguientes datos (figura 34).

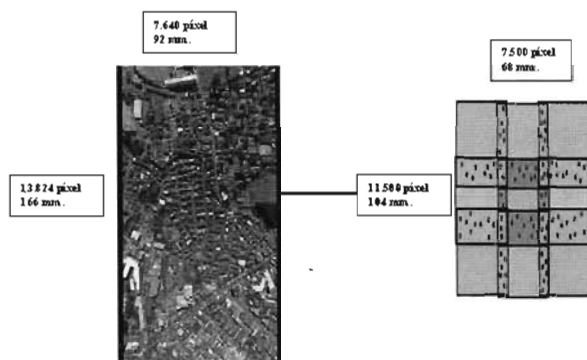


Figura 34

11.- APLICACIONES TEMÁTICAS DE LAS CÁMARAS DIGITALES.

Autor.- Ranier Sandau "New Potential and applications of ADS40" Congreso de Amsterdam, Octubre de 2000. Interantional Society for Photogrammetric and Remote Sensing.

Los sensores de las cámara digitales, tal y como hemos visto, portan varios canales diferentes, no sólo de luz visible, sino infrarrojo, pancromático, etc... Esto permite llevar a cabo investigaciones de carácter temático además de las conocidas cartográficas.

Como existen canales separados para el azul, verde, rojo e infrarrojo, se pueden obtener documentos de ocupación de suelo, investigación y control de plagas en las cubiertas vegetales, identificación de cambios en la vegetación debido a sequías, tipo de cultivo (catastro), análisis de tormentas, localización de capas de hielo y arqueología entre otras aplicaciones.

Cada uno de los canales tiene una utilidad práctica concreta que otro canal no puede realizar, por ejemplo:

El canal azul es muy útil para conocer la dispersión de las partículas en la atmósfera, esto permite que el sensor reci-

ba información de las zonas en sombra de la imagen. Esta es una clara ventaja frente a las cámaras analógicas que tienen dificultades para distinguir detalles en estas zonas.

Para obtener documentos de usos del suelo y desarrollo urbano se utilizan combinaciones de varios canales y sirven para planificar el tráfico en ciudades y para proteger la naturaleza. También se pueden detectar desastres naturales y fenómenos de erosión de costas.

Para la investigación de nubes se usan los canales rojo, verde y azul sobre todo esta última banda que penetra en la estructura de estas acumulaciones de vapor de agua.

Es posible también llevar a cabo un control de zonas acuosas con los canales azul y verde a través de estudios sobre la proliferación de la biodiversidad en lagos y embalses en los que aparece contaminación orgánica por eutrofización (aumento de la materia orgánica disuelta en el agua). De forma similar combinando estos dos canales con el infrarrojo próximo permite la detección de vertidos de petróleo.

Para controlar la vegetación y obtención de índices o tasas de cubiertas vegetales se usan los canales verde, rojo e infrarrojo. Las mediciones con estos canales a intervalos de tiempos regulares informan sobre los efectos climáticos inducidos en la biosfera.

También permiten calcular índices de vegetación y parámetros de biomasa para estimar mediante modelos el rendimiento de las cosechas y el índice de dióxido de carbono en la atmósfera que sirve para estudiar la variabilidad climática por medio de la evaluación de la evapotranspiración.

El uso de los canales rojo e infrarrojo cercano en combinación permiten clasificar los diferentes tipos de vegetación para la planificación agraria considerando la protección de los biotopos ecosistemas y diversidad de especies. La selección de los canales espectrales se hizo de acuerdo con las ventanas atmosféricas, teniendo en cuenta donde es menor la absorción de la radiación electro magnética por parte de la atmósfera.

11.1.- La cámara digital fotogramétrica en el catastro urbano.-

La elaboración de cartografía catastral urbana necesita de imágenes métricas aéreas de la más alta calidad. Las nuevas cámaras digitales ofrecen muchas ventajas. Una alta resolución, gran densidad de información, sobre todo en zonas de sombra (figura 24) y una gran disponibilidad en el tiempo (al no tener que escanear, se puede disponer del vuelo en un plazo muy corto).

En este ejemplo de par estereoscópico de una zona urbana de Burgos, vemos la importancia de tener detalle en las sombras ya que en zonas urbanas de edificios altos estas tienen gran extensión. Por otro lado se aprecian muy bien los ocultamientos de grandes zonas debidos a los abatimientos de los edificios.

En otro artículo del mismo autor se describía el proceso para la elaboración de True-Ortho (ortofotos que eliminan el abatimiento y muestran información de las zonas ocultas debido a una corrección en la proyección). Este sistema extraería información de las zonas donde un edificio oculta una parte de las fotos adyacentes.

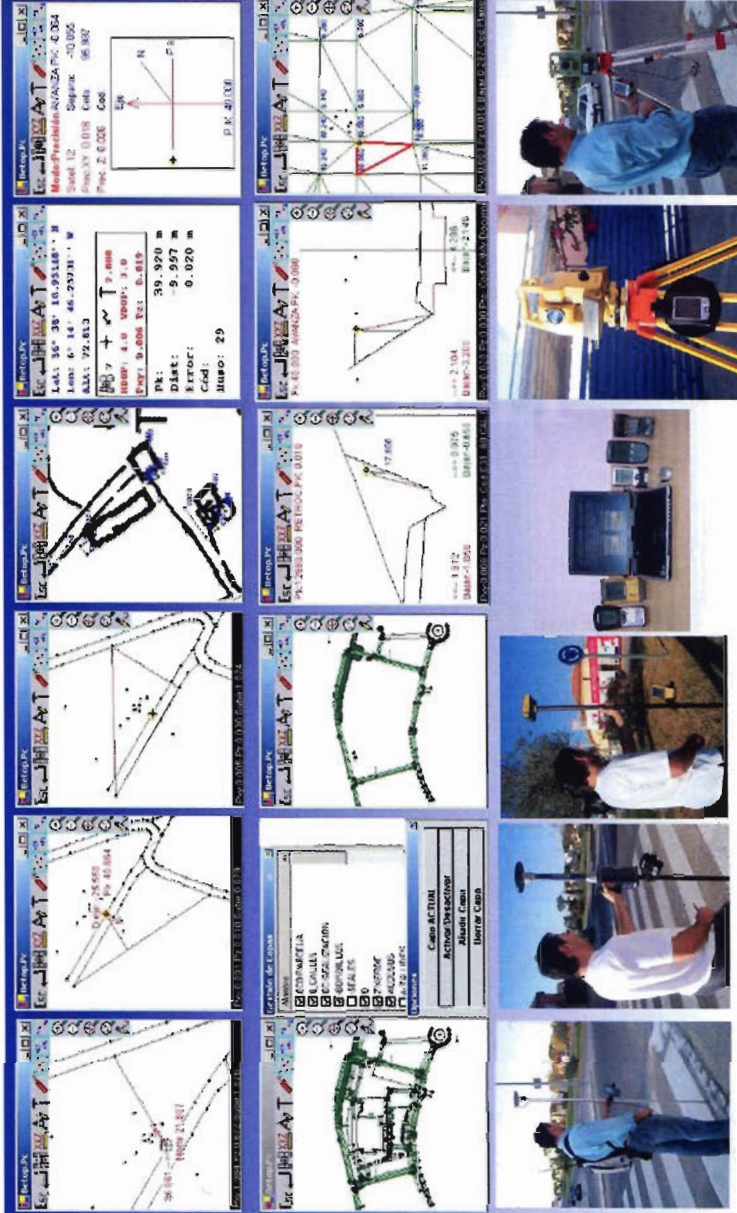


Figura 35.- Casco urbano de Burgos (Cortesía de Stereocarto S.L.). Fotograma Izdo y Dcho. Con cámara



12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.-

- MIKAEL HOLM, Espoo, An integrated approach for orthoimage production (2003)
- LERMA GARCÍA, J.LUIS, Universidad Politécnica de Valencia. Fotogrametría moderna; Analítica y Digital (2002)
- GOMEZ, ALFONSO. Stereocarto España. Proceso digital en fotogrametría (2000)
- JOSEF BRAUN, INPHO GMBH, Stuttgart, Aspects on True-Orthophoto Production (2003)
- MIGUELSANZ MUÑOZ, PEDRO. U.P.M. Apoyo aéreo cinematográfico y aerotriangulación digital frente a los sistemas de navegación inercial: Análisis de Precisiones. Madrid (2004)
- HINZ, ALEXANDER The Z/I Imaging Digital Aerial Camera System. Stuttgart (1999).
- MICHAEL E. HODGSON & PATRICK BRESNAHAN. University of South Carolina. Accuracy of airborne Lidar-Derived elevation: Empirical Assessment and error budget. (2003)



Solución Global para GPS y Estación Total

- Totalmente enlazados con todos los Programas de PC de uso habitual en España (Ispol, Cartomap, Clip, TCP-IP, etc).
- Compatible con todas las Estaciones Totales y GPS del mercado (Topcon, Leica, Ashtech, Thales, Sokkia, etc).
- Capaz de Trabajar en cualquier PDA con Windows Ce 3.0 ó Superior, Pocket Pc 2000 ó Superior, y Epoc-16/32.
- Actualizaciones y Mejoras continuas y Gratuitas.

- Mas de Mil licencias nos avalan.

- Distribuido por: Topcon, Inland, Grafinta, Orsenor, La Técnica, AI-Top, Servitopo, Prisma, Narváez, Aticsa, Sutop, Leica, ...

www.betop.es

Av. Almargin, 64B Bormujos (Sevilla) CP:41930 Tlf/Fax: 954789329 Móviles: 629331791 / 649414184



indai

CONSULTORÍA ESTRATÉGICA Y COMUNICACIÓN

Si quiere para su organización
respuestas rápidas, creativas
y de valor añadido, llámenos.

Nosotros somos "otra cosa"

Tel: 902 445 045 / 607 525 525

*Una marca es como una semilla:
plantada en un buen terreno,
crecerá fuerte y dará frutos.*

www.indai.es



LA COLUMNA DEL MANAGEMENT

Por Ana Sánchez Marcos
Consultora de Indai
Estrategia y Comunicación

Creadores de felicidad

Todos queremos ser mejores, más felices, tener un trabajo más satisfactorio... Queremos **ser personas plenas**, y muchas veces lo que nos impide llegar a la felicidad no es más que una mala planificación.

Para lograr lo que siempre quisimos alcanzar existen unos profesionales especializados en **sacar de nosotros "la mejor versión"**, en alcanzar eso tan fácil y tan difícil que es la plenitud. Se llaman "**coaches**", y utilizan un método basado en la formulación de preguntas para desvelar nuestros verdaderos deseos, para abrir el telón de nuestras más brillantes ideas, para que podamos conseguir hacer lo que siempre quisimos hacer y no nos atrevimos, a veces porque no éramos conscientes de nuestros auténticos deseos.

Un "coach" no es un consultor, no es un maestro ni un mentor, tampoco un psicólogo, no es un amigo... No da lecciones, no asesora, no enseña en el sentido que la gente entiende por enseñar.

Un "coach" acompaña en un proceso, lo anima, lo hace vibrar, da ideas que no son tuyas, sino que vienen del pupilo, en un continuo proceso de "**dar a luz**". Un "coach" es alguien que está a tu lado sosteniéndote la linterna para que tengas las dos manos libres y te va pasando las herramientas a medida que las vas necesitando, en un paulatino y mutuo intercambio, destinado a alcanzar **crecimiento personal**.

Un "coach" no tiene por qué ser un experto en los problemas concretos que plantea el pupilo, puesto que su misión no es transferir experiencia, sino facilitar el camino para que cada uno acceda a sus propios recursos.

Hay muchos tipos de "coaching", pero todos se basan en la misma idea madre: **ayudar a la gente a alcanzar lo que siempre quiso ser o hacer, hacer muy real y palpable la idea de "felicidad"**.

SISTEMA DE PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS PRC_ESTUDIO PARA POTENCIAR EL ANÁLISIS ESPACIAL Y LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA EN LAS APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Dr. Orlando Novua Álvarez - Instituto de Geografía Tropical (IGT), Cuba.

Resumen

Se abordan las bases teórico-conceptuales y los procedimientos necesarios para la ejecución de las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con la utilización de programas complementarios PRC a los sistemas de geoprocesamiento existentes, como solución alternativa que contribuye a potenciar el uso de análisis y representaciones cartográficas de la información geográfica para la solución de problemas geográficos concretos en el marco de dichas aplicaciones.

Se presenta la creación de dos programas complementarios PRC: SIMILITUD, para la clasificación de individuos espaciales basada en su similitud a un modelo, utilizando la distancia de similitud de Gower y TIPOGRAMAS, para la representación cartográfica de la información geográfica con el uso de tipogramas; ambos concebidos como partes de una plataforma única de programas complementarios diversos para el análisis y la representación cartográfica de la información geográfica (PRC_Estudio). Se presentan además aplicaciones SIG, relacionadas con el análisis y la representación cartográfica de la información geográfica, donde intervienen los dos programas complementarios anteriores.

Introducción

En Cuba se ha mantenido el interés constante, desde los años 80 del siglo XX hasta la actualidad, por el desarrollo paulatino de la inserción de las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la solución de problemas en múltiples esferas del conocimiento donde el análisis y la representación cartográfica de la información geográfica son esenciales. En sentido amplio es importante destacar la vinculación de las investigaciones referentes a las aplicaciones de los SIG con el desarrollo de múltiples proyectos científico-técnicos relacionados con el tratamiento de la información geográfica, asociados a diferentes programas nacionales y ramales, que se corresponden con la solución de problemas actuales y perspectivas del desarrollo económico y social del país.

Concretamente el Instituto de Geografía Tropical (IGT), integrado a la Agencia de Medio Ambiente y perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba, tiene contemplado dentro de su objeto social la ejecución de proyectos de investigaciones básicas, aplicadas y de innovación tecnológica y brindar servicios de asesoría, consultoría y asistencia técnica en el campo de la geografía, el medio ambiente y la geomática.

La estructura organizativa del IGT, desde el punto de vista científico, incluye a la vicedirección de Geomática, que aglutina especialistas encargados de la investigación y ejecución práctica de las aplicaciones de los SIG asociadas al desarrollo de diferentes proyectos de investigación que se ejecutan. La estrategia de desarrollo e innovación tecnológica del IGT incluye el empleo cada vez más activo de las tecnologías de la información geográfica en los proyectos y servicios científico-técnicos y la ejecución de investigaciones y productos tecnológicos que permitan el uso de análisis y representaciones cartográficas que resulten adecuadas y convenientes para la solución de problemas geográficos concretos en el marco de las aplicaciones de los SIG, teniendo en cuenta las particularidades del trabajo investigativo en el IGT.

En las aplicaciones de los SIG se emplean sistemas computacionales (paquetes de SIG y otros paquetes de geoprocesamiento) elaborados a escala mundial por entidades académicas y empresariales de alta especialización en este tipo de producto, que han tenido una amplia aceptación por sus usuarios, por tanto su uso se generaliza de manera constante. Estos sistemas, con el tiempo, se incrementan en número y diversidad; se hacen más complejos; abordan soluciones a mayor número de problemas, se perfeccionan; permiten más integración entre ellos, valiéndose de un alto nivel de intercambio entre los formatos de datos espaciales que manejan; permiten su manejo cada vez más fácil por parte de los usuarios y se producen bajo la concepción de la estandarización de los procesos que realizan. Al emplear estos sistemas computacionales, sus usuarios aprovechan todas las bondades que, de manera general ellos brindan, sin embargo, es también una realidad el hecho de que diferentes tipos de análisis y representaciones cartográficas, que se necesitan utilizar para resolver problemas particulares de carácter geográfico, así como la forma específica o personalizada de ejecutarlos, pueden verse limitados por las posibilidades que ofrecen los sistemas.

Existen formas de solucionar este problema (figura 1), algunas de las cuales se emplean en la actualidad en dependencia de las condiciones concretas de trabajo de los usuarios. Una de ellas es el uso de varios sistemas de geoproce-

samiento, incluso del mismo tipo, en una misma aplicación, buscando en unos las opciones que no presenten otros. Esta solución, además de abusar de la utilización de paquetes del mismo tipo que repiten los mismos procesos, deja restringido el problema a la posibilidad de encontrar o no la opción requerida. Es posible que ningún paquete responda a las expectativas del usuario para desarrollar los análisis y representaciones deseadas.

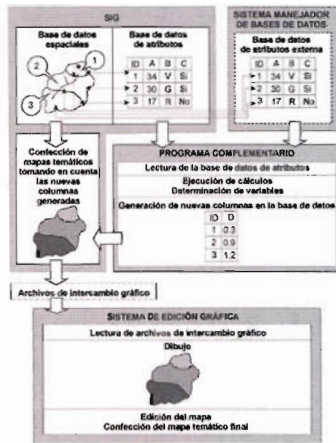


Fig. 1 Problemas y soluciones relacionados con el empleo de los programas computacionales en las aplicaciones de los SIG

Otra solución es crear sistemas de geoprocésamiento propios con las opciones deseadas. Este caso implica la generación de sistemas completos donde se repiten opciones que funcionan de forma excelente en sistemas ya existentes muy competentes y que requieren de una programación muy compleja. El usuario aquí se debe colocar al nivel de los grandes productores de los sistemas y generar productos competitivos y perdurables para que esta solución tenga sentido.

Una tercera solución incluye aprovechar, dentro de las bondades de los sistemas de geoprocésamiento, el uso de programas de tipo Script. Estos programas, que pueden elaborar los usuarios, se ejecutan como parte de los sistemas mencionados y permiten desarrollar las opciones faltantes que se desean incluir dentro de ellos, así como personalizar a gusto los procesos que se ejecutan. Los programas de tipo Script, sin embargo, se condicionan al uso en un determinado sistema de geoprocésamiento y pueden estar limitados a determinados lenguajes de programación. Esto significa que la solución dada a un problema dentro del marco de utilización de un paquete determinado de geoprocésamiento, necesitaría programarse nuevamente bajo los requerimientos de otro.

Una solución alternativa que se propone para el desarrollo de opciones de análisis y representaciones cartográficas de la información geográfica, no presentes en sistemas de geoprocésamiento existentes, es la elaboración y uso de programas complementarios (PRC) a estos sistemas.

Los programas complementarios PRC son programas que se crean y desarrollan independientemente de cualquier otro programa o sistema de geoprocésamiento existente. Se pueden realizar de forma fácil y empleando cualquier lenguaje de programación. No repiten los procesos útiles para la realización de análisis y representaciones cartográficas que se encuentran ya implementados en los sistemas existentes, sino que los complementan y se limitan a resolver los procesos que no están implementados. Interactúan

con cualquier sistema de geoprocésamiento según su tipo, valiéndose del intercambio entre los formatos modelo o estándar de los datos espaciales. De esta manera, no quedan cautivos a un sistema de geoprocésamiento específico.

Un conjunto de PRC que ejecute procesos comunes o presente procedimientos computacionales que se solapan, como parte de las distintas soluciones que brinda, puede incluso agruparse en forma de un sistema, que constituya una plataforma común de opciones de análisis y representaciones cartográficas disponibles para su uso de forma complementaria a una amplia variedad de sistemas de geoprocésamiento (Estudio, taller o gabinete de programas complementarios).

El objetivo general del presente trabajo se dirige a potenciar el uso de análisis y representaciones cartográficas de la información geográfica para la solución de problemas geográficos concretos en el marco de las aplicaciones de los SIG.

Los objetivos específicos son:

- Definir las bases teórico-conceptuales y los procedimientos necesarios para la ejecución de las aplicaciones de los SIG con la utilización de programas complementarios PRC a los sistemas de geoprocésamiento existentes.
- Demostrar la funcionalidad práctica de las aplicaciones de los SIG, bajo los enfoques propuestos, mediante la solución de problemas concretos relacionados con el análisis y la representación cartográfica de la información geográfica.

El aporte principal consiste en la definición de las bases teórico-conceptuales y los procedimientos necesarios para la ejecución de las aplicaciones de los SIG con la utilización de programas complementarios PRC a los sistemas de geoprocésamiento existentes, como solución alternativa que contribuye a potenciar el uso de análisis y representaciones cartográficas de la información geográfica para la solución de problemas geográficos concretos en el marco de dichas aplicaciones.

Además, se aborda el diseño y creación de la plataforma de programación PRC_ Estudio, (Estudio de programas complementarios), que actualmente ofrece soluciones para el análisis de similitudes de entidades espaciales a un modelo (SIMILITUD) y la representación cartográfica de la información geográfica en mapas temáticos mediante el uso de los tipogramas (TIPOGRAMAS), dando solución a los problemas que implica la ejecución de estos dos tipos de análisis y representación geográfica en el ambiente de un programa complementario PRC. La plataforma PRC_ Estudio tiene las ventajas de: ser abierta a la incorporación de nuevos tipos y métodos de análisis y representación de la información geográfica; crearse de forma sencilla; no repetir procedimientos que ya funcionan eficientemente en sistemas de geoprocésamiento existentes; así como emplearse en aplicaciones SIG de forma complementaria a cualquier sistema de geoprocésamiento que sea utilizado, constituyendo una alternativa más flexible que las soluciones de programación de tipo Scripts, que se condicionan al uso de un solo sistema determinado. Puede plantearse que los resultados de este trabajo poseen valor teórico-metodológico y práctico.

La ejecución del trabajo ha formado parte de los resultados del proyecto "Aplicación de herramientas de geoprocésamiento para la caracterización y el diagnóstico microrregional del medio rural en Cuba", desarrollado en el IGT, que ha vinculado los resultados obtenidos con la estrategia de desarrollo e innovación tecnológica del IGT. La trascendencia de la plataforma de programación PRC_Estudio comprende la inclusión de tipos y métodos de análisis y representación de la información geográfica demandados por nuevos proyectos, entre los que figuran de manera especial las actualizaciones de atlas regionales y especiales y del atlas nacional de Cuba.

El marco contextual en que se han desarrollado los ejemplos para la validación de las soluciones alternativas propuestas está relacionado con las particularidades del trabajo investigativo en el IGT, pero estas soluciones pueden emplearse en un marco más abierto, por ejecutores de aplicaciones SIG donde sus condiciones de trabajo las requieran.

Desarrollo de programas complementarios PRC para el análisis y la representación cartográfica de la información geográfica

El requerimiento de programas complementarios PRC lo sugiere la necesidad de resolver problemas concretos de carácter geográfico en el marco de las aplicaciones de los SIG, que no encuentran en las opciones brindadas por los sistemas de geoprocésamiento existentes las capacidades para su solución idónea o personalizada.

Para llegar a plantearse un problema relacionado con el análisis o representación de la información y su solución mediante un programa complementario es necesario:

- Determinar la necesidad práctica del análisis o la representación y evaluar antecedentes.
- Estudiar a fondo el análisis o representación cartográfica y enmarcar cada una de sus fases en el ambiente de un SIG.
- Determinar el grado de solución existente en los paquetes de SIG empleados, así como en otros paquetes asociados a otras tecnologías que se emplean en el marco del geoprocésamiento.
- Determinar la factibilidad de solución mediante el uso de los programas complementarios.
- Plantear el problema de forma clara, considerando como argumento todo lo referido acerca de los puntos anteriores.
- Desarrollar el programa complementario.

El desarrollo de los programas complementarios PRC se realiza aplicando el procedimiento que describe la figura 2. Los problemas a solucionar con la programación se analizan por los expertos temáticos que intervienen en la aplicación SIG de interés, o sea los expertos en el tema en que se aplica el SIG, quien establece las bases teóricas y metodológicas para darles respuesta. Los expertos en geoprocésamiento o en las modelaciones cartográficas, realizan la transferencia de los planteamientos de los temáticos al lenguaje de expresión que deben tener en un programa complementario PRC, para lo cual demandan de los temáticos los datos necesarios con los requerimientos, según el problema. Estos dos grupos de expertos, después de discutir el problema y sus posibles soluciones, se

reúnen con el grupo de programación para discutir con él sobre el problema, las soluciones, e incluso, propuestas de programación en sesiones de trabajo conjunto.

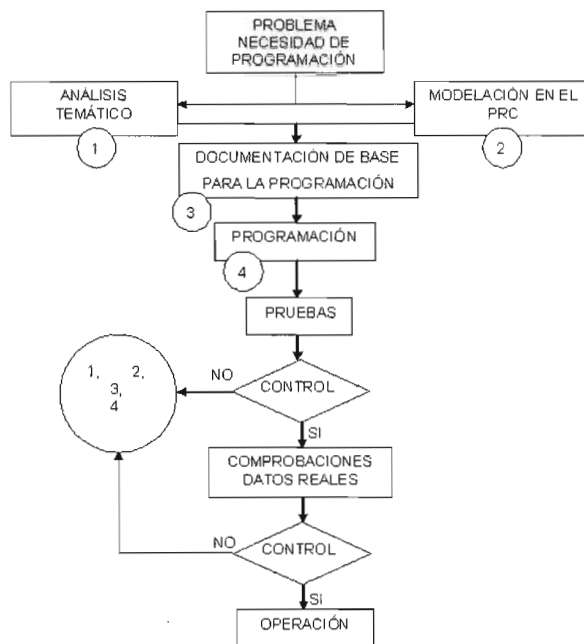


Fig. 2 Procedimiento general para el desarrollo de programas complementarios PRC.

Es recomendable, antes de la discusión planteada, la elaboración por parte de los dos primeros grupos, de una documentación de base para la programación. En este documento se pueden plantear conceptos, métodos y procedimientos que sean útiles a los programadores. Se puede abordar el título, la definición y los objetivos del programa. También pueden tratarse definiciones, métodos y procedimientos propios del trabajo que se está haciendo o referentes al ámbito de la especialidad que se está aplicando (de la cartografía, del medio ambiente...), relativos al ámbito propio de los SIG (funciones del SIG a que se hace referencia...) o también concernientes a temas matemáticos (coeficientes, fórmulas...).

Se puede incluir el planteamiento de algoritmos temáticos, que constituyen la secuencia lógica de acciones que se desea o se propone que se produzcan cuando se corra el programa. Los algoritmos elaborados por los temáticos no presentan al detalle las secuencias de comandos e instrucciones que plantean los programadores en determinado lenguaje, sino que describen de manera general los procesos propuestos para la solución del problema y así, los programadores tienen más elementos que facilitan centrar su atención en la propia programación y en la generación de ideas que mejoren el programa. Para describir mejor los pasos lógicos a seguir, desde el punto de vista temático, se pueden detallar las variables posibles a utilizar por el programa, así como su tipo y dominio. Se pueden plantear también determinadas condiciones para el comportamiento de las variables y para la corrida del programa. Por último, es recomendable agregar a la documentación ejemplos para la prueba del programa, con bases de datos de prueba y resultados conocidos de antemano. Es útil a los programadores adelantar posibles diseños del programa, que incluyan variantes de opciones, sistemas de menús, ventanas e iconos.

Los programadores juegan un papel activo. Esto quiere decir que al compartir la solución del problema con los demás especialistas buscan su programación óptima y proponen nuevos conceptos a aplicar, métodos, procedimientos, diseños, que enriquecerán el producto final.

Una vez elaborado el programa y demostrada su validez en la solución de los problemas empleados como pruebas, entonces debe pasarse a una etapa de comprobación del mismo con datos reales, bajo circunstancias contrastantes. Durante esta etapa los especialistas temáticos y en geoprocesamiento anotarán toda clase de comportamiento del programa para su optimización por los programadores. Como un mismo programa puede llegar a tener distintos grados de complejidad, se fija un grado determinado de complejidad como tope para una determinada versión, si los problemas hallados durante las comprobaciones del programa encajan dentro del tope de complejidad previsto, inmediatamente debe pasarse a su solución mediante la reprogramación, si por el contrario existen proposiciones que pueden mejorar el programa bajo topes de complejidad mayor, entonces se determinan nuevos topes para nuevas versiones, se elaboran las nuevas versiones y se repite el proceso anterior.

La documentación de base para la programación, una vez enriquecida por los programadores sirve para la elaboración de la ayuda del programa en su ejecución y para la documentación general que puede acompañar la instalación del programa.

Durante las comprobaciones del programa y su evaluación pueden participar, además de sus propios ejecutores, los usuarios de las informaciones y otras personas cuyo conocimiento de los problemas tratados o su interés permitan dar valiosos criterios.

Programa complementario SIMILITUD. Análisis de similitudes de entidades espaciales a modelos

En los estudios geográficos un lugar importante lo ocupa la clasificación de los objetos y fenómenos componentes de la envoltura geográfica. Éstos abarcan un universo muy grande y pueden ser de carácter físico (cuencas hidrográficas, sistemas montañosos, humedales), de carácter socioeconómico (asentamientos poblacionales, industrias) o de carácter integral (paisajes, geosistemas, ecosistemas). Una medida de similitud que puede ser aplicada en el análisis de entidades de carácter espacial es el coeficiente de similitud de Gower. Este coeficiente trabaja con variables cuantitativas, cualitativas y dicotómicas. Aplicando esta distancia de similitud se puede determinar el grado de semejanza o similitud entre un individuo modelo, que puede tener carácter espacial y un grupo de individuos, teniendo en cuenta determinadas variables asociadas a ellos. La distancia de Gower entre un individuo modelo y una población de individuos puede tener valores desde 0 (la distancia 0 a un modelo equivale al propio modelo) hasta el valor $21/2$. Así quedaría evaluado ese modelo en cada uno de los individuos y entonces podrían clasificarse estos últimos en intervalos de similitud.

Si se concibe en el ambiente de los SIG la clasificación de individuos espaciales basada en su similitud a un modelo, teniendo en cuenta un grupo de variables que los caractericen, salta a la vista rápidamente que este proceso tiene que ver en primera instancia con la generación de una

columna nueva en la base de datos de atributos como consecuencia de un cálculo (cálculo de las similitudes al modelo) que involucra a un conjunto de columnas de la misma. Esta nueva columna tendría los valores de similitud para cada individuo espacial. A continuación los individuos espaciales deben clasificarse en intervalos de similitud y lógicamente el resultado final se expresa en un mapa temático donde los grupos obtenidos, en dependencia de su similitud al modelo, se representan con distintos tonos de color.

Como convención se puede llamar al proceso de la clasificación de individuos espaciales basada en los atributos de una columna nueva de la base de datos, que se genera como consecuencia de cualquier cálculo que involucre a un conjunto de columnas de la misma, así como la elaboración de mapas temáticos que muestren los resultados de dicha clasificación, como: proceso cálculo - columna nueva - clasificación - representación.

El procedimiento propuesto entonces para realizar el proceso de cálculo - columna nueva - clasificación - representación, con el uso de los programas complementarios a los SIG, es el siguiente (figura 3):

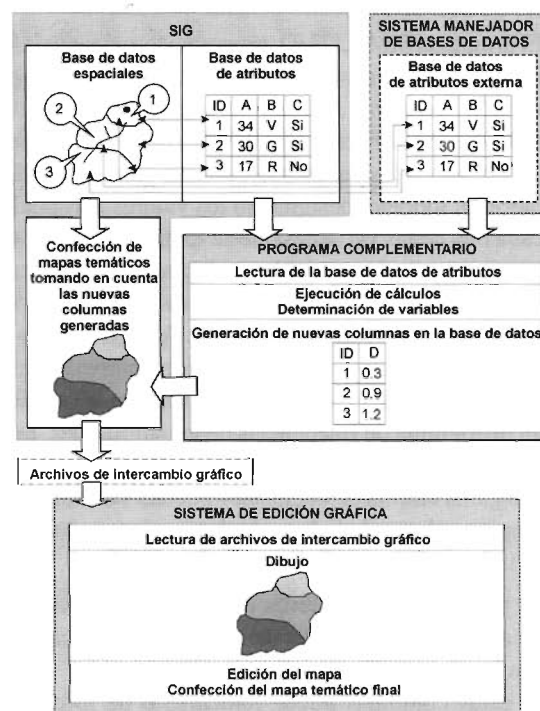


Fig. 3 Procedimiento para realizar el proceso de cálculo - columna nueva - clasificación - representación, con el uso de los programas complementarios PRC.

Los atributos o características de las entidades espaciales pueden manejarse en un SIG formando parte de la base de datos de atributos del propio software de SIG o formando parte de bases con formatos propios de sistemas manejadores de bases de datos externos. En este último caso se establecen conexiones de intercambio entre el software de SIG y las bases de datos externas.

Las bases de datos de atributos establecidas en formatos determinados pueden ser leídas por un programa complementario que analiza los atributos, realiza cálculos, determina variables y genera nuevas columnas en la base de datos con los resultados de los cálculos.

Empleando la asociación entre las entidades espaciales y

los datos de atributos en el software de SIG, las primeras pueden clasificarse según los atributos establecidos en las nuevas columnas generadas y se pueden obtener mapas temáticos que utilizan tonos de colores según los grupos creados durante la clasificación.

Opcionalmente se puede considerar una edición más compleja del mapa utilizando un sistema de edición gráfica. Para ello las entidades espaciales componentes de los mapas temáticos se pueden exportar en forma de archivos de intercambio gráfico. El sistema de edición gráfica puede leer estos últimos, dibujar el mapa y entonces se puede pasar a la edición requerida del mapa y a su confección definitiva.

El programa SIMILITUD es un programa complementario que se sustenta en el procedimiento anterior y permite la clasificación de individuos espaciales basada en su similitud a un modelo, utilizando la distancia de similitud de Gower. Concretamente el programa determina la distancia de similitud existente entre un individuo modelo y una población de individuos y crea una columna nueva en una base de datos de atributos con los valores de similitud determinados. Este proceso no está incluido en los paquetes de SIG de propósito general más usados.

El programa SIMILITUD, programado en lenguaje Borland C++ (Borland Software Corporation, 2002), en su primera versión (versión 1.0) permite: leer una base de datos de atributos en formato ACCESS (Microsoft Corporation, 2000); elegir los campos necesarios para el cálculo; establecer el modelo, designando los valores apropiados para cada una de las variables que se toman en cuenta; establecer pesos para las variables; calcular las distancias de similitud y generar nuevas columnas en la base de datos con el resultado de los cálculos. A esta versión se le agregó la posibilidad de establecer intervalos de similitud, para lo cual el usuario es auxiliado por la muestra de un histograma de frecuencias de las similitudes. Los valores de las variables en el modelo pueden expresarse según una gama amplia de opciones y pueden ser tomados de los propios valores de la base de datos o insertados de manera independiente.

Se pueden generar nuevas columnas en la base de datos de atributos con las distancias de similitud calculadas y con los valores de los intervalos establecidos. El nombre de estas columnas puede indicarse o de lo contrario el programa asume los nombres que se usarán. En el caso de la obtención de varias columnas nuevas producto de cálculos sucesivos el programa brinda la elección de sobrescribir los nombres existentes o no. Finalmente se puede indicar si las columnas generadas se insertarán o no en la tabla de atributos. El programa brinda además en una tabla los intervalos de la clasificación con los valores que toman todas las variables analizadas en cada uno de ellos, lo que puede emplearse en la conformación de la leyenda del mapa temático a realizarse.

Programa complementario TIPOGRAMAS. Representación cartográfica con el uso de diagramas especiales

Los tipogramas son diagramas o gráficos especiales que se emplean en los mapas temáticos para representar, en localidades o territorios determinados, el comportamiento de familias de variables que pueden o no estar expresadas

en iguales unidades de medida y sus valores pueden ser absolutos o relativos. Su esencia es representar sobre ejes concéntricos las magnitudes de las variables, estableciendo una relación entre el tamaño de cada eje y el valor de cada variable. Son interpretados con facilidad y brindan mucha información al unísono, lo que lleva a generar nueva información sintética como parte de la modelación cartográfica.

Los tipogramas no forman parte de las variantes de diagramas empleados para la representación cartográfica de la información en los paquetes de SIG comúnmente usados. Algunos paquetes de SIG específicos, sistemas de cartografía automatizada, sistemas de bases de datos, hojas de cálculo y sistemas estadísticos presentan opciones para la construcción de gráficos polares y las llamadas rosas. En ellos se representan comúnmente variables expresadas en la misma unidad de medida, empleando parámetros de construcción sencillos y en el caso de contemplar diferentes unidades de medida, no se tienen en cuenta todas las posibilidades de construcción de los tipogramas que han sido empleados en atlas cubanos.

El procedimiento propuesto para la elaboración de los mapas temáticos, que emplean diagramas, como es el caso de los tipogramas, con el uso de los programas complementarios a los SIG, es el siguiente (figura 4):

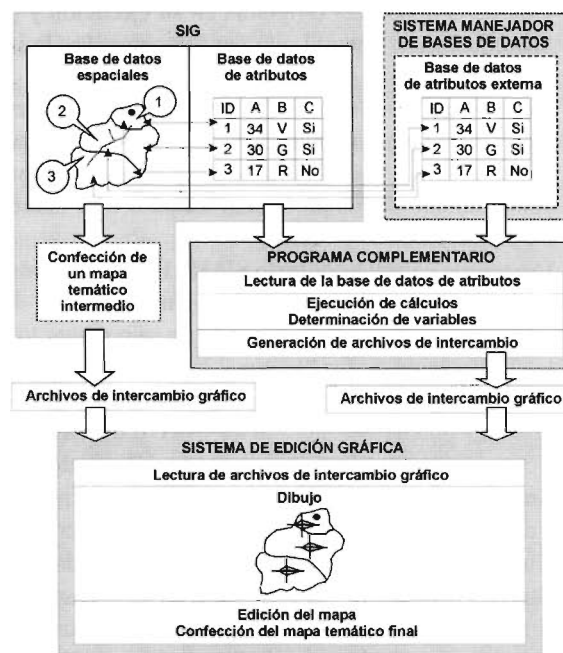


Fig. 4 Procedimiento para la elaboración de los mapas temáticos que emplean diagramas, con el uso de los programas complementarios PRC.

Las entidades espaciales, establecidas en capas de información, que pueden conformar la base cartográfica requerida para un mapa temático, se pueden exportar en forma de archivos de intercambio gráfico hacia otros programas. Empleando la asociación entre las entidades espaciales y los datos de atributos, las primeras pueden clasificarse según distintos atributos y se pueden obtener mapas temáticos intermedios. Las entidades componentes de estos mapas temáticos también se pueden exportar.

Los datos de atributos, tanto los que forman parte de las bases del propio software de SIG como los que forman parte de bases con formatos propios de sistemas manejadores de bases de datos externos, pueden ser leídos por

programas complementarios, que los analizan, realizan cálculos, determinan variables y generan archivos de intercambio gráfico. Estos programas pueden utilizar la información de los atributos seleccionados para elaborar entidades gráficas que se utilizan en la conformación de métodos de representación cartográfica.

Los archivos de intercambio gráfico, con la información de la base cartográfica requerida para el mapa temático, incluyendo la variante de una posible información temática intermedia, pueden ser leídos por un sistema de edición gráfica que, a la vez, posibilita su dibujo.

Los archivos de intercambio gráfico generados por los programas complementarios también se leen por el sistema de edición gráfica. Teniendo la base cartográfica más los elementos gráficos constituyentes de los métodos de representación cartográfica que se van a emplear, queda entonces la generación y edición de los elementos que le faltan al mapa con el uso de las bondades del propio sistema editor gráfico para llegar a la confección del mapa temático final.

El programa TIPOGRAMAS es un programa complementario que se basa en el procedimiento anterior y permite la construcción de mapas temáticos en los que se emplean los tipogramas.

El programa TIPOGRAMAS, programado en lenguaje Borland C++ (Borland Software Corporation, 2002), en su primera versión (versión 1.0) permite: leer una base de datos de atributos en formato ACCESS (Microsoft Corporation, 2000); elegir los campos necesarios; escoger opciones convenientes acerca de las propiedades de los datos; seleccionar las variantes de tipogramas deseadas y generar archivos de intercambio gráfico en formato DXF (Autodesk, Inc.). Se aborda la construcción de tipogramas con polígono total simple, con polígonos parciales obtenidos por bisectrices y con círculos concéntricos. Se brinda la opción de obtener tipogramas con los ejes enteros o con los ejes truncados por los polígonos. Se controlan las dimensiones de los tipogramas mediante un factor de escala que puede introducirse. En las pruebas preliminares y las comprobaciones con datos reales se ha empleado como editor gráfico de los mapas, con resultados satisfactorios, el sistema Corel Draw 9 (Corel Corporation y Corel Corporation Limited, 1999).

Mediante una ventana de diálogo TIPOGRAMAS establece una interfase interactiva con el usuario que permite escoger la columna de la base de datos que se empleará como nombre de las localizaciones a las que se va a referir el tipograma y a su vez las columnas de los datos que se representarán en sus ejes. El orden en que se eligen los campos de atributos con datos efectivos para los cálculos determina el orden en que se expresan los ejes del tipograma, partiendo del eje vertical superior, en el sentido de las manecillas del reloj.

Si todas las columnas vienen con datos expresados en la misma unidad de medida y en la misma escala, entonces los ejes del tipograma se pueden relacionar entre sí y la connotación interpretativa del tipograma como representación cartográfica puede incluir esta relación para cada localización, además del análisis de los diagramas entre las localizaciones. Los cálculos son distintos también a la variante de que las columnas vengan con datos expresados

en distintas unidades de medidas. En esta última variante los ejes no se pueden relacionar entre sí. El diagrama no tiene interés para el análisis de las variables examinadas en una sola localización, pero resulta muy útil el análisis de las familias de comportamientos de las variables entre las localizaciones, lo que hace al tipograma un diagrama especial, distinto a los diagramas más empleados en los más usados SIG.

Sistema PRC_Estudio. Estudio de programas complementarios

Los distintos programas complementarios a los SIG pueden tener una serie de procedimientos que se repiten o solapan. Los programas TIPOGRAMAS y SIMILITUD, por ejemplo, que han sido los casos analizados anteriormente, leen ambas bases de datos comunes y realizan algunas operaciones comunes con los datos almacenados. Atendiendo a esta característica es ventajoso el desarrollo de estos programas con procedimientos comunes, en el ambiente de un sistema único. Con la concepción del tratamiento de estos programas dentro de un sistema se evitan repeticiones en la programación, los programas funcionan óptimamente y de forma simplificada y rápida. Por otro lado los usuarios tienen a la mano, de manera unificada y compacta, toda una serie de programas al unísono.

Si se toman en cuenta las características de la información geográfica no es raro observar de manera frecuente la necesidad de la ejecución de varios tipos de análisis y de representaciones de diversas formas a un mismo universo de información, dentro del contexto de una misma investigación científica o trabajo práctico, por parte de los mismos especialistas. De manera que contar con un sistema de programas variados en un marco único puede ser de gran utilidad a éstos últimos.

Considerando todo lo expresado anteriormente se ha creado el sistema PRC_Estudio como un estudio de programas complementarios, un taller o gabinete concentrador de programas complementarios, un sistema que constituye una plataforma común de opciones de análisis y representaciones cartográficas disponibles para su uso de forma complementaria a una amplia variedad de sistemas de geoprocésamiento, donde hasta ahora se incluye un programa para el análisis de datos (SIMILITUD) y un programa para la representación cartográfica (TIPOGRAMAS), pero que podría desarrollarse con la inclusión de otros muchos programas.

PRC_Estudio guía al usuario en el trabajo con uno u otro programa complementario. Es un manejador de programas complementarios. Presenta un menú principal con las opciones de: "Archivo", "Activación" y "Ayuda".

En el menú de "Archivo" existen opciones para abrir una base de datos; para establecer las carpetas de los datos que se pueden generar durante la corrida de los programas; para la ejecución de los programas complementarios en cuestión y para salir del sistema. En el menú de "Activación" se presentan opciones para la activación o no de los distintos programas complementarios. Si no se desea la presencia de algún programa en el estudio, éste puede ser desactivado. Por último en el menú de "Ayuda" se pueden encontrar explicaciones acerca del contenido de los programas y acerca del sistema como tal. PRC_Estudio (versión 1.0) trabaja sobre plataforma Windows 98 o supe-

rior, se ha probado satisfactoriamente sobre Windows XP, empleando Office 2000 o XP. Se opera con procesadores PC Pentium III, 64 RAM o superior.

Ejemplo de empleo de PRC_Estudio.

A continuación se presenta un caso de estudio, que constituye una muestra de la ejecución de una aplicación SIG, relacionada con el análisis y la representación cartográfica de la información geográfica, donde intervienen los dos programas complementarios que se han creado, integrados en el sistema PRC_Estudio.

Se representa en un mapa del Caribe una clasificación de los países, atendiendo a su similitud a un modelo muy favorable de calidad de vida, teniendo en cuenta como indicadores o variables que definen la calidad de vida: la población con acceso a servicios de salud (%), la población con acceso a agua potable (%), la tasa de mortalidad infantil (‰), la población dependiente (%), la tasa de alfabetización de adultos (%), los partos con atención profesional (%), la población con acceso a saneamiento adecuado (%), la tasa de mortalidad en menores de 5 años (‰), la tasa de natalidad (‰) y la esperanza de vida al nacer (años). Para ello se emplea un cartograma con cinco grados de similitud al modelo muy favorable de calidad de vida: muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo. Además se presenta por países la caracterización gráfica de estos indicadores empleando tipogramas. El mapa se titula "Calidad de vida en países del Caribe. Sus grados de similitud a un modelo muy favorable".

Ejecución de la aplicación:

Se empleó la base cartográfica digital del Atlas de Medio Ambiente del Caribe, establecida con una capa vectorial: países (polígonos). Ésta se encuentra referenciada empleando el sistema de coordenadas geográficas y a la misma se encuentra asociada una base de atributos con los nombres de los países.

Con el empleo del sistema gestor de bases de datos Access se construyó una base de datos de atributos externa con las variables que caracterizan a los países. Las fuentes de los datos de atributos fueron:

PRB (Population References Bureau) (2002 a): Cuadro de la población mundial. Datos y cálculos demográficos sobre los países y regiones del mundo. PRB, 12 pp. Washington.

FNUAP (Fondo de Población de las Naciones Unidas) (2002): El estado de la población mundial. Huellas e hitos: Población y cambio del medio ambiente. FNUAP, New York, 73 pp.

CEPALC (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2002): Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2001-2002. LC/G. ONU, Santiago de Chile, 279 pp.

PRB (Population References Bureau) (2002 b): Datos estadísticos sobre países y regiones del mundo <http://www.prb.org>, <http://www.measurecommunication.org>
La información está referida al año 2001.

El modelo muy favorable de condiciones de vida lo constituye un modelo real: Canadá. Los valores de los indicadores analizados para Canadá son el modelo al cual se determina la similitud.

Se indicó la construcción de tipogramas que expresan distintas unidades de medida y presentan polígonos totales simples con ejes truncados por los polígonos.

El mapa final obtenido se muestra en la figura 5.



Fig. 5 Mapa "Calidad de vida en países del Caribe. Sus grados de similitud a un modelo muy favorable", obtenido mediante una aplicación SIG con la intervención del sistema de programas complementarios PRC_Estudio.

Conclusiones

1. Los programas complementarios (PRC) a los sistemas de geoprocésamiento empleados en las aplicaciones de los SIG, permiten resolver limitaciones en las posibilidades que brindan los sistemas de geoprocésamiento existentes, para la utilización de diferentes tipos específicos de análisis y representaciones cartográficas de la información geográfica y proporcionan facilidades para ejecutar éstos de forma personalizada, ofreciendo además las ventajas siguientes:

- Permiten no desarrollar sistemas de geoprocésamiento nuevos, cuya programación resulta compleja e implica la repetición de procesos que funcionan de forma excelente en sistemas existentes, muy competentes.
- Se crean y mantienen de forma sencilla en comparación con los anteriores.
- Se emplean de forma complementaria a cualquier sistema de geoprocésamiento que sea utilizado, constituyendo una alternativa más flexible que las soluciones de programación de tipo Scripts, que se condicionan al uso de un solo sistema determinado.

2. Se demostró en la práctica la factibilidad de la creación de los programas complementarios PRC, empleando los procedimientos propuestos para ello. Además, se demostró la efectividad práctica del diseño de los programas SIMILITUD y TIPOGRAMAS, así como de la plataforma PRC_Estudio.

3. La propuesta de la creación de PRC_Estudio conlleva a contar con una plataforma de programación sistematizada, que tiene la ventaja de ser abierta a la incorporación de nuevos tipos y métodos de análisis y representaciones cartográficas de la información geográfica que se requieran en investigaciones geográficas futuras y que pueden ser empleados al unísono, de forma interrelacionada, en una aplicación SIG.

Bibliografía

Novua, O. (2005): Contribución al análisis espacial y la representación cartográfica en las aplicaciones de los sistemas de información geográfica. Uso de programas complementarios PRC y estructuración del personal. Tesis de doctorado, Inédito, Instituto de Geografía Tropical, La Habana, 100 pp.

Tecnología Leica GNSS Por encima de lo habitual



Presentamos la tecnología Leica GNSS (GPS and GLONASS)

Añada más satélites GLONASS al sistema GPS con las más altas prestaciones del mundo. Reduzca el tiempo de adquisición y aumente su productividad - sobre todo cuando los árboles impiden la recepción de los satélites GPS. La más que experimentada fiabilidad del System 1200 sube de nivel con el soporte de GLONASS para entregar resultados excelentes con SmartTrack y SmartCheck+.



Leica GX1230 GG/ATX1230 GG GPS y tecnología GLONASS GNSS

- Más mediciones desde todos los satélites GLONASS
- El primero del mundo
- SmartTrack+ & SmartCheck+
- Totalmente compatible con Leica TPS1200 y SmartStation
- Creado para soportar futuras señales GNSS (GPS L5 & Galileo)

Para organizar una demo, contacte con su representante local de Leica Geosystems.

Altimetría con radar InSAR

Para medir la subsidencia del suelo.

Pascual Bolufer - Físico - Instituto Químico de Sarriá - Barcelona

El Simposio de Venecia

Con el tema: "15 años de progreso en altimetría radar" los días 13-18 de marzo pasado se ha celebrado en Venecia un simposio en que se han descrito los grandes avances conseguidos en el estudio de los glaciares, desplazamientos y subsidencia de terrenos y taludes, observación de volcanes y predicción de terremotos.

En España el Instituto Geológico y Minero ha continuado este año el Proyecto Terrafirma para identificar y monitorizar la subsidencia en el medio urbano mediante InSAR (interferometría radar), concretamente la subsidencia del terreno en el área metropolitana de Murcia entre 1995 y 2006. Con ello se pretende conseguir conocimiento de los riesgos geológicos de Murcia, en el ámbito de la planificación territorial y ordenación urbana.

En detección remota hay dos métodos complementarios: altimetría láser y el radar de apertura sintética, desde satélites.

La altimetría láser se usa desde satélites.

Desde aeronaves y desde satélites se usa el SAR (radar de apertura sintética) y sistemas ópticos hiperespectrales, sin láser.

Con el segundo método (SAR) se logra la interferometría con radar.

Radar con antena real

Recordemos antes algunas nociones básicas del radar. Radar es un acrónimo de RAdio Detección And Ranging (detección y medición de distancias mediante ondas electromagnéticas). Es un sistema activo, que transmite radiaciones electromagnéticas, cuya longitud de onda se encuentra comprendida en la banda de 6 mm hasta 1 m (300 MHz). En los primeros años del radar se usaba para localizar y determinar la distancia de objetos, como barcos o aviones, fundado en la medición del tiempo que tarda en volver, una vez reflejado en el objeto, un pulso de radiofrecuencia, que envía el propio radar. Actualmente puede generar imágenes del objeto, incluso tridimensionales. Eso logran los radares doppler con antena expandida por síntesis de software.

Dado que conocemos la velocidad de la luz, es fácil conocer la distancia a la que se halla el objeto.

En cuanto a la dirección (azimut) en que se halla el objeto, se consigue con antenas parabólicas, que son altamente direccionales, que emiten y reciben en un ángulo muy estrecho.

Hay radares de onda continua y de pulsos, y ambos se basan en el efecto Doppler, con antena formada por un array de dipolos.

Llamamos satélite activo al que usa un radar doppler SAR, por supuesto con antena de ancho sintético, formador de imágenes de tierra.

La fórmula del radar es: $P_r = P_t G_t A_r s / (4\pi)^2 R^4$

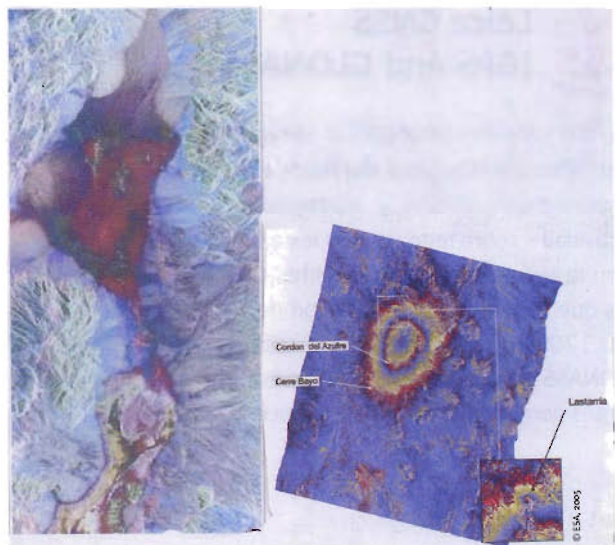


Mosaico de velocidad del hielo en Groenlandia, obtenido con interferometría de radar entre los años 2000 y 2005, con los satélites Radarsat-1, ERS-1 y Envisat. Entre los años 1996 y 2000 comenzó la fusión de hielo por debajo del paralelo 66° y se extendió al paralelo 70° e incluso más arriba en 2005. El déficit de hielo está aumentando. En la última década la pérdida ha sido de 90 a 220 kms.cúbicos por año. La contribución de Groenlandia al aumento del nivel del mar sigue creciendo. En el mosaico el código de colores es logarítmico: gris velocidad de 1m por año hasta 3 kms/año color púrpura.
Autor: Eric Rignot, JPL, California y Universidad de Kansas, EE.UU.

Lo más importante de la fórmula es: R^4 (distancia del objeto al radar). La potencia del pulso eco del radar es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la distancia. El radar envía un pulso muy potente, pero recibe un eco muy débil.

Hay además otros factores de propagación adversos: los efectos multi ruta y de sombreo.

Los radares que observan objetos móviles experimentan que la señal cambia su frecuencia en función del tiempo, como ocurre con el sonido de un ave o murciélago.



(Izquierda) El valle de la muerte (Death Valley, EE.UU.) con ondas de radar polarizadas. El color es sintético.

(Derecha) El volcán Cordon del Azufre, en la frontera entre Argentina y Chile, visto con interferometría de radar. Foto: R&D Altamira.

Radar de apertura sintética

El SAR constituye un desarrollo particular de los principios generales del radar. Está constituido por una gran antena, que en un avión se coloca debajo o a un lado. Transmite un haz muy estrecho horizontal.

Los ecos que se reciben procedentes del terreno iluminado por el radar son grabados en una película para su posterior análisis, usando software sofisticado aplicado a la amplitud y fase del eco, que omitimos aquí.

Las longitudes de onda del radar son mucho mayores que las de la luz, comparables en dimensión con las rocas y piedras. Los efectos de resonancia dan fuertes ecos, y permiten descubrir fallas geológicas que son difíciles de identificar sobre fotografías.

En el SAR la amplitud y fase del eco es grabado sobre una cinta o disco. Mediante un procesamiento posterior se puede alcanzar una resolución en la dirección longitudinal del vuelo 100 veces mejor que lo que se obtiene con una antena de apertura real. La resolución transversal es mucho mejor todavía.

La anchura del haz, en sentido transversal, depende inversamente de la longitud de la antena, pero se aprovecha el movimiento del satélite o avión para crear una gran antena sintética. La antena tiene una longitud que oscila entre 3 y 6 m, porque la difracción exige una gran antena para producir un haz estrecho.

El pulso es ancho en sentido vertical. Con frecuencia ilumina el terreno desde el nadir del satélite o avión hasta el horizonte.

Si el terreno es llano los ecos llegarán desde distancias diferentes, normales a la trayectoria, lo cual permite distinguirlos.

Como la antena avanza, se consiguen una serie de observaciones de un mismo objeto desde ángulos horizontales diferentes, como si se hubieran obtenido simultáneamente desde una misma antena. Es la base del SAR. Un ordenador potente puede "sintetizar" la antena. Este análisis se hace desde una estación terrestre, después de terminar la exploración, usando técnicas de la transformada de Fourier. El resultado es un mapa de la reflectividad (incluyendo la amplitud y la fase). Equivale a una foto en blanco y negro. Cuando no había ordenadores se usaban las holografías. De hecho el SAR es fundamentalmente algo similar a la holografía, solo que usa microondas en vez de luz.

El SAR requiere una potencia eléctrica considerable, comprendida entre 2 y 4 kW.

La estabilidad del satélite o aeronave repercute en la resolución y en la fidelidad de reproducción del terreno sobrevolado. Los cambios de altitud repercuten en la escala transversal de manera mínima. Cambios de ± 20 m en una altitud de la aeronave de 6.000 m resultaría un cambio de 0.3% de esta escala.

El balanceo del avión transforma el equilibrio de la intensidad de la señal en función de la dirección, con lo cual señales de retorno desde áreas iguales no podrán producir una imagen constante. Son tolerables ángulos de balanceo de unos 4° , no más, lo cual obliga a disponer de un sistema de estabilización.

El derrape o guiñada es la desviación angular en el plano horizontal. La inestabilidad produciría distorsión de la imagen grabada sobre la cinta. Hay varios métodos para evitarla.

La corrección de cabeceo se logra de forma similar a la de derrape.

Lo mejor para minimizar errores de estabilidad es usar un giróscopo.

La polarización

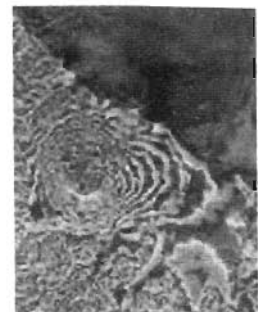
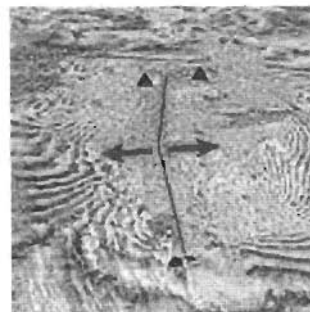
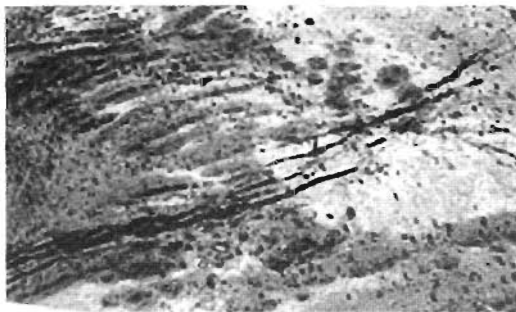
Las ondas de radar están polarizadas. Materiales diferentes reflejan las ondas del radar con diferente intensidad, pero hay materiales anisotrópicos, como la yerba, el césped, que con frecuencia reflejan diferentes polarizaciones con intensidad diversa. Algunos materiales cambian la polarización.

Si el radar emite usando varias polarizaciones, se logran imágenes equivalentes a los tres canales de color, y logramos una imagen coloreada sintética. La interpretación de estos colores requiere hacer pruebas con materiales conocidos.

El satélite Envisat lleva a bordo el ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar), que incorpora la doble polarización: puede transmitir y recibir señales en polarización horizontal y/o vertical. El modo AP, de polarización alternada mejora la capacidad del Envisat para clasificar diferentes clases de terreno.

Como las propiedades reflectoras de la superficie dependen del tipo de polarización, el uso de 2 tipos de polarización aporta más información, son dos canales, dos imágenes del mismo objeto.

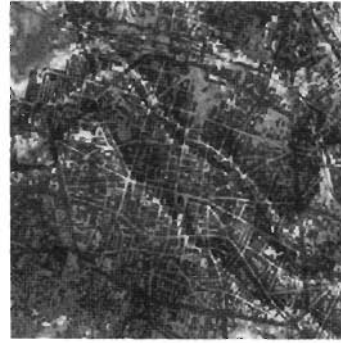
La polarización cruzada es un canal opcional, que transmite en polarización horizontal y recibe el eco polarizado verticalmente. El proceso se puede invertir: transmitir en vertical y recibir en horizontal.



(Izquierda) Foto aérea del valle de hendidura (rift) en el desierto Afar, Etiopía. En Septiembre 2005 en solo 3 semanas se produjo la grieta de 8 m a lo largo de 60 kms. Foto Tim Wright, de la Universidad de Leeds, Inglaterra.

(Centro) Interferograma en 3D del mismo rift, gracias al SAR del satélite Envisat, con observaciones antes y después del evento.

Sin el Envisat no tendríamos ni idea de la escala de esta grieta, tan extraña por la rapidez con que se ha producido. Seguramente se debe a que está subiendo magma fundido en el límite entre las placas tectónicas de Arabia y África. Ambas placas se separan a la velocidad de unos pocos centímetros por año, según Tim Wright. Hace 30 millones de años se produjo el rift del Mar Rojo, que separó Arabia de África. Ahora sigue el proceso con el rift de Afar. (Derecha) Interferograma del volcán Etna, obtenido con el InSAR del Envisat.



(Izquierda) La mina de cobre Palabora, a 360 kms de Pretoria, África. Las extracciones subterráneas en una galería de 1 km han producido inestabilidades dramáticas: más de 60 millones de Tm cayeron al fondo desde la pared norte, con hundimiento del terreno hasta 2 m en el borde superior del pozo cónico. La empresa AMEC ha recurrido en 2006 a ESA para usar el InSAR del Envisat con el fin de detectar subsidencias inferiores al centímetro. Se trata de vigilar una zona amplia, no solo el pozo minero. El satélite es más económico que los sistemas tradicionales terrestres. (Centro) La subsidencia en la ciudad de Bolonia, observada por la interferometría diferencial del ERS. Se han codificado los colores para mostrar el grado de subsidencia. La ciudad se halla entre los ríos Reno y Savena, con agua subterránea en el subsuelo. (Derecha) Interferograma de Bam, Pakistán, cuando recientemente sufrió un potente terremoto, observado por el InSAR de Envisat

El modo AP permite discriminar tipos de vegetación, que producen dispersión múltiple de la señal, antes de regresar al receptor, en comparación con el rebote simple del eco, típico de la superficie lisa.

Al observar hielos flotantes en el mar, el modo AP permite distinguir el límite entre el hielo y el agua.

Interferometría de apertura sintética

La interferometría estudia los fenómenos que se producen en las interferencias de ondas, cuando hay superposición local de ondas de diferente fase. Las ondas se refuerzan, se neutralizan.

La apertura de síntesis es un tipo de interferometría, que mezcla señales.

En astronomía son conocidos los interferómetros con telescopios ópticos o de radio. Se usan para observaciones de alta resolución óptica, infrarroja, submilimétrica y de radio. Para producir imágenes de gran calidad se requieren muchas separaciones diferentes entre los telescopios. La separación entre dos telescopios vista desde el objeto celeste se llama línea de base. Para conseguir alta calidad hacen falta líneas de base las más posibles.

Por ej.: el VLA, el gran array de telescopios de EE.UU., dispone de 27 radiotelescopios, que permiten disponer de 351 líneas de base simultáneas. El VLA logra imágenes de gran calidad.

En interferometría óptica el array consta de 4 o 6 telescopios, es decir, disponemos de 15 líneas de base diferentes. La mayoría de los interferómetros utiliza la rotación terrestre para aumentar el número de líneas de base: se hacen observaciones en tiempos diferentes, con separaciones y ángulos entre los telescopios, que varían con el tiempo, respecto del objeto celeste que observan.

No hace falta comprar más telescopios o moverlos manualmente. La rotación terrestre ya los mueve.

En 1950 por primera vez se discutió el tema de usar la rotación terrestre para observar radioestrellas. La apertura de síntesis fue utilizada por Martin Ryle en Inglaterra, con 2 radiotelescopios distanciados 5 kms. y por ello recibió el Premio Nobel.

Con la llegada de los ordenadores se logró la Very Long Base Interferometry, para conseguir líneas de base de miles de kms.

En 2006 tenemos la aperture masking interferometry, con rotación artificial del array de instrumentos, en vez de usar la rotación terrestre. Un avance más.

Con el radar también se usa la interferometría. Se llama InSAR, Interferometría SAR. El satélite Envisat ha logrado con el InSAR resoluciones excelentes, como si la antena tuviera las mismas dimensiones que la separación entre dos mediciones.

Supongamos que colocamos dos antenas en el mismo avión separadas entre sí. Obtenemos dos muestras simultáneamente: cualquier diferencia de fase contendrá información sobre el ángulo de regreso del eco. Combinando este dato con la información de distancia, se determina la posición en 3 dimensiones del píxel de imagen.

En otras palabras, extraemos la altitud del terreno y la reflectividad de radar. Hemos producido un modelo digital de elevación con una sola pasada del avión.

En el 2000 desde Space Shuttle el Canada Centre for Remote Sensing produjo mapas digitales de elevación con resolución de 5 m y errores de altitud de 5 m.

Si tenemos dos muestras, separadas en tiempo, tal vez dos pasadas del satélite o avión sobre el mismo terreno, hay pues dos posibles causas de cambio de fase. La primera causa es la altitud, la segunda es un movimiento del terreno: el suelo se ha movido entre las dos observaciones, y por ello hay cambio de fase.

La magnitud del desplazamiento del suelo, requerido para causar una diferencia de fase, es del orden de la longitud de onda usada. Esto significa que si el movimiento del terreno es de centímetros, lo podremos ver en la imagen.

Hace falta el mapa digital de elevación y una 3ª pasada del avión.

InSAR es un buen instrumento en geología y geografía. Los desplazamientos de un glaciar se pueden comprobar con dos pasadas del avión. Igualmente los desplazamientos debido a un terremoto de poca intensidad o una erupción volcánica.

Se han publicado datos de una disminución de un volcán, de solo varios centímetros.

Interferometría diferencial

La D-InSAR requiere al menos dos pasadas del satélite o avión, además del Modelo digital de elevación (MDE). Este mapa se puede lograr con mediciones GPS, o generarlo por interferometría.

En principio la detección del movimiento del suelo es sencilla. Se crea un interferograma con las dos primeras imágenes. Lo llamaremos interferograma de referencia. Hay que crear un 2º interferograma. Si restamos éste respecto

del primero aparecerán franjas diferenciales, que indican movimiento.

Estas franjas indican cambios de distancia del blanco en el suelo, producidos durante la obtención de los dos interferogramas. En la D-InSAR cada franja es directamente proporcional a la longitud de onda SAR, unos 5.6 cms. en el satélite ERS y RADARSAT.

El desplazamiento de la superficie alejándose del satélite aumenta la trayectoria, y produce un cambio de fase. Como la señal viaja desde la antena al blanco y viceversa, el desplazamiento medido en el D-InSAR es proporcional al doble de la longitud de onda.

Con la antena SAR (sin interferometría diferencial) obtendríamos solo 1/2 de la longitud de onda, 2.8 cms. Al medir el movimiento del suelo tenemos en cuenta el paso ascendente y descendente del pulso del radar.

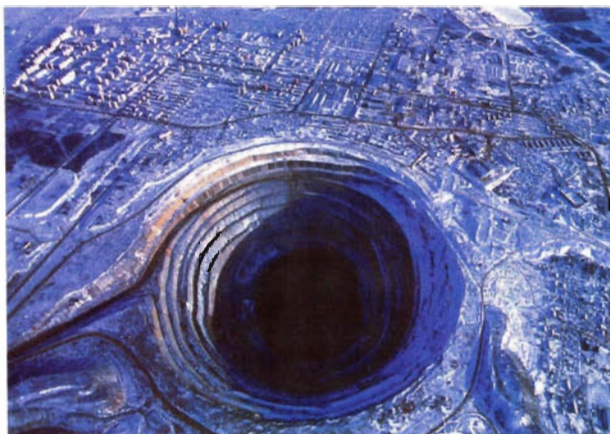
Se logran mediciones 3-D del movimiento del suelo, con una precisión comparable al GPS.

Se trata de aplicaciones sobre subsidencia, análisis de estabilidad de taludes, corrimientos de tierras, movimiento glaciar, etc.

La sonda Magellan ha obtenido el mapa de Venus durante varios años usando la técnica SAR, con curvas de nivel. La sonda Cassini a Saturno ha usado SAR para obtener el mapa de Titán, la mayor luna. El mérito del radar consiste en que la atmósfera de Titán está parcialmente escondida a la observación óptica, debido a la neblina, pero es transparente al radar.

El Plan Mineseeker Project pretende conocer qué regiones contienen minas escondidas en el suelo. Las pruebas iniciales son prometedoras, porque el SAR puede detectar incluso las minas de plástico enterradas.

El estudio de las franjas del interferómetro puede detectar pequeños movimientos del suelo sobre áreas extensas: las placas tectónicas que rozan entre sí, la "respiración" lenta de volcanes activos, la subsidencia de una calle urbana, debido a la extracción de agua subterránea, o incluso la expansión térmica de un edificio en un día soleado, caluroso.



La mina de diamantes de Mirny, Rusia, también está expuesta a desprendimientos de tierras, que hay que prever con el InSAR.

ESA ha convocado una reunión en Frascati, Roma, el próximo diciembre, el tercer ESA International FRINGE Workshop, allí 230 investigadores que durante 5 días estudiarán los avances InSAR logrados por el satélite Envisat. Fabio Rocca, del Milán Politecnico, en enero pasado ponderaba en Venecia el extraordinario nivel de precisión lo-

grado con el InSAR, que nos muestra cómo cambia el paisaje. Es muy diferente de mirarlo con longitudes de onda ópticas. El radar resalta hasta la rugosidad del terreno.

Según F. Rocca, la superficie de un edificio refleja la luz, pero el radar puede penetrar las paredes, y llegar hasta el esqueleto de acero que hay debajo, sus esquinas agudas producen una alta reflectividad del pulso del radar.

El Vesubio: Paul Lundgren, del JPL, California, ha logrado más de 100 interferogramas, producidos por el ERS entre 1992 y 2001, que revelan desplazamientos del terreno, de hasta 14 cms, producidos durante las mediciones.

El volcán se hincha y deshincha alternativamente, en dependencia de la presión subterránea de la cámara de magma. Si presentamos los interferogramas como una animación parece que el Vesubio "respira".



El mayor instrumento del ENVISAT es el Advanced Synthetic Aperture Radar, opera en la banda C, y asegura la continuidad de los datos obtenidos por el ERS-2. La inclinación de la órbita es de 98°. Orbita la Tierra en 101 minutos.

Es posible predecir el comportamiento del volcán. El Envisat puede continuar la observación.

En la reunión de ESA sobre Interferometría en Venecia, llamó la atención la precisión de un desplazamiento vertical de 15 mm, en el lago Voskok, en la Antártica oriental, obtenido con los interferogramas de ERS-1 y 2, en 1996. Las aguas debajo del hielo oscilan 15 mm, debido a las mareas. Los resultados obtenidos con el GPS durante los dos últimos veranos confirman la conclusión. La fuente es Anja Poetzch, de la Universidad Técnica de Dresde.

Hay que continuar las observaciones. Tanto ERS como Envisat tienen órbitas idénticas, y el radar funciona en la banda C.

En la reunión de ESA en Venecia se discutió sobre ir más allá de la banda C. Se está estudiando un satélite TerraSAR-L, de observación remota, que empleará la banda L de radar, una onda más larga, pero más apropiada para observar superficies con vegetación.

La comunidad de usuarios de InSAR aumenta sin cesar: compañías de seguros, el ferrocarril, las empresas del gas y petróleo. Todos desean que las observaciones desde órbita con InSAR continúen.

Referencias

- Biccari, Daniela. Envisat's Advanced Synthetic Aperture Radar. Ed. ESA, 2006.
- Chevalier, Claude. Doris, le géomètre de l'espace. CNRS, Paris 2005.
- Martinek, Steve. Dynamic polarization interferometry. Ole, October 2005.
- Picardi, Giovanni. Radar soundings of the subsurface of Mars. Science, 23 dec 2005.
- Rocca, Fabio. Fringe scientists use radar vision to see the Earth move. Ed. ESA, Paris 2006.
- Schultz, B. Spaceborne laser altimetry: 2001 and beyond. Univ. of Texas, at Austin, EE. UU. 2001.
- Shane, Cloude. New radar imaging technologies for earth observation. Ed. ESA, Paris 2006.

UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE INUNDACIÓN POR INTENSAS LLUVIAS EN DOS SECTORES DE CIUDAD DE LA HABANA, CUBA.

MSc. Ramiro E. Reyes González*

MSc. Miguel Sánchez** - Lic. Tereza Imbert* - Lic. Eugenio Landeiro** - Lic. Yusniel Nuñez**

* Vicedirección de Medio Ambiente

**Vicedirección de Estudios Geográficos - Grupo de Geodinámica y Riesgos - Instituto de Geografía Tropical

Las afectaciones ocasionadas por las inundaciones en áreas del municipio Cerro, Centro Habana y La Lisa están asociadas a las intensas lluvias producidas el 23 de Mayo del 2006. Según el Centro de Pronóstico del Tiempo del Instituto de Meteorología, este día cayó un máximo de 195 mm (en el municipio del Cerro) en apenas dos horas, las mismas están asociadas a la formación de un sistema severo de precipitaciones que trajo consigo inundaciones relámpagos o repentinas a partir de las 6.31 p.m. del mencionado día (Figura 1.). Estas lluvias súbitas con una alta intensidad que produce un elevado volumen de escurrimiento superficial ocasionan inundaciones y producen daños en las personas y propiedades. El régimen de precipitaciones del país posibilita la formación de inundaciones, sobre todo durante el período lluvioso (mayo a octubre), aunque se han producido inundaciones importantes en la época menos lluviosa (noviembre a abril) debido a la influencia de frentes fríos. El Dr. José Rubiera indica que son de muy difícil pronóstico y que en las condiciones actuales determinar la frecuencia de este tipo de inundaciones no es posible.

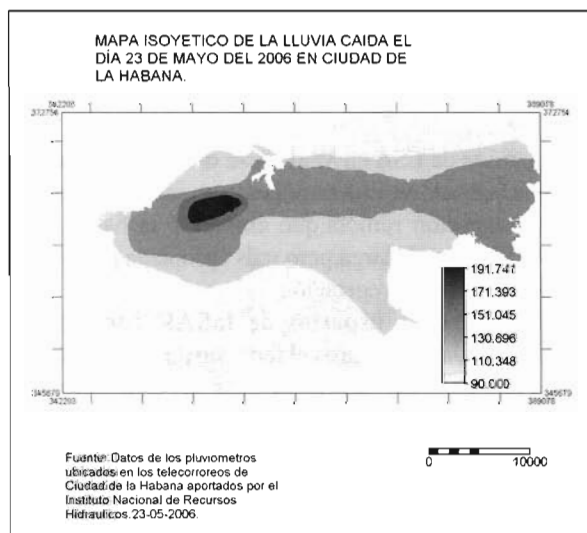


Figura 1. Mapa Isoyético de la lluvia caída el día 23 de Mayo del 2006 en Ciudad de La Habana.

Otra inundación importante que ocurrió al Este de la Capital del país fue en el año 1982. Entre los días 18 y 19 de

junio de ese año se produjeron intensas lluvias que ocasionaron fuertes inundaciones, tanto en las partes bajas del interior de las cuencas como en el litoral, debido a una onda tropical. En el plano isoyético se alcanzaron precipitaciones máximas desde 300 hasta 700 mm en un espacio de 7 horas. En el año 1979 con el paso de la Tormenta Tropical Frederic por Pinar del Río se produjeron algunas inundaciones en la Capital del país.

El objetivo de este trabajo es la determinación de categorías de peligro, vulnerabilidad y riesgos de inundación utilizando los Sistemas de Información Geográficos (SIG), en dos sectores de Ciudad de la Habana afectados por las intensas lluvias del día 23 de Mayo del 2006. El resultado de este trabajo brinda una información valiosa a los tomadores de decisión.

El trabajo considero que el procedimiento de estudio aplicado es un modelo teórico que se trata de ajustar a las condiciones del territorio con las mediciones de las cotas de inundación y otras variables. Se realiza en un territorio urbanizado, donde las construcciones e infraestructura influyen en los parámetros aquí determinados.

La ocurrencia de un desastre depende de dos factores:

- Peligro o Amenaza: La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino
- Vulnerabilidad: Grado de la pérdida como resultado de la ocurrencia del fenómeno

En este trabajo se elaboró un mapa cualitativo del peligro, combinando varios mapas de parámetros. Posteriormente se elabora un mapa de la vulnerabilidad, y ambos mapas se combinaron y se genero un mapa de riesgos.

Las áreas de estudios son:

ZONA # 1: Localizada en los municipios Cerro y Centro Habana, conocidas popularmente como los barrios de San Martín y el Pontón. (Figura.2)

Utilizando el sistema de proyección Cuba Norte, esta zona queda comprendida según las coordenadas planas en: Extremo izquierdo inferior, $x=358996.68$, $y=366241.57$; Extremo derecho inferior, $x=359757.56$, $y=362447.71$; Extremo derecho superior, $x=359751.43$, $y=367002.46$; Extremo izquierdo superior: $x=358996.68$, $y=367002.46$.

ZONA # 2: Localizada en el municipio La Lisa, el lugar conocido popularmente como el Hoyo de la Lisa. (Figura.2)

Esta zona queda comprendida en: Extremo izquierdo inferior, $x=352002.40$, $y=360747.16$; Extremo derecho inferior, $x=352500.55$, $y=360748.33$; Extremo derecho superior, $x=352501.71$, $y=360996.82$; Extremo izquierdo superior: $x=35002.40$, $y=360997.98$.

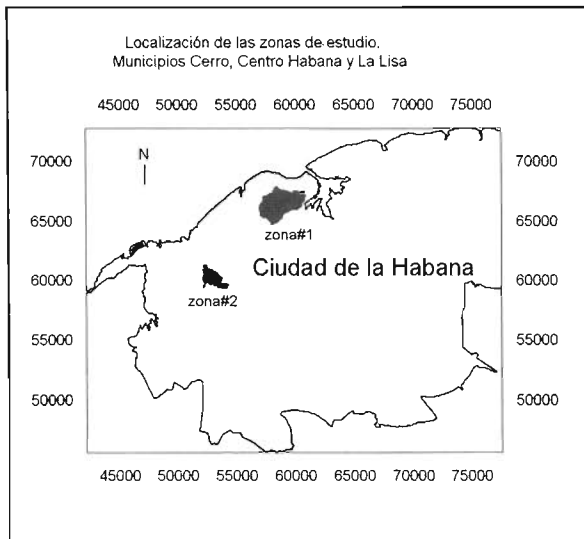


Figura 2. Zonas de estudio, en color verde.

Los datos de entrada consisten en un conjunto de mapas en formato vectorial y raster

Datos base

- Curvas de nivel, formato digital: Escala: 1:25 000 (mapa de segmentos)
- Modelo digital del terreno (mapa de raster) generado a partir del mapa segmento de curvas de nivel 1: 25 000.
- Mapa planimétrico de Ciudad de la Habana: Escala: 1:25 000 (mapa de polígonos)
- Mapa de ríos: Escala: 1:25 000 (mapa de segmentos)

Datos sobre el peligro o amenaza

- Mapa Isoyético de la lluvia caída el día 23 de Mayo del 2006 en Ciudad de la Habana: Escala: 1:25 000 (mapa de polígonos). Fuente: INRH
- Mapa de los puntos con las principales cotas de inundación obtenidas del trabajo en el terreno (mapa de puntos)
- Mapa de permeabilidad de las rocas (capas permeables e impermeables): Escala: 1:25 000 (mapa de polígonos). Fuente: IGP

Elementos expuestos (bajo riesgo)

- Mapa planimétrico de Ciudad de la Habana (la capa de construcciones, manzanas y consejos populares): Escala: 1:25 000 (mapa de polígonos). Fuente: GEOCUBA
- Tanto los datos base y los datos sobre el peligro o amenaza como los elementos expuestos a riesgo se encontraban en formato de MapInfo Professional Vs.7.5. Teniendo en cuenta la funcionalidad del SIG ILWIS Vs. 3.3 y su utilidad en la aplicación de un paquete informático exclusivo de manejo geo-hidroológico, se propuso importar toda la base de datos cartográfico digital a este Software y realizar su procesamiento en el mismo.

Para crear el mapa de categorías de peligro de inundación por intensas lluvias se tomaron en consideración una serie de parámetros. El grado de peligro de cierta área esta determinado por una combinación de parámetros. Los diferentes parámetros, que influyen en el grado de peligro, se pueden observar separadamente, aunque ellos se influyen uno al otro. Los parámetros se proporcionan en forma de mapas, cada uno de ellos reflejara la distribución espacial de cierta condición que contribuirá potencialmente a aumentar o disminuir el grado de peligro de inundación por intensas lluvias.

Los parámetros que se tomaron en cuenta son los siguientes:

Geomorfométricos:

- Disección Vertical (m/hectárea)
- Hipsometría (Categorías del relieve)
- Puntos de inflexión máxima (áreas)
- Zonas planas (áreas)
- Angulo de inclinación de las pendientes (%)

Hidro-geomorfométricos

- Índice de Humedecimiento (decimales)
- Índice de la capacidad de arrastre de la corriente (Stream Power Index)
- Drenaje superficial (Overland flow length)
- Dirección de flujo (0-3600)
- Flujo de acumulación (0-3600)
- Cotas de inundación (m)

Litológico

- Permeabilidad de la roca (permeable e impermeable)

Climático

- Total de la lluvia caída el día 23 de mayo del 2006 (mm)

El próximo paso fue combinar esta información en un mapa. Para ello, se pueden seguir dos enfoques:

- Una simple suma de todos los mapas, con igual ponderación, o
- Asignar diferentes valores de ponderación a diferentes tipos de parámetros.

Se decidió seguir el segundo enfoque. La influencia de los diferentes parámetros en las categorías de peligro no es igual. Empezando por la cantidad de lluvia caída en poco más de dos horas, que constituye el elemento desencadenante de la inundación, por tanto la asignación de un peso a este parámetro debe tener en cuenta esta condición. Por lo tanto se tiene que asignar valores de ponderación a cada una de las clases dentro de los mapas de parámetros individuales y la relación entre ellos, teniendo en cuenta su tendencia a incrementar o disminuir la posibilidad de ocurrencia de este fenómeno potencialmente dañino.

El valor de ponderación que será dado a un cierto parámetro y la manera en que este parámetro se clasificará es altamente subjetivo. Este método se refiere también en la literatura como ponderación ciega, cuando nosotros no nos deshacemos de datos cuantitativos para decidir si la relación entre la clase de peligro alto de la pendiente y su relación con la clase alta de permeabilidad de las rocas debe ser 1, 5 o 10.

La opinión de expertos es utilizada para definir estos valores de ponderación. Esto tiene como consecuencia que cada científico puede asignar valores diferentes. Posteriormente los valores de ponderación se utilizarán para la obtención del mapa de categorías de peligro de inundación.

Este procedimiento consistió en tres pasos (Figura 3) principales:

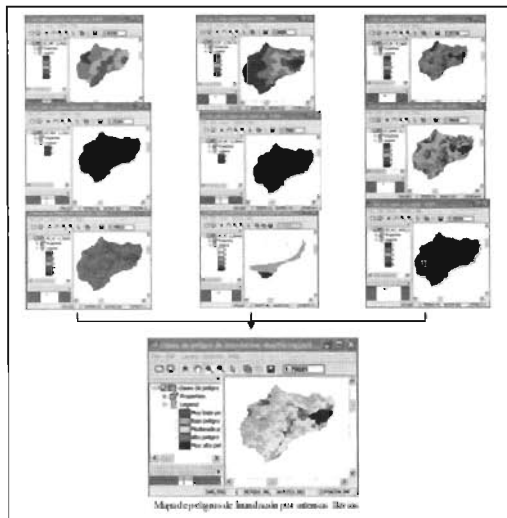


Figura 3. Procedimiento realizado en la confección de las categorías de peligros por lluvias intensas.

Paso 1: Asignar los valores de ponderación a las clases de los mapas de Parámetro.

Los valores de ponderación se asignaron a las tablas conectadas a los mapas raster. Se creó una tabla para cada mapa y una columna de pesos (weight), en la cual se editaron los valores de ponderación para las diferentes clases.

Paso 2: Renombrando los mapas de parámetro a mapas de ponderación.

La combinación de cada mapa de parámetro con los valores de ponderación derivados de la tabla creada en el paso previo es llamado reenumeración. De esta manera, se transformaron los mapas de clases en mapas de valores, con valores de ponderación.

Paso 3: Combinando los mapas de ponderación en un solo mapa de peligro.

Los mapas de ponderación se combinaron en este trabajo por la suma entre ellos, y de esta forma se obtiene el mapa de peligro de inundación.

Los valores de ponderación que deben asignarse a cada clase individual por parámetros se muestran en las tablas siguientes:

Pendiente(Inclinación)		Disección Vertical	
	peso		peso
muy baja inclinación	5	muy poco disección	5
baja inclinación	3	poco diseccionado	3
moderadamente inclinada	2	moderadamente diseccionado	2
inclinada	1	diseccionado	1
muy inclinada	1	muy diseccionado	1
abrupta	1		

Hipsometría		Puntos de inflexión máximos (PIT)	
	pesos hipsomet		peso
0-3	5	otros	2
3-5	4	inflexiones	3
5-10	3		
10-20	2		
20-50	1		
50	1		

Áreas planas(FLAT)	
	peso
otras	2
flat	3

Tabla 1. Valores ponderados de los parámetros geomorfométricos:

Las clases correspondientes a los primeros tres parámetros agrupan las variables morfométricas tradicionales, las mismas reflejan la energía potencial del relieve, aquellos territorios con menor energía del relieve, es decir, menores pendientes, menor grado de disección e hipsometría, serán los que presenten las condicionantes idóneas para ser inundados, de aquí que estos valores de ponderación oscilaran entre 1 y 5, correspondiendo el valor 5 a los territorios más susceptibles a la inundación. Por otra parte se cuenta con dos variables morfométricas menos utilizadas, los puntos de inflexión máximos (PIT) y las áreas planas (FLAT), éstas son extraídas del modelo digital del terreno a través de la aplicación de filtros, en este caso se utiliza el NBMINP, consiste en retornar el valor menor de los vecinos más cercanos (en el caso de los PIT), en otras palabras es el menor valor de la matriz correspondiente e indica aquellos sitios posibles a recibir el drenaje de los vecinos más cercanos, y las áreas FLAT se corresponden con las zonas donde los píxeles posean igual valor. Ambas variables están relacionadas con las formas del terreno y son de gran ayuda a la hora de determinar las categorías de peligro, siempre que se analice de conjunto con otras variables. Cuando son extraídas estas variables las mismas aparecen con dos identificadores, es decir según la operación boolean, tendrá un dominio boolean que indicara por ejemplo el área FLAT y otras áreas.

Teniendo en cuenta que estas áreas (PIT Y FLAT) indican dos condiciones, áreas con posibilidades de ser inundadas u otras áreas, en dependencia de su posición hipsométrica, constituyen un indicador potencial de las categorías de peligro, es por ello que se decidió asignarle el valor relativo de 3, para las áreas PIT y FLAT, para poderlas diferenciar de otras áreas con valor 2, y de menor probabilidad de ser inundadas.

Flujo de Acumulación		Dirección de Flujo	
	peso		pesos dz
extremadamente baja	1	N	3
muy baja	2	NE	3
baja	3	E	1
moderada	4	SE	3
alta	5	S	2
		SW	3
		W	1
		NW	3

Drenaje superficial		SFI	
	pesos ofl		pesos
extremadamente baja	5	erosiva	1
muy bajo	4		
bajo	3		
medio	2		
alto	1		

Índice de Humedecimiento(WI)	
	pesos w1
poca humedad	1
moderadamente húmedo	2
húmedo	4
muy húmedo	5

Tabla 2. Valores ponderados de los parámetros Hidro-geomorfométricos

Estos 5 parámetros poseen una relativa importancia en el manejo de cuencas y conservación de los suelos, pero además poseen cierta relevancia en la determinación de las categorías de peligros de inundación por intensas lluvias.

Los valores ponderados a este grupo de variables oscilan entre 1 y 5, en el caso del flujo de acumulación la clase alta se refiere a la acumulación elevada, por tanto para este caso se corresponderá con zonas deprimidas del relieve, proclives a ser inundadas, por el contrario para el drenaje superficial (OFL), la clase de alto valor ponderado se refiere



GPS TIEMPO REAL CENTIMETRICO

IBEREF MADRID
Red de estaciones de referencia

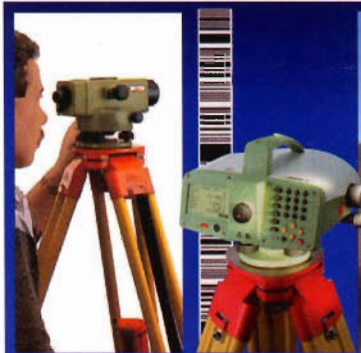
- Duplique su productividad
- Convierta sus Referencias en móviles
- Trabaje a más distancia con más precisión
- Olvídense de vigilar sus Referencias

en Madrid y Toledo



ESTACION TOTAL

SmartStation
Serie 1200
Serie 800 - 700 - 400



NIVEL

NA2/NAK2
DNA10/03
RUGBY 100/200
RUGBY 300/400



ACCESORIOS Y SERVICIOS

Disto
Software
Material de marcado
Servicio Técnico

ACRE

902 490 839 / 617 326 454
informacion@acre-sl.com
www.acre-sl.com
www.laserescaner.com

Alquiler y Venta

Autovia A-42.
Km 35-36. Salida Yeles
Nave 13
Illescas - Toledo

re a un drenaje superficial elevado correspondiendo a las partes más altas del territorio, por ello el valor que se le asigna es 1. La dirección de flujo comprende valores entre 1 y 3 y los mayores valores se corresponden con direcciones de pendiente que por su orientación y longitud constituyen los principales canales de drenaje del territorio. El índice de humedecimiento (WI), indica los lugares potenciales de acumulación de humedad y estos son los más susceptibles a ser inundados, al saturarse con mayor rapidez, teniendo en cuenta que WI es una relación entre el área de la cuenca y el gradiente de la pendiente:

$$w = \ln(As/\tan(\beta))$$

(Beven and Kirkby, 1993)

	Profundidad inundación	peso
Lluvia(cantidad día 23-05-06)	ptc 1	1.794
	ptc 2	2.114
	ptc 3	1.932
	ptc 4	1.014
	ptc 5	1.914
	ptc 6	2.116
	ptc 7	3.246
	ptc 8	1.914
	ptc 9	0.311
	ptc 10	0.412
	ptc 11	0.913
	ptc 12	0.913

Tabla.3 Valores ponderados de los parámetros Climáticos

Los mayores valores asignados son para la lluvia, a diferencia del resto de los parámetros condicionantes de la inundación, este es la variable desencadenante del fenómeno, por tanto su valor ponderado debe ser relativamente mayor.

En el caso de la profundidad de la inundación solo se contó con las cotas de los puntos de control, confeccionando a partir de estos un mapa de puntos, no obstante se decidió ponderar este mapa, asignándole valores a cada uno de los puntos, sin embargo a la hora de la combinación de los mapas se decidió otorgar cada valor de la cota máxima de inundación correspondiente a cada una de las microcuencas en la zona #1 asignándole el valor de 6 a la microcuenca del Pontón, valor 5 a la microcuenca del barrio de San Martín, y valor 4 a la microcuenca de la zona del muelle.

Finalmente el mapa de permeabilidad de las rocas se le asigno un valor neutro de 3, al contar el territorio con la misma clase de valor ponderado.

Posteriormente mediante la suma algebraica de los mapas de pesos se definieron las categorías de peligro de inundación por intensas lluvias para esa situación extrema en las áreas afectadas. (Figura 5 y 6: Mapa de Peligro zona #1 y zona #2)

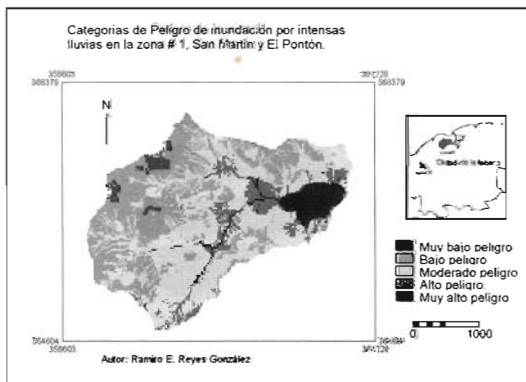


Figura 4. Categorías de Peligro de Inundación de la zona # 1.

Las categorías definidas fueron 5:

- **Muy bajo peligro de inundación:** Partes más altas del territorio por encima de los 40 m sobre el nivel del mar se corresponde con los sitios del monumento de José Martí en la Plaza de la Revolución., Castillo del Príncipe y Loma.
- **Bajo peligro de inundación:** Un relieve ondulado, con cierto grado de disección, con pendientes moderadamente inclinadas y con un buen drenaje superficial.
- **Moderado peligro de inundación:** Ocupa la mayor extensión del territorio, con pendientes ligeramente a moderadamente inclinadas, con cierta disección vertical, corresponden a territorios ligeramente ondulados y moderado drenaje superficial, las cotas de inundación máxima registrada llega a 1.5 metros
- **Alto peligro de inundación:** Áreas poco inclinadas, las cotas de inundación máxima registrada corresponde a 2.12 metros, en el caso del río Quibú, el agua al llegar fuera del lecho del río hasta 10 metros, se corresponde con antiguos cauces o planos de inundación rellenados para ser urbanizados, el agua según los puntos de control tomados llega a 0.50 metros.
- **Muy alto peligro de inundación:** La cota máxima de inundación registrada llega a 3.20 metros y con cierta frecuencia ante fenómenos de intensas lluvias se inundan con relativa facilidad y ocasionalmente alcanza los 2 metros de altura, lugares muy planos, lechos de ríos rellenados y urbanizados, en el caso del río Quibú en esta ocasión son las zonas que se encuentran a menos de 7 metros del Río y constituyen el plano de inundación de este.

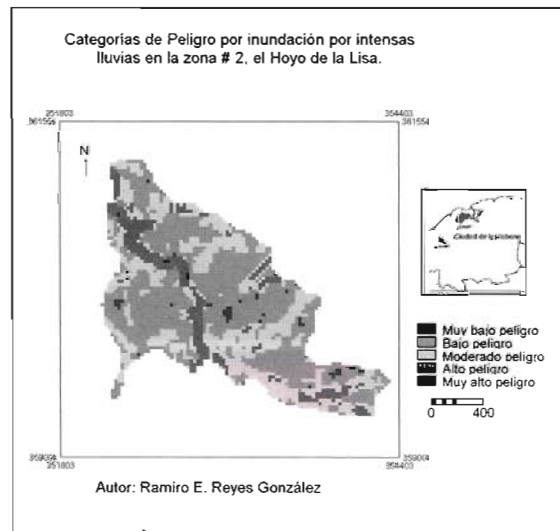


Figura 6. Categorías de Peligro de Inundación de la zona # 2.

El objetivo final de este trabajo es hacer un mapa cualitativo del riesgo, mostrar las áreas donde hay una probabilidad alta de que pueda ocurrir un desastre. Para esto necesitamos también conocer la vulnerabilidad: el grado de pérdida de un conjunto dado de elementos producto de la ocurrencia del fenómeno. Los elementos en riesgo dentro de un área dada son la población, las propiedades, las actividades económicas, etc. La clasificación de vulnerabilidad se lleva a cabo siguiendo el mismo procedimiento empleado en la obtención del mapa de peligro: se asignaron los valores de ponderación a cada uno de los parámetros.

La zona #1 se caracteriza por estar más densamente poblada, urbanizada y con mayor infraestructura socio-económica, de aquí que para este caso se decidió realizar un estudio de vulnerabilidad, tomando como base el mapa planimétrico de Ciudad de la Habana, principalmente las capas de municipios, consejos, manzanas y construcciones, la dos primeras se tomaron como unidad de análisis y los elementos de riesgo se extrajeron de las dos ultimas, en este ultimo caso, se tuvo que realizar un trabajo de campo para poder identificar determinados tipos de construcciones con su función socioeconómica, de manera que permita realizar una mejor aproximación a la valoración de los elementos expuestos bajo riesgo.

Para la confección del mapa de vulnerabilidad se tuvieron en cuenta tres parámetros, los elementos expuestos al riesgo, las vías de comunicación (primer y segundo orden) y las manzanas que se encuentran en las áreas clasificadas con alto y muy alto peligro de inundación según el mapa de peligro obtenido en este trabajo. Siguiendo el procedimiento anterior, se determinaron los valores de ponderación de cada uno de estos parámetros, y posteriormente mediante la suma algebraica entre estos se obtuvo el mapa de vulnerabilidad.

Los valores de ponderación utilizados en cada uno de los parámetros son los que siguen:

Elementos de Riesgo		
id	Clases	renumeración
Acilo	Social	0
Banco Popular	Servicios	4
Almacenes	Infraestructura	10
Base de Omnibus	Infraestructura	0
Complejo deportivo	Social	4
Circulo Infantil	Social	8
Construcciones	Infraestructura	4
Escuelas	Social	8
Estadio de Pelota L	Social	2
Embotelladora	Industrial	10
Estadio de Pelota	Social	2
Fabrica de Jabón	Industrial	10
INHEM	Institucional	0
Fabrica de Productos	Industrial	0
Fabrica de Jabon	Industrial	10
Hospital	Social	8
Fabrica de Productos	Industrial	0
Fabrica de Tabaco	Industrial	0
Fabrica de Ron	Industrial	0
Instituto Finlay	Institucional	2
Mercado Agropecuario	Otras	4
Instituto de Higiene	Institucional	0
Otras	Otras	2

Tabla 4. Elementos de riesgo y valores ponderados

Los valores de vulnerabilidad asignados a los elementos de riesgo oscilan entre 0 y 10, se debe aclarar que una condición primordial para valorar los elementos expuestos al riesgo de inundación es que estos se localicen en áreas susceptibles a inundarse, es por ello que en algunos casos se le otorga el valor 0 a determinadas industrias u obras infraestructurales que se encuentran en las cotas de altura más altas.

Otro aspecto tenido en cuenta son las vías de comunicación las cuales se dividieron en dos clases: Vías de primer orden agrupando las avenidas y calles más importantes: Ayestaran, Calzada del Cerro, Infanta y Manglar; y las vías de segundo orden que constituyen el resto de las calles del área de estudio. Aquí se tuvo en cuenta tanto el posible daño en infraestructura, como el tiempo que permanecería sin hacer uso de ellas, producto de la inundación, lo que trae serias anomalías en el tráfico urbano de la ciudad. De aquí que los valores asignados fueron 4 para las vías principales y 2 para las de segundo orden, y 0 para

las vías que no tengan peligro de ser inundadas según el mapa de categorías de peligro propuesto en este trabajo. Por ultimo se valoro el número de manzanas por consejos que se encuentran en las categorías de peligro de inundación alto y muy alto, otorgándoles el valor ponderado de 4 y 8 respectivamente.

A continuación se muestra el mapa de vulnerabilidad (Figura 7.) de la zona de estudio con 5 categorías bien definidas.

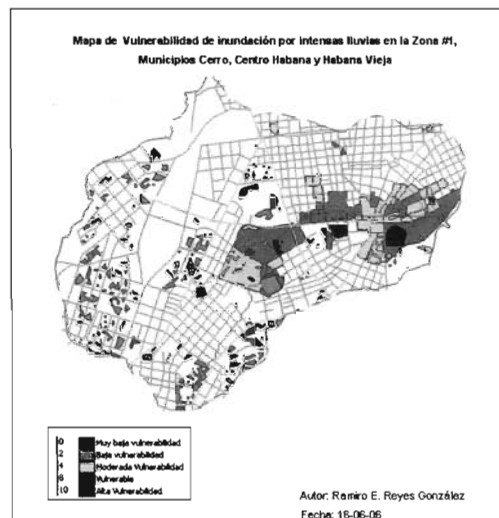


Figura 7. Categorías de Vulnerabilidad de Inundación de la zona # 1.

Alta Vulnerabilidad: Son aquellas viviendas, infraestructura y viales que se encuentran en las manzanas con categorías de peligro de inundación alta y muy alta. Se destacan por su importancia socioeconómica: los almacenes de la zona portuaria de la Bahía de la Habana, ubicados en Arroyo y Ferrer; la Fábrica de Jabón y Detergente situadas en San Gregorio entre Manglar y San José, las Instalaciones de la Embotelladora, que se encuentra en San Martín entre Amenidad e Infanta, por su valor social la Escuela secundaria localizada en San Gregorio y el Complejo Deportivo el Pontón. Las viviendas que se encuentra de regular a mal estado localizadas en el barrio San Martín son las más vulnerables. La vía más vulnerable es la calle Manglar, desde Infanta hasta Nuevo Pilar.

Vulnerable: Son todas las edificaciones y almacenes en buenas condiciones estructurales, que pueden ser inundadas parcialmente y que se corresponden con las categorías de peligrosidad alta de inundación y aquellas vías tanto las de primer y segundo orden que son inundadas con relativa frecuencia en caso de intensas lluvias.

Moderadamente vulnerable: Son todas las edificaciones que se encuentren localizadas fuera de áreas de manzanas con alto y muy alto peligro de inundación.

Baja vulnerabilidad: Todas las edificaciones e infraestructuras que se encuentran en buen estado y que por sus condiciones geográfica son poco probable que sean inundadas.

Muy baja vulnerabilidad: Todas las edificaciones e infraestructuras que por las peculiaridades de la zona en que se encuentran localizadas es casi nulo el peligro a ser inundadas.

El producto final en un análisis de riesgo es la creación de un mapa de riesgo. Según Varnes (1984), el riesgo se puede definir como " el grado esperado de pérdida debido a

fenómenos naturales particulares". El procedimiento a seguir sería la multiplicación de los siguientes parámetros: costos x vulnerabilidad x período de retorno del fenómeno natural que causa el daño. Nosotros no disponemos de datos de costo, y tampoco del período de retorno en este trabajo, por lo tanto se simplifica el procedimiento, calculando el riesgo como la combinación del peligro natural y la vulnerabilidad. Se confeccionó un mapa cualitativo del riesgo que expresa la relación general entre el peligro y la vulnerabilidad. La combinación entre estas variables se realizó usando una tabla de dos dimensiones. La tabla de 2 dimensiones contiene los valores definidos para todas las combinaciones, muestra la relación entre el peligro y la vulnerabilidad.

	Alta vulnerabil	Baja vulnerabil	Moderada vulner	Muy baja vulner	Vulnerable
Muy bajo peligro	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Bajo peligro	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Moderado peligro	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
Alto peligro	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
Muy alto peligro	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto

Tabla 5 Tabla de dos dimensiones que relaciona las categorías de peligro y vulnerabilidad de inundación.

- Cuando el peligro es muy bajo, no importa si la vulnerabilidad es baja o alta; el riesgo será bajo en todos los casos
 - Cuando la vulnerabilidad es muy baja (significa que el área no contiene ningún elemento importante en el riesgo), el riesgo generalmente es bajo.
- En la figura siguiente se pueden observar las tres categorías de riesgo definidas para la zona # 1.

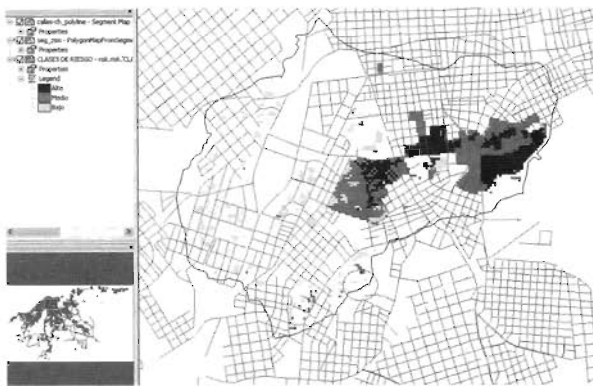


Figura 8. Categorías de Riesgo de Inundación de la zona # 1.

La creación de un mapa de riesgo no es el paso final en un manejo del desastre. Es meramente una herramienta que debe ser usada para tomar decisiones en el proceso de planificación.

Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta en el proceso de toma de decisiones es el porcentaje de cada consejo popular con alto, medio o bajo riesgo. Estos porcentajes se brindan en este trabajo.

Numero	Consejo Popular	Porcentaje de alto riesgo
1	Tallapiedra	36.50%
2	Pueblo Nuevo	25.56 %
3	Latino	20.90%
4	Jesús María	12.54%

Tabla 6. Porcentaje de alto riesgo de inundación por consejo popular

El consejo popular Tallapiedra y Jesús María pertenecen al municipio Habana Vieja, en el primer caso clasifica con el mayor porcentaje de alto riesgo en el área de estudio, en el se encuentran importantes elementos expuestos al peli-

gro de inundación, como almacenes y talleres, su situación es más vulnerable si se toma en consideración que en este existe una gran actividad portuaria, y constituye uno de los consejos de mayor densidad de población de la capital del país.

El consejo popular Pueblo Nuevo, ubicado en el municipio Centro Habana, constituyó una de las principales áreas con mayores daños en esta inundación, la conjugación de dos factores principales: su elevada urbanización y las condicionantes naturales de este territorio, constituye un antiguo plano de inundación de una corriente superficial, que recibe todo el drenaje por las calles situadas al Norte, Noroeste, Este y Sureste, que se inunda parcialmente con cualquier tipo de lluvia de baja a media intensidad, la construcción de algunas edificaciones inapropiadas para el buen drenaje del área, como un pequeño elevado próximo a la calle Nuevo Pilar, convierte esta zona prácticamente en una microcuenca endorreica artificial, donde el agua drena deficientemente, y prolonga el tiempo de concentración de la inundación, se destacan en los elementos de riesgo, las obras sociales, escuelas, Complejo Deportivo el Pontón y la Fabrica de Jabón y Detergente, además de poseer el tramo de vía de mayor riesgo (el tramos Manglar -Nuevo Pilar), en este consejo se midió la cota de máxima inundación de la lluvia producida el día 23 de Mayo alcanzando el agua 3.20 metros y donde se produjeron importantes pérdidas materiales en las propiedades e inclusive la muerte de una persona.

El consejo Latino perteneciente al municipio Cerro, es el segundo consejo con mayores afectaciones producidas por la inundación, en el la zona de mayor riesgo lo constituye el barrio San Martín, ubicado en una zona muy baja, un antiguo lecho de un río, un fondo habitacional de condiciones malas, son elementos que hacen que este territorio hallan sufrido grandes daños fundamentalmente en las viviendas y propiedades de las personas, la cota máxima de inundación registrada fue de 2.12 metros tomadas el día 23 de Mayo.

A continuación se muestran algunos ejemplos ilustrativos, de los daños causados por las inundaciones producidas el día 23 de Mayo del 2006, en Ciudad de la Habana.

La siguiente tabla muestra las cotas de inundación de los puntos visitados en el terreno. Se puede notar que la cota máxima de inundación fue de 3.2 metros aproximadamente y se corresponde con el complejo deportivo el Pontón.

	Nombre	Profundidad inundación
pnt 1	Avenida y Cruz del Padre (1.72 m)	1.7
pnt 2	San Martín n.7 e/c infancia y líneas del ferrocarril (2.12 m)	2.1
pnt 3	Domingo y Retiro (1.27m)	1.3
pnt 4	Oquendo n.902 e/c Benjumeda y Santo Tomas (1.78 m)	1.8
pnt 5	Oquendo n.1025 e/c Clavel y Santo Tomas (1.92 m)	1.9
pnt 6	Oquendo n.1028 e/c Clavel y Santo Tomas (2.09 m)	2.1
pnt 7	Complejo deportivo Pontón (3.20 m)	3.2
pnt 8	Clavel y Calle 6 (1.94 m)	1.9
pnt 9	148 n.4325 e/43 y 45 a (0.30 M) a 12 M DEL RÍO.	0.3
pnt 10	43 n.4140 e/146A y 146B (0.40 m)	0.4
pnt 11	146A n.4115 e/c 41 y 43 (0.90 m)	0.9
pnt 12	Calle 146a 4103 entre 41 y 43	0.9

Tabla 7 Puntos visitados y cotas de inundación.

Elaborado por los autores a partir de las mediciones en el terreno.

La zona N.1 y 2 se caracterizan por estar densamente poblados, las viviendas más frágiles desde el punto de vista constructivo se encuentran en el Barrio San Martín y alrededor del río Quibú, en esos lugares, las condiciones del

Damos valor a las soluciones GIS



Sobre el terreno es donde mejor nos desenvolvemos

Los Servicios y Tecnologías que ofrece el Grupo AZERTIA abarcan todas las actividades inherentes al desarrollo de soluciones para la Gestión del Territorio, desde su concepción hasta la implantación, puesta en marcha, mantenimiento y desarrollo evolutivo.

La amplia gama de Soluciones y Productos Propios junto con el conocimiento en los productos GIS más difundidos del mercado por parte de nuestros técnicos, proporciona amplias posibilidades de actividad en el campo del desarrollo e implantación de Aplicaciones o Sistemas GIS.

Grupo AZERTIA ofrece toda la gama completa de Servicios en un Proyecto GIS, desde la Auditoría y Consultoría, Integración y Administración de Sistemas, hasta la Captura de Datos/Outsourcing.

- Gestión Integral de todo tipo de Información Geográfica.
- Gestión Catastral en Entornos Municipales.
- Gestión Cartográfica.
- Gestión y Localización de Flotas.
- Aplicación de Cálculo y Determinación de Coberturas Radioeléctricas.
- Aplicación de Cálculo de la Expansión y Combate de Incendios Forestales, Prevención y Optimización de Recursos de Combate.
- Aplicación de Gestión de Planes de Vigilancia Preventiva y Optimización de los Recursos Forestales y Medioambientales mediante comunicación vía satélite.

SEINTEX

www.seintex.com



GRUPO

AZERTIA

www.azertia.com

fondo habitacional son en gran medida de regular a malas. Se encuentran en las áreas de mayor peligro de inundación y de hecho como muestra el punto n. 2, el agua llegó a 2.12 m, cota máxima de inundación histórica, en este lugar las familias perdieron colchones, muebles, y equipos electrodomésticos. (Figura 9 y 10)

En Cruz del Padre y Amenidad, el agua subió a 1,72 m, el edificio que hace esquina fue construido en el 1957 y hace aproximadamente 42 años no se producía una inundación como esta según los datos de los vecinos del lugar, todas las familias de la planta baja sufrieron algún tipo de afectación en los bienes personales, colchones, muebles y equipos electrodomésticos.

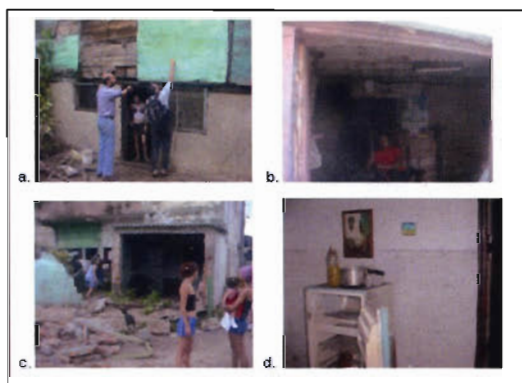


Figura 9. Daños ocasionados por la inundación en el barrio San Martín; a. Cota máxima de inundación histórica (2.12 metros), b. Vivienda totalmente inundada, c. Muro de mampostería derribado por la corriente, d. Refrigerador dañado. Tomadas por Eugenio Landeiro y Teresa Imbert, et al. Fecha 24 de mayo del 2006.

Con el apoyo de la comunidad se pudo obtener datos aproximados de anteriores inundaciones, la figura siguiente, muestra la cota de inundación del día 23 de mayo del 2006 (2.12 metros) y la cota de inundación que se alcanzó en el mes de Diciembre del año 2005 donde el agua sobrepasó 1.53 metros, y del cual el equipo de trabajo desconoce las causas de dicha inundación. No obstante este lugar es especialmente amenazado de ser inundado, teniendo en cuenta sus características geomorfológicas, que evidencian pendientes muy poco inclinadas, con poca disecación, mostrando la presencia de un antiguo plano de inundación de una corriente superficial (río o arroyo). (Figura 11)



Figura 10. Daños ocasionados por la inundación en el Hoyo de la Lisa; a. Vivienda situada a 5 metros del lecho del río y donde el agua llegó a una altura de 0.95 metros, b. Río Quibú, c. Vivienda de madera en muy mal estado, d. Viviendas situadas en el plano de inundación del río Quibú. Tomadas por Eugenio Landeiro y Teresa Imbert, et al. Fecha 24 de mayo del 2006.

De acuerdo con el periódico Granma se tuvo que lamentar la pérdida de 7 vidas humanas en la Capital. En el municipio Centro Habana, en las calles Desagüe y Retiro, el agua

subió hasta 1.27 m, en la bodega se mojaron los alimentos, y en la carnicería se rompió la máquina del refrigerador, en Oquendo (972 entre Benjumeda y Santo Tomás, el agua subió a 1.64 m dentro de la casa y 1.78 m fuera de la casa, perdieron colchones y equipos electrodomésticos. (Figura 11)



Figura 11. Cotitas de inundación alcanzadas en el barrio San Martín; a. Cota máxima de inundación histórica (2.12 metros), b. Cota de inundación reinundación (1.53 metros) alcanzada en el mes de Diciembre del año 2005 (según la población local), c. Altura del agua en el mes de Diciembre del 2005, d. y e. Foto tomada en el lugar por los vecinos en el mes de Diciembre del año 2005. Tomadas por Eugenio Landeiro y Teresa Imbert, et al. Fecha 24 de mayo del 2006.

Se evidenció además calles con escombros y sedimentos un ejemplo de ello, son las calles Oquendo, Benjumeda y Santo Tomás, la cota de inundación estuvo entre 1.27 metros y 2.09 metros en Oquendo entre Clavel y Santo Tomás. (Figura 12)

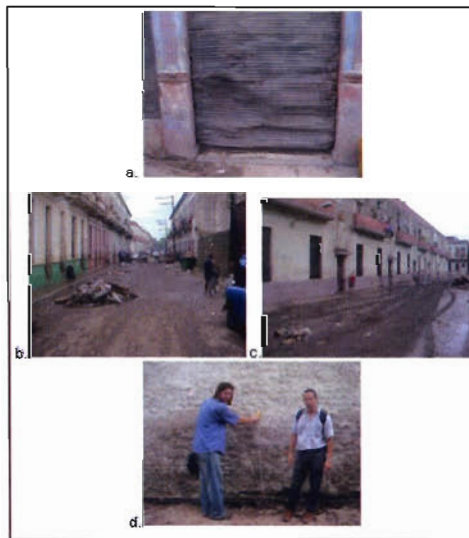


Figura 12. a. Daño sufrido en la puerta de la Bodega que evidencia la fuerza del agua, b. y c. Escombros y sedimentos en la calle de Oquendo, d. Cota de inundación de 1.27 metros en la calle Desagüe y Retiro, donde el agua subió hasta la bodega y se mojaron los alimentos, y en la carnicería se rompió la máquina del refrigerador.

También se produjeron afectaciones en la red de alcantarillados la mayoría de ellos obstruidos, según el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos Ciudad de la Habana cuenta con 28 000 tragantes, de ellos 9000 en áreas potencialmente inundables, en la zona muestreada se comprobó que todos los tragantes observados alrededor de 18 se encontraban tupidos. Aparte del mal drenaje de estos, actualmente con la reparación de las calles y avenidas se ha vertido una gran cantidad de asfalto encima de estas vías lo que se ha establecido una especie de embudos alrededor de las rejillas del alcantarillado contribuyendo a su más rápida saturación. (Figura 13 y 14)



Figura 13. a. y b. Red de alcantarillas tupidas, c. Puesto de vianda destruido (Amenidad y Cruz del Padre, d. Patio destruido (San Martín).



Figura 14. a., b. y c. Muro de contención destruido, evidencia la capacidad de arrastre de la crecida de la corriente del Río. c. Al fondo casa mal situada sobre el río Quibú.

En la figura 15 se muestran dos histogramas que representan las áreas que ocupan cada una de las categorías de peligro en ambas zonas, en la zona #1 se destacan las categorías de peligro alto y muy alto, estas zonas corresponden a territorios muy urbanizados asentados sobre antiguos planos de inundación, la toponimia del lugar refleja la naturaleza de esta área, nombres como manglar, desagüe y arroyo, reflejan las características particulares de la topografía del lugar con pendientes casi planas, menores a 3 por ciento, prácticamente sin disección vertical 0-1 metro, sobre una un fondo poco permeable, y un gran volumen de escurrimiento. Figura 15

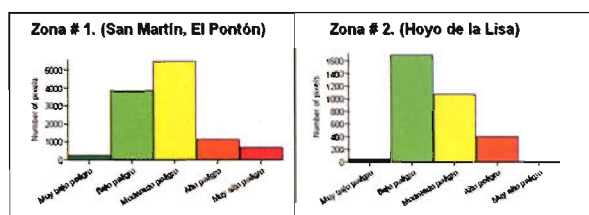


Figura 15. Histogramas con las categorías de peligro de inundación de las zonas uno y dos.

En cuanto al Hoyo de la Lisa (Zona #2), se observa que a pesar de que la categoría de bajo y moderado peligro ocupa la mayor proporción del territorio, no obstante por la cantidad de viviendas mal situadas, exactamente en el plano de inundación del río y las características hidro-geomorfológicas del lugar hacen de esta zona muy vulnerable a ser inundadas.

Conclusiones y Recomendaciones

El uso del sistema del Información Geográfica ILWIS vs. 3.3 fue de gran utilidad para dar cumplimiento a los objetivos y tareas de este trabajo, así como en el desarrollo del procedimiento metodológico seguido en el mismo.

El procedimiento metodológico y el método empleado constituyen una vía complementaria importante para la obtención de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos, cuando no se dispone de información suficiente para realizar un modelamiento hidrológico.

Los parámetros geomorfológicas e hidro-geomorfológicas empleados en este trabajo condujeron a la obtención exitosa de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos y en el caso de la definición de las categorías de peligro, contribuyó a perfeccionar las clases de peligro propuestas por el grupo evaluador de inundaciones por intensas lluvias.

Se logró clasificar el mapa de categorías de peligro de inundación en 5 clases para las dos zonas de estudio en, muy alto peligro 5.94 %, alto peligro 9.7 %, moderado peligro 48.33 %, bajo peligro 33.98 % y muy bajo peligro el 2.02 %, las categorías de alto y muy alto peligro ocuparon una extensión de 110.38 hectáreas.

Se selecciono la zona N.1 para determinar las categorías de vulnerabilidad de inundación por ser esta la más densamente poblada, más urbanizada, y tener mayor importancia socioeconómica, lográndose definir 5 clases de áreas vulnerables, alta vulnerabilidad 3.7 %, vulnerable 33.11 %, moderada vulnerabilidad 30.75 %, baja vulnerabilidad 30.25 % y muy bajo vulnerabilidad el 2.16 %, las categorías de Alta vulnerabilidad y vulnerable ocuparon una extensión de 72.6 hectáreas.

Se clasificó el mapa de categorías de riesgo en tres clases, riesgo alto con el 30.3 %, del territorio, riesgo medio con el 45.9 % y el riesgo bajo con el 23.8 %.

Los consejos populares con categorías de mayor peligro de inundación fueron: Pueblo Nuevo con el 26.35 %, Tallapiedra con el 25.27 % y el Latino con el 24 %, le siguen en importancia Jesús María con el 15.30 % y el consejo Pilar-Átares con el 12.70 %.

Los consejos populares con categorías de más alta vulnerabilidad de inundación fueron: el Latino con el 39 %, Tallapiedra con el 31.66 %, Jesús María con el 12.87 % el consejo Pilar-Átares con el 10.68 %.

La información que en este trabajo se resume, se debe hacer llegar a los tomadores de decisión, fundamentalmente a escala de consejo popular y de municipio, y debe ser incorporada al informe del grupo evaluador por intensas lluvias.

Se debe realizar algún estudio de tipo ingeniero hidrológico que permita resolver el problema de drenaje del sector el Pontón, teniendo en cuenta la inadecuada urbanización del lugar, que obstruye el drenaje de la zona.

Se recomienda en el caso de las viviendas del barrio San Martín, en la zona catalogada como de alto riesgo, así como las viviendas localizadas en el plano de inundación del río Quibú, su eliminación, y el traslado de esas familias a otros lugares más seguros.

Bibliografía:

- Romero, J. A., Florez, A. and Sanchez, H.A. (1989). Inventario inicial de riesgos Naturales en Colombia. Análisis Geográficos No. 16. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia. 56 pp.
- Varnes, D.J. (1984). Landslide Hazard Zonation: a review of principles and practice.
- Commission on landslides of the IAEG, UNESCO. Natural Hazards No. 3, 61pp.
- Van Westen, C.J., Van Duren, I, Kruse, H.M.G and Terlien, M.T.J. (1993). GISSIZ: training package for Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation. ITC-Publication Number 15. ITC, Enschede, The Netherlands. Volume 1: Theory, 245 pp. Volume 2: Exercises, 359 pp. 10 diskettes.
- Velasquez, A. and Meyer, H.J. (1990). Un ensayo de evaluación de las amenazas, de los riesgos y de los desastres en Colombia. Proceedings 1er Seminario Andino de Geología Ambiental, 1er Conferencia Colombiana de Geología Ambiental, 3er Conferencia de Riesgos Geológicos del Valle de Aburrá. AGID Report No.13, paper 42, pp 547-580.

¿Quiénes pueden
hacer que las
tecnologías más
avanzadas hagan
más cómodo
mi trabajo día a día?



TECNOLOGÍA & PROFESIONALES

Hacer que nuestros clientes aumenten la calidad y productividad de su trabajo ha sido y es la constante meta que nos ha hecho crecer desde 1998. Hoy estamos mas cerca, con más profesionales y podemos ofrecerle una gama más completa de soluciones que cubran las necesidades del día a día de su empresa.

Pónganos a prueba,
hacemos más fácil su trabajo.



Santiago&Cintra Ibérica S.A.

Tel: 902 120 870 www.santiagoecintra.es



BREVE HISTORIA DE LA GEODESIA

José Luis Almazán Gárate - Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Universidad Politécnica de Madrid

Amparo Verdú Vázquez - Ingeniera en Geodesia y Cartografía - Universidad Alfonso X el Sabio

M^a Carmen Palomino Monzón - Dra. en Ciencias Físicas - Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN:

La geodesia estudia la forma, dimensiones y campo gravitatorio de la Tierra. Desde un punto de vista práctico, una de las mayores utilidades de la geodesia es que mediante sus técnicas es posible representar cartográficamente territorios muy extensos. Esto se consigue mediante el establecimiento de una red de vértices geodésicos distribuidos por toda la superficie terrestre, de los cuales se determinarán sus coordenadas, así como su elevación sobre el nivel del mar con muy alta precisión.

Es importante hacer un recorrido por la historia de la geodesia para entender su evolución y poder conocerla en profundidad.

PALABRAS CLAVE: Geodesia, vértices geodésicos, topografía, cartografía

Introducción

El término geodesia proviene del griego (geo = tierra y desia = divisiones). Por tanto, etimológicamente significa las divisiones (geográficas) de la tierra o el acto de dividir la tierra.

También podemos definir de forma simple a la geodesia como la ciencia que se ocupa de darnos a conocer la forma y dimensiones de nuestro planeta. Por otro lado, suministra con sus resultados de mediciones y cálculos, la referencia geométrica para las demás ciencias que estudian la dinámica del planeta y los factores que influyen sobre él. Hay que tener en cuenta que no podemos hablar de Geodesia sin apoyarnos en algunas ciencias auxiliares, como son la Cartografía y la Fotogrametría.

La Geodesia Superior o Geodesia propiamente dicha, dividida entre la Geodesia Física y la Geodesia Matemática, trata de determinar y representar la figura de la Tierra en términos globales. La Geodesia Práctica o Topografía, levanta y representa partes menores de la Tierra donde la superficie puede ser considerada plana.

Es importante hacer un recorrido por la historia de la geodesia para entender su evolución y poder conocerla en profundidad.

Época Antigua

No pueden datarse las primeras operaciones geodésicas por estar ligadas al sentido de la orientación y a la necesidad de materializar las direcciones cardinales. A finales del neolítico los menhires¹ y las alineaciones de dólmenes² tenían en cuenta esa circunstancia, estimándose que las tres cuartas partes de dichas construcciones estaban dispuestas hacia el sol naciente.



Dolmen
Fuente: elestrecho.com



Menhir

Fuente: queenou.m6blog.m6.fr

1 Menhir: Gran piedra larga (monolito) colocada verticalmente en el suelo

2 Dólmen: Monumento construido con grandes bloques de piedra que forma una cámara de enterramiento que soporta una o varias piedras planas a modo de techo. Muchos estuvieron originalmente recubiertos con tierra, formando túmulos. En algunas construcciones la cámara está precedida por un pasillo, un corredor construido a base de ortostatos con cubierta adintelada.

Herodoto le atribuye a Egipto la invención de la geometría. Los egipcios poseían sólidos conocimientos geométricos a tenor de las pirámides con proporciones tan perfectas y alturas considerables.

Bajo el prisma geodésico es sorprendente la exactitud lograda al orientar sus grandes construcciones y en particular las pirámides, presentando en todos los casos una desviación menor de un grado en relación al Norte Geográfico (en la pirámide de Keops se observa una desviación de 2' 28"). De acuerdo con ello ha de suponerse que disponían de una metodología fiable y basada en observaciones astronómicas, al no conocer todavía la brújula. Todo hace pensar en la observación de la estrella polar de la época, o en la de cualquier otra en el momento de su culminación. Es muy probable que, al poder medir la longitud de la sombra de un gnomon³, comprobaran pronto que la más corta señalaba hacia el Norte.



Gnomon

Fuente: www.wsanford.com

Aunque hoy día se acepte que existen indicios para suponer que los constructores de la gran pirámide de Giza incorporaron información geodésica en sus dimensiones, se admite al mismo tiempo que fueron Pitágoras y otros sabios de su escuela los primeros en razonar que la Tierra debía ser esférica por serlo el Sol y la Luna.

Su quehacer geométrico quedó igualmente reflejado en su agrimensura, ciertamente desarrollada, hasta el punto de poder replantear los detalles topográficos desaparecidos en las periódicas inundaciones del Nilo.

3 En sus primeras observaciones el hombre notó que la sombra variaba de acuerdo con la posición del sol. Así nació el gnomon, que consistía en un bastón incrustado en el suelo perpendicularmente, y en tierra se señalaban surcos que indicaban los distintos momentos del día. La sombra del bastón era la que señalaba los diferentes horarios.

Generalmente se acepta que no existieron intercambios directos entre Egipto y Mesopotamia, pero puede afirmarse que para los babilonios del tercer y segundo milenio eran familiares conceptos básicos de la geodesia y de la cartografía matemática. Sin embargo sus concepciones cosmológicas eran aún rudimentarias, al considerar que la tierra era un disco plano que flotaba en un océano que la rodeaba y en cuyo centro se encontraba Babilonia. Tal concepción fue simbolizada en el conocido mapa de su mundo fechado en torno al año 600 a.C., conservado en el museo británico.

De su probada capacidad matemática es muestra su aplicación del teorema de Pitágoras unos mil años antes de que naciera el propio autor. Una de sus aportaciones más importantes fue la implantación del sistema sexagesimal en concordancia con los 360 días de los doce meses lunares⁴.

El mundo Grecorromano

Coincidiendo con la decadencia de las civilizaciones orientales apareció en las islas del Egeo una nueva civilización que dio un impulso decisivo al progreso científico, sentando las bases para el posterior desarrollo de la geodesia. Pitágoras (580-500 a.C.) y Parménides (540-470 a.C.) fueron los principales defensores de la Tierra esférica. Aristóteles (384-322 a.C.) no fue ajeno a las enseñanzas de su profesor Platón (429-348 a.C.), también convencido de la esfericidad terrestre y del geocentrismo y que probó con observaciones que aún pueden repetirse: la sombra de la Tierra y la comprobación de que el Polo celeste alcanza mayor altura sobre el horizonte del lugar, a medida que se realizan desplazamientos hacia el Norte.

Contemporáneo de ellos fue el matemático Eudoxo (408-355 a.C.), cuya mayor aportación geodésica la realizó al fijar en 400.000 estadios⁵ la circunferencia máxima de la Tierra. Sobresale también Dicearco de Mesina (350-290 a.C.). En su obra descubre el ecúmene⁶ y lo dimensiona: 60.000 estadios de Este a Oeste y 40.000 estadios de Norte a Sur. A él se le atribuye la medida del arco de meridiano comprendido entre Siena y Lysimachia.

4 El día lo dividieron en 12 partes iguales, los beru. Cada beru (doble hora) fue subdividida en 60 dobles minutos y cada uno de éstos en 60 dobles segundos.

5 Al parecer el estadio tenía 125 pasos. El estadio griego equivalía aproximadamente a 185 metros mientras que el estadio egipcio era alrededor de 157,5 metros.

6 Porción de la Tierra permanentemente habitada, en contraposición a las áreas inhabitadas o temporalmente ocupadas.

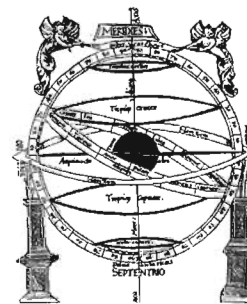
Creada la Biblioteca de Alejandría y siendo ya la esfericidad de la Tierra un hecho incuestionable, surgió pronto como meta de sus filósofos el cálculo más riguroso de sus dimensiones. Un representante fue Eratóstenes de Cirene (275-195 a.C.) reconocido universalmente como fundador

de la Geodesia. Fue este filósofo el primero que hace la experiencia de medir la circunferencia de la Tierra. Lo realizó por el año 240 a.C., comparando la altura del Sol en un mismo día (el solsticio de verano) y en dos ciudades relativamente alejadas (Alejandría y Siena). Eratóstenes arriesga un resultado: 252.000 estadios egipcios o 40.000 kilómetros, hoy se sabe que tiene 39.690 de circunferencia. Los cálculos de Eratóstenes no fueron plenamente aceptados. Hubo muchas otras mediciones, la más importante y que tendría una especial incidencia en la historia de la humanidad, es la de Posidonio y Estrabón, que luego fue adoptada por Ptolomeo, que medía la circunferencia de la Tierra en 29.000 kilómetros, casi tres cuartas partes de la original. La historia quiso que Cristóbal Colón (1415-1506) utilizara esta medida en sus cálculos. Colón fue en dirección oeste porque pensó que Asia quedaba a solo 4.800 kilómetros, cuando en realidad tiene una distancia de 16.000 kilómetros, su suerte fue que hubiese un continente en medio.

Independientemente de la aproximación del resultado (que la tuvo) lo más sobresaliente de la medida fue el método empleado, que ha venido siendo aplicado de modo interrumpido hasta, prácticamente nuestros días.

Ptolomeo (90-168 d.C.) en el primer libro de su Geografía trató no solamente las generalidades correspondientes a las dimensiones de la Tierra, sino también la metodología cartográfica necesaria para su representación. Fue el primero en hablar de longitudes geográficas en términos semejantes a los actuales. La contribución de Claudio Ptolomeo es la última y más sobresaliente del mundo antiguo.

CLAUDIUS PTOLEMY THE GEOGRAPHY



With 14 Illustrations and 29 Maps

Tapa del libro de "Geographia" de Ptolomeo

Fuente: globalizacion.no.sapo.pt

Edad media

Después del gran sabio alejandrino, el progreso de las ciencias geográficas sufre un importante estancamiento pues los romanos no aportaron en ese campo nada sobresaliente. La situación se agravó con la destrucción de la Biblioteca de Alejandría y con la invasión de los bárbaros. Merece especial mención el imperio bizantino por el marcado carácter confesional que adquirió su estado, y por la consiguiente concepción errónea del mundo que adoptaron aquellos cristianos frente a la tradición griega.

La cuestión de esfericidad continuó debatiéndose muchos años después, así Santo Tomás de Aquino (1227-1274) argumentaba que la Tierra debía ser esférica porque la posición de las constelaciones dependía del lugar de observación.

Los trabajos geodésicos griegos, con sus mediciones de la circunferencia terrestre, fueron continuados por los sabios árabes del califato de Bagdad (siglo IX), los cuales, dando por supuesta la esfericidad, llegaron a introducir nuevas metodologías en sus observaciones. Se realizaron varias mediciones de un grado de meridiano entre los ríos Tigres y Eufrates, para contrastar los cálculos efectuados por los griegos. El valor asignado al desarrollo del grado depende de la fuente consultada, pero se acepta que es de 56 2/3 millas.

En el siglo XI Al-Biruni (973-1048) midió el radio de la Tierra por un procedimiento novedoso⁷, luego repetido en Occidente. Los resultados obtenidos, según él fueron análogos a los logrados por los equipos del califa. El radio de la Tierra dado por Al-Biruni fue de 12.851.369 codos⁸, resultando para el grado meridiano 224.388 codos: aproximadamente 56 millas árabes⁹.

La importancia de las operaciones geodésicas realizadas por los árabes se evidencia aún más al pensar que debieron transcurrir varios siglos para que se repitieran en Europa, y concretamente en Francia, cuna de la geodesia moderna.

La incorporación de Occidente a la operación de dimensionar la Tierra se vio indudablemente favorecida por la continuada traducción de los textos árabes, que de ese modo hicieron renacer a los clásicos griegos y muy concretamente a Ptolomeo. Otro factor imprescindible para el desarrollo de los conocimientos geográficos, fue la invención de la imprenta¹⁰.

7 Medida de la depresión del horizonte sensible, realizada desde una montaña con una altitud previamente determinada.

8 Codo: medida de longitud equivalente a 0,42 metros. Distancia media desde el dedo mayor al codo.

9 Milla árabe: medida equivalente a casi 2000 metros.

10 El nacimiento de la imprenta se remonta a China, en el año 593, cuando se reproducen por primera vez y de forma múltiple, dibujos y textos con la ayuda de caracteres de imprenta tallados en tablas de madera (xilografía). Estas técnicas llegaron a Occidente mucho después. El holandés Laurens Coster (S. XIV) será el primero en utilizar tipos móviles de madera, aunque universalmente se considera inventor de la imprenta a Johannes Gutenberg (S. XV), por su creación de los tipos móviles de plomo fundido, mucho más resistentes (tipografía).

La Edad Media termina con el descubrimiento de América, aunque su descubridor muriera sin tener conciencia de ello.

Renacimiento

Colón creyó haber confirmado algunos cálculos medievales del diámetro de la Tierra con sus observaciones. En una nota marginal (núm. 490) a su copia del Imago Mundi, escribió lo siguiente: "Nota que a menudo navegando de Lisboa hacia el sur de Guinea yo he observado con cuidado el trayecto que hacen los capitanes y los marinos; y enseguida he tomado la altura del Sol con el cuadrante y otros instrumentos en varios sentidos, y he encontrado que ella concordaba con los datos de Alfragán, a saber, que a cada grado corresponden 56 2/3 millas; por ello hay que prestar fe a esos cálculos; se puede, pues, decir que el circuito de la Tierra bajo el círculo equinoccial es de 20.400 millas. Es tal como lo habían establecido el maestro, médico y astrólogo José Vicinho y varios otros que fueron enviados expresamente para esto por el Serenísimo Rey de Portugal". Otras notas al margen repiten la cifra de 56,66 millas para el grado.

Colón no determinaba las latitudes en alta mar, sino que navegaba por estima, es decir, apreciando según su parecer la distancia recorrida en veinticuatro horas y registran-

do el rumbo según el compás náutico. Utilizó el cuadrante marino y la plomada para observar la altura de la estrella polar, pero tan sólo como una comprobación de la estima. Para registrar la latitud no hizo uso de fórmulas, sino de una tabla de latitudes correspondientes a los días de solsticio. Por otra parte, logró determinar la longitud mediante la observación de un eclipse de Luna. Sus numerosas observaciones astronómicas le llevaron a la extraña conclusión de que la Tierra no era redonda, sino de forma de pera, con una protuberancia del tipo de un pezón.



Página del libro Imago Mundi de Colón

Fuente: www.ewetel.net

Colón fue un agudo observador de las corrientes y vientos oceánicos y, como consecuencia de ello, inauguró las grandes rutas de navegación del Atlántico norte. En su viaje de vuelta, basándose en observaciones previas de marinos portugueses y en las suyas propias extraídas de un viaje a Islandia, navegó con rumbo noreste hasta la latitud de las Azores, antes de encaminarse al Este, porque sabía que allí prevalecían los vientos del Oeste.

Colón tenía un conocimiento de primera mano de la cartografía, el comercio practicado por su hermano Bartolomé en Lisboa; en el diario de su primer viaje afirmaba: "tengo propósito de hacer carta nueva de navegar, en la cual situaré toda la mar y tierras del mar Océano en sus propios lugares, debaxo su viento". De hecho, en los Pleitos de 1514, un testigo daba cuenta de que todos los exploradores de Tierra Firme después de Colón "iban por las cartas aquel dicho Almirante de aquella navegación había hecho e hizo, porque de todo lo que descubría solía hacer cartas". Debe observarse que, mientras que las cartas de Colón tenían siempre escalas de distancias, carecían de cuadrículas de latitud y longitud, porque continuaba pensando en términos de "climas" ptolemaicos. Colón, como muchos otros autores de la época de los descubrimientos, hizo frecuentes referencias a Ptolomeo y persistió en el intento de hacer nuevos descubrimientos acordes con el sistema ptolemaico.

A pesar de todo ello la cronología documentada de las mediciones de arcos no comienza hasta años más tarde. Leonardo da Vinci (1452-1519) explica un método para determinar el radio de la Tierra, análogo al de Eratóstenes y que ilustra en un gráfico. Contemporáneo suyo fue Antonio de Nebrija (1444-1522) al que se le atribuye la medición de un grado de meridiano.

Nueva Versión

TCP-MDT

5

Levantamientos

Proyectos

Replanteos

Carreteras

Urbanizaciones

Canteras

Topografía

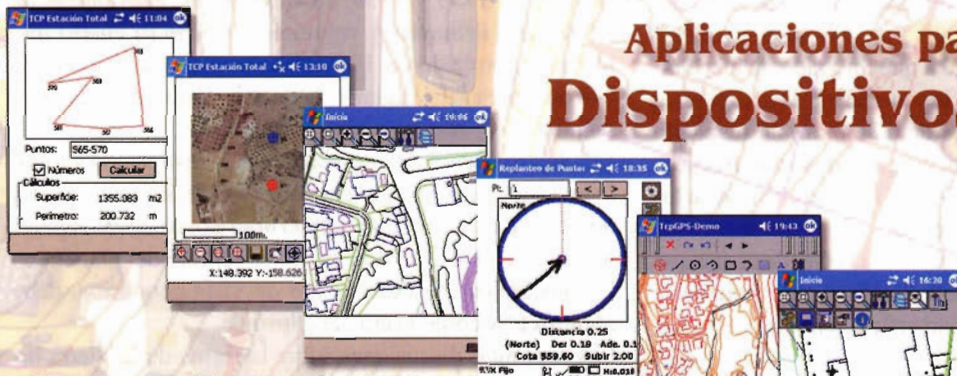
Construcción

Urbanismo

Ingeniería



Aplicaciones para Dispositivos Móviles



Replanteo y Toma de Datos con GPS y Estación Total

Gestión de Dibujos con potente CAD

Control de Obras de Túneles

Orto3D

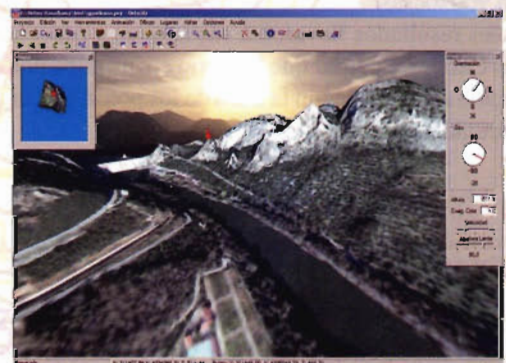
Presentaciones realistas de alta calidad

Proyectos de carreteras y urbanización

Estudios de impacto ambiental

Incorporación de cartografía

Animaciones y Videos



Nueva Denominación:



Aplicaciones de Topografía e Ingeniería Civil

C/ Sumatra nº 9, 29190 - Málaga

Tlf: 952-439771

Fax: 952-431371

www.aplitolop.com

info@aplitolop.com

En esta época también ha de citarse a Carlos V por su relación con la geodesia histórica. El emperador encargó los primeros mapas de los Países Bajos al cartógrafo y topógrafo flamenco Jacob van Deventer (1500-1575). Se empleó entonces por primera vez el novedoso método de la triangulación, que al parecer había sido ideado conjuntamente con él y su discípulo Gemma Frisius (1508-1555). Es de remarcar el interés de Kepler (1571-1630) por determinar las dimensiones de la Tierra, mencionando un método para calcular su radio, basado en la observación recíproca de las distancias cenitales de una cierta visual y el cálculo de la distancia geométrica entre las dos estaciones.

El siglo XVII

En 1635, el matemático inglés R. Norwood (1590-1665) obtuvo para un grado de meridiano 57.300 toesas¹¹ de París, alrededor de 110,72 km. El arco fue el comprendido entre York y Londres, midiendo en su torre la altura meridiana del Sol y haciendo lo propio en la otra ciudad; así calculó la amplitud angular de 2° 28' asociada a los 275 km que midió directamente con una cadena de agrimensor.

La primera medida geodésica de precisión fue la que realizó el abad francés Jean Picard (1620-1682) entre las ciudades de Amiens y Malvoisine, a lo largo de los años 1668 y 1670. El desarrollo del arco de meridiano lo obtuvo gracias a la cadena de 13 triángulos que estableció a lo largo del mismo, introduciendo la escala, con dos bases de 5.663 toesas y de 3.902 toesas, llegó a que un grado de meridiano equivalía a 57.060 toesas. Suponiendo la Tierra esférica obtuvo para su radio un valor de 6.365 km, un resultado nuevo y de suma importancia, asegurándose con frecuencia que sirvió a Newton (1642-1727) para confirmar su hipótesis de la gravitación universal.

La contrapartida que Newton ofreció a la Geodesia fue que consiguió demostrar que el modelo esférico supuesto hasta entonces como ideal para la superficie terrestre debía ser sustituido por otro elipsoidal.

La primera medición de la variabilidad de la curvatura terrestre se realizó cuando se prolongó el meridiano de París en los dos sentidos: al Norte de Amiens y al sur de Malvoisine. El ejecutor del proyecto fue Cassini (1625-1712). La medición duró desde 1683 hasta 1718 y el resultado fue para el desarrollo de un grado de meridiano, los valores siguientes: París-Colliure 57.097 toesas y París-Dunkerque 56.960 toesas.

Tales resultados llevaron a sus autores y especialmente a los Cassini, a pensar que la Tierra era un elipsoide de revolución alargado según la línea de los polos, con una excentricidad dada por:

$$e^2 = \frac{b^2 - a^2}{a^2} = 0,144$$

¹¹ La toesa era una antigua medida de longitud francesa, equivalente a 1.949 m

¹² El reloj de péndulo de 1657 construido por Christian Huygens mejora la determinación de las longitudes y a finales de este periodo se construye el teodolito altacimutal.

Al ser el modelo experimental opuesto al teórico previamente expuesto por Newton y también por Huygens¹² (1629-1695), se originó una encendida polémica.

El siglo XVIII. La ilustración

Históricamente, medir la longitud geográfica ha sido un problema muy complicado. Las mediciones de longitud geográfica fueron muy inexactas por lo menos hasta me-

diados del siglo diecisiete, lo que hace fácil comprender los deformados mapas que se tenían hasta antes de dicho siglo.

En los siglos XVII y XVIII, el problema de la longitud cobra gran importancia estratégica y ocupa a algunas de las mejores mentes científicas.

La intensa búsqueda de una solución al problema de la longitud duró cuatro siglos en todo el continente europeo. Se fundaron magníficos observatorios en París, Londres y Berlín con el objetivo expreso de calcular la longitud valiéndose del cielo.

A medida que pasaba el tiempo y se apreciaba que ningún método daba resultado, la búsqueda de una solución al problema de la longitud fue adquiriendo proporciones legendarias, resultando comparable a la búsqueda de la fuente de la eterna juventud, el secreto del movimiento perpetuo o la fórmula para convertir el plomo en oro. Los gobiernos de las grandes potencias marítimas (España, los Países Bajos y ciertas ciudades-estado italianas) renovaban periódicamente el entusiasmo ofreciendo enormes premios por un método viable.

En 1714 el Parlamento británico anuncia un premio de 20.000 libras, una suma inmensa en aquellos días, por una solución fiable y John Harrison, un relojero británico, consume décadas intentando conseguirla. Sus dos primeros "cronómetros" de 1735 y 1739, aunque fiables, eran piezas de maquinaria delicadas y voluminosas. Solo su cuarto instrumento, probado en 1761, demostró ser satisfactorio y fueron necesarios algunos años más antes de recibir el premio.

El relojero dedicó toda su vida a esta investigación y logró lo que Newton temía que fuera imposible: inventó un reloj que, cual llama eterna, llevaba la hora exacta desde el puerto de origen hasta cualquier rincón remoto del planeta.

La ilustración, desde el punto de vista geodésico, debe identificarse como la era del elipsoide.

Las continuas discusiones sobre la forma de la Tierra hicieron que la Academia de Ciencias decidiera zanjar la cuestión y subvencionar el proyecto que en el año 1735 le presentara Godin para medir grados de meridiano en el Ecuador.

En 1734 el monarca Felipe V recibió una invitación de su primo el rey Luis XV de Francia para que España participase en la expedición que la Real Academia de Ciencias de París organizaba para viajar a Quito (virreinato del Perú), con la misión de medir la longitud, correspondiente a un grado, de un arco de meridiano terrestre en el Ecuador.

La expedición científica, a las órdenes de Charles de la Condamine y formada también por Louis Godin y Pièrre Bouger, con el objetivo de aclarar las teorías de Newton y Huygens sobre la forma y el tamaño de la Tierra; pretendía comparar la medición de Quito con otra medición también de un grado, obtenida en Laponia por el físico y matemático parisiense Pierre Louis Maupertius.

Por decisión de Felipe V, debían ir dos oficiales que fueran capaces de realizar los cálculos por sí mismos, al margen de los cálculos desarrollados por los franceses. Para este trabajo se eligió a dos jóvenes guardia marinas: Jorge Juan y Santacilia y Antonio de Ulloa y de la Torre-Guiral.

La medición del grado de meridiano se prolongó desde 1736 a 1743 debido a las grandes dificultades que tuvieron

que superar. Allí se les conocía como los caballeros del punto fijo. El sistema seguido consistía en una serie de triangulaciones que requerían poner señales en puntos o bases elegidas, tanto en el llano como en las cumbres de 5.000 metros de altura. Las ciudades de Quito y Cuenca, situada tres grados más al sur de la primera, limitaron los extremos de la medición geométrica o triangulación; entre ambas, una doble cadena de montañas paralelas facilitaba la elección de vértices a una y otra parte del gran valle que las une.

Decidieron separarse en dos grupos, Godín con Juan, la Condamine y Bouguer con Ulloa; ambos grupos efectuarían las medidas en sentido contrario, con el fin de comprobar su exactitud. La medida empleada era la toesa. Después de varias comprobaciones, había que complementar estas observaciones físicas con las astronómicas; además, el instrumental adolecía de graves defectos, por lo que hubo que repetir numerosas veces los cálculos, llegando a tener que construir Godín, Juan y el relojero Hugot, un instrumento de 20 pies de largo para facilitar las mediciones

Su larga estancia estuvo alterada por muchos incidentes, pero la empresa mereció tales sacrificios. A partir de entonces, con el conocimiento exacto de la forma y magnitud de la Tierra, se podía cartografiar situando correctamente longitud y latitud.

Maupertius dirigió la expedición a Laponia, contando con la colaboración de personajes tan ilustres como Celsius o Clairaut. La operación duró poco más de un año (entre 1736 y 1737). Los resultados calculados sobre el terreno permitieron estimar en 111.949 metros el desarrollo lineal de un grado de meridiano. De vuelta a Francia, Maupertius y Clairaut calcularon de nuevo el desarrollo hallando, 111.452 metros. Las operaciones pendulares de Clairaut confirmaron que la longitud del péndulo, era menor en París que en Kittis.

Ambos matemáticos aseguraron que la Tierra era un elipsoide achatado por los polos, determinando incluso su aplastamiento $\alpha \cong 1:178$.

Comparando las mediciones de las dos expediciones científicas (Condamine y Maupertius), se pudo determinar que la Tierra tiene forma de un elipsoide de revolución achatado por los polos, pues las longitudes de los arcos de un grado de meridiano van creciendo desde el Ecuador hacia aquellos.

Los desarrollos lineales asociados a un grado fueron dispares, aunque sus resultados originales se expresaron en toesas, su equivalencia en metros sería la siguiente:

Godín	110.651 m.
Bouguer	110.639 m.
La Condamine	110.645 m.
J.Juan	110.633 m.
A.Ulloa	110.648 m.

Los resultados de estas dos expediciones científicas, tan fundamentales en desarrollo posterior de la geodesia, marcaron la ciencia de todo el siglo XVIII al hacer prevalecer finalmente el modelo newtoniano (elipsoide oblato¹³), aunque todavía no se conociera muy bien su aplastamiento, frente al modelo de Tierra cartesiano (elipsoide prolato¹⁴).

¹³ aplastado o achatado

¹⁴ alargado

Esa circunstancia hizo que Voltaire, con su habitual sarcasmo, le comunicara a Maupertius que con el resultado de su expedición no sólo había aplastado la Tierra sino también a los Cassini.

Jorge Juan y Antonio de Ulloa realizaron cuarenta de las cien cartas modernas del mundo. Juan estableció como valor del grado de Meridiano contiguo al Ecuador, 56.767,788 toesas, en un cálculo que fue el más aproximado de todos. La unidad de medida pasó a ser el metro, y con ello un sistema métrico decimal adoptado universalmente.

En los años siguientes la base teórica de la Geodesia fue perfeccionada, en primer lugar por Lambert (Determinación del Achatamiento de la Tierra a través de la presesión y nutación) y también por Laplace.

El siglo XIX

En el siglo XIX se asiste al progreso de la geodesia práctica. Aparece por primera vez la palabra geode para designar la figura física de la tierra.

La geodesia se convierte en soporte imprescindible para las representaciones cartográficas de cada uno de los países. Comienzan por tanto a surgir, los Centros Cartográficos Nacionales. Aunque permanecen en líneas generales, los métodos del siglo XVIII: triangulación, astronomía esférica, gravimetría y medida del tiempo, se realizan las observaciones con instrumentos mucho más precisos y con un rigor extremo en la metodología empleada. Empezaron a configurarse las redes geodésicas de acuerdo con el criterio de las cadenas principales a lo largo de meridianos y paralelos.

El final del siglo fue marcado por los grandes trabajos de mediciones de arcos meridianos de los geodestas junto con los astrónomos, para determinar los parámetros de aquel elipsoide que tiene la mejor aproximación con la tierra física. Los elipsoides más importantes eran los de Struve, Bessel y de Clarke.

Struve proyectó una y observó una cadena de 258 triángulos para medir el gran arco de meridiano ruso, comprendido entre el Danubio y el Mar Glacial Ártico. En 1860, comparando la magnitud del desarrollo de su arco con los previamente hallados en otras latitudes, obtuvo su propio elipsoide¹⁵.

¹⁵ Sobre el elipsoide de Struve se calcularían las coordenadas de la red geodésica española, representándolo en el Mapa Topográfico Nacional mediante el sistema poliédrico y a escala 1:50.000. Así vino sucediendo hasta que se sustituyó por el elipsoide internacional de Hayford.

Gauss, uno de los más grandes matemáticos de todos los tiempos. Ideó en 1808 el método de alturas iguales para determinar simultáneamente la longitud y la latitud. Gauss reconoció en 1828, al igual que había hecho antes Laplace (1802) y haría después Bessel (1837) que el modelo elipsoidal no es válido si se pretende obtener una gran exactitud. Lo que se traduce en la necesidad de considerar otra superficie que se ajuste mejor a la forma real de la Tierra. Esa superficie que se refería Gauss la acuñaría años después (1873) Listing, el cual junto a Fischer y Bruns inicia las teorías sobre la ondulación del geoide, fijando entre 800 m y 1 km la separación máxima entre ambas superficies; unas magnitudes que no serían fiablemente revisadas hasta el desarrollo de la geodesia espacial, considerándose hoy día que la altura máxima del geoide es próxima a los 100 m.

Al ser su expresión matemática sumamente complicada, se prescindió del geoide como superficie de referencia y se tomó otra más asequible al cálculo. El problema no se solucionaría hasta el siglo siguiente, gracias a los trabajos de Helmert y Hayford.

Mención especial merece la Red Geodésica de la España peninsular del siglo XIX. El Real Decreto del 11 de enero de 1853 crea la Dirección de la Carta geográfica de España, con el consiguiente inicio de la triangulación geodésica. En ese mismo año se insta a Carlos Ibáñez de Ibero y a Frutos Saavedra para que preparen el proyecto de un aparato para medir la que sería base central de la triangulación. El aparato se construye en el taller de los hermanos Brunner, en París, bajo la supervisión de los dos españoles.

A finales del año 1858 ya estaba medida la base de Madrideojos, una operación que contribuyó a acelerar las operaciones geodésicas de nuestro país. En 1870 se crea el Instituto Geográfico, un organismo que a partir de entonces se encargaría sin interrupción de los trabajos geodésicos y de la investigación con ellos relacionada. La organización de los trabajos consistió en la división del territorio en los llamados distritos geodésicos. Dentro de cada uno de ellos había integradas varias provincias en las que se realizaban los trabajos bajo la atenta coordinación de un único jefe facultativo.

El diseño de la red geodésica obedeció al criterio francés, adoptándose por lo tanto el sistema de las cadenas principales a lo largo de los meridianos de Salamanca, Madrid, Pamplona y Lérida, con un incremento longitudinal de 2° aproximadamente, así como tres cadenas correspondientes a los paralelos de Palencia, Madrid y Badajoz, separados también alrededor de 2°. Por otra parte se realizaron las llamadas cadenas de costa extendidas por el Norte, Este y Sur. Todas ellas se apoyaron en seis bases medidas directamente: Madrideojos, Vich, Cartagena, Arcos de la Frontera, Lugo y Olite. La observación de la red se culminó en el año 1892 dentro del cuadrilátero de Cáceres.

Las altitudes de vértices se obtuvieron tras enlazar con las señales de la Red de Nivelación de Precisión, cuyos trabajos se habían iniciado en el año 1871 eligiendo como origen el nivel medio del mar proporcionado en principio por una regla y después por el mareógrafo instalado en Alicante (1874), empleando niveladas simples o sencillas y en algunos casos simultáneas. Una vez finalizadas las observaciones de la R.N.P, hubo que modificar todo el proyecto para incluir la nivelación de las líneas de ferrocarril. Ello produjo una demora en los trabajos que se prolongó hasta 1925.

Durante la medición de la base de Madrideojos comentó Ibáñez de Ibero a Laussedat¹⁶ la conveniencia de concienciar a los gobiernos español y francés acerca de la viabilidad del enlace geodésico y astronómico entre los continentes europeo y africano.

16 En la medición de la base de Madrideojos, el gobierno francés mandó como observador al coronel de ingenieros Aimé Laussedat.

Los estudios previos no se realizaron hasta pasados veinte años, en el verano de 1878, y a propuesta del director del Instituto Geográfico, cargo que ostentaba Ibáñez de Ibero desde su fundación en 1870.

Por otro lado, a finales de siglo se empezó a profundizar en

el campo de la gravimetría, técnica que nos permite conocer la diferencia de gravedad que existe en distintos puntos sobre la Tierra. Desde que Newton descubrió que todos los objetos del universo se atraen, se comenzó a investigar el efecto de la gravedad en la superficie terrestre. Las primeras mediciones gravimétricas con cierta precisión fueron realizadas por Plantamour en el año 1864 en Suiza. En España fueron llevadas a cabo por Barraquer y Rovira casi veinte años después, en 1883, usando un péndulo de Repsold, propiedad del Instituto Geográfico y Estadístico.

La tendencia de los investigadores en la materia fue la de determinar con la mejor precisión el valor de la gravedad "g" que se tomó como medio para confirmar el achatamiento de la tierra. Se sabe que la variación del valor de "g" permite concluir que nuestro planeta no es esférico, sino un cuerpo irregular de forma parecida a un elipsoide, cuyo eje menor está alineado al de rotación de la tierra y el mayor al del plano ecuatorial, de donde resulta que el valor de "g" es máximo en los polos y mínimo en el ecuador.

En geodesia, el conocimiento del valor de la gravedad es aplicable a:

- las separaciones entre el geoide y el elipsoide, que hacen posible la reducción de distancias al elipsoide
- la desviación de la vertical
- el refinamiento del geoide a partir de anomalías de gravedad, o bien combinando datos gravimétricos con observaciones realizadas a través del GPS
- las alturas ortométricas precisas

La Geodesia en el Siglo XX

En el siglo XX desaparece el concepto de geodesia clásica y aparece la geodesia espacial, que utiliza en gran medida los fundamentos matemáticos que ya estaban establecidos para la geodesia tradicional.

Con las nuevas tecnologías, aparecen nuevas posibilidades y gracias a las técnicas espaciales se puede determinar la forma de la Tierra o determinar las coordenadas de puntos sobre la superficie terrestre.

La geodesia espacial se basa en observaciones de puntos fuera de la superficie de la Tierra, que no tienen porque ser visibles. En un principio debían serlo, pero gracias a las señales de radio no es necesario.

Desde que en 1957 el lanzamiento del Sputnik-1 supuso el comienzo de la era de los satélites artificiales y su posterior uso en aplicaciones para el interés de la comunidad mundial, la tecnología ha avanzado en este aspecto de manera espectacular, y uno de los campos en los cuales se ha manifestado especialmente dicho avance, es en las aplicaciones que conciernen a las ciencias de la Tierra, y dentro de ellas, de manera notable en el estudio de su forma y dimensiones.

Dentro de los grupos de Sistemas de Geodesia Espacial, destacan la Constelación Navstar (Navegación por Satélite en Tiempo y Distancia) y la Constelación Glonass (Sistema Global de Navegación por Satélite). Ambas constelaciones fueron creadas por los Departamentos de Defensa de los Estados Unidos y Rusia, respectivamente, y su principal cometido era poder posicionar un objeto en la superficie de la Tierra a través de las señales emitidas en forma de ondas de radio por los satélites de dichas constelacio-

Cartografía de Calidad

Empresa certificada a la
calidad NOR ISO 9002



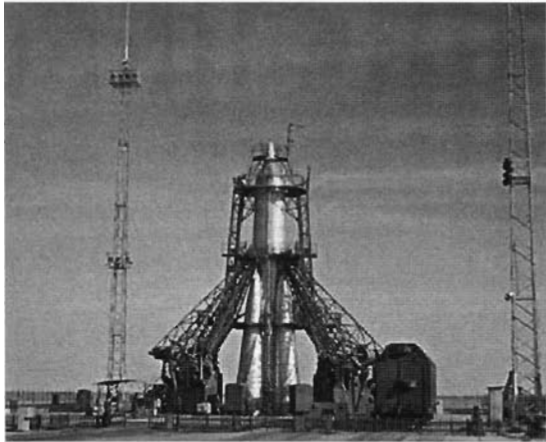
Avda. Hytasa, 38, Edificio Toledo, 1-4º
41006 SEVILLA

Tels.: 95 465 57 76 - 95 465 51 27 - Fax: 95 465 57 76

E-mail: invar@invarsl.com

www.invarsl.com

nes, que dicho objeto procesaba en la superficie, determinando así su posición con una precisión en función del tipo de información recibida, tiempo de recepción y condiciones de la emisión.



Sputnik 1

Fuente: encarta.msn.com

Este posicionamiento se produce sobre un sistema de referencia inercial cartesiano, que en el caso de usar la constelación americana Navstar corresponde al sistema WGS-84, y en el caso de usar la constelación rusa Glonass corresponde al sistema PZ-90.

Las aplicaciones de estos sistemas de posicionamiento por satélite son muy variadas.

Las mediciones obtenidas de altimetría a partir de satélites sumadas a los datos gravimétricos obtenidos en la superficie son las observaciones más innovadoras desde el punto de vista global.

Nos da la posibilidad de obtener todo tipo de anomalías gravimétricas en los océanos al igual que el estudio de las órbitas nos da información sobre la variación del campo gravitatorio terrestre durante largos periodos de tiempo. Debido a que la Tierra no es un elipsoide perfecto, el campo gravitatorio no es homogéneo.

Una de las principales aplicaciones de la gravimetría en el campo de la geodesia es la determinación de altitudes geopotenciales para la representación de la forma real de la Tierra y la definición de la forma real de las superficies de nivel, en particular el geoid y la curvatura del campo gravitatorio.

La Geodesia en el Siglo XXI

La geodesia en el siglo XXI da un paso adelante con el ambicioso proyecto Galileo.

Galileo es la iniciativa europea surgida para desarrollar un Sistema Global de Navegación por Satélite, de titularidad civil, que proporcione a Europa independencia respecto a los sistemas actuales: GPS (EEUU) y Glonass (Federación Rusa).

El funcionamiento de Galileo es similar al de sus competidores; todo se basa en una constelación de satélites que en pocas horas dan la vuelta al mundo. La componente espacial de Galileo está constituida por 30 satélites repartidos en tres planos orbitales de 23.600 Km de altura y 55° de inclinación, diseño que mejora su cobertura en latitudes extremas (cerca de los polos) con respecto a los otros sistemas.

Hay cuatro parámetros característicos que sirven para evaluar las prestaciones de todos los Sistemas Globales de

Navegación por Satélite "GNSS": la disponibilidad de la señal (que exige que siempre haya al menos cuatro satélites a la vista del receptor), la continuidad (que la emisión de la señal no sufra interrupciones), la precisión (grado de incertidumbre de la posición que proporciona el sistema) y la integridad (veracidad de la información que proporciona el sistema incluida la alarma cuando el sistema no esté funcionando correctamente).

Los niveles que ofrecen los sistemas respecto a esos cuatro parámetros no alcanzan los mínimos requeridos por algunos usuarios, especialmente la aviación civil. Tanto el GPS como el Glonass son de origen militar. Aunque las aplicaciones civiles del GPS se han generalizado, el uso y control del sistema sigue y seguirá siendo militar. Es decir, en situaciones de crisis, las autoridades que lo gestionan pueden anular o degradar la señal limitando su precisión a aquellos usuarios militares que posean la autorización adecuada. Aunque en mayo de 2000 Estados Unidos decidió dar una mayor precisión a los usuarios civiles del GPS (que ya conseguían con técnicas de aumentación), eliminando el error deliberado que hasta entonces emitían para los usuarios civiles (disponibilidad selectiva), el GPS sigue siendo insuficiente para multitud de aplicaciones, debido principalmente a las siguientes razones:

- Ausencia de garantía y de compromiso de responsabilidad en la calidad y continuidad del servicio para usuarios civiles. No se puede reclamar a nadie un error en la señal GPS.
- Precisión insuficiente en la determinación de la posición para aplicaciones que exigen un posicionamiento rápido.
- Pobre disponibilidad en regiones de elevada latitud o áreas urbanas en las que la constelación GPS no tiene cobertura.
- Carencia de integridad. Los usuarios del GPS no son informados de eventuales fallos o errores del sistema, de forma que la posición obtenida del GPS puede estar dando errores de kilómetros sin saberlo.

Debe destacarse que uno de los puntos clave de este programa se encuentra en la implicación del sector privado en la financiación del proyecto. La participación financiera de la industria privada comenzó a finales de la Fase de Desarrollo (a finales de 2003) y va aumentando hasta asumir en la Fase de Despliegue los 2/3 de los costes a través de un modelo concesional para la construcción y operación del sistema. Durante la fase de operación (a partir de 2008), la aportación pública se mantendrá en forma de pagos al concesionario, que irán disminuyendo en el tiempo a medida que el Sistema genere sus propios ingresos.

El coste de la Fase de Desarrollo (2002-2005) se cifra en torno a los 1.100 millones de euros, que se distribuirán a partes iguales entre la ESA y la CE. Para la Fase de Despliegue (2006-2007), los costes se estiman en 2.100 millones de euros.

Se estima que a partir de 2008 el sistema se encontrará completamente operativo, debiendo llevarse a cabo el mantenimiento y la renovación periódica de los satélites de la constelación.

Conclusiones

Con las nuevas tecnologías, aparecen nuevas posibilidades y gracias a las técnicas espaciales se puede determi-

nar la forma de la Tierra o determinar las coordenadas de puntos sobre la superficie terrestre.

La geodesia espacial ofrece enormes ventajas, ya que se basa en observaciones de puntos fuera de la superficie de la Tierra, que no tienen porque ser visibles. En un principio debían serlo, pero gracias a las señales de radio no es necesario.

En la discusión sobre el porvenir próximo de la Geodesia, se encuentra la determinación del geode como superficie equipotencial arriba y abajo de la superficie física de la tierra y la Geodesia dinámica para determinar la variación de la figura terrestre con el tiempo para fines teóricos y prácticos (determinación de terremotos, etc.).

Bibliografía

RUIZ MORALES, Mario; RUIZ BUSTOS, Mónica (2000): Forma y dimensiones de la tierra. Síntesis y evolución histórica. Ediciones del Serbal. Barcelona

FRANCO REY, Jorge. Nociones sobre Geodesia. [http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/Geodesia/Seccion_Temas_de_Geodesia/nociones_de_geodesia_y_gps.pdf]

Diversos artículos sobre Geodesia. [<http://www.cartesia.org/categories.php?op=newindex&catid=3>]

CALERO, Enrique. Historia de la Geodesia. Desde los orígenes hasta el final del Imperio Romano. Publicado en [<http://ecalero.tripod.com/id10.html>]. Versión 2003

CALERO, Enrique. Historia de la Geodesia. Edad Media y Renacimiento hasta la primera mitad del siglo XVIII. Publicado en [<http://ecalero.tripod.com/id10.html>]. Versión 2005

Artículo "Medición de la latitud". [<http://centros5.pntic.mec.es/ies.arzobispo.valdes.salas/alumnos/navega2/latitud.htm>]

Artículos sobre Geodesia sacados de la enciclopedia libre de internet Wikipedia: [<http://es.wikipedia.org/wiki/>

[wikipedia/geodesia](http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia/geodesia)]

CAGLIANI MARTÍN, A. La forma de la tierra.

[<http://www.saber.goleen.com.ar/laforma.htm>]

CARRASCO LICEA, Esperanza; CARRAMIÑANA ALONSO, Alberto. Artículo "El problema de la longitud y las líneas de Júpiter", publicado el 10 de junio de 1997 en el diario Síntesis.

[<http://http://www.inaoep.mx/~rincon/longitud.html>]

Información sobre Galileo suministrada por el Ministerio de Fomento.

[http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/AVIACION_CIVIL/PROGRAMAS/GALLILEO/ges_galileo.htm]

MARTÍNEZ ROSIQUE, J.A.; FUSTER ESCUDER, J.M. (1995): El Sistema de Posicionamiento Global GPS. Principios Básicos de Funcionamiento. Ediciones: Servicio de Publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia (SPUPV-95.827).

NÚÑEZ-GARCÍA, A; VALBUENA DURÁN, J.L; VELASCO GÓMEZ, J. (1992): GPS La Nueva Era de la Topografía, Ediciones de las Ciencias Sociales. Madrid.

Documentos de Internet publicados por el Laboratorio Lincoln de Massachusetts, el Coordinational Scientific Information Center ruso y por el DLR-DFD Neustrelitz Remote Sensing Ground Station en Alemania, Noviembre 1997.

[<http://www.geo.ign.es/servidor/grav/grav.html>]

[http://www.igme.es/internet/sigeof/inicio_spa.html#gravi]

[<http://www.geognosia.com/grav.html>]

LOZANO CALVO, L. (1948): Las anomalías gravimétricas en España según la teoría Airy. Revista de Geofísica.

INGLADA, V. (1923): Las observaciones gravimétricas. Instituto Geográfico y Catastral.

LAFUENTE, A; MAZUECOS, A. (1987): Los caballeros del punto fijo. Ediciones del Serbal / CSIC

DAVA SOBEL. (1995): Longitud. Debate

ALQUILER ■

VENTA ■

CALIBRACIÓN - S.A.T. ■

GABINETE TOPOGRÁFICO ■

ESTACIÓN REFERENCIA GPS - IBEREF ■

NUEVAS OFICINAS LA TÉCNICA:

La Florida, 1. Nave 6. Pol. Ind. Villapark
28670 Villaviciosa de Odón - Madrid
Telf.: 902 468 704
Fax: 915 934 883
www.latecnica.com

La Técnica
TOPOGRAFÍA

INVENTARIO Y CARTOGRAFÍA DEL PAISAJE

Ramírez Juidías, E. - Dpto. de Ingeniería Gráfica. Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Universidad de Sevilla.

Resumen

El paisaje resulta de la combinación de geomorfología, clima, plantas, animales y agua, además de la incidencia de las alteraciones de tipo natural y las modificaciones antrópicas. No hay que pensar, sin embargo, que el paisaje actual es el punto final de una historia de procesos geomorfológicos, climáticos, bióticos y antrópicos. Las variables que intervienen en su formación continúan activas y evolucionan modificándose en el tiempo, constituyendo un conjunto dinámico. La consideración global de los componentes del paisaje y de sus relaciones recíprocas enlaza con la visión ecológica del territorio como sistema integral, manifestación externa y aparente del territorio, que constituye también el objeto percibido, observado y estudiado en el paisaje visual.

Palabras clave: estudio del paisaje, cartografía, SIG.

1.- Introducción

El estudio del paisaje visible ha de concretarse en una cartografía que sea de utilidad en la planificación y gestión del territorio. El gran número y variedad de factores implicados en su caracterización supone una gran dificultad metodológica a la hora de generalizar los procedimientos a seguir para la realización de mapas de paisaje. De esta manera, existe una gama de procedimientos adoptados para abordar estudios específicos del paisaje en una zona cualquiera.

La cartografía del paisaje puede centrarse en la descripción inicial del mismo con vistas a su posterior interpretación, o bien enfocarse directamente a la valoración de su calidad o fragilidad dejando implícita su descripción. El objetivo primordial es la obtención de una tipificación del territorio según su paisaje, que permita utilizar los mapas resultantes como herramienta en la gestión del territorio. En la caracterización, han de tenerse en cuenta dos tipos de factores:

- Los relativos a la definición del espacio visual, sus límites y propiedades.
- Los relativos al contenido del espacio visual.

Las estrategias utilizadas para el inventario del paisaje se dividen en dos grandes bloques:

- Las que se basan en el inventario de los distintos aspectos que componen el paisaje para proceder después a su integración.
- Las que se centran en la realización directa de un inventario de los tipos de paisajes existentes.

2.- Estrategias basadas en el inventario de los aspectos que componen el paisaje

Son estrategias de tipo analítico en las que una vez inventariados y cartografiados los componentes del paisaje, se analizan e interpreta su significado respecto a la definición del paisaje y se procede a la integración de todos ellos para llegar a establecer los tipos de paisaje.

En este caso, se inventaría los distintos aspectos parciales que componen el paisaje. El inventario de los mismos

puede realizarse mediante trabajo de campo con fotografía aérea y mapas topográficos, recogiendo todos los elementos componentes del paisaje y sus características visuales. Se pueden determinar sobre el terreno las líneas virtuales de cerramiento visual definidas por el relieve y/o la vegetación.

En los casos en los que el estudio del paisaje se encuadre en un estudio más general del medio físico y se cuente con los inventarios detallados de cada elemento del medio, habrá que seleccionar e interpretar los datos de los inventarios parciales en términos de sus implicaciones visuales. Será necesario también elaborar a partir de los datos del inventario la estructura visual del territorio. El procedimiento contempla cinco fases:

- a) Selección de los elementos del territorio que más contribuyen a la definición de paisaje. En general, los más determinantes serán el relieve y la vegetación, variando en importancia relativa según el territorio. A ello, lógicamente, habrá que añadir las actuaciones antrópicas y la presencia de agua entre otros aspectos.
- b) Estudio del significado de las características de cada uno de los componentes seleccionados con respecto a la diferenciación del paisaje. Se tienen en cuenta de todos y cada uno de los componentes más relevantes en el paisaje, tales como la pendiente, altitud relativa, complejidad topográfica, estructura horizontal y vertical de las deformaciones vegetales, colorido y estacionalidad de las mismas, pautas de distribución de las mismas, etc.
- c) Caracterización de la estructura visual del territorio, mediante índices asignados a cada punto del territorio o por compartimentación del territorio en unidades o cuencas visuales independientes.
- d) Combinación de los aspectos elementales y asignación del resultado a cada punto del territorio.
- e) Clasificación en tipos y valoración, si a caso, de los mismos.

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es de gran utilidad en este proceso. La información inventariada puede estar almacenada en mapas temáticos que pueden interpretarse individualmente mediante selección o combinación de características, cálculo de índices, etc., y posteriormente combinarse para asignar a cada punto del territorio un tipo de paisaje.

Los SIG suelen incluir además, procedimientos para el cálculo de aspectos visuales simples que habrán de completarse con datos de campo.

3.- Estrategias basadas en la inventariación directa de las unidades de paisaje existentes

Estas estrategias, de tipo sintético, están muy en relación con los sistemas de delimitación de unidades ambientales o ecológicas de forma directa o integrada. La unidad se delimita por consideraciones derivadas de su apariencia

que permiten distinguir, entre otras, unidades de paisajes distintas. La clave está en la estructura espacial aparente del territorio, que es el indicador más notable para delimitar unidades ambientales.

La fotografía aérea, se toma como base para la inventariación, si bien precisa de apoyo de campo para ayudar a identificar las zonas diferentes y situarlas sobre el mapa. Pueden utilizarse uno o dos de los elementos inventariados previamente como apoyo de la inventariación y para ayudar a decidir en situaciones conflictivas. Además, habrá que tener en cuenta las condiciones de visibilidad e intervisibilidad.

Dependiendo de los territorios, algunos de los componentes del paisaje puede actuar como dominante, marcando las diferencias fundamentales. Existirán casos en los que la combinación de varios aspectos será la clave de la diferenciación.

Una vez dividido el territorio en zonas o unidades de paisaje se podrá proceder a su descripción y valoración en función de los componentes y características visuales que la caracterizan.

4.- Procedimientos

Los procedimientos prácticos de manejo o elaboración de los datos inventariados, para establecer una división espacial de forma que se cubra la totalidad del territorio estudiado, tomarán, por lo general, una de las siguientes formas expuestas a continuación.

4.1.- Unidades irregulares extensas

Son divisiones del territorio que se establecen atendiendo a los aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje.

Las unidades así definidas se suponen homogéneas, tanto en su valor paisajístico como en su respuesta visual ante posibles actuaciones.

La homogeneidad puede buscarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos semejantes en un área determinada.

Lógicamente, la homogeneidad buscada es relativa en función del nivel de detalle, por ello a determinadas escalas puede reducirse a los indicadores ambientales más importantes, tales como la homogeneidad fisiográfica y de vegetación entre otros, admitiéndose variación en los otros factores. La homogeneidad interna de la unidad implica que las características paisajísticas de todos los puntos son iguales o se han definido como equivalentes, debido a que la homogeneidad total supondría una división excesivamente detallada.

La homogeneidad estará en función de la escala de trabajo, por lo que a menor escala corresponderá generalmente, mayor tamaño de las unidades y las variables a considerar en la descripción y valoración serán de orden superior.

Según esto, las unidades de paisaje irregulares pueden delimitarse casi libremente, al igual que los ecosistemas, con tal de mantener una homogeneidad relativa acorde con la escala de trabajo.

Esto hace que el primer problema que se plantea a la hora de definir las unidades es la determinación de la escala en la que se recopilan los datos y se presentan los resultados.

De manera aproximada, el grado de precisión en los resultados puede medirse por el tamaño del menor detalle que se haya tenido en cuenta en el inventario y se refleje en el producto final.

A diferencia del tratamiento de otras magnitudes del territorio, lo raro aquí aparece como de gran importancia, aunque su tamaño y su influencia sean pequeñas en la apreciación de otras variables. Lo aislado, las discontinuidades en un paisaje, son muchas veces el centro de atracción para la vista de un observador.

Por todo esto, el tamaño del mínimo detalle observable no se puede dar a priori. La forma, el color y el contraste pueden ser más significativos que el tamaño y al pensar en la calidad visual como dimensión se debería hacer excepción de los puntos aislados o notables, dejando para el resto del paisaje como precisión deseable la misma que tengan las otras variables, datos o resultado del conjunto del estudio.

Una vez decidida la escala de trabajo y el grado de detalle que es deseable alcanzar, se puede abordar la construcción o delimitación de las unidades.

Esta delimitación puede realizarse con criterios visuales dando origen a zonas visualmente autocontenidas desde diferentes puntos de visión, a modo de cuencas visuales. También hay que atender a criterios de homogeneidad en el carácter general de la unidad, en cuyo caso el resultado podría coincidir sensiblemente con una combinación de relieve, vegetación y elementos antrópicos.

4.1.1.- Unidades visuales

Los métodos utilizados para realizar la delimitación de estas unidades son dos.

El primero de ellos es el llamado método de la amplitud de vista, el cual se basa en la medición de la amplitud de vista y los elementos periféricos que son afectados.

El segundo, conocido como método de los compartimentos, considera al paisaje constituido por una serie de compartimentos que pueden caracterizarse por singularidades, tipo de límite y contenido visual. Estos espacios se definen como áreas de la superficie terrestre bordeadas por líneas y volúmenes de forma que todos los puntos que contienen son mutuamente visibles. Según esta definición, dichos espacios visuales o compartimentos han de ser necesariamente cóncavos.

La separación visual de las unidades se realiza con la ayuda de la fotografía aérea y de visitas a campo, para dibujar in situ sobre el mapa topográfico los cierres visuales correspondientes a cada unidad.

En zonas montañosas con cuencas y divisorias claramente marcadas, la definición de las unidades debe partir de un importante apoyo topográfico. De esta manera, las divisorias de agua sirven para definir los límites de cada unidad. La fijación de sus dimensiones y el cierre de la totalidad de su perímetro se hace con criterio visual, admitiendo que el área a cubrir por una unidad debe ser aquella que abarque con la vista un observador situado, aproximadamente, en su zona central.

Lógicamente, no siempre es posible obtener una compartimentación totalmente estanca. La separación de dos unidades (pongamos como ejemplo las delimitadas por un valle de recorrido curvo) depende de la posición del observador. Por este motivo, nos debemos apoyar en acci-

dentos geográficos menos marcados para establecer separaciones entre unidades o considerar todo el valle como una única unidad a costa de perder su compacidad visual.

4.1.2.- Unidades irregulares homogéneas en su contenido

La construcción de las unidades de paisaje con criterios de homogeneidad de contenido puede realizarse tal y como se expone a continuación:

- Se determina el elemento más representativo de la zona a estudiar (elemento base) y se cartografía de forma que la superficie queda dividida en áreas homogéneas respecto a dicho elemento.
- Se añaden a estas unidades unidisciplinares los demás elementos que configuran su paisaje.

La gran ventaja de estas unidades previas es que permiten la recopilación de una gran cantidad de información añadida, además de suponer un importante punto de partida para cualquier evaluación, ya que permiten una clasificación previa del territorio.

Respecto al elemento tomado como principal para la definición de las unidades, podemos distinguir:

- Unidades basadas en la vegetación. En muchas ocasiones la división base puede hacerse atendiendo a los distintos tipos de vegetación existente en el área, lo que exige como etapa previa, la identificación de unidades homogéneas de vegetación. Este sistema resulta interesante en zonas con gran diversidad de especies.
- Unidades basadas en la forma, textura y estructura de la superficie del terreno:
- Forma ==> Vendrá definida principalmente en función de la pendiente, por lo que podrá ser llana, ondulada, escarpada, etc.
- Textura ==> Representa el acabado de la superficie, o lo que es lo mismo, los aspectos visuales de la cubierta del suelo, tales como agua, arenas, cantos rodados, afloramientos rocosos, prados, matorral, helechos, plantas herbáceas que destaquen del suelo donde están arraigadas y arbolado de cualquier forma y especie.
- Estructura ==> Es la mezcla de los materiales superficiales antes citados, según formen una capa continua que recubre el suelo, formen manchas en un porcentaje de la superficie total, aparezcan en formaciones lineales rectas o curvas, siguiendo ríos, divisorias o alineaciones.

4.2.- Unidades regulares

Consiste en referir los datos inventariables a una malla poligonal, de forma que cada retícula actúe como unidad de paisaje.

Las ventajas de este tipo de unidades son, entre otras, las siguientes:

- Facilitan la referenciación de los datos y su comparación con los demás elementos del inventario.
- Proporcionan una superficie convenientemente graduada.
- Su definición no exige un reconocimiento exhaustivo del territorio, previo al estudio.

La principal dificultad radica en la identificación de la unidad en el territorio.

La definición de una malla poligonal implica la determinación de la forma de los polígonos, de su tamaño y, en algunos casos, de su orientación.

4.2.1.- Forma de la malla

La elección de la forma, queda restringida por la necesidad de construir un mosaico que recubra totalmente la superficie. En la mayoría de los casos es conveniente que todos los elementos de la malla sean iguales en magnitud y posición (polígonos convexos de lados rectos). Entre las figuras que cumplan estas condiciones se han utilizado principalmente, para realizar la parcelación regular del territorio, el cuadrado, el rectángulo y el hexágono. Los resultados han de ser análogos con la utilización de cualquiera de ellos, siendo una figura más adecuada que otra en función de las características del territorio.

La malla hexagonal exige la orientación. En los casos habituales en que se utiliza la malla cuadrada, las direcciones de paralelos y meridianos parecen indicar casi obligatoriamente su colocación, por el contrario, cuando se usa la malla hexagonal solo se pueden tomar dos lados paralelos a cualquiera de esas dos líneas, o a otra cualquiera, presentando la malla en este caso una inclinación, que no supone, sin embargo, ningún inconveniente para el desarrollo de las etapas posteriores. La malla hexagonal parece facilitar la prospección sistemática de los rasgos visuales, lo que supone una considerable ventaja sobre la malla cuadrada, dado que en los estudios de paisaje la componente visual es la de mayor importancia. Los seis lados del hexágono se ven desde su centro bajo un ángulo de 60° y con solo pequeñas variaciones, siendo por tanto lo más parecido a un entorno visual circular. Además, equidistantes del centro de cada hexágono se tienen sucesivas ondas de 6, 12, etc. hexágonos que pueden tomarse como campo de visión de un observador a diferentes distancias. Por otra parte, las medidas realizadas sobre los hexágonos no presentan diferencias importantes respecto de las tomadas sobre los cuadrados convencionales.

La malla rectangular puede ser aconsejable cuando se realiza el tratamiento de los datos mediante el uso de ordenador, ya que los caracteres de impresión que este utiliza son de forma rectangular.

4.2.2.- Tamaño de la malla

El tamaño de la malla debe elegirse de forma que cada retícula pueda considerarse como una unidad de paisaje, por lo que los errores derivados de su heterogeneidad deben ser irrelevantes para los objetivos del estudio.

El grado de homogeneidad, al igual que en el caso de las unidades irregulares, ha de ser acorde con el nivel de detalle que se exija en el trabajo, y por tanto, con la escala. A menor tamaño corresponderá una mayor homogeneidad interna y, como consecuencia, mayor precisión.

La decisión sobre el tamaño de la malla varía entre la precisión mínima y el máximo de tiempo admisible para la toma de datos y su procesado. No hay que olvidar que la distancia es uno de los umbrales críticos de la percepción visual.

4.3.- Unidades obtenidas por combinación de las anteriores

La malla poligonal proporciona un sistema para determinar una serie de puntos en los que agrupar datos y resultados, tales como el centro del polígono, uno de los vértices, etc. En general, no es posible acoplar perfectamente ninguna configuración geométrica a las características fisiográficas del terreno y dado que en la mayoría de los casos son



la solución más sencilla



Sadim

grupohunosa

Sadim Sociedad Asturiana de Diversificación Minera S.A.

C/ Jaime Alberti, 2 · 33900 Ciaño Langreo. Asturias (España)

Tlfo.: (+34) 985 678 350 · Fax: (+34) 985 682 664



comercial@sadim.es www.sadim.es

estas las variables base del trabajo, es necesario tenerlas en cuenta y tratar de superar las discontinuidades que presenten.

Este problema puede resolverse mediante la realización de dos zonificaciones sucesivas:

- Una primera irregular, que clasifique en grandes grupos atendiendo a las diferencias fisiográficas y sirva de apoyo a la toma de datos.
- Otra que se superpone a la anterior y que está constituida, en forma regular, por los elementos de la malla poligonal.

4.4.- Otros métodos

Un caso particular de cartografía del paisaje es el desarrollado en Holanda para la realización de mapas de paisaje visible y adaptado a nivel nacional. Estos mapas tienen como finalidad la descripción del paisaje, la valoración para el recreo o la conservación y la simulación de efectos visuales producidos por actividades propuestas. La escala más frecuente de utilización es la aplicable a nivel regional. A finales de la década de los 70, se desarrolla en este país un sistema de información del paisaje diseñado para ofrecer bases de datos de paisajes flexibles, objetivas y multiobjetivos, y que es comparable a otros sistemas de información geográfica de base vectorial.

El sistema se basa en la consideración de tres tipos de elementos reconocibles en inventariación de campo; puntos, líneas y superficies, a cada uno de los cuales se asignan sus atributos relativos a localización geográfica, altura y dimensiones, tipo, forma, color, etc.

Este sistema está en fuerte contraste con los sistemas basados en cuadrículas, donde la resolución solo permite tener la información espacial de forma generalizada. Sin embargo, la principal limitación de la estructuración de tipo vectorial es que la superposición de mapas no se realiza fácilmente.

Una vez realizado el inventario, los elementos inventariados se introducen en la base de datos por digitalización, asignándoles sus atributos correspondientes. Completada la base de datos se pueden obtener mapas por selección de los elementos que interesen en un momento dado, por clasificación de las superficies delimitadas por los elementos seleccionados y por simulación de situaciones futuras como resultado de cambios propuestos.

Finalmente se obtiene un mapa de interpretación del paisaje que puede ser utilizado en la planificación territorial. Existen también otros sistemas de cartografía, más aplicados a la valoración de la calidad visual, que se basan en la inventariación por muestreo de puntos de observación, que pueden ser aleatorios, o ligados a características ambientales determinadas, o por transectos en direcciones aleatorias, o según la frecuencia de uso de las distintas áreas del territorio o representativo de las condiciones del mismo, etc. Estos métodos se basan en la obtención de fotografías en esos puntos, en unas ciertas direcciones y ángulos de inclinación, que después se pueden utilizar para la valoración de calidad visual a través de consultas al público por lo general.

5.- Conclusión

El paisaje, como fuente de sugerencias y emociones estéticas, puede y debe ser tratado como un recurso más, esto

es, como algo escaso, pero sobre todo peculiar y definitivo del propio territorio. Por ello nunca se puede perder el contacto con la inmanencia del paisaje, con ese poso estético, histórico y cultural que es la esencia de un territorio. Primero es preciso conocer bien toda el área de estudio. Luego, hay que aprender a comprenderla, a entender el porqué de sus riscos, de sus lomas, de sus valles o de sus ríos, a relacionar las formas con sus mantos buscando los diversos vínculos y asociaciones que proporcionan el carácter de toda la composición, a calibrar la luz para poder acercarse al color, a investigar la razón de sus cultivos, praderas y baldíos, estudiando sus orígenes y sus técnicas para matizar las texturas.

Habría, quizá, algunos usos poco comprensibles que solo la historia y las narraciones locales pueden esclarecer. Haciendo uso de la perseverancia, siempre se podrán encontrar mapas y descripciones antiguas que permitan ir comprendiendo la evolución de todo el territorio.

Un estudio profundo de la historia de los pueblos y ciudades de la zona, de su urbanismo, de su arquitectura y del estilo de sus monumentos ayudará a entender cuales han sido los periodos y la decadencia del territorio.

Por otra parte, el examen detallado de la red de comunicaciones, tanto en su estado actual como en su desarrollo histórico, proporciona el esqueleto del área de estudio que permite una organización en el espacio de todas las actuaciones humanas y clarifica las relaciones de los distintos asentamientos entre sí y con las zonas colindantes, orientando y jerarquizando toda la actividad allí desarrollada.

Luego se puede acometer la valoración propiamente dicha comenzando con el establecimiento de las unidades y realizando después su valoración.

A la cartografía se debe acompañar de estudios de visibilidad, si se realizan, y de una descripción suficientemente completa del paisaje, acompañada de fotografías, que serán de ayuda para el que utilice el inventario y servirán para dar fe del estado estético actual del área de estudio. Los elementos artificiales se deben listar y cartografiar por separado.

6.- Bibliografía

- BLANCO, A.: "La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander". Tesis Doctoral. E.T.S.I. de Montes, Madrid, 1979.
- BURROUGH, P.A., y DE VEER, A.A.: "Automated production of landscape maps for physical planning in the Netherlands". *Landscape Planning*, 11, pg. 205-226, 1984.
- DE VEER, A.A., y BURROUGH, P.A.: "Physiognomic landscape mapping in the Netherlands". *Landscape Planning*, 5, pg. 45-62, 1978.
- FERNÁNDEZ CAÑADAS, M.: "El paisaje en la planificación física. Aproximación sistemática a su valoración". Tesis Doctoral. E.T.S.I. de Montes, Madrid, 1977.
- HULL, R.B., y REVELL, G.R.B.: "Issues in sampling landscape for visual quality assessment". *Landscape and Urban Planning*, 17, pg. 323-330, 1989.
- KERKSTRA, K.: "De visuele aspecten". In: *Werkgroep Helmond. Landchapsonderzoek Helmond. Afdeling Landschapsarchitectuur Landsbouwhogeschool, Wageningen*, 1974.
- RAMOS, A., y col.: "Visual landscape evolution. A grid technique". *Landscape Planning*, 3, pg. 67-88, 1976.
- SCHUURMANS, J.M., y VAN SHIE, J.: "landschapstypen". *Tijdschr. K. Ned. Heidemaatsch*, 79, pg. 101-110, 1978.
- SMIT, H.F.: *Uitgewerkte schets voor een middelschalige classificatie van Nederlandse landschappen*. Zwolle, Van Hille gaerthestraat, 1976.
- TETLOW, R.J., y SHEPPARD, S.R.J.: "Visual unit analysis: A descriptive approach to landscape assessment". *National Landscape*. USDA Forest Service, General Technical Report PSN-35, Incline Village, Nevada, 1979.
- TRAVIS, M.R., y col.: "Viewit: Computation of seen areas, slope and aspect for land use planning". *USDA Forest Service, General Technical Report PSW-11*. Berkeley, California, 1975.
- VAN DER HAM, J.J.M., y col.: "Een voorstel voor een nieuwe landschapstypologie naar visuele kenmerken". *Stedebouw en Voldshuisvesting*, 51, pg. 421-438, 1970.
- VRIJ, F.V.: *Landschapsbeleving en ruimtelijke planning*. Provinciale Planologische Noord-Brabant, S. Hertogenbosch, 1976.
- ZONNEVELD, I.S.: "The land unit: A fundamental concept in landscape ecology, and its application". *Landscape Ecology*, 3(2), pg. 67-86, 1989.

EL CLIMA EN EL ÁREA PROTEGIDA "PARQUE NACIONAL ALEJANDRO DE HUMBOLDT". GUANTÁNAMO. CUBA.

Ing. Alexander Fernández Velázquez, Lic. Yanneyis Rojas Díaz, Ing. Alicet Molina Urrutia, Ing. Rolando Baza Pacho, Lic. Enrique Perigó Román y Lic. Lida Gómez Rodríguez

Resumen

En el presente trabajo «Estudio Climático del Parque Nacional Alejandro de Humboldt», se hace una caracterización climática detallada de dicho parque, al norte de la provincia Guantánamo. Para esta zona montañosa se describió e ilustró con la ayuda de tablas y mapas el comportamiento del viento, nubosidad, precipitación, humedad relativa, temperatura y evaporación. Se hizo hincapié en la precipitación la cual se evaluó y se representó en mapa sobre la base de media anual y por etapa observándose una gran variabilidad espacial de la lluvia en el parque en su conjunto y, además una significativa variabilidad temporal en la zona occidental, la cual presenta distribución estacional de la lluvia con un mayor acumulado en el período del verano; mientras que la zona oriental no presenta distribución estacional de la lluvia y ésta es ligeramente superior en el período invernal. Se evaluó la influencia del relieve en el comportamiento climático y en especial, en la lluvia. Se determinó el número de días con lluvia y frecuencia de lluvia en 24 horas de distintos rangos. Además se determinaron las distintas zonas climáticas, se seleccionó una red de pluviómetros y se creó una base de datos climático, todo lo cual permitirá un adecuado monitoreo de la lluvia y otras condiciones climáticas de tan importantes zonas.

1- Características generales

Las características del relieve del parque ubicado en la vertiente norte del macizo Moa-Sagua-Baracoa, determina sus condiciones climáticas: La vertiente norte del macizo montañoso, en especial hacia el este, en la cuenca de los ríos Toa y Duaba, recibe prácticamente en cualquier época del año y a cualquier hora del día un flujo de vientos predominantes del nordeste al este, que está forzado a remontar el arco de montañas, además, está obligado a converger debido a la forma de arco y orientación de esta última. La masa de aire húmedo proveniente del océano Atlántico asciende mecánicamente, al sufrir un enfriamiento adiabático, alcanza rápidamente el nivel de condensación, originando nubes orográficas de baja altura y poco espesor que producen lluvias continuas que en ocasiones se extienden durante 4 o 5 días.

La nubosidad y la lluvia son abundantes durante todo el año, por cuanto modifican el comportamiento de la insolación y la temperatura e influyen en la vegetación y esta a la vez, en las condiciones térmicas y la humedad del aire. Para este trabajo se tuvo en cuenta las características climáticas especiales de la zona de estudio para no cometer el error, bastante frecuente, de extrapolar lluvia y temperatura empleando gradientes y coeficientes comunes en otras zonas montañosas.

2- Sectores del Parque y puntos seleccionados

A continuación se muestran (Fig. 1) los límites del PNAH con sus sectores y los tres puntos seleccionados para evaluar los valores medios mensuales de algunas variables

meteorológicas, así como la ubicación de la estación de Yateras (de la que se tomaron datos medios y algunos datos absolutos). Esta figura le permitirá valorar el comportamiento de las distintas variables que se muestran en los restantes mapas de este acápite



Fig.1 Sectores del Parque y puntos seleccionados para la toma de información.

3. Caracterización

3.1 El Viento predominante como factor y elementos del clima

Cuba se encuentra en el cinturón tropical y por eso queda bajo la zona de acción de los Alisios que predominan del nordeste en invierno y del este en el verano, pero las características orográficas del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa produce una serie de brisas locales de considerable magnitud que son capaces de modificar o perturbar el curso normal de los Alisios. Los vientos locales más importantes son la brisa marina que durante el día refuerza a los alisios en la vertiente norte y el Terral que durante la noche los debilita. También se manifiestan con las brisas de valles durante el día y las brisas de montaña que en el horario nocturno descienden hacia las partes bajas.

La cuenca del Toa, donde se encuentra gran parte del PNAH, está abierta hacia el este - nordeste y recibe, tanto en el invierno como en el verano, durante el día y la noche un flujo de vientos predominante desde el nordeste al este que está obligado a remontar el arco de montaña que limita a la cuenca.

Otro aspecto del viento que tiene gran incidencia en el comportamiento de las precipitaciones, es la confluencia o convergencia obligada a la que se someten las corrientes de aire en el interior de la cuenca debido a su forma y orientación.

La distribución del campo de viento, en esta área no se aprecia con los anemómetros de superficie instalados en su interior, pero la forma y movimiento de las nubes bajas, y los registros de vientos tomados en los parte agua del sur

y oeste, evidencian que se mantiene una fuerte corriente de aire del primer cuadrante a baja altura, que utiliza para deslizarse una cuña de aire generalmente en calma, que se extiende desde cerca del nivel de los bordes de la cuenca en el sector Sierra del Purial-Cuchillas del Toa, hasta cerrar en el flanco oeste con Cuchilla de Moa y Pico Toldo hasta la costa del Atlántico.

La deformación eólica de la vegetación, es también una elocuente prueba de la estabilidad de este régimen, que sólo se modifica bajo determinadas situaciones meteorológicas que orientan las corrientes de aire desde otro cuadrante. (Boytel, 1972).

En general, las características topográficas de la zona de estudio introducen una modificación muy especial en los vientos, de manera que, mientras a bajas alturas el viento se comporta de una forma (por lo general predomina del nordeste al este) en la superficie, el aire queda libre y se desarrollan las brisas de montañas durante las noches, trasladando aire frío desde las partes más altas hacia el fondo de los valles y cañones de los ríos. Este movimiento es lento y termina en un estancamiento o capa de aire donde existe una inversión térmica.

Los vientos, en sentido general, predominan del nordeste en el invierno y del este en el verano. Su velocidad es relativamente baja: en las elevaciones dominantes alcanza como promedio entre 21 y 30 Km/h y presenta aproximadamente un 30% de calma.

En otras zonas bien elevadas pero no dominantes presenta entre 11 y 20 Km/h y el 50 % de calma; mientras que en los valles, vaguadas y cañones su velocidad media es sólo de 4 a 10 Km/h y presenta un elevado % de calma (superior al 60 %), como ocurre en la estación de Yateras (Madre Vieja), que se encuentra a 440 msnm, rodeada de elevaciones superiores, que le provocan sombra eólica. (Montenegro, 1991)

3.2 Nubosidad. Causas y comportamiento

El hecho más importante que resulta del dinámico efecto del relieve de la zona de estudio, es la capacidad que tiene para formar nubes y precipitaciones, su efectividad responde a tres causas fundamentales:

- Su orientación respecto al viento predominante.
- Proximidad al océano.
- Forma de arco que tiene el parte agua del macizo montañoso en esa zona con altura media de 800 a 1000 m que obliga a ascender mecánicamente, la masa de aire que generalmente llega húmeda.

Cuando el viento tiene una dirección del norte al este, que es lo que allí ocurre normalmente, está obligado a entrar por la cuenca del Toa, como vimos anteriormente, si tiene un elevado contenido de humedad capaz de someter a la masa de aire al nivel de saturación, en ascenso mecánico obligado, la condensa a muy baja altura.

Normalmente en otras partes de nuestro país, el nivel de condensación por altura (NCA) oscila entre los 600 y 800 m; en condiciones normales el NCA en esta zona, se presenta entre 200 y 400 m, esto explica el hecho de que la mayor frecuencia de nubosidad y precipitaciones, no tenga relación con la altura como ocurre en el resto de los sistemas montañosos del país.

Normalmente se dice que la nubosidad aumenta con la al-

tura, hasta cierto nivel, pero en el área de estudio, la pendiente del aire estancado sustituye al de una superficie sólida y como el NCA es bajo, provoca la condensación y precipitación antes de llegar a la parte más alta del relieve. En esta zona todos los tipos de nubes bajas producen precipitaciones y cada uno responde a un grado de estabilidad de la atmósfera (Montenegro, 1991) como veremos a continuación:

- Cuando la estratificación es estable y el flujo está orientado hacia la cuenca, suelen formarse bloques de stratus a baja altura que producen lluvias continuas o intermitentes de poca intensidad pero en una extensa área sin preferencia de horario. Este caso es típico de invierno.

- Cuando la estratificación es inestable condicionalmente (equilibrio indiferente) con el flujo dirigido hacia el interior de la cuenca, se forman cúmulos de gran desarrollo y como las líneas de corriente se desconectan del relieve, las nubes adquieren un desarrollo vertical moderado produciendo lluvias de intensidad moderada a fuerte desde Quibiján y La planta hacia el oeste o sur del área en dependencia de donde sople el viento, estos nublados y lluvias tienen lugar a cualquier hora del día, pero son más frecuentes desde el final de la mañana y se presentan tanto en el verano como en el invierno.

- Cuando la estratificación es inestable convectiva, las primeras montañas actúan como mecanismo de disparo, dando lugar a nubes de gran desarrollo vertical, hasta alcanzar categoría de cúmulos nimbus, que producen lluvias localmente intensas, preferentemente en los sectores 2 y 3 del PNAH. Estas condiciones son propias del verano a partir del mediodía y hasta el final de la tarde, aunque ocasionalmente ocurren bajo determinadas condiciones del tiempo durante la noche y desaparecen con la salida del sol. Es necesario aclarar que estas nubes tormentosas comienzan su desarrollo más temprano que en el resto de la región oriental y sus topes no alcanzan, normalmente, alturas tan grandes como la del valle central o las llanuras del Cauto.

En los sectores 3 y 4 (Fig.1) la nubosidad anual es de 5 a 6 octavos; mientras que en los sectores 1 y 2 promedia entre 4 y 5 octavos.

3.3 Precipitación

La combinación de todas las características físico-geográficas de la zona de estudio, da como resultado que la cuenca del Toa y áreas aledañas y por ende el PNAH, se enmarque en la región de mayor pluviometría del territorio nacional.

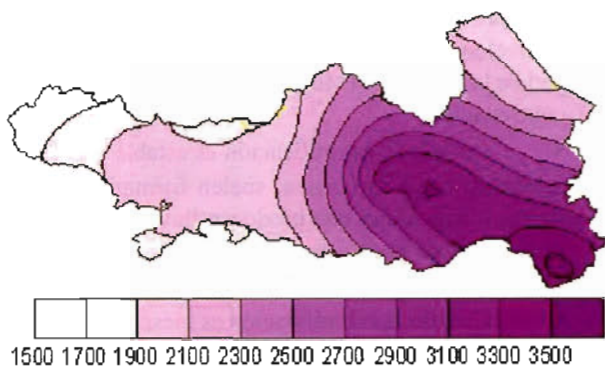
Como puede observarse en el mapa isoyético de la lluvia media anual (Fig.2), la zona del parque es muy lluviosa especialmente en los sectores 3 y 4 con registro siempre superior a 2000 mm y con gran parte de sus respectivas áreas con acumulados superiores a los 3000 mm.

El sector 2 también promedia por encima de 2000 mm. Pero no presenta área con acumulado tan elevado como los sectores anteriores y presenta pequeñas áreas con acumulado inferior a 1900 mm.

El sector 1 presenta buen régimen de lluvia pero muy por debajo de los demás y en la mayor parte del área posee acumulados inferiores a 1900 mm. Sólo en una pequeña porción, acumula más de 2000 mm anuales.

La lluvia media anual del parque en su conjunto es de 2451 mm. Con un coeficiente de variación anual de 0,21, totalmente aceptable y sobre todo en zonas montañosas (Fig.2).

Fig.2 Lluvia media anual 1964-2002.



Como puede apreciarse en los mapas isoyéticos de los períodos Noviembre-Abril y Mayo-Octubre respectivamente (Fig. 3 y 4), la lluvia es abundante todo el año y en general no tiene distribución estacional. En el área total el promedio del periodo invernal es de 1209 mm que representa el 49%. Pero los sectores 3 y 4 presentan un poco más del 52% del acumulado anual en este período, lo cual es contrario a lo que ocurre en el resto del territorio nacional. Sólo una parte de la vertiente norte del macizo Sagua-Baracoa presenta esta distribución de la lluvia.

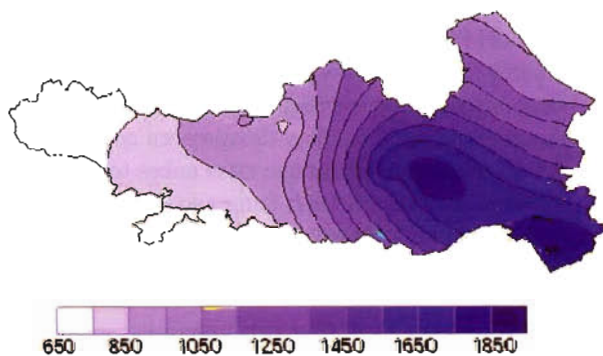


Fig. 3 Lluvia media. Período Noviembre-Abril 1964-2002.

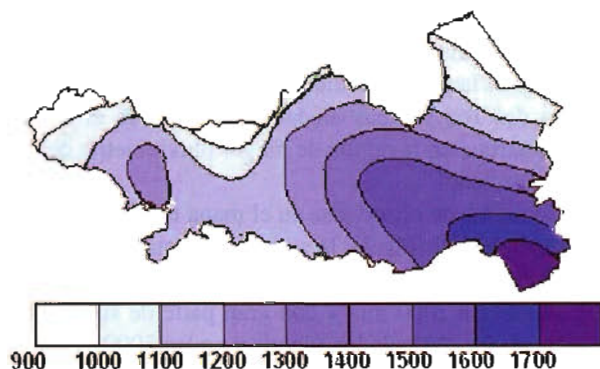


Fig.4 Lluvia media. Período Mayo-Octubre 1964-2002.

Se debe tomar en cuenta que el sector 1 si presenta, una distribución estacional de la lluvia con el 61% en el período Mayo-Octubre. Observe que en este período los valores mínimos son superiores a los 900 mm y ocupan un área pequeña; mientras que en el período invernal toda el área promedia por debajo de 850 mm.

Este comportamiento se debe a que el sector 1 se encuentra en el extremo oeste y más alejado de la costa, donde la interacción, ya mencionada, del relieve y los alisios es pobre o nula. En este sector la lluvia responde a la altura. En la etapa invernal el viento predomina del norte al nordeste y por ello arrastra la lluvia de norte a sur y favorece más a los sectores 3 y 4, en forma más moderada al sector 2 y muy poco al sector 1, que no queda abierto al flujo de los alisios como los otros sectores.

En esta etapa los frentes en disipación refuerzan a los Alisios y por ello se incrementa la lluvia en este período. En los sectores 3 y 4 el mes más lluvioso es noviembre y los meses de diciembre y enero están entre los más lluviosos y casi se igualan a los meses de mayo y octubre (Fig. 3).

En el verano los vientos se inclinan hacia el este, por ello los flujos del viento arrastran las lluvias hacia el oeste disminuyendo en los sectores 3 y 4 y se incrementan en los sectores 1 y 2.

En general en el año se registran un alto número de días con lluvia. Los sectores 3 y 4 registran entre 180 y 207 días al año con lluvia. El área con menor número de días con lluvia (Extremo suroeste) registra 170 días, es decir que llueve prácticamente 1 de cada 2 días en esta zona. En toda el área y considerando aunque sea un pluviómetro, llueve 320 días en el año.

Al evaluar las lluvias por intervalos de distintas intensidades diarias con una probabilidad de ocurrencia del 80%, se pudo observar que los intervalos más frecuentes son los de lluvias aisladas < 10mm y de 10 -30 mm. Estos intervalos se presentan con una frecuencia de 30 a 60 días al año con una distribución mensual que oscila entre 1 y 10 días.

Las lluvias intensas (> 80 mm en 24 horas), se producen porque las grandes pendientes del área de estudio pueden provocar grandes escurrimientos con lluvias de esta magnitud, presentan una frecuencia en la cuenca de 20 a 24 días por año y se concentran en los meses comprendidos desde octubre hasta febrero. Los restantes meses, excepto Mayo, no registran lluvias intensas con altas probabilidades de ocurrencia, sólo ocasionales al paso de un ciclón tropical u otra situación sinóptica especial.

3.4 Temperatura


El Parque presenta una altura media snm de aproximadamente 500 m por tanto las temperaturas son frescas en toda su área.

Como puede observarse en el mapa isotérmico (Fig. 5), sólo el extremo este presenta valor medio anual superior a los 240 C., esto se debe a que en esta zona las alturas son menores, hay mayor grado de condensación, lo cual libera calor latente de condensación y por otra parte, está más próxima a la costa. El resto del área es totalmente fresca, en especial las mayores alturas como en el Sector 3 que incluye elevaciones superiores a 1000 m snm.

Como puede observarse en los mapas de las temperaturas medias: mínima (Fig. 6) y máxima (Fig. 7) de los meses de julio (el más cálido) y de enero (el más fresco) los valores extremos no son muy significativos. Se pone de manifiesto que el extremo este, es decir la zona más lluviosa del parque y de Cuba es, contrario a los que muchos piensan, la zona más cálida del parque y de la cuenca del Toa. En general la zona presenta una amplitud térmica diaria

Febrero 2007
Congreso del 20 al 23
Salón del 20 al 22

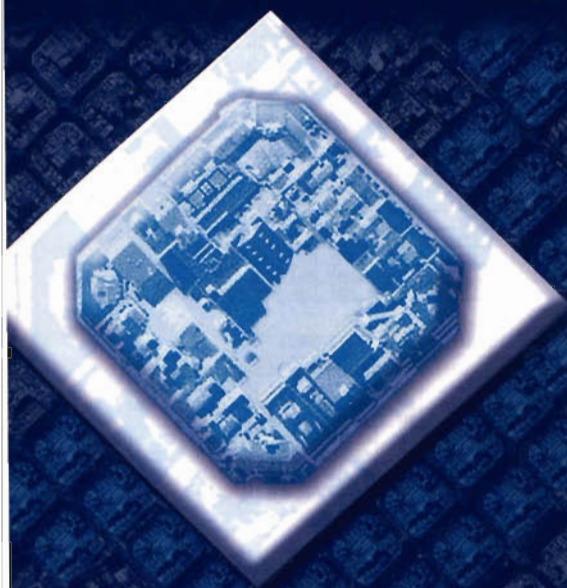
Sesiones en
castellano e
inglés

 Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

 Col·legi Oficial
d'Enginyers Tècnics en Topografia
de Catalunya

 **icc**
INSTITUT CARTOGRAFIC
DE CATALUNYA

 INSTITUT DE
GEOMÀTICA



Geodesia

Navegación

Fotogrametría

Teledetección

Cartografía

Sistemas de Información
Geográfica (SIG)

Tema central:
Sensores de alta
resolución y sus
aplicaciones

Lugar de celebración:

Fira de Barcelona
Palacio de Congresos
Av. Reina María Cristina, s/n
www.firabcn.es

Participa enviando tu resumen a través de nuestra web:
www.setmana-geomatica.org

(Fecha límite 8 de octubre de 2006)

**Existe un nuevo mundo
de posibilidades**



Fira Barcelona

Recinto Montjuïc
20-22 Febrero 2007

GlobalGeo es el Salón internacional de la Geomática y la Geotelemática. Participe junto a profesionales de todo el mundo y benefíciense de una oferta global. Un encuentro crucial para todas las empresas del sector. Un acontecimiento imprescindible.

 **GLOBALGEO**
SALÓN INTERNACIONAL DE LA GEOMÁTICA
Y LA GEOTELEMÁTICA

Semana
7 GEO
MÁTICA
BARCELONA

www.globalgeobcn.com

pequeña: no supera los 10,4 O C en ninguno de sus sectores, ni aún en las áreas más alejadas de la costa.

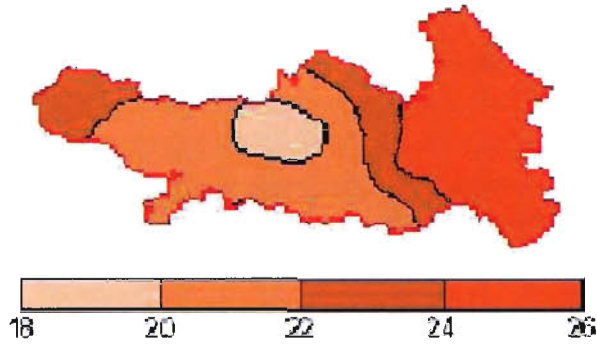


Fig. 5 Temperatura media anual.

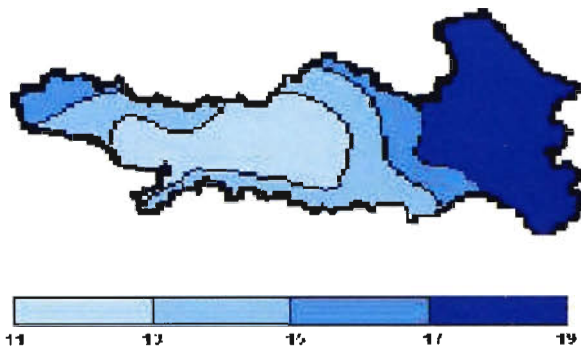


Fig. 6 Temperatura mínima media del mes de Enero.

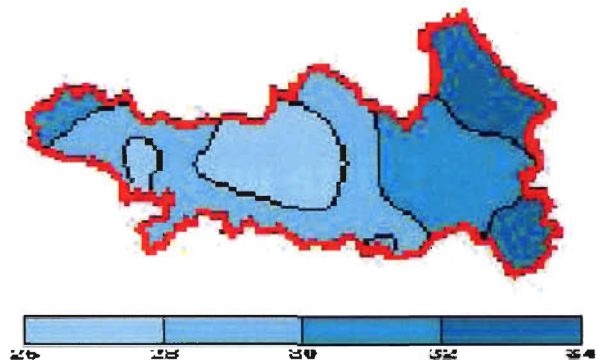


Fig. 7 Temperatura máxima media del mes de julio.

También puede observarse que las temperaturas más frescas se registran en el sector 2, lo cual está en correspondencia con la altura del área de este sector, que por demás, no presenta tanta nubosidad ni tanta precipitación como los sectores 3 y 4. Vea que hasta la máxima media de julio se comporta fresca en este sector.

3.5 Humedad relativa

La humedad relativa no presenta la estabilidad que se observa en la temperatura. Cualquier cambio, aunque sea temporal, de la vegetación, la creación de una pequeña presa y otros, sin que haya cambio climático, altera la humedad relativa. Por eso no se presenta ningún mapa al respecto. No obstante se presentan (tabla 1, 2, 3 y 4) datos de la Estación Meteorológica de Yateras y los tres puntos seleccionados que permite tener una idea del comportamiento de distintas variables en todo el parque. La zona de estudio presenta altos niveles de humedad relativa todo el año y en todos sus puntos.

Tabla 1. Estación Meteorológica de Yateras (1992-2002).

Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temp. Media.	20.2	20.3	20.8	21.8	22.6	23.8	24.1	24.2	23.7	23	22	20.9
T. Máx. Media.	23.6	26.8	27.3	28.4	28.7	30.3	30.5	30.8	30	29.8	27.2	25.9
T. Mín. Media.	15.9	15.5	15.3	17.8	18.6	20.2	20.2	20.1	19.6	18.5	17.1	
T. Máx. Abs. (día y año)	30.5	30	32.8	32.7	33	34.4	34	33.9	32.9	33	31.7	30.4
T. Mín. Abs. (día y año)	19.98	19.3	11.00	17.99	19.98	20.03	31.93	25.99	10.02	11.93	2.97	9.97
T. Mín. Abs. (hora y año)	7.9	9.1	8.2	11.8	13.3	16.2	15.6	16.7	17	14.9	12.1	9.3
H. Máx. Media.	19.00	11.98	7.93	4.08	9.99	2.99	8.00	19.99	29.98	19.94	9.98	27.99
Hr. Media.	86	84	83	82	86	85	84	84	87	88	88	88
Hr. Mín. Media.	98	98	98	98	99	99	98	98	99	99	99	98
Hr. Máx. Media.	62	58	56	55	60	58	56	58	60	63	66	66
Días con Nubos.	11	9	10	10	17	11	12	15	15	16	17	16
Nubosidad %	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
Vel. Viento Km/h	6.1	6.3	6.2	5.8	4.2	4.4	6.3	6.1	4	4.2	5.8	6.7
Hr. Presión.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Evaporación.	19.0	17.2	19.4	19.2	18.6	19.5	17.3	18	16.2	14.7	15.4	16.2

Tabla 2. LA MELBA (1992-2002).

Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tem. Media	21.4	21.4	22.4	23.5	24.3	25.3	25.4	25.4	24.8	24.3	23.4	21.6
T. Máx. Media	26.7	26.9	28.1	28.7	28.9	30.5	30.8	30.9	30.2	29.9	28.2	26.9
T. Mín. Media	16.6	16.2	17	18.5	19.3	20.9	20.8	20.9	20.8	20.3	19.2	17.8
Hr. Media	87	87	85	84	88	87	86	85	87	88	87	87
Hr. Máx. Media	99	99	98	98	98	97	98	98	98	99	98	98
Hr. Mín. Media	77	75	77	76	76	72	73	77	79	76	79	79
Evaporación	81.3	64.5	88.9	85.2	75.6	73	81.5	84.9	66.5	57.8	67.8	53
Precipitación	190	194	196	202	304	212	245	231	220	370	323	319

Tabla 3. EL AGUACATE (1992-2002).

Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tem. Media	21.4	21.3	21.9	23	24.1	25.2	25.4	25.4	24.6	24.2	23.4	21.6
T. Máx. Media	26.6	26.7	28	28.6	28.8	30.4	30.7	30.9	30.1	29.8	28.1	26.8
T. Mín. Media	16.3	15.9	16.7	18.2	19	20.6	20.5	20.6	20.5	20	18.9	17.5
Hr. Media	88	86	85	84	88	87	86	86	88	89	89	89
Hr. Máx. Media	99	98	98	98	99	98	98	98	98	99	99	99
Hr. Mín. Media	77	76	76	76	76	73	73	77	79	78	80	79
Evaporación	75.7	60	82.7	79.3	67.9	70.4	88.3	75.9	63.1	61.9	53.8	49.3
Precipitación	311	215	217	229	321	231	250	253	245	391	544	350

Tabla 4. GUARDABOSQUES (1992-2002).

Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tem. Media	19.2	19.3	19.8	20.9	21.6	22.8	23.1	23.2	22.7	22	21	19.9
T. Máx. Media	24.6	25.8	26.3	27.4	27.7	29.3	29.5	29.8	29	28.8	26.2	24.9
T. Mín. Media	14.9	14.5	15.3	16.8	17.6	19.2	19.1	19.2	19.1	18.6	17.5	16.1
Hr. Media	87	85	84	84	86	86	85	85	88	89	89	89
Hr. Máx. Media	99	98	98	98	99	99	98	98	99	99	99	99
Hr. Mín. Media	77	75	77	76	76	72	73	77	79	76	79	78
Evaporación	76.6	67.4	86.6	85.2	72	74.6	85.6	88.4	65.2	57.5	66.6	52.6
Lluvia media	172.7	103.8	90.3	110.5	262.8	226.7	123.7	157.5	172.8	147.7	190.5	131.3

Hacia el nordeste la humedad es mayor y como ocurre con la lluvia y las nubes, sus registros más altos no se corresponden con las mayores alturas. (La nubosidad se da en octavos de cielo cubierto, la temperatura en O C, la humedad relativa en %, la evaporación en mm y la velocidad del viento en Km/h)

Esta estación inició sus observaciones en 1992, por eso tomamos la serie señalada. Esta serie es totalmente aceptable para las variables que se reportan en esta tabla, según las normas establecidas por la OMM. Pero resulta una serie muy corta para evaluar la lluvia por eso no brindamos los datos de lluvia.

En las otras tres tablas no reflejamos valores absolutos porque de los 11 años evaluados, en 5 se estimaron los datos por correlación con las estaciones de Yateras, Baracoa y San Antonio del S, por carecerse de estaciones o puestos de observaciones permanentes en el área del Parque.

3.6.1 Ciclones tropicales

Durante el período 1871 - 2000 (130 años), la zona norte de la región oriental ha sido azotada por 64 ciclones tropicales: 41 categorizados como tormenta tropical y 23 como huracanes. Septiembre es el mes con mayor número de casos (23), seguido de Agosto con (16) y Octubre y Noviembre con 9 cada uno. Los huracanes que han azotado a la zona norte de las provincias de Holguín y Guantánamo han sido 15 de categoría 1 y 8 de categoría 2.

De la información obtenida se deduce que en la zona norte, durante este período:

- En 76 años no se registraron ciclones tropicales.

- El mayor número de años consecutivos sin afectaciones es de 8 (1967 - 1974 y 1986 - 1993).
- El número mayor de ciclones tropicales en un año es de 3 (en 1899, 1908 y 1916).
- En 107 años no se registraron huracanes.
- No hubo afectaciones por Huracanes en 41 años consecutivos (desde 1913 hasta 1953).
- Sólo en 1908 hubo dos huracanes en un mismo año (ambos en septiembre).

3.6.2 Eventos ciclónicos en el área de estudio

Ejemplo de algunos casos de mayor interés:

- Huracán "Flora", 4 al 8 de Octubre de 1963.
- Huracán "Georges", 23 de Septiembre de 1998.

Ambos huracanes produjeron intensas lluvias en el área de estudio.

El parque es poco afectado por ciclones y huracanes, con una probabilidad de ocurrencia de un 16,3 % y un período de retorno de 6,1 años, como promedio.

3.7 Afectaciones por sistemas frontales

Durante la temporada invernal, que en nuestro país se extiende desde noviembre hasta abril, coincidiendo con el período poco lluvioso, los sistemas meteorológicos propios de latitudes medias normalmente se crean y se trasladan a latitudes más bajas, y afectan con su influencia el territorio del parque.

De manera que en esta etapa del año las condiciones del tiempo en el área del parque se ven determinadas por la presencia de anticiclones migratorios, frentes y bajas extratropicales, suele suceder que la situación sinóptica imperante en el área esté caracterizada por la interacción de los frentes con otros sistemas meteorológicos.

Las mayores precipitaciones en esta zona se producen en el período noviembre-abril, coincidentemente con la llamada temporada invernal o poco lluviosa, contrariamente a lo que ocurre en gran parte del país, una de las causas que contribuyen a esto es el estacionamiento de los sistemas frontales en esta región después de trasladarse por el Golfo de México, el resto del territorio cubano y el Paso de los Vientos, lo cual está estrechamente vinculado con la influencia del brisote sucio, acentuada por las características orográficas de la zona.

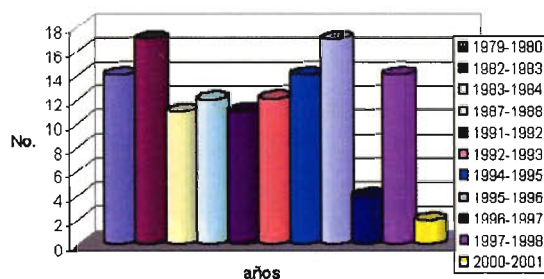


Fig. 8 Frentes fríos que han afectado el PNAH.

Durante el período 1871 - 2000 (130 años) el Parque ha sido afectado por 234 frentes fríos de ellos 226 débiles y 8 moderados, los meses de mayor incidencia de estos sistemas son los de enero, febrero y marzo. Como norma, nuestra área de estudio presenta una media de 9.4 frente por años. Las temporadas de mayor incidencia de sistemas frontales en la zona fueron 1892-1893 con 17 sistemas, y 1995-1996

también con 17 sistemas. La temporadas menos activas fueron las de los años 2000-2001 con 2 y 1996-1997 con 4. (Fig.8).

El área ha sido afectada por 234 frentes fríos en su mayoría débiles, presentando una media de 9.4 frentes por años.

3.8 Tormentas eléctricas

Por las condiciones propias del relieve y su interacción con los Alisios, como ya hemos planteados, en el área del parque las nubes tormentosas (cúmulos nimbus) no se desarrollan tanto como en otras zonas y por ello la actividad eléctrica no es tan intensa. No obstante debemos señalar que presenta una frecuencia relativamente alta.

El promedio de días anual con actividad eléctrica oscila entre 120 y 140, de acuerdo al área dentro del parque. Las tormentas eléctricas son más frecuentes en el verano y especialmente en los meses comprendidos entre junio y septiembre con más de 20 días por mes. El bajo calentamiento superficial y las frecuentes lluvias en la zona de estudio disminuyen la frecuencia e intensidad de las tormentas eléctricas hacia el nordeste del parque.

3.9 Zonas climáticas

Con mucha frecuencia se publican artículos y trabajos en que se plantea que la vertiente norte del macizo Sagua-Baracoa presenta un clima Tropical lluvioso, según la clasificación de Köppen, igualmente se señala que llueve más en invierno que en verano. Sin embargo esto no es totalmente cierto porque, como ya señalamos y demostramos las áreas del macizo ubicadas hacia el oeste no presentan estas características climáticas y menos aún si, además están alejadas de la costa.

La influencia de los vientos Alisios es mayor y más estable en la parte oriental del macizo montañoso y, especialmente en la zona en donde forma un arco cuyo efecto explicamos en el punto de la nubosidad.

De manera, que si bien es cierto que la zona del parque es lluviosa en toda su extensión, también es cierto, que los acumulados anuales de las precipitaciones y su distribución temporal difiere en los distintos sectores, en mayor o menor grado. En especial el sector 1 presenta una distribución estacional de la lluvia y por tanto no cumple rigurosamente con las características que debe reunir un clima Tropical lluvioso.

Por tales motivos decidimos determinar las zonas climáticas del PNAH empleando los índices de Lang y de Thornthwaite que pueden aplicarse a pequeñas áreas y consideramos que puede resultar muy útil para establecer diferencias climáticas dentro del Parque.

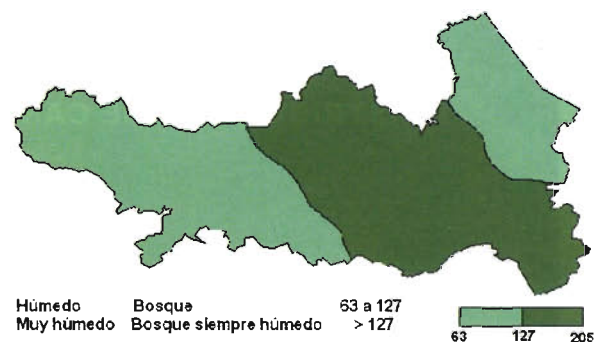


Fig. 9 Índice de Thornthwaite.

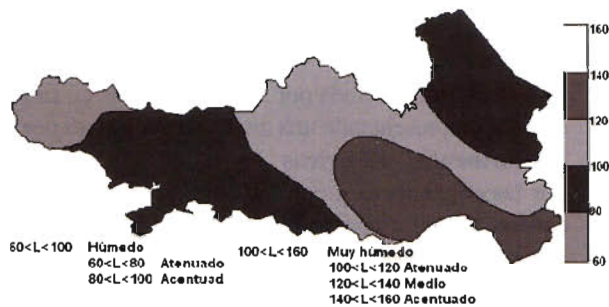


Fig. 10 Índice de Lang.

A continuación le mostramos los gráficos con las zonas climáticas. Consideramos que no requieren comentario alguno. Se puede apreciar claramente que la zona de estudio es realmente húmeda en toda su extensión pero presenta diferenciación por áreas.

4 Conclusiones.

- La región del PNAH es una de las más lluviosas de Cuba y sus condiciones climáticas responden más a las características del relieve que a la altura. Los sectores 3 y 4 abarcan la zona más lluviosa en término absoluto.
- En general no presenta distribución estacional de la lluvia, pero el sector 1 y parte del sector 2 presentan distribución estacional con mayor acumulado en el período de verano.
- Es la zona más nublada del país, tanto en verano como en invierno, por lo que frecuentemente se experimenta una sensación de oscurecimiento o penumbra. En el verano predominan las nubes de desarrollo vertical, que producen lluvias localmente intensas en el área.

- Esta zona no ha sido afectada por huracanes de gran intensidad por la protección que le brindan las elevaciones de "Oriente" y las de "La Española", que debilitan y desorganizan los ciclones tropicales.

- Los huracanes y los frentes fríos en el Parque no son tan peligrosos como en otras zonas, pero debe tenerse cuidado pues pueden originar lluvias intensas, no frecuentes en condiciones normales, que pueden resultar peligrosas y ocasionar fuerte erosiones y otros daños por las grandes pendientes.

Referencias Bibliográficas

1. Álvarez, O. (1992) Sectores climáticos de Cuba. Aplicación del Método de Lang. Revista Cubana de Meteorología. Volumen 5. Número 2.
2. Baza, R., H. Velázquez y L. Gómez (2004): Informe final del proyecto: "Caracterización de la Cuenca del TOA".
3. BIOECO (2001): Resultados del proyecto "Biodiversidad Biológica del Macizo Montañoso Nipe-Sagua-Baracoa".
4. Boytel, Fernando. (1972) Geografía Eólica de Oriente. Instituto de Planificación Física. Sector de la Construcción. Instituto del Libro. La Habana.
5. Montegro, Ursinio. Estudio del clima de montaña en las provincia Guantánamo y Santiago de Cuba. (Trabajo concluido en 1991, cuyos resultados se archivan en el CMP de Guantánamo).
6. Puente, G, A. Regal. (1996) Caracterización Espacio temporal de las tormentas en la Región Oriental. (Inédito) Fondo de archivo del Centro Meteorológico Provincial de Santiago de Cuba.

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.org



TECNOLOGÍA

INTEGRADA

TODA LA TECNOLOGÍA QUE NECESITA,
INTEGRADA EN UN SOLO SISTEMA

Con la nueva tecnología integrada de IS ROVER ya puede aprovechar todas las oportunidades de trabajo y ejecutarlas con la mayor calidad y rapidez, todo con un único sistema manejado por un solo operador, lo que permite al profesional trabajar con una alta capacidad tecnológica y una mínima infraestructura.

IS ROVER integra: estación total Trimble S6, receptor R8 GNSS con correcciones de red VRS y controlador de campo TCS2 o CU, todo en un solo instrumento.

La tecnología integrada de IS ROVER le permitirá rentabilizar más su trabajo aumentando su productividad al simplificar la implantación de equipos de campo y mejorar la metodología de trabajo.

 **Trimble**
AUTHORIZED DISTRIBUTOR

**S&C**
Geo-tecnologías

Santiago&Cintra Ibérica S.A.

Barcelona 93 432 89 62

Madrid 902 120 870

Valencia 96 143 35 37

Sevilla 955 087 289

www.santiagoocintra.es

Medio Ambiente y Percepción de la población en áreas del Parque Metropolitano de La Habana: el caso de los Consejos Populares del municipio Plaza de la Revolución, Cuba.

Lic. Norma Pérez Oramas - MSc. Carmen Julia Sánchez de la Torre
Instituto de Geografía Tropical. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba,

Resumen:

El presente trabajo aborda los actuales problemas ambientales asociados al Parque Metropolitano de La Habana (PMH), el cual atraviesa parte de 4 populosos municipios: Plaza de la Revolución, Playa, Cerro y Mariano. El estudio propuesto se centra en el conocimiento de las particularidades geográficas de los problemas identificados en los consejos populares; Carmelo, Colón-Nuevo Vedado y Puentes Grandes. Esta selección es debido al carácter distintivo de estos territorios con relación al resto de los consejos populares del municipio Plaza de la Revolución, por el carácter complejo de su funcionamiento, al concentrarse en un reducido espacio, actividades e infraestructuras que han modificado las características del medio ambiente del lugar. Debido a lo anterior es importante valorar la percepción ambiental en la población residente, toda vez que contribuye en la solución de los conflictos ambientales de la región.

Los resultados obtenidos permitieron, entre otros, precisar en el área de estudio elementos geográficos y ambientales transformados en la dimensión natural, económica y social. Según evaluación realizada por el equipo gestor del Parque Metropolitano de La Habana, existen problemas ambientales que hasta el momento no tienen solución y que tienen un impacto negativo en el medio ambiente, tal es el caso del mal estado de las viviendas, los viales y el acueducto, entre otros.

Sobre la base del análisis territorial y los problemas detectados se aportan algunas alternativas de solución que involucra la participación de la población.

INTRODUCCION

A escala mundial se ha detectado un incremento de las regiones afectadas por impactos negativos en el medio ambiente, cuyas consecuencias para los ecosistemas naturales están siendo irreversibles. Es precisamente el desarrollo científico técnico en los países capitalistas desarrollados lo que ha conducido al deterioro del medio ambiente que hace peligrar la existencia del hombre como especie y el contexto de su hábitat.

La agudización de esta tendencia en las últimas décadas ha hecho necesario que se presta atención a los estudios de conservación y preservación del medio ambiente en Cuba. Al triunfo de la Revolución había muy pocas conocimientos de la ciencia en general y de las ciencias aplicadas. En los años 50 la situación de crisis entre desarrollo tecnológico y afectación a la naturaleza no había llegado a conflictos que existe en el mundo capitalista actual.

Los conflictos ambientales se han intensificado en las últimas décadas debido al crecimiento de la economía a través de procesos de desarrollo industrial y la moderniza-

ción del campo, que junto con los estilos de desarrollo que han prevalecido, y unido al crecimiento acelerado de la población, ha traído consigo una sobre utilización de los recursos naturales con una mayor presión en su uso. Esta problemática ha dado lugar a profundas transformaciones en la estructura de la sociedad y en su relación con los sistemas naturales donde se manifiestan los procesos negativos siguientes: (CEPAL 1992).

- erosión, deforestación, pérdida de biodiversidad, deterioro de los ecosistemas marinos, deterioro de los ecosistemas costeros, deterioro de la calidad de la vida urbana, salinización de los suelos, la sedimentación de los ríos y lagunas, la eutroficación en recursos hídricos y otros procesos deteriorantes, desertificación, aumento del nivel de la pobreza.

En Cuba no sólo hay conciencia del enorme desafío científico y tecnológico que enfrenta el mundo subdesarrollado sino que se vienen promoviendo estrategias en los campos de la economía, la educación y la política científica y tecnológica que intentan ofrecer respuestas efectivas a ese desafío. Todo eso, desde luego, necesita de marcos conceptuales renovados dentro de los cuales los enfoques CTS pueden ser de utilidad (Núñez, 1999).

Esta perspectiva enriquece el ideal de la racionalidad científica. No basta con plantear metas cognitivas sino de enlazarlas con otras de carácter social y humano. La selección de problemas y las estrategias para resolverlos deben tener en cuenta los intereses humanos más amplios. El planteamiento de fines a la ciencia no cabe en la sola idea de "la búsqueda de la verdad". También hay que buscar el bienestar humano. (Núñez, 1999).

Posiblemente ningún tema ha concitado tanto interés y comprometimiento mundial como ha sido, y es el relacionado con la protección y conservación del entorno natural, pues como bien plantea Borges (1999) "el cuidado y la utilización de los componentes del medio ambiente tienen implicaciones políticas, económicas, sociales, éticas y morales, que no escapan a ningún habitante del planeta." La preocupación nacional para dar solución a los problemas ambientales bajo criterios de equidad intra e intergeneracional así como el alto grado de prioridad que se ha dado a la conservación del medio ambiente, se evidencia en las diversas acciones legislativas e institucionales emprendidas en esta esfera. La inclusión del tema ambiental en 1976,

reflejado en el artículo 27 de la Constitución de la República de Cuba, así lo ratifica: "el Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce la estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras...." (PNUD, 1999).

En los últimos tiempos el tema medioambiental ha tomado especial importancia debido a la constante agresión del entorno. Varias han sido las acciones encaminadas a contribuir a la solución o mitigación de los innumerables y complejos problemas ambientales que el propio proceso de desarrollo crea en el marco de la interrelación sociedad - naturaleza.

De gran importancia y trascendencia ha sido el proceso de participación que se ha emprendido en las comunidades para la solución de los problemas a nivel local. Según Fernández (1999), "constituye una vía posible de acercamiento a la población y de hacer participar a quienes lo necesitan. Dentro de este proceso, los diagnósticos ambientales han constituido un rol fundamental en la búsqueda de información e identificación de los problemas ambientales, a través de los propios recursos de sus pobladores, permitiendo a su vez que la comunidad identifique, entienda y accione a partir de sus propias percepciones, sentimientos, valores, condiciones y conocimientos para dar soluciones".

Avances del desarrollo científico técnico en nuestro país y las necesidades impuestas por el desarrollo científico social que han influido en ese propio avance, han conducido a dirigir la atención al desarrollo sostenible y es en ese contexto en el que inserta los estudios en torno al Parque Metropolitano de La Habana.

Los parques urbanos constituyen un foco de atención en el contexto del debate medioambiental, pues constituyen espacios públicos representados por plantas que absorben el CO₂ y aportan oxígeno a la atmósfera, mejoran el clima, disminuyen el polvo del aire que respiramos y contribuyen a mitigar el ruido (Serrano, 2003). Poseen un gran valor ecológico y se emplean con fines recreativos, culturales e históricos, además de ser puntos focales de las ciudades en todos los sentidos: «vehicular, peatonal, ornamental, arquitectónico». No obstante la aceleración del proceso urbano ha creado desequilibrio en algunos de estos espacios.

El área urbana del municipio Plaza de la Revolución, representa un 18.5 % del área del Parque Metropolitano, donde se localiza una parte importante de la superficie de los consejos populares Carmelo, Colón - Nuevo Vedado y Puentes Grandes, área seleccionada para la realización del presente estudio.

Objetivo general

- Analizar los problemas ambientales y su distribución territorial en las áreas de los consejos populares pertenecientes al municipio Plaza de la Revolución.

Objetivos específicos

- Inventariar los problemas ambientales resultado de los diagnósticos ambientales participativos en las áreas de los consejos populares estudiados.
- Valorar la percepción ambiental en la población re-

sidente para una activa participación en la solución de los problemas.

El contenido del trabajo se estructura en 2 acápites que tratan aspectos esenciales del medio ambiente y la percepción ambiental, como una vía de adentrarse en la problemática ambiental y vincular a la población en este proceso.

El primer acápite, trata la esencia de la investigación con los problemas ambientales que inciden en el área de los consejos populares mencionados, brindando así una panorámica de la situación actual.

En el segundo acápite, refiere la percepción ambiental en la población residente, así como los resultados alcanzados derivado de la aplicación de entrevistas.

I. Problemas ambientales en áreas de los Consejos Populares.

• Contexto del Gran Parque Metropolitano de La Habana.

El Parque Metropolitano, categorizado como pulmón verde de La Habana, conjuga armoniosamente lo ecológico, urbanístico y social. Su posición geográfica al centro de la capital lo coloca en una situación relevante en la trama urbana de una extensa área de la ciudad.

Este espacio forma parte a su vez del sistema capitalino de áreas verdes y del conjunto de los cuatro grandes parques (Parque Lenin, Jardín Botánico, EXPOCUBA) asentados a lo largo de la cuenca del río Almendares, interrelacionando la naturaleza y sus habitantes.

A diferencia de otros parques urbanos, el Parque Metropolitano de La Habana presenta una gran complejidad y heterogeneidad, fundamentalmente por la infraestructura establecida en las márgenes del río Almendares, fuente principal de vida de este espacio. Su entorno ha sufrido serios abusos ambientales durante muchos años como la proliferación de los vertimientos sociales e industriales sin control que amenazan al río provocando la contaminación, la deforestación en varias zonas, el poco cuidado y mantenimiento de la flora, fauna y los bosques, cuya existencia es vital para la identificación del espacio en su conjunto y problemas de educación ambiental por citar algunos.

Con una extensión de 700 hectáreas, el Parque Metropolitano de La Habana (PMH), atraviesa parte de 4 populosos municipios, abarcando 9 consejos populares como se observa en la tabla expuesta a continuación:

Municipios	Consejos populares	Hectáreas	% del área del PMH
PLAYA	3	78	11,1
PLAZA	3	130	18,5
CERRO	2	150	21,4
MARIANAO	1	342	48,9
TOTAL	9	700	100

Fuente: Parque Metropolitano de La Habana, 1997.

En su área habitan alrededor de 195 000 habitantes, con una densidad de población alta y están ubicadas 232 centros de trabajo, instalaciones deportivas, culturales y recreativas. Cabe señalar la existencia de comunidades densamente pobladas que permiten un gran contraste entre viviendas precarias en las márgenes del río, hasta mansiones en la zona de Miramar; canteras y fincas agrícolas.

En su conjunto, corresponde ubicar el área de la zona de estudio (donde se enmarcan los consejos populares; Carmelo, Colón - Nuevo Vedado y Puentes Grandes, pertenecientes al Municipio Plaza de la Revolución) en el último tramo del río Almendares, a lo largo del eje norte - sur del Parque Metropolitano, desde el malecón habanero hasta los límites con el Consejo Popular Pogolotti, siempre bordeando las márgenes del río. La superficie del área de los tres consejos con relación al PMH representa el 18,5 %. Sobresale el Consejo Popular Puentes Grandes con una mayor extensión (57,7 %) en relación al total del área del municipio Plaza y con un 10,7 % con respecto a la superficie total del Parque. Por otra parte Colón - Nuevo Vedado representa el menor porcentaje del total de área y población.

Problemas ambientales

La Gestión del conocimiento es un recurso que poseen todas las organizaciones y que reúne un conjunto de requisitos que lo hacen especialmente interesante (Castro, 2003).

En Cuba se localizan a nivel local y regional problemas ambientales y tienen incidencia global, se detecta por ejemplo: falta de higiene y educación ambiental, contaminación y otros que están asociados a un modelo de desarrollo económico determinado.

La población es el recurso sujeto a la transformación y ocupación del espacio, y tiene el alcance global y particular de la ocupación del hombre. La fuerza de trabajo, es un elemento fundamental, se vincula a la producción material. La distribución de la población revela en términos generales una relación directa con los recursos naturales, con una propuesta de desarrollo preconcebida o planificada. En diciembre del 2002, los diagnósticos comunitarios llevados a efecto en el Parque Metropolitano, arrojaron un número de problemas ambientales en la totalidad de los consejos populares.

Los problemas detectados en los Consejos Populares, Carmelo, Colón - Nuevo Vedado y Puentes Grandes, fueron identificados mediante el trabajo realizado por el equipo gestor del parque y la participación de la comunidad, los cuales se reflejan en los diagnósticos ambientales participativos realizados al efecto, para los cuales se han tomado y toman una serie de medidas que devienen en planes de acción a corto, mediano y largo plazo. Se ha podido constatar que el esfuerzo realizado está encaminado a resolver algunos problemas donde la participación de la comunidad es fundamental y donde los agentes decisores tienen una gran responsabilidad. Como ejemplos se pueden citar: la creación de viveros para la reforestación del área, talleres educativos con los niños, recuperación de locales para hacer trabajos educativos, creación de brigadas comunales, actividades culturales, círculo de interés sobre medio ambiente, etc.

En cuanto a los problemas ambientales identificados en los diagnósticos, pudiera añadirse en primer lugar que no responden a un orden de prioridad, pues están conformados a partir de varios criterios, entre ellos: la urgencia del problema, su gravedad, la importancia que tiene en cuanto a los objetivos del proyecto, el número de personas afectadas y el efecto social, económico y político que genera su solución y que define su impacto negativo en el territorio.

Esto quiere decir que los factores involucrados van a actuar sobre la base de los impactos negativos detectados en el medioambiente o en el hombre.

No cabe entonces en este contexto hablar sobre una planificación de un determinado proceso en el cual desde un inicio se determine el costo - beneficio del desarrollo o implementación de una actividad, los problemas ambientales que se pudieran general y como minimizarlos, o sea los actores involucrados han jugado un papel en determinados momentos y no al inicio de la concepción de un proceso. Es necesario diseñar las acciones que permitan su gestión eficiente y para ello debe existir una eficiente gestión del conocimiento (Castro, 2003).

Mediante un inventario fue posible visualizar aquellos rasgos que definen en primera instancia a los consejos dentro del entorno del parque y su problemática ambiental, sin descuidar otros aspectos de interés.

En la tabla 3, se exponen los problemas existentes y que están afectando a estos territorios. El análisis de la tabla revela ciertas particularidades que se definen a continuación:

Tabla 3: Problemas ambientales identificados en los consejos populares (las cruces indican la presencia del problema).

Problemas Ambientales	Consejos Populares		
	Carmelo	Colón - Nuevo Vedado	Puentes Grandes
Falta de recreación, cultura y deporte	X	-	-
Falta de Educación Ambiental	X	X	X
Falta de Higiene Ambiental	X	X	-
Inuficientes servicios gastronómicos	-	-	X
Contaminación del río Almendares	-	-	X
Viviendas en mal estado	X	-	X
Acueducto y viales en mal estado	X	-	-
Falta de iluminación	X	-	X
Mal estado de las calles y pavimentación	-	X	-
Ausencia de alcantarillado y deposición final de residuos líquidos	-	-	X

Fuente: Elaborado por las autoras a partir de la información suministrada por el Parque Metropolitano. Diagnósticos Ambientales Participativos. 2002.

1. Problemas ambientales de mayor impacto y presencia en los Consejos Populares.

- Falta de educación ambiental
- Falta de higiene ambiental

La falta de educación ambiental, afecta a los tres Consejos Populares, Carmelo, Colón-Nuevo Vedado y Puentes Grandes y la falta de higiene, se revela en el consejo popular Carmelo y Colón-Nuevo Vedado.

En el primero, la causa referida por la población responde a la inexistencia de programas educativos integrales que incluyan a los diferentes grupos etéreos. El segundo debido a que es una problemática permanente en las márgenes del río, esquinas de calles y en los solares yermos, por dificultad en la recogida de basura, carencia de depósitos y deficiente educación ambiental.

Ingesis

Venta y alquiler de material topográfico

TOTALMENTE COMPATIBLE
CON LA RED ANDALUZA DE
POSICIONAMIENTO
RAP

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO
PARA ANDALUCÍA

Leica
Geosystems



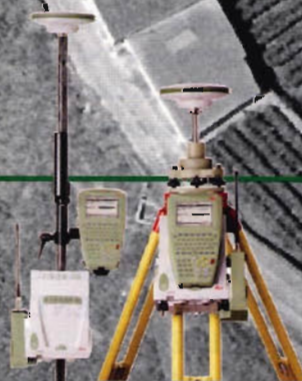
GPS

ESTACIONES TOTALES

CONTROL DE MAQUINARIA

NIVELES Y ACCESORIOS

LASER



Córdoba

C/ Periodista Antonio Rodríguez Mesa, 10 14010

Tel. 957 752 392

Fax. 957 751 388

Málaga

C/Trinidad Grund, 12 2ºb 29001

Tel. 629 587 655

Ingesis@ingesis.net

www.ingesis.net

2. Problemas ambientales de mayor impacto y menor presencia en los consejos populares.

- La falta de recreación, cultura y deporte.
- Mal estado de las calles y pavimentación

La falta de recreación, cultura y deporte, es una problemática que se focaliza en el consejo popular Carmelo, donde la población lo considera de gran importancia, pues lo atribuyen al deficiente sistema de trabajo cultural en la comunidad.

Por otra parte el mal estado de las calles y pavimentación es debido a falta de atención por las diferentes instancias.

3. Problemas ambientales de menor impacto.

- Insuficiencia de servicios gastronómicos
- Contaminación del río

Estos problemas tienen las siguientes características: En el caso de los servicios gastronómicos, la población se encuentra insatisfecha por la falta de infraestructura y el servicio deficiente que brindan las instalaciones en su funcionamiento. Para el segundo, a pesar que se considera de menor impacto (apreciación de la población), es un problema latente. Son eliminadas las malanguetas y saneada la zona, pero la contaminación del río es proveniente fundamentalmente de la ausencia de fosas, alcantarillados, lo que produce una deposición final de residuos sólidos y líquidos.

4. Problemas ambientales pendientes de solución por falta de recursos

A este grupo pertenecen aquellos que dependen de recursos financieros, y trascienden el ámbito de acción del parque:

- Vivienda en mal estado
- Acueductos y viales en mal estado
- Falta de iluminación
- Mal estado de las calles y pavimentación
- Ausencia de alcantarillado

Los problemas ambientales referidos en este grupo afectan principalmente al Consejo Popular de Puentes Grandes, lo que infiere una necesidad de atención en este sentido.

Cabe mencionar algunos problemas ya resueltos que por su importancia nombramos a continuación:

- la deforestación en el caso del consejo Carmelo.
- la ausencia de la poda de los árboles en el consejo popular Colón - Nuevo Vedado
- existencia de micro vertederos en el consejo popular Puentes Grandes.
- falta de lugares de recreación en Puentes Grandes.

II. PERCEPCION AMBIENTAL EN LA POBLACION RESIDENTE.

La percepción que pueda tener una población sobre sus propios problemas y las soluciones que encare, son elementos esenciales para poder proteger el medio ambiente, mejorar la calidad de vida y alcanzar un desarrollo comunal sustentable.

Involucrar a los residentes en la identificación de problemas locales no solo aporta elementos de primera mano sino que además los hace conscientes de que no pueden ser de ningún modo ajenos a ellos. Es mas aún, permite

que en muchas ocasiones se recurran a soluciones más factibles de implementar, menos costosas y con mayor grado de aceptación. Es bajo estos principios que se decidió incorporar al presente estudio, el análisis de la percepción ambiental, que consideramos aporta elementos válidos para el estudio del medio ambiente.

Esta presentación recoge una síntesis de un estudio exploratorio realizado entre los meses de Mayo y Octubre del 2003, y se propone como análisis lo siguiente.

- Valorar las percepciones medioambientales en la población residente a partir del concepto de medio ambiente, los problemas que se identifican y la disposición a incorporarse a acciones de cambio.

Las entrevistas efectuadas, aparte de ser un instrumento importante en cualquier investigación, incentiva la importancia del conocimiento comprometiendo a la población residente a una mayor participación, como elemento esencial en la problemática medioambiental y en la solución de los problemas.

Se realizaron un total de 100 entrevistas basadas en una guía de 5 preguntas (anexo 2) y la muestra abarcó a diferentes sectores: amas de casa, jubilados, CDR, FMC, estudiantes, Poder Popular, delegado de circunscripciones, especialistas de medio ambiente del Parque Metropolitano, grupos de medio ambiente comunitario y a la población en general.

Las preguntas y el por ciento de participación en las respuestas, aparece referido a continuación.

Pregunta 1. ¿Qué entiende usted por medio ambiente?	
Respuestas	% de respuestas
Es todo lo que nos rodea	60
La naturaleza que nos rodea	30
No supo responder	10

Estos resultados son indicadores, entendidos como la presencia de elementos del concepto de medio ambiente. Él por ciento reflejado denota el conocimiento de esta temática por los pobladores.

Pregunta 2. ¿Cuáles considera usted que son los mayores problemas de su localidad?	
Respuestas	% de respuestas
Pocas oportunidades recreativas, culturales y de deporte	72,8
Ausencia de instalaciones de servicios de distintos cortes, como son recreativas, culturales y gastronómicas	42,5
Mal estado de las viviendas, calles y pavimentación	41,1
Contaminación del río	35,3
Deficiente alumbrado público	25,0
Problemas con la ausencia de alcantarillado	18,9

Como se aprecia, las respuestas no son exclusivas, sino que se superponen pues varios de los entrevistados argumentaron dos o más respuestas, consolidando las más significativas a los efectos del trabajo. Las pocas oportunidades recreativas, fue el objetivo de mayor atención en los entrevistados.

Referente a los mayores problemas que inciden en las localidades estudiadas, aparecen con mayor fuerza las referidas a las pocas opciones y la desventaja respecto a otros territorios en cuanto a opciones e instalaciones recreativas, culturales y de diferentes servicios, así como la situación crítica del estado de las viviendas, calles y pavimentación. Con menor incidencia pero importancia similar, se

encuentran los planteamientos acerca de la contaminación del río, deficiente alumbrado público y los problemas con la ausencia de alcantarillado.

Pregunta 3. ¿Considera usted que su entorno inmediato (medio ambiente) está afectado de algún modo? ¿Cómo?	
Respuestas	% de respuestas
La inmensa mayoría respondió que veía afectación aduciendo a la contaminación del río Almendares por vertimientos de residuales domésticos, descargas incontroladas de las viviendas que se asientan a lo largo de la cuenca y de la convergencia de descargas de alcantarillado	83,5
Que algo se afectaba	12,0
No veía afectación alguna	4,5

Esta pregunta está estrechamente relacionada con la anterior, donde más del 70 por ciento respondió sobre las afectaciones por contaminación.

Pregunta 4. ¿Considera que el medio ambiente debe ser cuidado? ¿Por qué?	
Respuestas	% de respuestas
Debe ser cuidado para el disfrute de la población	90,4
Consciente del cuidado sin saber como	9,6

A la interrogante de sí el entorno debe ser cuidado, la mayoría respondió que sí (90,4%), dando como elementos que sustentaran la respuesta criterios sólidos y fundamentados sobre el cuidado del entorno para el disfrute de la población. Un 9,6 % de la población sabe que hay que cuidarlo pero no sabe como hacerlo.

Pregunta 5. ¿Qué propondría para mejorar el entorno de su localidad?	
Respuestas	% de respuestas
En general adujeron al mejoramiento del estado de viviendas, reparaciones de viales, caminos y edificaciones.	84,6
Pronunciamento acerca del fomento y el cuidado de la vegetación en lugares habitados y Bosque de La Habana	15,4

Ante los requerimientos de propuestas para mejorar o preservar el entorno, los pronunciamientos fueron múltiples y de gran significación. El 84,6 % adujo varias propuestas, dentro de ellas las referidas al mejoramiento del estado de las viviendas, reparaciones de viales, caminos y edificaciones en general y el 15,4 % se pronunció acerca del fomento y el cuidado de la vegetación en lugares habitados y en el Bosque de La Habana.

Los temas de mayor relevancia y de mayor participación de la población estuvieron dirigidos a:

- la interpretación del medio ambiente
- pocas oportunidades recreativas, culturales y de deporte
- afectación aduciendo a la contaminación del río Almendares por vertimientos de residuales domésticos e industriales.
- el cuidado del medio ambiente
- mejoramiento del estado de viviendas, reparaciones de viales, caminos y edificaciones.

Si hacemos una comparación con los problemas identificados en los diagnósticos realizados en el año 2002 y el resultado de las entrevistas en el año 2003, se revela la correspondencia de los factores que afectan al medio ambiente y la percepción de la población en cuanto a estos

fenómenos, donde sobresalen la problemática de la contaminación y las opciones de satisfacción de la población por deficiente y limitada infraestructura.

En general los resultados obtenidos apuntan hacia conocimientos de cultura ambiental y de una educación dirigida, así como una propensión a reconocer e identificar problemas ambientales en el entorno más cercano, o sea, los asentamientos y conocer los riesgos que pueden entrañar acciones tan negativas como la proliferación de vertimientos de residuos industriales y sociales que tanto daño causan a las aguas del río y alrededores, existiendo a su vez una concepción más abarcadora e integral de la importancia de conservar y proteger el medio ambiente.

El análisis realizado destaca la importancia del actor población en la definición y formas de solucionar algunos de los problemas identificados en su comunidad. En este sentido es importante el conocimiento acumulado sobre su entorno, además su participación dentro del espacio en que vive. Por otra parte no se pueden obviar otros factores importantes; el gobierno, principal decisor de la orientación de los territorios y el desarrollo de la ciencia y la técnica, que forman un triángulo que tienen que funcionar interconectado para impulsar el desarrollo de un espacio, hacerlo sostenible y prevenir o minimizar los impactos negativos sobre los recursos naturales.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos permitieron, en otros aspectos, localizar en el área de estudio elementos geográficos transformados que afectan el equilibrio entre los elementos de la naturaleza y la sociedad, problemas que precisan de acciones a corto, mediano y largo plazo.
- Los consejos populares Carmelo y Puentes Grandes agrupan el mayor número de problemas ambientales; cabe destacar a Puentes Grandes, como el más afectado debido a la dificultad de solución de los problemas al requerir recursos financieros para su eliminación o mitigación.
- Al comparar los problemas identificados en los diagnósticos realizados en el año 2002 y el resultado de las entrevistas en el año 2003, se aprecia una correspondencia entre los problemas ambientales existentes; se destaca la problemática de la contaminación y las opciones de satisfacción de la población por la deficiente y limitada infraestructura.
- Existe una fuerte presencia de la percepción ambiental en la población residente que apunta hacia conocimientos del medio ambiente y a la capacidad de identificación de conflictos ambientales en el entorno, de gran importancia para una participación consciente ante la solución de los problemas, no obstante, existe falta de Educación Ambiental, que es común a los tres consejos populares.

RECOMENDACIONES

- Los problemas ambientales más impactantes en el Consejo Popular Puentes Grandes, merecen una especial atención debido a la necesidad de recursos financieros para la solución de los mismos.
- Instrumentar una gestión ambiental a nivel de consejo popular donde se involucren los actores fundamenta-

**VISITA NUESTRA
WEB**



**El Club de
los topógrafos**

**Hazte
Socio**

PODRAS DISPONER DE:

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

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

¡¡ MUY INTERESANTE !!

les y poder prever una estrategia a corto, mediano y largo plazo, atendiendo a la tipología, localización, dimensión y alcance de la problemática ambiental.

- Continuar la realización de investigaciones científicas en otras áreas del Parque Metropolitano de La Habana, para conocer y evaluar la problemática ambiental con el fin de atenuar los conflictos en el área.

- Propiciar el trabajo de percepción y educación ambiental en la población local, promoviendo formas activas de participación de la comunidad.

BIBLIOGRAFIA

- Borges, T. (1999): La política Ambiental cubana. La dimensión global del desarrollo sostenible. Retos para Cuba. Análisis de Coyuntura. Asociación por la unidad de nuestra América-Cuba. No.4, mayo 1999. Pp. 24-32.
- Bridón, D. (2001): Valoración ambiental del Parque Metropolitano de La Habana. CD Evento Geoinfo 2003.
- Bustos, M. y A. G. Pérez (1999): La Comunidad sustentable. Participación, Educación y Gestión Ambiental comunal. Grupo para el Desarrollo Integral de la capital. Asamblea Provincial Poder Popular Ciudad de La Habana, 50 pp.
- Carralata, I. M. (2003): Comunicación personal sobre problemas ambientales en Consejo Popular Carmelo.
- Castro D.B.F (2003): Ciencia, tecnología y Sociedad. Hacia un desarrollo sostenible en la era de la globalización. Edición científica - Técnica. La Habana, p.1-114.
- Castro Díaz-Balart, F. (coordinador) (2002): Cuba. Amanecer del Tercer Milenio. Ciencia, Tecnología y Sociedad. Editorial. Debate, Madrid.
- CEPAL (1992): Reseñas de documentos sobre desarrollo ambiental sustentable. Ed. CLADES, Santiago de Chile, 217 pp.
- CITMA (1997): Estrategia Nacional de Educación Ambiental. Ed. CIDEA. 35 pp.
- CITMA (1999): Estrategia Ambiental Nacional. República de Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Reimpresión- septiembre 1999. 4 pp.
- Fernández, M. (1999): Diagnósticos ambientales participativos. Consejos Populares: Carmelo, Ceiba, Palatino, Pogolotti, Puentes Grandes. Parque Metropolitano de La Habana, La Habana, Cuba. 33 pp.
- Fernández, M. et al. (2001): Manual de Diagnóstico ambiental. Experiencias de acción participativa en el Parque Metropolitano de La Habana. Edición: Parque Metropolitano de La Habana y Canadian Urban Institute. 43 pp.
- González, T. y I. García (1998): Cuba: su medio ambiente después de medio milenio. Ed. Científica - Técnica. 210 pp.
- GORC (1997): Ley 81 del medio ambiente. Gaceta Oficial de la Republica de Cuba (GORC). Edición Extraordinaria, La Habana, 11 de Julio de 1997, año XCV. Número 7, página 47.
- GPMH (2003): El pulmón verde de La Habana. Periódico Cartelera, 1 al 31 de agosto del 2003.
- GPMH (2003): Haciendo camino al andar. Una estrategia de desarrollo 2003 - 2006 para el Gran Parque Metropolitano de La Habana. La Habana, 58 pp.
- Granma (2003): Información del periódico sobre el río Almendares "Casiguaguas", 19 de septiembre. La Habana, Cuba.
- Montané, J. (2000): Entrevista concedida sobre el proyecto del PMH. Boletín Siempre Verde No. 2 -Octubre-2000 pp. 8-9.
- Mosquera, C. (2000): Sistema del medio ambiente. El enfoque geohistórico en las investigaciones ambientales. La Habana, 10 pp.
- Norma Cubana (1999): Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestre y al alcantarillado. Especificaciones.
- Nuñez, J. (1999): La ciencia y la tecnología como proceso social. Lo que la educación científica no debía olvidar. Editorial Felix Varela. Ciudad de La Habana.
- Piedra, A. M. (2001): La participación social y los problemas medioambientales en la comunidad Consejo Popular Vedado Malecón. Diploma de Gestión Ambiental. La Habana, Cuba. 41 pp.
- PMH (1997): El Reto de Todos. Una estrategia de revitalización para el parque de la población habanera. La Habana, Cuba 53 pp.
- PNUD (1999): Investigación sobre desarrollo humano y equidad en Cuba. Medio Ambiente, desarrollo y equidad. Cuba. Pp. 109 -117.
- Rey, J. (2003): Comunicación personal sobre problemas ambientales en Consejo Popular Colón - Nuevo Vedado.
- Reyes, J. (1996): En "Río Almendares - ni fresa ni chocolate". Parque Metropolitano de La Habana. Fundación de la Naturaleza y el Hombre. Ciudad de La Habana, Cuba. Abril 1996.
- Rodríguez, I. (2002): En periódico Granma. Comentario sobre "Andar los parques", 10 de septiembre - 2002.
- Rodríguez, R. (2003): Comunicación personal sobre problemas ambientales en Consejo Popular Puentes Grandes.
- Sábalo, J; Mackenzic, M. (1982): La producción de tecnologías. Autonomía o Transnacional. Editorial Nueva Imagen, México.
- Serrano, H. (2003): En Revista Bohemia "Urbanismo. Parque que te quiero verde". La Habana, Cuba. Pp. 24 - 27. •Sábalo, J; Botana, N. (1970): "La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina", América Latina, Ciencia y Tecnología en el desarrollo de la Sociedad. Editorial, Universidad, Chile.

FERTILIZANTES ORGANOMINERALES, UNA ALTERNATIVA EN EL MANEJO ECOLÓGICO DE LOS SUELOS FERRALÍTICOS ROJOS DE LA HABANA

MSc. Clara Maria John Louis ⁽¹⁾, MSc. Martha Velásquez Garrido ⁽³⁾, Ing. Antonio Vantour ⁽²⁾ y Dr. Francisco Rivero Reyes ⁽¹⁾.

¹. Centro de Investigaciones. GEOCUBA, IC, Cuba. ². Instituto de Suelos del MINAGRI, Cuba.

³. Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica, MINBAS, Cuba

RESUMEN

El fenómeno de la degradación afecta considerables superficies de tierras a nivel mundial. En la actualidad, se realizan diversos esfuerzos con el fin de recuperar su productividad y fertilidad con el empleo de tecnologías que faciliten la asimilación de algunos nutrientes y disminuyan los signos de degradación presentes. En tal sentido, los materiales orgánicos favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, debido a que aportan sustancias húmicas y nutrientes, además de influir en la estructura y porosidad, entre otros indicadores edáficos. Por otro parte, en Cuba existen un grupo de materiales minerales como la zeolita, la bentonita y las rocas fosfóricas con capacidad de mejorar la eficiencia de los fertilizantes cuando se mezclan con fuentes orgánicas. En el presente trabajo se evaluó la factibilidad de la bentonita, zeolita y rocas fosfóricas mezclado con diferentes materiales orgánicos para su aplicación en suelos potencialmente degradados. En dicho estudio se realizó un análisis de las características químicas y físicas de la cachaza, el compost y el humus de lombriz, así como de los materiales minerales empleados en la formulación de los nuevos fertilizantes, elaborándose siete productos, los que tuvieron un efecto mejorador en las propiedades de los suelos. Estos productos también permitieron la reducción de las dosis de fertilizantes minerales, siendo los mismos de alta eficiencia en la protección del Medio Ambiente.

Palabras claves: Fertilizantes órgano-minerales, mejoramiento de suelos y Medio Ambiente.

INTRODUCCION

El uso inadecuado de las tierras tiene efectos inmediatos en su degradación, en particular, en los fenómenos de erosión, desertificación y pérdidas de la fertilidad de los suelos; efectos secundarios se producen también en el clima, la temperatura, la pérdida de terreno cultivable y aumento del daño potencial que puede prevenir de los desastres naturales, y por último, efectos negativos en la salud del hombre, en fin el deterioro del Medio Ambiente, las condiciones de salud y el desarrollo de los pueblos. (PNUD, 1990). Una de las alternativas que se pueden emplear para mitigar los problemas de la degradación de los suelos es el uso de los fertilizantes órgano-minerales. Un fertilizante órgano-mineral por lo general está constituido por una fuente orgánica en proporciones que varían desde un 50 hasta un 70%, y el resto debe estar formando por fuentes minerales naturales entre los que se encuentran: la zeolita, la roca fosfórica y otros, capaces de enriquecer sus propiedades y satisfacer necesidades nutrimentales de los cultivos agrícolas (Paneque, 1998).



Son muchos los suelos del país que se beneficiarían con la aplicación de los fertilizantes órgano-minerales, en particular, los Ferralíticos Rojos de la Provincia La Habana, los cuales presentan signos de degradación, fundamentalmente por su bajo contenido de materia orgánica, compactación y elevación del pH. Sin embargo, para el empleo de los fertilizantes ecológicos no basta con conocer las propiedades de los suelos, es necesario también manejar la demanda de nutrientes requerida por los cultivos con el fin de satisfacerla en función de incrementar los rendimientos y la calidad de las cosechas.

Estas fuentes alternativas son generalmente más económicas y ecológicas que los fertilizantes minerales, resultando viable su preparación en las condiciones de las empresas que aplicaran esta solución científica. En sentido general, se pueden beneficiar con esta propuesta la mayoría de los cultivos agrícolas del país y los suelos con signos de degradación.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio de factibilidad para el empleo de diferentes fuentes minerales y orgánicas con el fin de elaborar un grupo de fertilizantes órgano-minerales para ser utilizado en el manejo de los cultivos y de los suelos Ferralíticos Rojos de la Empresa de Cultivos Varios Güira de Melena con el fin de incrementar los rendimientos y proteger el medio ambiente.

MATERIALES Y METODOS.

En esta investigación se realizó el estudio de factibilidad de diversas fuentes orgánicas y minerales. En este sentido, se evaluaron la bentonita de la región de Managua, la zeolita de San Ignacio en el yacimiento de Jaruco, ambos

de la provincia La Habana, así como la zeolita de Tasajeras del municipio Ranchuelo, Provincia de Villa Clara. Además se estudio la roca fosfórica de Trinidad de Guedes del municipio de Unión de Reyes, Provincia de Matanzas.

En las fuentes orgánicas se caracterizaron la cachaza, el humus de lombriz y el compost, por constituir las principales fuentes con potencialidades para ser usadas en la producción de fertilizantes órgano-minerales con propiedades ecológicas.

Por otra parte, se realizó, según la metodología CICA-CITMA (2001), un Diagnóstico de los suelos de las diferentes formas de producción de la Empresa de Cultivos varios Guira de Melena, lugar donde se ejecutaron los experimentos con los Fertilizantes órgano-minerales en cultivos de importancia económica.

Métodos empleados

En la clasificación, evaluación y caracterización de los suelos de las diferentes formas de producción de la Empresa de Cultivos Varios Guira de Melena, se emplearon el Manual Metodológico para la Cartografía detallada de los Suelos de Cuba (Instituto de Suelos, 1994), el Manual de Técnicas Analíticas del Instituto de Suelos (1994) y la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Instituto de Suelos, 1999),

Con respecto a las fuentes minerales todas las muestras se mezclaron, homogenizaron y cuartearon por el método de cono y anillo, para la caracterización mineralógica y química, las cuales se realizaron en los laboratorios del CIPIMM. En la caracterización de estas fuentes minerales se emplearon técnicas novedosas tales como Difracción de rayos-X, Análisis Térmico Diferencial y Espectroscopia Infrarroja y otras. Las metodologías y procedimientos relacionados con estas determinaciones se pueden encontrar en los informes elaborados en el Proyecto de Investigación 991800010 "Obtención de Fertilizantes Ecológicos a partir de Materiales Nacionales para su Uso en la Agricultura". Los análisis químicos de elementos mayoritarios se determinaron según la metodología de trabajo establecida en los laboratorios del área geológica del CIPIMM; en la que se emplean la Espectrometría de Absorción Atómica para las determinaciones de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , MnO y CaO , el análisis gravimétrico se realizó por volumetría. Todas estas determinaciones permiten un adecuado conocimiento de las características de las fuentes minerales con potencialidades para ser empleadas en la elaboración de Fertilizantes órgano-minerales para la agricultura

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS FUENTES MINERALES

BENTONITADE "MANAGUA"

Las muestras tecnológicas del yacimiento de bentonita de "Managua" están constituidas fundamentalmente por mezclas de esmectitas de la serie montmorillonita-beidelita con contenidos mayores del 80% (tipo II).

Los resultados de la Tabla 1 reflejan en primer lugar que la muestra es eminentemente cálcica debido a su C.I.C (64,68 y 17,32 $\text{cmol}(+).\text{Kg}^{-1}$ de Ca^{2+} y Mg^{2+}). Por otra parte, el contenido de Fe^{3+} se asocia fundamentalmente a la sustitución isomórfica en la capa octaédrica por Mg^{2+} del mineral montmorillonítico, aunque existe una buena parte vin-

culada también a impurezas de goethita en la arcilla. Por microanálisis MEB-EDAX se comprueba además que la esmectita de Managua contiene un 56,24% máximo de SiO_2 y 22.58% de Al_2O_3 .

Tabla 1. Análisis químico de elementos mayoritarios y Capacidad de Intercambio Catiónico ($\text{cmol}(+).\text{kg}^{-1}$) de la muestra de bentonita " Managua" utilizada en el proyecto.

Muestra	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	Fe_2O_3	TiO_2	PPI	$\text{Cmol}(+).\text{Kg}^{-1}$	
									Ca^{2+}	Mg^{2+}
Natural	49.60	19.90	2.17	2.41	0.10	8.95	0.81	14.50	64.68	17.32
MEB EDAX	56.24	22.58	1.97	2.79	0.12	8.53	0.84	14.56	-	-

ZEOLITA DE TASAJERAS Y SAN IGNACIO

En Cuba existen reservas de minerales zeolíticos calculados con buenas perspectivas de explotación en varios yacimientos, siendo la clinoptilolita y la mordenita la de mayor presencia y uso en las industrias y agricultura.

La zeolita son aluminosilicatos cristalinos cuya composición química se expone en la

Tabla 2 destacándose todos los yacimientos por poseer elevada proporción de SiO_2 y Al_2O_3 lo que se conectan entre si y determina la capacidad de intercambio que poseen estos minerales, otros constituyentes de interés para la agricultura son la presencia de: CaO , MgO y K_2O . En los yacimientos estudiados se pudo comprobar que en la composición de la zeolita los tenores de Fe_2O_3 no constituyen factores limitantes para su empleo con fines agrícolas, además como lo han demostrado diversas investigaciones, el uso de la zeolita de forma directa, o mezclada con una fuente orgánica es un excelente producto para mejorar las propiedades de los suelos y suministrar de manera gradual nutrientes a las plantas con una elevada efectividad, convirtiéndose de hecho en un fertilizante de liberación lenta, lo que impide las pérdidas de elementos nutritivos y la contaminación del medio ambiente (Velásquez et al., 2002).

Tabla 2. Caracterización química de las zeolitas de Tasajeras y San Ignacio.

ELEMENTO	% EN PESO (TASAJERAS)	% EN PESO (SAN IGNACIO)
SiO_2	59.19	59.45
Al_2O_3	12.17	10.35
Fe_2O_3	2.22	2.98
CaO	3.40	3.67
MgO	1.05	1.20
Na_2O	1.25	1.14
K_2O	0.76	1.50
TiO_2	0.15	0.21
PPI	10.16	10.88
CIC total $\text{cmol}(+).\text{Kg}^{-1}$	124.50	135.80
Ca^{2+} $\text{cmol}(+).\text{Kg}^{-1}$	78.83	81.29
Mg^{2+} $\text{cmol}(+).\text{Kg}^{-1}$	2.75	7.35
K^{+} $\text{cmol}(+).\text{Kg}^{-1}$	6.27	6.91
Na^{+} $\text{cmol}(+).\text{Kg}^{-1}$	35.63	30.32

En la Tabla 2 se verificó que la composición química de las zeolitas es la típica para estas rocas y por los valores que se obtienen de CIC corresponden a rocas eminentemente cálcicas, por ello se tratan de muestras tomadas de un perfil del yacimiento por encima del nivel del manto freático, como demostró en la década de los años 80 Reyes (1981). Además de la composición química es importante conocer la composición mineralógica de los diferentes yacimientos por tipo tecnológico estudiado (Tabla 3). Como puede observarse las fases predominantes son la clinoptilolita y

la mordenita, sobre todo en la fase I. El yacimiento de Tasajeras posee la mayor información, comprobándose que la zeolita de este sitio tiene excelentes cualidades, tanto por su composición química como mineralógica, lo que le proporciona un alto índice de mérito para ser utilizada en la elaboración de los fertilizantes ecológicos.

Tabla 3. Resultados del análisis cuantitativo a los TNM II y I del yacimiento "Tasajeras" y "San Ignacio".

MUESTRA	%CLINOPTILOLITA-HEULANDITA	% MORDENITA
TASAJERAS	58	14
SAN IGNACIO	60	20

ROCA FOSFÓRICA

Los yacimientos de roca fosfórica están formados fundamentalmente por materiales sedimentarios enriquecidos en P₂O₅, estos materiales constituyen la materia prima fundamental para la fabricación de fertilizantes fosfatados o su aplicación directa en la agricultura. Por su importancia en el suministro del fósforo para los cultivos, actualmente en nuestro país se estudian los posibles sitios con potencialidad industrial para su explotación y comercialización.

El principal yacimiento de fosforita en Cuba es en el municipio Unión de Reyes, Matanzas, el cual tiene como características generales fosforitas granulares, calcarías y arcillosas, margas y fosforitas calcarías de textura sacaroidal, segmentadas por un material carbonatado y arcilloso (Alonso, 2002).

Las determinaciones de componentes mayoritarios de las muestras tecnológicas, arrojaron los resultados que se reproducen a continuación. (Tabla 4)

Tabla 4. Análisis químico de macrocomponentes en fosforitas del Yacimiento de Unión de Reyes.

MUESTRA	% P ₂ O ₅	% CaO	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% Na ₂ O	% K ₂ O	% MgO	% F	% PPI
TG-III	13,15	38,21	13,35	6,45	3,97	0,29	0,11	0,63	0,99	22,85
TG-II	30,92	43,70	6,94	3,85	3,84	0,47	0,10	0,28	2,32	7,60

Si se analizan los valores de SiO₂ y Al₂O₃, se observan mayores contenidos de dichos componentes en la muestra del tipo granular arcillosa por la presencia de arcillas del tipo metahalosita y/o montmorillonita como quedó demostrado mediante el empleo de las diferentes técnicas instrumentales.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ORGÁNICOS

La cachaza tiene una producción potencial de 852 556 t, estando su mayor producción en la región oriental, mientras que en el occidente del país sólo se produce 162 398 t. El uso general de esta producción de cachaza es convertirla en compost para la producción agrícola. Otra parte no despreciable se aplica en este sector de manera directa. Cuba tiene planificado producir aproximadamente 1 millón de m³ de humus de lombriz. La distribución de esta producción en las tres regiones del país es muy similar, siendo su destino fundamental la agricultura urbana y la tradicional.

En el caso del compost su producción alcanzará la cifra de algo más de 1 400 000 m³, siendo la región occidental y la oriental las mayores productoras de este compuesto y, en menor cuantía, la central; al igual que el humus de lombriz,

el destino fundamental de este material es la agricultura urbana y tradicional.

La materia orgánica es uno de los constituyentes fundamentales de la fertilidad de los suelos, su carencia determina la ausencia o los bajos tenores de nitrógeno, fósforo, azufre y algunos microelementos, a la vez que facilita la disponibilidad de otros mediante el proceso de intercambio.

Tabla 5. Composición química de las diferentes fuentes orgánicas

	M.S %	Hum. %	M.O %	C/N	pH	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Ca %	Mg %
Humus lombriz	75.0	25.5	45.5	15/1	7.0	1.70	1.26	0.93	2.25	0.49
Compost	63.4	36.3	40.7	19/1	6.5-7.5	1.3	1.06	0.28	1.84	0.51
Cachaza	31.50	68.50	70.00	25/1	7.63	1.25	1.40	0.23	2.56	0.60

Cachaza.

La cachaza es un subproducto de la producción azucarera. Es un residuo en forma de torta eliminado en el proceso de clarificación del jugo de caña en la fabricación de azúcar crudo.

Su producción alcanza alrededor del 3.5% en peso de la caña molida, Posee una composición de 31.5% de M. S y 68.5 de humedad. De su materia seca un 70.0% es materia orgánica y el resto son compuesto minerales y otras sustancias (Tabla 5)

Este material presenta una relación C/N de 25/1, su pH es superior a 7.0, aunque nunca alcanza valores de 8.0 excepto cuando está contaminada con las aguas de limpieza enriquecida en sodio tiene valores de N, P, y Ca de interés para la agricultura aunque otros elementos nutritivos como el K y Mg se encuentran en niveles bajos.

Humus de lombriz.

El humus de lombriz está formado por 75 % de materia seca y un 25 % de humedad en el momento de su cosecha. Del contenido de materia seca, el 57.6 % aproximadamente es materia orgánica con una relación C/N superior a 15. Desde el punto de vista químico, este material posee un pH alrededor de 7, valores de 1.76; 0.93 y 1.26 % de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente (Tabla 5). Son de interés también los contenidos de Ca, mientras que los valores de Mg no son elevados.

El humus de lombriz según Ferruzi (1986) y Cuevas et al (1993) es biorresistente y permanece inalterable por largo tiempo, no obstante, en estudios realizados por Céspedes (1996) el mejor comportamiento del humus desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo es en los primeros seis meses del año con excepción del fósforo y el calcio que aumentaron a medida que envejeció este material

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege a los suelos de la erosión, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada. Produce además hormonas como el ácido indolacético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas

Compost

El compost está constituido por más de 63 % de materia seca y alrededor de 36 % de humedad, de la materia seca el 51.6 % es materia orgánica con una C/N igual a 19. Tiene un pH de 6,5- 7.5. De los elementos nutritivos que tiene este compuesto se destaca por sus valores N, K, y el Ca siendo menor el contenido de P (Tabla.5.)

Suelos

Los suelos constituyen el elemento indispensable donde se aplicarán los fertilizantes ecológicos, ya que ellos son el sostén y el sustento de los cultivos agrícolas, las propiedades de los suelos determinan, en última instancia, que el sistema de cultivos se puede desarrollar de manera sostenible en ellos y que demanda de nutrientes requieren las plantas para proporcionar rendimientos adecuados (Muñiz, 2001).

El análisis de factibilidad permite recomendar que los suelos Ferralíticos- Rojos por su extensión territorial, propiedades y cercanía a las fuentes orgánicas y minerales son los mas apropiados para la aplicación de los fertilizantes ecológicos, siendo el municipio Güira de Melena, ubicado al Suroeste de la Provincia La Habana, con una extensión física de 178 Km² y una superficie agrícola de 10259 ha, equivalente a 764 cab., el más factible para comenzar estos trabajos

Tabla 6. Distribución de los suelos Ferralíticos Rojos, en la Empresa de Cultivos Varios Güira de Melena.

TIPO	SUBTIPO	AREA (ha)	%
Ferralítico Rojo	Típico	2417.67	25.8
Ferralítico Rojo	Compactado	4743.26	46.2
Ferralítico Rojo	Hidratado	2878.97	28.0

Entre los factores limitantes mas significativos de los suelos de Güira se encuentran:

- La compactación
- La Tendencia al incremento de la alcalinidad
- La Bajo contenido de materia orgánica
- La presencia en algunas regiones de afloramientos de piedras y rocas en la superficie.
- La Pérdida de fertilidad, debido al mal manejo de las siguientes acciones:
- Débil planificación de la rotación de cultivos.
- Poco empleo de enmiendas orgánicas.
- Agrotecnia inadecuada.

Tabla 7. Categorización de las Unidades Básicas de Producción Cooperativas (UBPC) de la Empresa de Cultivos Varios Güira de Melena según el nivel de degradación de los Suelos.

Unidad	Finca	ha	pH	MO %	C _{org} kg/cm ²	Agreg %	Categ		Categoría de degradación
							P	K	
Héroes de Bolivia	Mamey	48,31	6,9	2,75	3,75	38	3	3	II
	Morenita I	26,84	6,6	2,64	4,00	35	3	3	II
	Mornita IV	42,94	6,9	2,80	3,25	29	3	3	III
	Pacio	34,89	6,9	3,21	<3,00	12	3	3	I
	i. Bnto II	29,52	6,9	3,00	<3,00	10	3	3	I
	Girón	34,89	6,3	3,00	<3,00	8	3	3	I
Héroes de Yaquajay	Espranza I	26,84	6,6	2,93	3,25	32	3	3	II
	Espranza II	10,73	6,8	2,53	3,50	29	3	3	II
	Etiopia III	53,68	6,9	1,88	3,75	41	3	3	II
Julio A. Mella	Triunfo	64,41	6,5	3,30	<3,00	16	3	3	II

Tabla 8. Categorización de las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) de la Empresa de Cultivos Varios Güira de Melena según el nivel de degradación de los suelos.

Unidad	Finca	ha	pH	MO %	Comp. kg/cm ²	Agreg %	Categ.		Categoría de degradación
							P	K	
Nicato Pérez	Fregat 7	13,42	6,6	1,91	4,25	32	3	3	II
	P. Jerez	13,42	6,7	1,94	4,25	35	3	2	II
	M. Vejez	26,84	6,7	2,12	4,00	29	3	2	II
	Villegas	32,21	7,4	1,91	3,75	26	3	3	II
	Fregat III	32,21	6,9	1,90	3,50	25	3	2	II
	Fregat I	48,31	6,9	1,72	4,50	43	3	3	II
Países Nórdicos	N. Linares	53,68	7,1	1,92	4,00	45	3	3	II
	Fregat II	24,15	6,2	3,05	<3,00	5	3	3	I
	Fregat IV	10,73	7,0	4,00	<3,00	3	3	2	I
	Fregat VI	13,42	7,0	4,30	<3,00	5	3	2	I
	U. Diaz	Granma I	21,47	6,9	3,00	<3,00	6	3	3

Desarrollo preliminar de la tecnología para obtener las diferentes variantes de los fertilizantes ecológicos.

A partir del estudio de factibilidad técnico-económico y ambiental de los recursos que se emplearán en la obtención de los fertilizantes ecológicos, así como de las características de las fuentes minerales y orgánicas, se diseñó una familia de productos ECOFERT que cumplieran con los requisitos fundamentales para diferentes tipos de suelos y cultivos de viandas, hortalizas y granos de la región occidental del país.

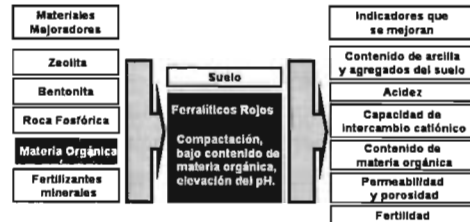


Fig.1 Propiedades de los suelos que deben ser mejoradas con los fertilizantes ecológicos

Como puede apreciarse los parámetros de las propiedades físicas y químicas que pueden mejorarse, en los Ferralíticos son los siguientes: mala agregación, baja CIC, compactación y bajos contenidos de materia orgánica. En tal sentido como se expone en las características de las fuentes minerales y orgánicas existe un grupo de materiales nacionales que le pueden dar solución a cada uno de los indicadores negativos que presenta el suelo seleccionado, cuando se elaboren con ellos nuevos productos fertilizantes.

Por otra parte, Beltrán et al (1992), definieron las categorías de abastecimiento de los suelos por sus contenidos de fósforo y potasio según el método de Oniani (Tabla 9). Se puede observar que los diferentes niveles nutricionales de los cultivos deben ser satisfechos con las aplicaciones de fertilizantes, en particular, en las categorías de P1 y K1 o sus combinaciones por ser los niveles de menores abastecimientos. Este principio debe ser cumplido también por los fertilizantes órgano-minerales con propiedades ecológicas, es decir, las nuevas formulaciones tienen que ser capaces de aportar cantidades suficientes de fósforo y potasio para cubrir las demandas de los cultivos varios sembrados en los suelos Ferralíticos.

Tabla 9. Categoría de abastecimiento de los suelos por sus contenidos de fósforo y potasio móvil según el método de Oniani, mg/100g de acuerdo con Beltrán et al (1992).

Cultivos	P ₂ O ₅			K ₂ O		
	P ₁	P ₂	P ₃	K ₁	K ₂	K ₃
Citricos	5	5-10	10	10	10-20	20
Tabaco	<15	15-30	>30	15	15-20	20
Café	15	15-30	30	15	15-20	20
Arroz	8	8-15	15	12	12-18	18
CULTIVOS VARIOS*	<15	15-30	>30	<15	15-20	>20
Plátano	15	15-30	30	47	47-94	94
Pastos	8	2-4	4	15	15-20	20

- Las pruebas agronómicas se realizarán en Cultivos Varios

En la Tabla 10. Se resumen las diferentes formulaciones de los fertilizantes ecológicos elaborados, se puede observar que las nuevas formulaciones poseen adecuada concen-

Tritón

SOFTWARE AVANZADO

TRITÓN es un software topográfico de última generación de Grupo INLAND, concebido para dar respuesta a las necesidades de un usuario exigente, al que tan bien conocemos por nuestra dilatada experiencia en el sector.

Es una aplicación desarrollada para funcionar en entornos Windows (tanto en PC's como en colectores de datos). Su equilibrada combinación de herramientas gráficas de gran velocidad y cuadros de diálogo completamente en castellano, materializa un entorno de trabajo intuitivo y eficaz, que la convierte en una herramienta imprescindible en los más exigentes ambientes de trabajo actuales.

Su capacidad para manejar Estaciones Totales convencionales, Robotizadas y receptores GPS en un entorno común, unido a su elasticidad en el levantamiento y a su versatilidad en el replanteo de modelos, secciones y taludes, multiplican la productividad de cada hora en campo.

Su gran capacidad de intercambio con la mayoría de los programas de diseño, obra civil y edificación, facilita las labores de oficina, convirtiendo las operaciones de captura de proyectos y de sus modificaciones en un sencillo proceso.

Tres ventajas competitivas:

1. GESTIÓN GRÁFICA DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Gran velocidad en la manipulación de líneas y polilíneas 2D/3D, DXF's, SHP's, MDT's y funciones COGO gráficas integradas.

2. LEVANTAMIENTO/REPLANTEO DE OBRAS SIN COMPETENCIA

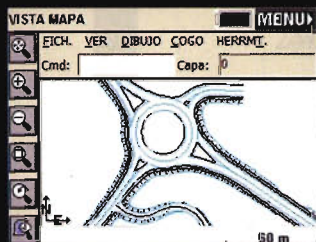
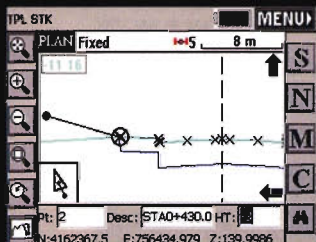
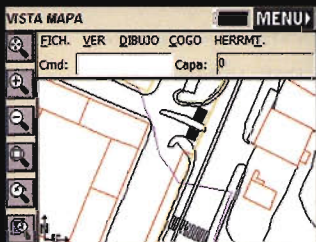
Funciones de levantamiento tradicional, automático (por tiempo/distancia/auto-unión por códigos), de puntos excéntricos e inaccesibles.

Funciones de replanteo de MDT's, retículas regulares/irregulares, secciones transversales y Replanteo Avanzado de Taludes.

3. GRAN CONECTIVIDAD CON PROGRAMAS Y EQUIPOS

Importación/exportación directa de definiciones ASCII, Caice, Clip, Geopack, IGRDS, InRoads, ISPOL, LandXML, Leica, MOSS, TDS, TM/GEOD, SDR.

Manejo de Estaciones Totales Convencionales, Robotizadas y Receptores GPS (RTK, DGPS, PP).



grupo **land**
www.inland.es

AVDA. DE LA INDUSTRIA, 35
280760 TRES CANTOS - MADRID
TEL: 902 103 930
e-mail: info@inland.es

Consiga una integración completa y eficiente de sus herramientas de campo y sus herramientas de oficina.

tración de nitrógeno, fósforo y potasio, así como de materia orgánica constituida por el humus de lombriz, de fácil adquisición y con excelentes cualidades nutritivas para los cultivos. (Martínez et al; 2003)

Tabla 10. Diferentes formulaciones de fertilizantes ecológicos elaborados.

CÓDIGO DEL PRODUCTO	Concentración			RELACIÓN INTER-NUTRIENTES
	N (Kg)	P ₂ O ₅ (Kg)	K (Kg)	
P ₁ K ₁	42	30	75	1,4-1-2,5
P ₁ K ₂	42	30	35	1,4-1-1,16
P ₁ K ₃	42	30	0	1,4-1-0,0
P ₂ K ₁	42	15	75	2,8-1-5,0
P ₂ K ₂	42	15	35	2,8-1-2,3
P ₂ K ₃	42	0	75	1-0-0-1,79
P ₃ K ₃	42	10	15	4,2-1-1,5
ZEOFERT V 15% TURBA	30	15	-	2-1-0,0
ZEOFERT IV 40% TURBA	26,3	15	-	2-1,75-0,0

Impactos de las fuentes minerales.

Desde el punto de vista medioambiental las fuentes minerales que se proponen emplear permiten solucionar graves problemas existentes en el entorno de la producción agrícola, entre los que se destacan la reducción de la acidez, la erosión y salinidad de los suelos, las pérdidas de elementos nutritivos y la posibilidad de producir cosechas menos contaminadas.

En cuanto al estudio, conocimiento y aplicación de las zeolitas podemos concluir que es factible su empleo en la formulación del producto ecofertilizante.

Esto se debe a su comprobado efecto enmendante de suelo, mejorador de las propiedades físicas y químicas de los fertilizantes minerales y orgánicos.

El mismo permite la reducir de portadores químicos, como sustrato, potencializar los rendimientos agrícolas, disminuir de elementos perjudiciales para la salud en los frutos (nitritos y nitratos) y, en general en la protección del Medio Ambiente.

Impactos de las fuentes orgánicas

Las fuentes orgánicas constituyen el núcleo central de los fertilizantes ecológicos, debido a las cualidades de suministrar elementos nutritivos para los cultivos y mejorar las propiedades de las tierras agrícolas.

Por otra parte las fuentes orgánicas por lo general están formadas por residuales industriales o agrícolas que afectan al Medio Ambiente, en muchos casos estas fuentes forman parte de procesos de contaminación del suelo, las

aguas y la atmósfera, de ahí el interés de reutilizarla en beneficio del desarrollo socioeconómico.

De las cuatro fuentes orgánicas estudiadas en las regiones occidental y central del país (cachaza, humus de lombriz, compost y turba), sólo el humus de lombriz y el compost cuentan con una gran disponibilidad e infraestructura para su empleo.

CONCLUSIONES

1. Se caracterizaron, mediante técnicas novedosas, las principales yacimientos de zeolitas y roca fosfórica del occidente y centro del país para la elaboración de fertilizantes ecológicos.

2. Se caracterizó la fuente orgánica, humus de lombriz, el cual por su composición química y preparación constituye el punto de partida para la elaboración de los fertilizantes ecológicos

3. Los suelos de la Empresa de Cultivos Varios Güira de Melena que se caracterizan por ser de naturaleza ferralítica y se agrupan en la Categoría agroproductiva I y II, son los que presentan los factores limitantes más significativos como la compactación, tendencia a la alcalinización, bajos contenidos de materia orgánicas y pérdida de la fertilidad.

4. Se elaboró una familia de productos ecológicos, que es capaz de suministrar nutrientes de forma gradual, lo cual permite aumentar la eficiencia de los mismos y proteger el Medio Ambiente.

5. Desde el punto de vista ambiental, fueron identificados todos los factores y procesos que inciden en la Empresa de Cultivos Varios Güira de Melena.

Referencias Bibliográficas

- Alonso, J.A. (2002). "Caracterización y determinaciones cristalográficas en rocas fosfóricas del yacimiento Trinidad de Güedes", Tesis de Maestría, U-H.
- Beltrán, R; O. Muñiz; W. González; R. Deroncelé (1992) Registro de Fertilidad de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ciudad de La Habana 1992. Mecanografiado 43 pp.
- Cuevas, J. R et al (1993). La lombricultura. Una opción asequible. Programas y Resúmenes del IV Simposio de Botánica. Habana. Cuba.
- Ferruzi, C. (1986). Manual de lombricultura. Madrid. Ed. Mundi-Prensa. 138 pp.
- Instituto de Suelos (1994) Manual de técnicas analíticas. MINAGRI. La Habana, 150p.
- Instituto de Suelos (1999). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba AGRINFOR, MINAGRI. Ciudad de La Habana, 64 p.
- Martínez, F; B. Calero; R. Nogales; L. Rovesti. (2003). Lombricultura. Manual Practico. Editores: B. Calero Martín y L. Rovesti. 98 pp. Instituto de Suelos
- Muñiz, O. (2001). Los Sistemas Integrados de Nutrición Vegetal. Memorias del II Taller de Suelos. Proyecto Biopreparados. San Antonio de los Baños 5 - 6 de Diciembre del 2001.
- Paneque, V. (1998). Abonos orgánicos: Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. INCA, 31 pp.
- Reglamento para la solicitud de Licencias Ambientales y Evaluación de Impactos Ambientales (2001) CICA. Centro de Inspección y Control Ambiental CICA - CITMA (2001): 32 pp.
- Reyes S. (1981). Regularidades de distribución y composición sustancial de las zeolitas del yacimiento Tasajeras, Cuba, tesis doctoral, Moscú.
- Velásquez M y otros (2002). "Desarrollo de tecnología de producto de alto valor agregado, ZEOFERT-P". CIPIMM.

DIRECCIONES DE INTERÉS

AplicAD

Aplicaciones de CAD, CAM y GIS

www.aplicad.com
gis@aplicad.com

Valencia: Ronda Narciso Monturiol, 6 - Parque Tecnológico - Tel. 963134035
Castellón: C/ M^a Teresa González 26 Entlo. Tel. 964724870

Autodesk

Authorized System Center

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



-Geoingeniería.

-Consultoría en Sistemas de Información.

-Soluciones SIG para la Administración.

E-mail: gis@summa-eng.com

Passeig Pere III 19 08240 MANRESA Tel 93 872 42 00

entregar lo mejor de uno mismo



Ponemos a su alcance toda una línea de productos resistentes, probados en campo, soluciones ideales con el soporte adecuado: desde los clásicos aparatos topográficos a las más sofisticadas estaciones, sistemas de Medida Industrial, Giróscopos, software para controladoras y de gabinete, y los nuevos sistemas de Laser Scanner.

- Construcción
- Topografía
- Control de Maquinaria
- Agricultura
- GIS

Topografía



DISTRIBUIDORES EN EXCLUSIVA DE



La fuerza de un grupo

INTRAC • ISIDORO SÁNCHEZ • LASER RENT • GEOTRACK

AV. DE LA INDUSTRIA, 35. 28760 TRES CANTOS (MADRID) • APARTADO DE CORREOS 63 • TEL: 902 103 930 • FAX: 902 152 795

Noticias

Los receptores Topcon GR-3 y Net-G3 reciben las señales de test de Galileo

Primeros en usar la tecnología G3 en modelos comerciales

Moscú, Rusia, Livermore, California USA - Topcon Positioning Systems (TPS) ha tenido éxito en recibir y seguir las señales del satélite GIOVE-A que es el primer satélite para tests de la constelación Galileo, con sus receptores Topcon GR-3 y Net-G3. Topcon se ha convertido de este modo en el primer fabricante que recibe señales GNSS de todos los satélites disponibles en la actualidad -GPS, GLONASS y Galileo - con instrumentos que se producen para su comercialización (no prototipos o destinados a la investigación).

Eduardo Falcon, vicepresidente de desarrollo, dijo que los ingenieros y científicos del Topcon Technology Center en Moscú, Rusia, han recibido y seguido señales del satélite GIOVE-A con total éxito, utilizando receptores que están produciéndose con normalidad como son el GR-3 y el NET-G3 equipados con la tecnología Topcon patentada G3. "Este hito histórico, hace del compromiso de Topcon de seguir y captar señales de todos los GNSS disponibles una realidad".

Ser capaces de seguir "una tercera constelación -Galileo- en la fase de test, realza la importancia de la tecnología G3", dijo Ray O'Connor, presidente y CEO de TPS (Topcon Positioning System Inc.) "El tener esta tecnología en receptores disponibles ya hoy en día para los clientes dice mucho acerca de nuestra empresa, de sus capacidades en investigación y desarrollo y de sus científicos, ingenieros y diseñadores de primera clase mundial".

O'Connor añadió, "Desde el año 2005 hemos estado enfatizando que la tecnología G3 podría seguir y captar todas las señales disponibles y sería capaz de recibir todas las señales previstas en el futuro. Estamos orgullosos de ser el primer proveedor comercial de esta tecnología exclusiva".

En 2005, Topcon Positioning Systems (TPS) descubrió esta primera tecnología G3, la primera tecnología de recepción de satélites con Universal Signal Tracking (seguimiento de señales universal). El exclusivo sistema de seguimiento que se diseñó para seguir todas las señales de los tres sistemas de posicionamiento por satélite.

Con la introducción del receptor GR-3 en julio de 2006, la empresa aumenta su tecnología GPS+ y lo añade a la larga lista de productos "primeros del mundo" y de tecnología "rompedoras" de Topcon que han inundado el mercado. El GR-3 también establece un nuevo estándar en robustez para la construcción y una durabilidad sin precedentes: Se ha diseñado para soportar una caída desde lo alto del jalón (dos metros), viene con una garantía "a prueba de balas" e integra una larga lista de características diseñadas específicamente para satisfacer los mercados de Topcon.

Jaime Williamson, vicepresidente de ventas y marketing, dijo, "Es parte sustancial de la cultura empresarial de Topcon el escuchar a nuestros clientes. Fabricar un producto como el GR-3 con un robusto chasis de aleación de magnesio y una carcasa capaces para soportar una caída desde 2 metros a un suelo de hormigón es solo un ejemplo más de como Topcon verdaderamente escucha a sus clientes y les da lo que ellos quieren".

Añadió, "Los clientes que invierten en el GR-3 para sus negocios recibirán un sistema sin comparación desde el punto de vista de las prestaciones, así como de la forma en que se ha construido para asegurar un largo periodo de vida útil".

Sobre Topcon: Topcon Positioning Systems, es una empresa desarrolladora y fabricante de equipos de posicionamiento, ofrece una selección mundial líder e innovadora en GPS de precisión, GIS, láser, instrumentos ópticos de topografía y control de maquinaria, software y aplicaciones. Topcon Corporation es cotizada en la bolsa de Tokio

BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN

MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 12 números al precio de 11 números.

Precio para España: 60 euros. Precio para Europa: 90 euros, y América: US\$ 120.

Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de REVISTA MAPPING, S.L.

CAJA MADRID: Pº. de las Delicias, 82 - 28045 MADRID Nº 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

la fuerza de un grupo



“Cada paso al frente es para mejorar: desde ahora INLAND incorpora la distribución en exclusiva de la prestigiosa marca TOPCON”

- Construcción
- Topografía
- Control de Maquinaria
- Agricultura
- GIS

TOPCON, la mayor compañía en el mundo en fabricación y distribución de instrumentos de posicionamiento, ofrece una completa gama de productos de alta tecnología para aplicaciones topográficas, GPS, láser, construcción y control de maquinaria, con la que esperamos dar la mejor respuesta a sus necesidades.

DISTRIBUIDORES EN EXCLUSIVA DE



INTRAC • ISIDORO SÁNCHEZ • LASER RENT • GEOTRACK

AV. DE LA INDUSTRIA, 35. 28760 TRES CANTOS (MADRID) • APARTADO DE CORREOS 63 • TEL: 902 103 930 • FAX: 902 152 795



Equipos y Accesorios para Topografía

Si desea recibir este catálogo indiquenos sus datos nombre, empresa, dirección, teléfono y correo electrónico y le enviaremos un ejemplar totalmente gratuito. Este catálogo, y su contenido, será una herramienta muy útil que le facilitará su trabajo cotidiano.

Grafinta S.A. - Avd. Filipinas, 46 - 28003 Madrid - Telf. 91 553 6282 - Fax. 91 533 6282 - grafinta@grafinta.com