MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"

GeoDesarrollo

Volumen 1- Número 1

GOBIERNO NACIONAL
REPÚBLICA DE PANAMÁ

MOP

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL TOMMY GUARDIA

Panamá, 2010

Auspiciadores

Ministerio de Obras Públicas

Producción

Texto, Diseño, Edición
Instituto Geográfico Nacional " Tommy Guardia".
Departamento de Geografía Aplicada

Mapas, cuadros y textos

- Richard Vanhoeserlande, Louis Pastor, Eric Chichaco y Melissa Navarro

- Jean Pierre Bergoeing, Luis Guillermo Brenes Q.
Profesores catedráticos de la Universidad de Costa Rica.

- Gabriel Despaigne, Miguel Jaramillo, Víctor Samudio, Javier Posam.
Aracelis Ortega, Vianca Cedeño y Julio Pinilla.
Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Panamá.

- Alexis Mojíca y Eduardo Silva Santisteban.
Laboratorio de Ingeniería Aplicada, Centro Experimental de Ingeniería.
Universidad Tecnológica de Panamá,
Consultora Santisteban S. A., Panamá, Rep. de Panamá.

- José Santos Cañizales.
Universidad de Panamá

- Jaime Toral.
Universidad Tecnológica

- Freddy E. González G, Javier A. Cornejo, Aracelly Franco y Yarelis E. Quintero Villa.
Programa Nacional de Administración de Tierras

ISSN 22188-8037

Diseño, diagramación y cubiertas

Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"

Impreso por: Editora Novo Art, S.A. en Panamá
500 Ejemplares

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"

Autoridades del MOP

Ing. Francisco Suárez / Ministro
Ing. Iván De Icaza / Viceministro
Ing. Mitsila Espino / Secretaria General
Lic. Israel Sánchez / Director General IGNTG

Jefes de Departamentos

Tec. Gualberto Sopalda / Depto. de Fotogrametría y Teledetección
Tec. Javier Posam / Depto. Geodesia y Astronomía
Tec. Víctor Samudio / Depto. Cartografía y SIG
Tec. Vianca Cedeño / Depto. Geografía Aplicada
Tec. Miguel Jaramillo / Depto. Geofísica y Estudios Especiales

Autoridades de la Sección del IPGH

Lic. Israel Sánchez / Presidente
MSc. Mario Pineda / Vicepresidente
Dr. Mario Julio De León / Comisión de Geografía
MSc. Osman Omar Robles De Salas / Comisión de Historia
MSc. Félix Alberto Sánchez / Comisión de Cartografía
Luís E. Santamaría / Comisión de Geofísica
Comité editorial de la revista Geodesarrollo

Apoyo Administrativo

Lic. Israel Sánchez / Presidente
Licda. Aracelly Franco, Técnica. Vianca Cedeño/ Coordinadoras

Apoyo técnico

Licda. Yazmina Iturralde / Diseño y diagramación
Tec. Miguel Garagate / Impresión y Encuadernación preliminar

Funcionarios colaboradores

Sra. Virginia Godoy / Secretaria
Tec. Delmiro Dimas / Corrección de Textos

Ex funcionarios colaboradores

MSc. Jaime Toral B.

Panamá cuenta con el IGNTG

Índice

Presentación 6

Misión, visión, objetivos 7

Estructura interna 8

Antecedentes 10

Galería de Directores 11

Evaluación de la incidencia de la sociedad actual sobre, el sector oeste del sitio arqueológico de Panamá a través de la proyección magnética
Alexis Mojíca, Richard Vanhoeserlande, Louis Pastor,
Eric Chichaco y Melissa Navarro. 12

Interpretación geomorfológica del campo volcánico Barú, Panamá
Jean Pierre Bergoeing, Luís Guillermo Brenes Q. y Gabriel Despaigne 20

Aplicación de las técnicas de prospección geofísica en ingeniería civil
Alexis Mojíca y Eduardo Silva Santiesteban 34

Elaboración del mapa de declinación magnética para la República de Panamá, años 2007-2009
Freddy González, Jaime Toral y Miguel Jaramillo 44

Ángel Rubio y la cartografía panameña
José Santos Cañizales 49

Delimitación de fronteras internacionales terrestres y funciones del Departamento de Geodesia y Astronomía del IGNTG
Javier Posam 56

Panorámica geodésica: consideraciones relevantes al utilizar diferentes sistemas de coordenadas
Javier A. Cornejo 63

Importancia de la base de datos geodésicos del Instituto Geográfico

Índice

Nacional Tommy Guardia
Yarelis E. Quintero Villa 69

Mapa global de las Américas (MGA): "un medio de integración panorámica a través de la cartografía
Víctor Samudio Marín 75

Ordenamiento territorial en Panamá
Aracelly Franco J. 79

Presentación del Atlas Nacional de la República de Panamá
Vianca Cedeño, Aracelly Franco y Araceli Ortega 84

Antecedentes evolución e importancia de la Autoridad Nacional de Nombres Geográficos de la República de Panamá
Julio César Pinilla, Vianca Cedeño y Aracelly Franco
91

Presentación

El Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", en el marco de la modernización, ha convenido iniciar una serie de actividades de carácter Científico, técnico y cultural, de gran envergadura para el desarrollo del país.

Entre estas actividades, podemos mencionar el inicio de una nueva etapa de publicaciones, por lo que nos complacemos en presentarles el primer número de la revista Geodesarrollo.

En esta revista, editada por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", encontramos doce artículos. No fue fácil la recolección de los mismos, especialmente cuando suelen acuciarnos a todos, problemas familiares, personales, de trabajo, entre otros; pero todo esto se ve mermado cuando encontramos, en las distintas administraciones públicas y privadas, colaboradores que prestan de forma altruista su tiempo libre para aportar sus artículos a la publicación de esta revista, con el compromiso y el entusiasmo de tratar que estos estudios y proyectos se hagan realidad y redunden en beneficio de los ciudadanos a los que debemos servir.

En este primer número de la revista, incluimos diferentes artículos con la visión de profesionales vinculados a la rama de la ciencia de la Tierra y al análisis del impacto que el ser humano y su actividad tienen en la vida terrestre.

Los artículos que hoy incorporamos presentan los últimos enfoques teóricos y metodológicos sobre: Geografía, Geofísica, Geomorfología, Cartografía y ciencias afines.

Aprovechamos la ocasión para invitar a todos aquellos profesionales pertenecientes a la rama de la ciencia geográfica, que deseen publicar sus trabajos en el próximo número de la revista *Geodesarrollo* a que manden sus artículos al Instituto Geográfico para ser evaluados por el Comité Editor, de forma tal que puedan publicarse en nuestra próxima edición, la cual está estipulada para marzo de 2011.

Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”

Misión

Convertirse en el centro nacional de referencia en ciencias geográficas, proporcionando al país los conocimientos más avanzados en ese campo.

Visión

Realizar las actividades que permitan obtener información geográfica, geodésica, atmosférica, hidrográfica, oceanográfica y otras afines a la ciencia de la tierra, necesarias para la preservación integral de las fronteras nacionales y para la realización de los planes de desarrollo del país.

Objetivos

Administrar, fomentar, desarrollar, proyectar y aplicar las políticas, las estrategia las normas legales y reglamentarias, los planes y los programas que estén relacionados de manera directa con las actividades de cartografía, catastro y geografía, mediante la producción, análisis y divulgación de información cartográfica y geográfica de acuerdo a estándares establecidos.

Estructura interna del IGNTG

Para el desarrollo de sus objetivos y funciones, el Instituto Geográfico "Tommy Guardia" cuenta con los siguientes departamentos:

- Dirección
- Subdirección

Departamentos administrativos (6):

- Administración
- Mapoteca
- Reproducción
- Relaciones Públicas
- Tecnología e Informática
- Biblioteca Leticia Guardia

Departamentos técnicos (5):

- Fotogrametría y Teledetección
- Geodesia y Astronomía
- Cartografía y SIG
- Geografía Aplicada
- Geofísica y Estudios Especiales

Fotogrametría y Teledetección: Realiza el planeamiento y toma de fotografías aéreas requeridas para la elaboración de mapas topográficos.

Realiza la aerotriangulación y ajustes; efectúa la compilación y edición fotogramétrica de los diferentes proyectos. Prepara Ortofotos y MDT.

Cartografía y SIG: Realiza la separación de Color (proceso semi final), de toda la producción cartográfica que ejecuta la Institución (mapas topográficos, urbanos, temáticos, didácticos, turísticos, cartas aeronáuticas y náuticas). Mantiene el archivo de todas las matrices de los trabajos cartográficos realizados por la Institución.

Geodesia y Astronomía: Efectúa todos los trabajos de campo y cálculos geodésicos, requeridos en la confección de los mapas topográficos del país; así como aquellos que demanda la ciudadanía en general. Mantiene el archivo actualizado de todas la Estaciones de Control Horizontal y Vertical del Territorio Nacional. Opera la red CORS - SIRGAS.

Geografía Aplicada: Realiza investigaciones geográficas documentadas y de campo, requeridas para la elaboración de cartografía básica y temática del territorio nacional; hace investigaciones de geografía aplicada a los diversos planes y programas de desarrollo nacional.

Efectúa estudios sobre la correcta delimitación de las diferentes unidades políticos administrativa del país. Prepara la compilación y edición cartográfica de diferentes proyectos de cartografía básica y temática. Preparación de productos multimedia y atlas diversos: Nacional, Escolar, Históricos, y Ciencia de la Tierra.

Geofísica y estudios especiales: Establece, mantiene y extiende las estaciones Gravimétricas y Geomagnéticas; así como la información Mareográfica. Obtiene, evalúa y distribuye la información hidrográfica con el propósito de brindar seguridad a los navegantes. Realiza estudios de Oceanografía.

Apoya estudios de preparación y mapeo del subsuelo. Contribuye a la elaboración y actualización de cartas Náuticas. Todo esto es para uso de Ingeniería, Geodesia y Levantamientos Hidrográficos.

Tareas fundamentales

Para el cumplimiento de los objetivos señalados por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", el mismo realiza las siguientes funciones:

a. Estudios de carácter geográfico, cartográfico, topográfico, hidrográfico y similar.

b. Control geodésico básico y labores de mapeo en toda la República.

c. Estudios geofísicos para establecer la red nacional.

d. Estudios territoriales con tecnología SIG y sensores remotos.

e. Promueve la investigación científica en las competencias.

f. Elabora mantiene al día el mapa general de la República, el mapa físico, la división política de la República a escala: 1:500,000.

g. Mapa del territorio nacional a escala 1:50,000.

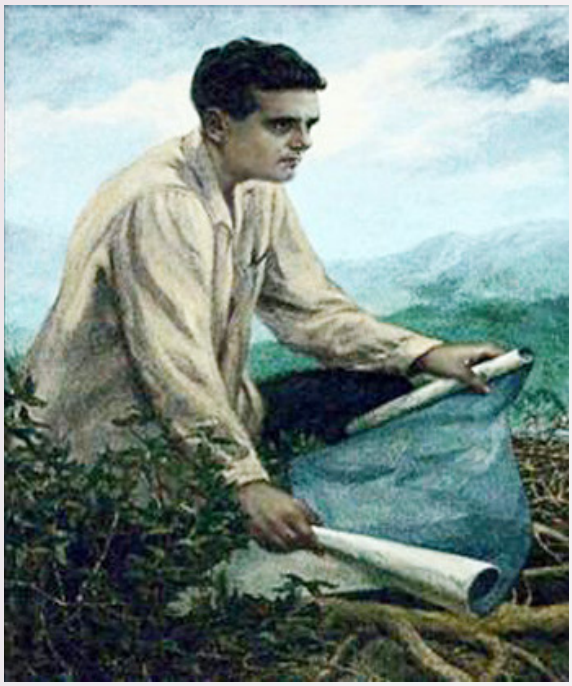
h. Mapas y planos de las ciudades y pueblos a escala 1:12,500, según su importancia.

i. Cartas náuticas de las costas del Istmo.

j. Cartas aeronáuticas de la República.

k. Seminarios de actualización permanente.

Antecedentes del IGNTG



Retrato del Ing. Tommy Guardia Jr.,
realizado por el pintor nacional an Manuel Cedeño en 1967

Por gestión del Ing. Tomás Guardia en el canje de notas en 1946, la embajada de los Estados Unidos y el Ministerio de Relaciones Exteriores acuerdan:

Que personal técnico de los Estados Unidos compilará una serie de mapas topográficos, cartas Hidrográficas y Aeronáuticas del territorio del Istmo insular de la República de Panamá a consecuencia de esto se crea la Sección de Cartografía adscrita a la Oficina de la Carretera Panamericana dentro del Ministerio de Obras Públicas. Mediante Ley de Presupuesto N°37 de Noviembre 9 de 1954 se eleva a la categoría de Dirección con presupuesto propio e independiente de la carretera panamericana; designándose al Ing. Tomás Guardia Jr. Director.

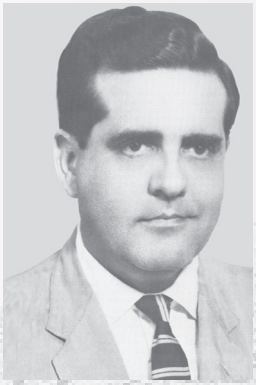
Por la calidad y el auge de los trabajos cartográficos realizados dentro de esta Dirección, se le designó mediante Decreto Ejecutivo N° 15 del 13 de febrero de 1967 el nombre de Instituto Cartográfico, "Tommy Guardia" honrando en esta forma, la memoria de su Director, Tomás Guardia Jr.

Por el desarrollo natural y el aumento de los conocimientos del Territorio adquiere una nueva visión a Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" mediante Decreto Ley N° 8 del 16 de enero de 1969. Se adoptan recomendaciones formuladas en las diferentes reuniones de las semanas cartográficas de América Central IPGH, en la que se solicita referir los institutos Cartográficos en Geográficos, para que gozaran de mayor independencia administrativa y de investigación.

En ese mismo año, el Ministerio de Obras Públicas le asigna al IGNTG un primer avión CESSNA súper SKY VAGON monomotor para instalar la cámara aérea, con el consiguiente entrenamiento por parte de Alemanes en esta tarea. Para finales de 1969 esta institución comienza a tomar fotografías aéreas para sus proyectos cartográficos, así como para otras instituciones gubernamentales y privadas.

GALERÍA DE DIRECTORES DEL "IGNTG"

ING. TOMÁS GUARDIA
(*Padre*)
1946- 1954



ING. TOMÁS GUARDIA
(*junior*)
1954- 1964

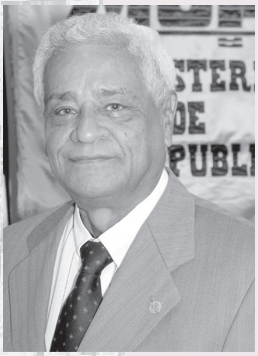
ARQ. EDWIN FÁBREGA
3/1964 - 4/1968

ING. JOSÉ A. SAENZ
4/1968 - 6/1973

ING. JULIO MOCK C.
6/1973 - 1958

ING. JOSÉ FÁBREGA
10/1978 - 9/1981
9/1982 - 2/1990
9/1994 - 9/1999

ING. JOSÉ FÁBREGA
10/ 1978- 9/1981



ING. CARLOS LAGUNA
2004 - 2007

ING. JAIME TORAL B.
2007 - 2009

LIC. ISRAEL SÁNCHEZ
Actualmente

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA SOCIEDAD ACTUAL, SOBRE EL SECTOR OESTE DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE PANAMÁ VIEJO, A TRAVÉS DE LA PROSPECCIÓN MAGNÉTICA

Alexis Mojíca, Richard Vanhoeserlande,
Louis Pastor, Eric Chichaco y Melissa Navarro

Resumen

El sitio arqueológico de Panamá Viejo se caracteriza por tener información valiosa relacionada a los modos de vida de los primeros pobladores europeos en el continente americano durante la época de la conquista española; pero, aparte de esto, el sitio presenta evidencia de otras dos ocupaciones humanas: la primera de tipo precolombina y la segunda llevada a cabo por la sociedad actual hasta finales del siglo pasado, con el objetivo de evaluar la incidencia de esta última ocupación sobre el sector occidental del sitio de Panamá Viejo, se llevó a cabo una prospección magnética.

Gracias a una comparación entre los rangos de valores del gradiente magnético vertical, fue posible discriminar entre algunas características asociadas a rasgos culturales propios del período hispánico y otras asociadas a elementos modernos, como producto de la incidencia de la sociedad actual sobre el sitio.

El método permitió, además, la detección de fuertes anomalías magnéticas asociadas con deposiciones de materiales magnéticos, propias de esta última época, evaluándose de esta manera, el elevado nivel de contaminación de los suelos, ocasionados por la sociedad humana actual sobre tan importante legado cultural.

1. Introducción

Los métodos geofísicos juegan un papel muy importante en la prospección de sitios arqueológicos. Dichos métodos se enfocan en el estudio de ciertas propiedades físicas del subsuelo, obteniéndose información valiosa referente a la constitución de la misma, a través de mediciones realizadas en la superficie de la zona de interés.

Este hecho hace de la prospección geofísica un medio particularmente fiable para la búsqueda de vestigios construidos de rocas, fosos, y también de estructuras geológicas enterradas, ya que sus propiedades físicas difieren del medio que las rodea.

Como herramientas no invasivas, los métodos de prospección geofísica no afectan los rasgos arqueológicos enterrados, haciendo de ellos una forma eficaz y rápida en la detección, parametrización y evaluación del estado de un sitio con cierto potencial arqueológico; no obstante, no se puede olvidar que no todos estos métodos son equivalentes en eficiencia, ya que pueden existir limitaciones relacionadas a la rápida adquisición de datos sobre el terreno (Hesse, 1999).

A pocos kilómetros del centro de la moderna ciudad de Panamá, se ubica el sitio arqueológico de Panamá Viejo. En él se encuentran numerosas estructuras hispánicas que datan de 1519 y que representaron el deseo de la Corona Española en extender sus dominios en el nuevo mundo.

A pesar de los proyectos arqueológicos y de conservación que el Patronato de Panamá Viejo viene desarrollando desde hace años, todavía existen zonas que no se han explorado y que han sido utilizadas para diversas actividades, debido a la cercanía del sitio con la moderna ciudad de Panamá. Esta proximidad ha generado un cierto nivel de deterioro en las estructuras y una contaminación de los suelos por la construcción de estructuras modernas y la deposición de objetos metálicos distribuidos aleatoriamente en estas zonas. Con el objetivo de obtener un conocimiento preciso sobre la organización espacial de los rasgos modernos enterrados en el sector oeste de Panamá viejo; se llevó a cabo una prospección geofísica de tipo magnética en una zona comprendida entre las ruinas de los conventos de San Francisco y La Merced, y sus alrededores.

2. Contexto geográfico y geológico

La formación del istmo de Panamá data de alrededor de 3 millones de años, durante el plioceno, dando origen a eventos significativos sobre las temperaturas globales y otros de tipo climáticos.

La figura 1 ilustra la ubicación geográfica de la franja istmeña.

Figura 1: Localización geográfica del istmo de Panamá y parte de la franja centroamericana.

Aproximadamente, a 6 millas del centro de la moderna ciudad de Panamá, se encuentra situada Panamá la Vieja, la primera ciudad fundada por los europeos en la costa pacífica. Esta zona se encuentra influenciada por las fases volcánicas y marina de la formación Panamá; la primera de ellas, constituida por aglomerados, andesitas y restos de ceniza y polvo de las erupciones volcánicas; la segunda, se compone de arenisca tufácea, limo y piedra caliza con fósiles (Hermansson y Landgren, 1998).

2.1. Contexto arqueológico e histórico del sitio.

El sitio arqueológico de Panamá Viejo se caracteriza por presentar tres períodos de ocupación humana:

El primero de tipo prehispánico, cuyo período en el sitio se desconoce; los pocos restos precolombinos detectados.

El segundo de tipo colonial, el cual se extiende desde 1519 hasta 1671 y que corresponden a las fechas de construcción de la ciudad por Pedrarias Dávila, y su destrucción por el pirata inglés Henry Morgan, respectivamente.

El tercer período Ocupación de tipo actual, el cual se asocia con las actividades desarrolladas por la sociedad moderna y que se extiende a partir de las últimas décadas del siglo pasado.

Luego de su destrucción, la ciudad fue trasladada al sitio del Ancón (Casco Antiguo). El sitio original fue abandonado, lo que permitió que sus restos se conservaran sin mayores alteraciones. Panamá Viejo posee numerosas estructuras hispánicas de tipo religioso y gubernamental, una traza urbana y puentes que comunicaban a la ciudad con las principales rutas hacia la costa atlántica (caminos Real y Cruces).

En el sector norte de la antigua ciudad, se concentran los residenciales propios de la moderna ciudad, y durante un determinado tiempo, el sitio llegó a convertirse en lugar de esparcimiento y ocupado en parte por algunos moradores del área.

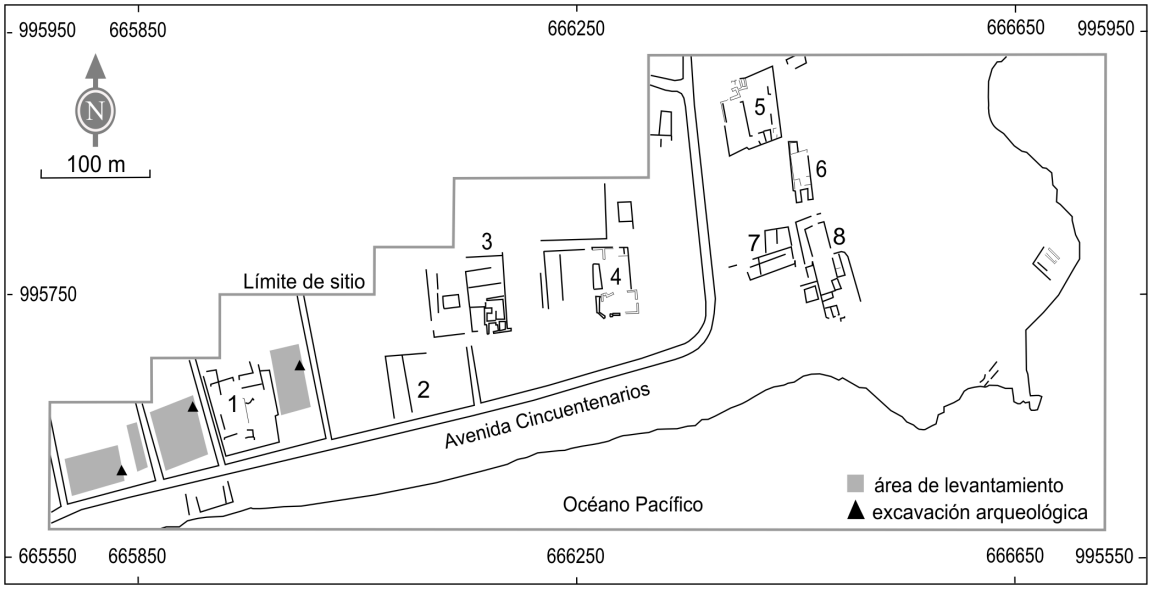


Figura 2: Sitio arqueológico de Panamá Viejo. Plano de las excavaciones y las características arqueológicas obtenidas por análisis de fotografías aéreas - Patronato Panamá Viejo: 1 - Convento de San Francisco, 2 - Hospital San Juan de Dios, 3 - Convento de Las Monjas de la Concepción, 4 - Convento de la Compañía de Jesús, 5 - Convento de Santo Domingo, 6 - Casa Alarcón, 7 - Casa Terrín, 8 - La Catedral y 9 - Casa Reales.

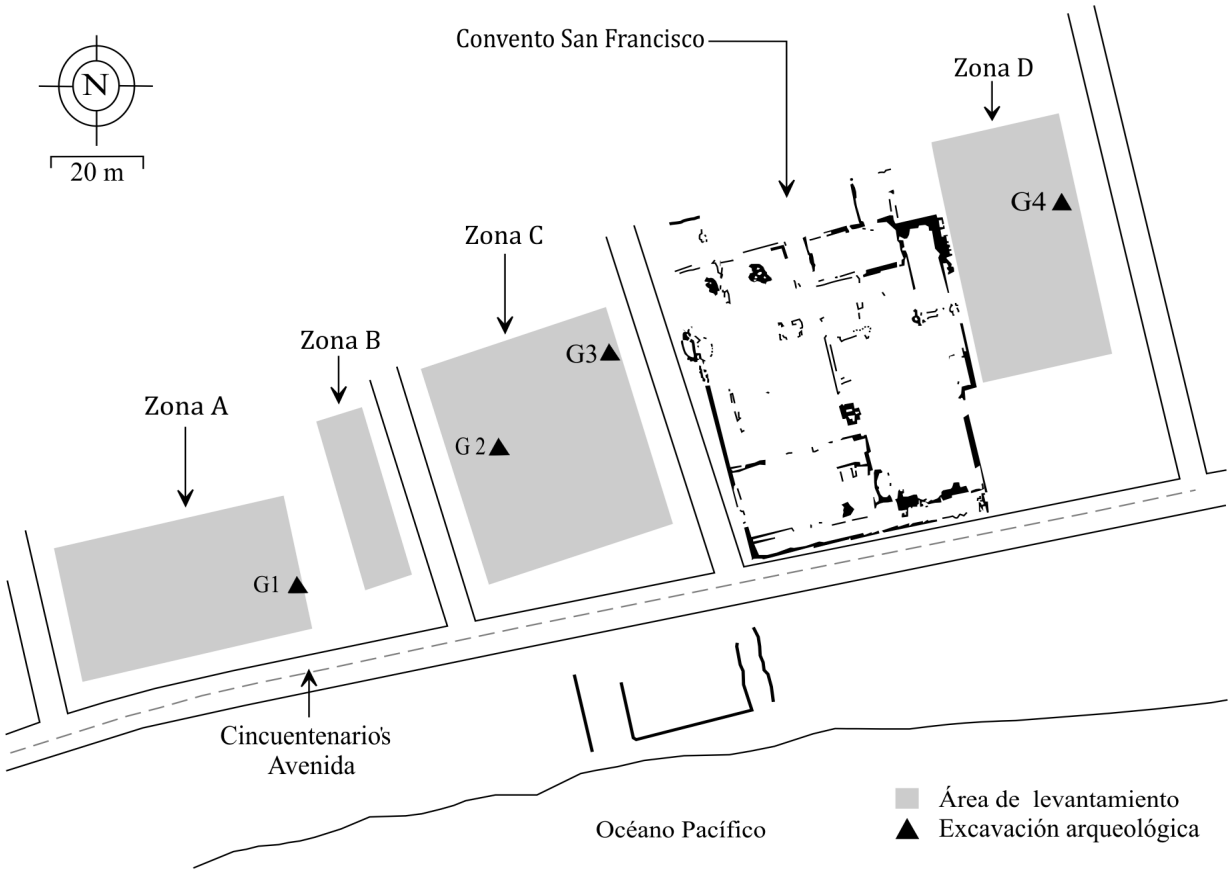


Figura 3: Plano detallado del sector oeste del sitio arqueológico de Panamá Viejo. Ruinas del Convento de San Francisco, área prospectada y posición de las excavaciones arqueológicas desarrolladas en el sitio.

Las zonas que aparecen en color gris corresponden a las zonas de interés, ubicándose las mismas en el sector oeste del sitio arqueológico. Estas zonas han sido elegidas debido a las escasas intervenciones que se han realizado.

La figura 3 muestra un plano detallado de la zona de estudio.

3. Dispositivo magnético, protocolo de adquisición y tratamiento de los datos

El dispositivo utilizado en este trabajo correspondió a un magnetómetro de vapor de cesio, tipo G -858 de Geometrics. Este tipo de magnetómetros ha sido utilizado con éxito en diferentes campañas de prospección arqueológica (Stanley y Green, 1976; Scollar et al; 1990; Bossuet *et al*; 2001; Chianese *et al*; 2004).

Figura 4: Magnetómetro de vapor de cesio en modo gradiómetro. Los sensores reposan en un tubo de aluminio dispuesto verticalmente para el registro de ambas intensidades a diferentes altitudes.

Con el objetivo de medir el gradiente magnético vertical, se utilizó este magnetómetro en modo gradiómetro, con dos sensores fijados de manera vertical, a través de un sistema tubular de aluminio (figura 4).

La disposición de todo el sistema permite una rápida adquisición y visualización en tiempo real de los datos magnéticos a lo largo de varios perfiles. De acuerdo a (Bossuet *et al*; 2001), la diferencia en la intensidad del campo magnético registrado en ambos sensores (B1 y B2), dividida por la distancia que las separa (z), puede ser considerada como una buena aproximación del gradiente magnético vertical medido (Amag) en el punto medio entre ambos sensores.

Este valor también es registrado por el dispositivo magnético y corresponde a:

$$A_{mag} = \frac{B_1(x, y, z_1) - B_2(x, y, z_2)}{z}$$

de zig-zag y puntual. La figura 5 ilustra una secuencia de tratamientos para los resultados obtenidos en la Zona A.

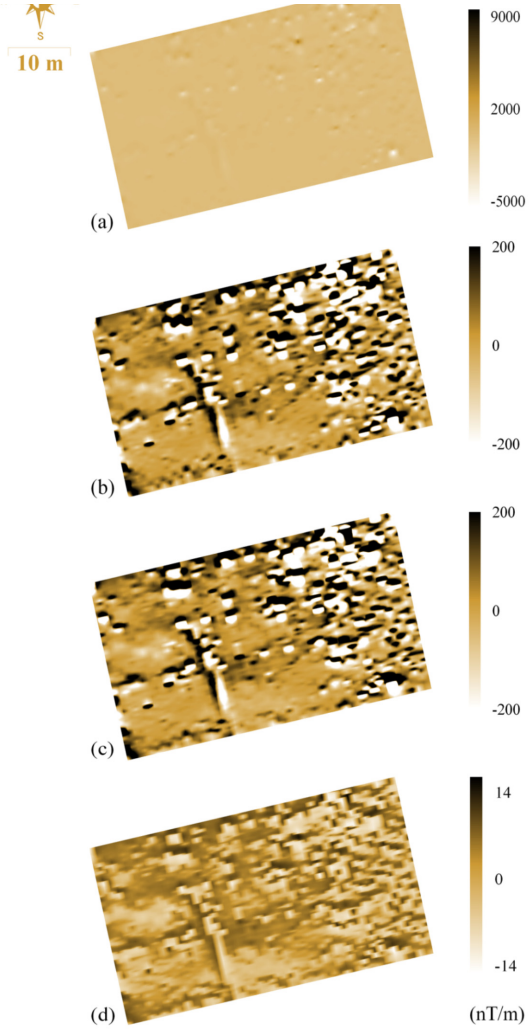


Figura 5: Secuencia de tratamiento de datos obtenidos en la Zona A: (a) datos en bruto, (b) datos saturados de - 200 a 200 nT/m, (c) magnetograma corregido del efecto zig - zag y (b) magnetograma magnético corregido del efecto puntual.

La figura 5(a) muestra solamente un mapa magnético de los datos en bruto; en ella se hace difícil la identificación de anomalías de interés. Posteriormente, un proceso de saturación de los datos permite definir algunas anomalías magnéticas de interés (figura 5b); no obstante, es importante destacar que durante el proceso de medición, las anomalías sufren cierto tipo de distorsión, producto del proceso de ida y vuelta a lo largo de varios perfiles; esto ocasiona un desfase entre los perfiles pares o impares, obteniéndose una imagen distorsionada en forma de sierra (ver sector suroeste de la figura 5b). Éste es el efecto zig-zag el cual es corregido a través de algoritmos estadísticos y cuya respuesta se presenta en la figura (5c).

Otro tipo de distorsión de las anomalías magnéticas aparece cuando existen valores extremos puntuales, lo que provoca picos en el magnetograma (figura 5(b) y (c)) enmascarando aquellas anomalías que pueden ser de interés arqueológico.

El dispositivo utilizado correspondió a un magnetómetro de vapor de cesio en modo gradiente, con una sensibilidad de 0,01 nT. Este efecto se debe a problemas de contacto en los dispositivos o a elementos magnéticos ubicados aleatoriamente en el terreno. La corrección aparece en el resultado de las figura (5d).

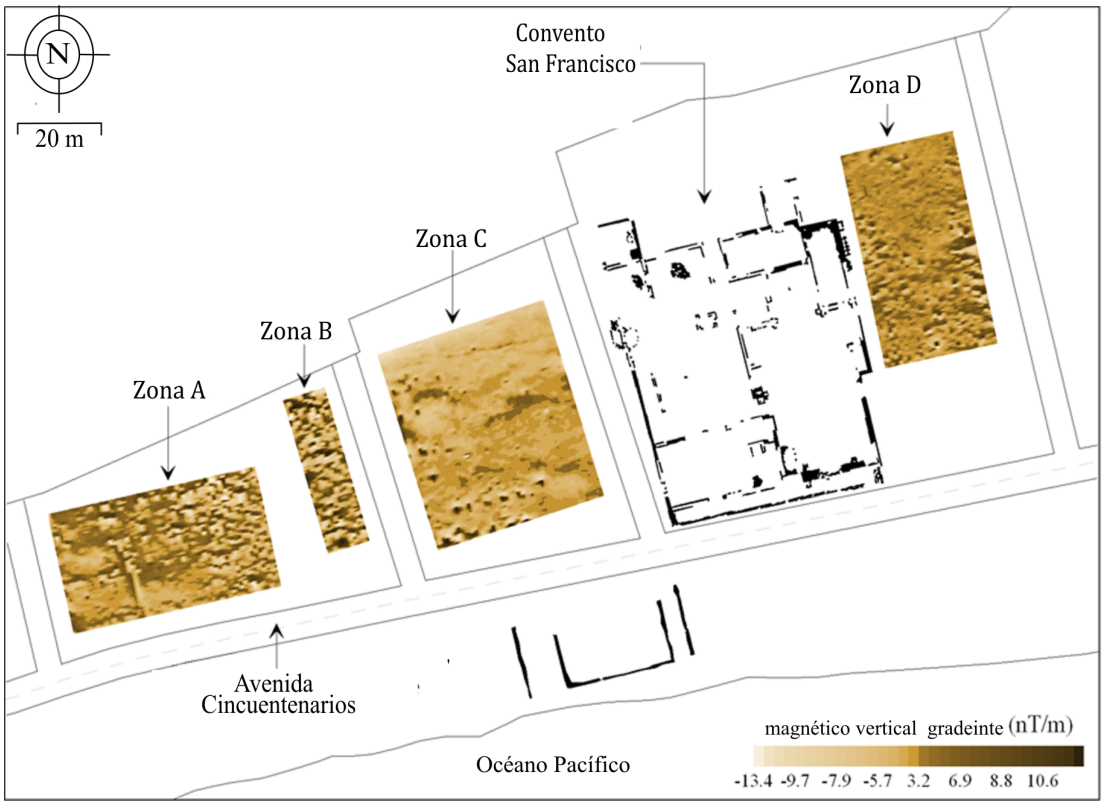


Figura 6: Plano del sector oeste del sitio de Panamá Viejo y magnetograma de las zonas A, B, C y D.

4. Resultados

Todos los procesos anteriormente descritos fueron aplicados a cada una de las zonas de interés. El resultado se presenta en la imagen de la figura 6, a escala de colores.

De forma esquemática, es posible apreciar en este resultado, dos tipos de anomalías magnéticas que son generadas por la presencia de posibles rasgos arqueológicos enterrados y por las actividades que ha desarrollado la sociedad moderna durante los últimos años.

La Zona A, se caracteriza por presentar un conjunto de anomalías lineales ubicadas en el extremo oeste del sitio. Este conjunto podría estar asociado a la presencia de muros hispánicos relacionados al convento de La Merced, ubicado más al Oeste. La superficie cubierta en tonalidad grisácea (zonas A y B) se caracterizan por presentar un elevado nivel de contaminación; dicho sector fue utilizado por la comunidad en años anteriores como zona de baile, lo que explica la existencia de anomalías magnéticas elevadas en el sector, producto de la deposición de materiales metálicos como clavos, tapa de botellas etc.

Muestra de las interpretaciones realizadas sobre los resultados de la figura 6.

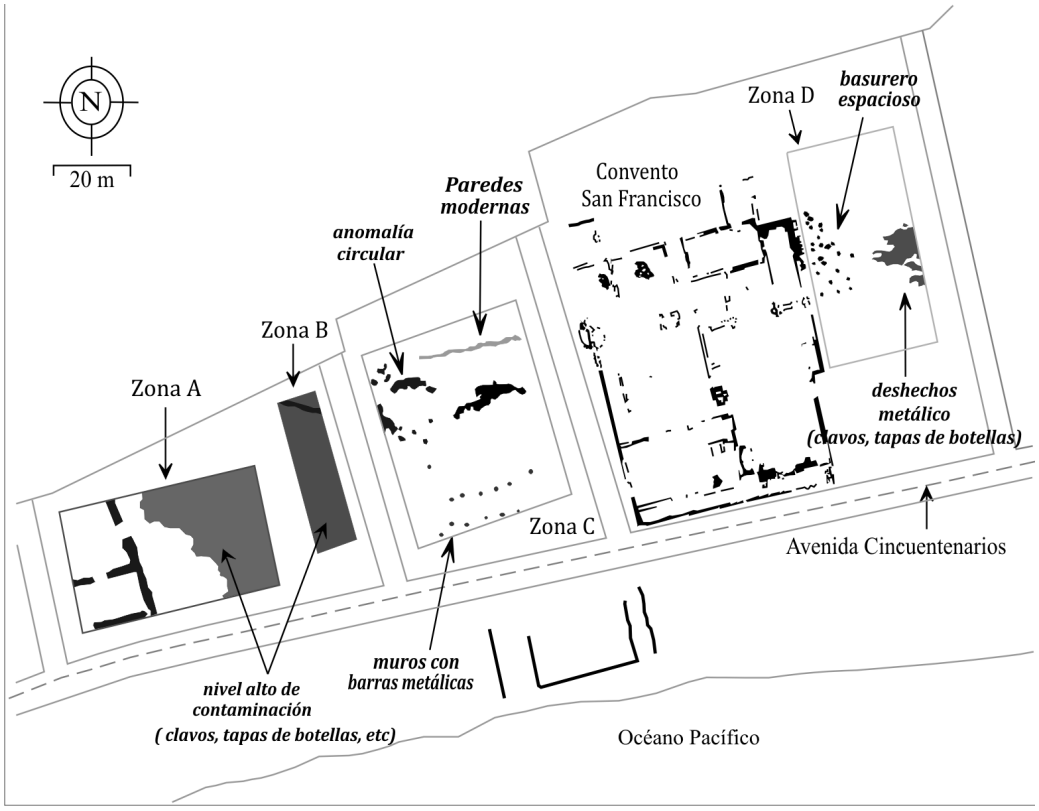


Figura 7: Anomalías magnéticas asociadas a Posibles rasgos arqueológicos enterrados y actividades realizadas por la sociedad moderna.

La anomalía magnética lineal ubicada en la parte norte de la zona B es difícil asociarla a algún rasgo. Por otro lado, en la parte sur de la zona C se pudieron identificar 2 muros con barras metálicas dispuestas de manera paralela, se trata de dos paredes de hormigón modernas; más hacia el noroeste, nos encontramos con una anomalía semicircular que podría estar asociada a un rasgo cultural, mientras que la anomalía lineal ubicada en la parte norte de esta zona, representa otro muro de hormigón moderno.

En la zona D, se pueden identificar dos conjuntos de anomalías diferentes: el primero ubicado al oeste representa escombros del convento de San Francisco, de los cuales algunos afloran en la superficie y otros se encuentran enterrados; y el segundo conjunto de fuertes anomalías magnéticas asociadas la presencia de desechos metálicos próximos a la superficie (tapa de botellas, clavos, etc.) .

Esta concentración de desechos se debe a las actividades deportivas que realiza la comunidad en este sector.

4. Resultados de la prospección arqueológica.

Con la información suministrada por la prospección magnética, se desarrollaron 4 excavaciones arqueológicas, cuyas ubicaciones se muestran en la figura 3.

La excavación G1 (2 x 2) m mostró la existencia de un callejón de cantos rodados (Patzelt et al; 2007) y un cimiento moderno de hormigón asociado a un sitio de recreación (actividades bailables).

La figura 8(a) muestra estos resultados. Cabe destacar que dicho pabellón no pudo ser detectado por la prospección magnética debido al elevado nivel de contaminación del sitio por objetos metálicos modernos; el muro que figura en dicha fotografía se encuentra ubicado fuera del límite de la prospección.

La excavación G2 (1 x 2) m ofreció información referente a un suelo endurecido con cierto contenido de objetos de hierro propios de la época; esta información podría conllevar al hecho de que se trataba de una zona de herrería, cuyos restos parecen haber generado la anomalía semicircular y ciertas anomalías aisladas cercanas a la primera.

La figura 8(b) muestra los resultados de esta excavación.

La excavación G3 (3 x 3)m dio información relevante a un entierro precolombino (figura 8c) y cuya contribución magnética no apareció en mapa magnético, esto se debe a la superposición de los altos valores en las polaridades de las anomalías magnéticas causadas por objetos metálicos modernos distribuidos de manera aleatoria en toda el área a pocos cm de profundidad, producto de la contaminación del sitio.

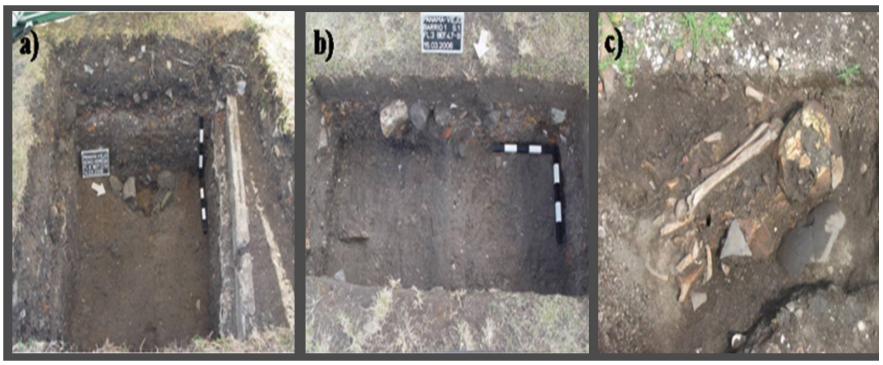


Figura 8: Resultados de las excavaciones G1, G2 y G3 desarrolladas en el sector oeste del sitio arqueológico de Panamá Viejo.

Finalmente, la excavación G4 reveló la existencia de canto rodado cerca de la superficie, lo que indica la existencia de una calle, hispánica hecha de este material. En este mismo contexto, no es posible asociar ninguna anomalía magnética a esta calle debido al elevado nivel de perturbación sufrido por el sitio y el alto nivel de contaminación por objetos magnéticos modernos que generan fuertes anomalías en el sitio.

5. Conclusiones

Luego de este estudio, solamente los períodos de ocupación hispánica y pre- colombina corresponden a períodos de gran interés en el sitio arqueológico de Panamá Viejo. Gracias a la prospección magnética, fue posible separar algunos rasgos arqueológicos propios de la época hispánica de aquellas estructuras modernas de carácter recreativo. Esta incidencia de la sociedad moderna en años pasados ha provocado un elevado nivel de contaminación del sitio, producto de la deposición de materiales férricos producto de dichas actividades.

Con esto, la prospección magnética se encontró limitada para ofrecer información referente a rutas construidas de canto rodado y entierros precolombinos; no obstante, fue posible la identificación de posibles rasgos arqueológicos asociados a estructuras y zona de herrería.

6. Agradecimientos

Deseamos agradecer a la Universidad de Tübingen (Alemania) por suministrarnos la información relacionada con las excavaciones arqueológicas, al Patronato de Panamá Viejo por todo el apoyo brindado y al Laboratorio Sisyphe - París 6 por facilitarnos el magnetómetro de vapor de cesio.

INTERPRETACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL CAMPO VOLCÁNICO BARÚ, PANAMÁ

Jean Pierre Bergoeing.
Luis Guillermo Brenes Q.
Profesores catedráticos de la Universidad de Costa Rica

Gabriel Despaigne
Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Panamá

Resumen
Los autores retratan la historia volcánica de uno de los más importantes volcanes activos de Panamá y las evidencias morfológicas que se desprenden de este sector.

Palabras claves: cráter, caldera, piroclastos, placas tectónicas,lahares, conos de deyección, Pleistoceno, flandense.
Résumé: Les auteurs retracent l' histoire volcanique d' un des plus importants volcans actifs du Panama et les évidences morphologiques qui en découlent dans le secteur.

Mots clés: The authors draws the volcanic history of one of the most important active volcano of Panama and the morphological shapes consequences in the area.
Abstract: The authors draws the volcanic history of one of the most important active volcano of Panama and the morphological shapes consequences in the area.

1. Introducción

La naturaleza está permanentemente modelando el paisaje terrestre, además, las variaciones antropocéntricas aceleradas generan cambios que pueden derivar en riesgos a los asentamientos humanos y alteraciones, algunas veces irreversibles del entorno ambiental, así como pérdida de la información histórica.

El conocimiento de la geomorfología y la historia del tecto vulcanismo, permiten establecer relaciones de riesgo-seguridad, protección y conservación, dentro de una línea básica para el ordenamiento ambiental-territorial.

La franja fronteriza Panamá-Costa Rica es una zona de especiales bellezas escénicas, clima privilegiado, suelos de alta productividad y localización geográfica ventajosa para una diversidad de actividades. En la actualidad, se observan nuevos asentamientos humanos en áreas de alto riesgo y modificaciones del paisaje que alteran los valores naturales, algunas veces irreversibles, así como establecimiento de centros de comerciales e industriales con normativas no validadas en función del riesgo tecto-volcánico de la región.

El proyecto de actualización de la geomorfología de la "Franja Fronteriza Panamá-Costa Rica" viene a contribuir al esfuerzo que realizan las autoridades por lograr una cultura de paz y buena vecindad basada en la localización más segura de los actuales, nuevos o futuros asentamientos humanos, actividad turística, recreativa, didáctica y las infraestructuras para la gestión económica, valorización en función del bienestar así como para el establecimiento de políticas de recuperación, manejo y conservación histórica y ambiental.

Para los estudios de campo y elaboración del mapa geomorfológico, se obliga a realizar un curso o

seminario de ordenamiento ambiental que permita compartir significados y conocimientos entre el personal técnico y político-administrativo que derive en una primera aproximación de la zonificación por área de riesgo y normativas para la localización y construcción, la operación comercial-industrial según actividad y finalmente la elaboración de un mapa y normativas ambientales que definan de manera más específica las diferentes áreas de interés natural, histórico, recreativo, didáctico, recuperación, protección, ecoturismo y sus respectivos aprovechamientos y limitaciones para la actividad humana. Estos mapas geomorfológicos se constituyen en elemento referencial obligado para la ejecución de actividades y beneficios.

La región de Chiriquí se caracteriza por un vulcanismo reciente (Plio Pleistoceno) (IRHE - BID - OLADE, 1985). Las erupciones son de tipo andesítico, principalmente asociadas con expulsiones masivas de Piroclastos. Existen 10 estrato-volcanes alineados NO-SE de edades decrecientes, según la conservación de sus edificios y el grado de alteración de las rocas volcánicas. Los volcanes más importantes del sector son pleistocénicos, como el Colorado o Tisingal, edad K/Ar 1.66± 0.49 Ma. y 1.18± 0.40 Ma. y el Pando situado a 1,756 m de altitud y cuya edad más reciente, medida por el método K/Ar da edades de 1.2 ± 0.09 Ma. en andesitas basálticas (UTP- CEPREDENAC, 1992), y el Barú,que se caracteriza por una actividad constante hasta el presente.

El volcán Barú se encuentra al oeste de la República de Panamá, próximo a la frontera con Costa Rica y constituye su punto culminante con 3,474 m de altitud. Sus coordenadas geográficas son 8º 49' 01.33'' de latitud Norte y 82º 33' 08.07'' de longitud Oeste.

El volcán Barú o Chiriquí, pareciera formar parte de la cordillera de Talamanca; sin embargo, es el producto del juego de la subplaca de Panamá que se ve reactivada por los movimientos de las placas subyacentes de Nazca y del Caribe.

2. El juego de las placas tectónicas

El emplazamiento del volcán Barú se explica por estar situado en una de las zonas más sísmicas de la región, ya que aquí colisionan las placas tectónicas del Caribe, Cocos y Nazca. Sin embargo, algunos geólogos han sugerido que el vulcanismo sería inactivo en la región occidental de Panamá, porque la dorsal de Cocos anularía la subducción y con ello las ascensiones magmáticas (Malfait y Dinkelman, 1972). Sin embargo, estudios recientes, apoyados por dataciones radiométricas, demuestran que el vulcanismo no sólo ha sido activo durante el Cuaternario, sino que se ha prolongado en el Holoceno y el actual, cuya última erupción catastrófica está datada de 740 ± 150 años B.P.

3. Los ciclos eruptivos del Barú

Los estudios realizados por IRHE-BID-OLADE, en 1985, distinguen dos ciclos eruptivos.

El primero, predominantemente de flujos de lavas; y el segundo, de carácter explosivo freatomagmático, con flujos piroclásticos (Eduardo Camacho A., 2007). La UTP- Cepredenac, en 1992, describió los tipos de erupciones del Barú, donde se destacan los flujos piroclásticos que pueden alcanzar hasta 80 cm. de espesor en Boquete.

El Volcán Barú, igualmente,l se caracteriza por erupciones de tipo freatomagmáticas que recorren grandes distancias con gran capacidad de arrastre. del volcán. Al NW del Barú en el cerro Pando y en el Totuma hay evidencias de caída de piroclastos y bombas que pertenecen al primer ciclo eruptivo del volcán.

Este estrato-volcán ha tenido gran actividad y prueba de ello la obtenemos a través de dataciones radiométricas 14C y K/Ar.

Así tenemos evidencias de erupciones alrededor del año 500 d.C., así como erupciones menores alrededor del año 1550. Las muestras 14C obtenidas en restos arqueológicos enterrados por cenizas volcánicas, indican edades que fluctúan entre 60 a.C. y 1210 (Stewart, 1986 y Linares et al, 1975).

Las lavas son predominantemente andesíticas, basálticas, cuaternarias. La fuerte actividad del volcán Barú queda demostrada por los depósitos de cenizas en el sector costarricense de San Vito de Java, que ha dado origen a una meseta topográfica. Una muestra radiométrica realizada por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), aportó una edad de 2.6 M.a. (J. Bergoeing, 2007).

Una secuencia de dataciones recientes nos lleva a un ciclo eruptivo que se inicia con la gran erupción del 740 d. C. y que expelió gran cantidad de material freatomagmático (lahar) reconocible a simple vista en las imágenes satelitales y que obligó a las poblaciones indígenas a abandonar urgentemente el lugar, en particular las asentadas en el cerro Punta al norte del Barú. El flujo recorrió una distancia de 14 km lineales, recubriendo toda la superficie preexistente y dejando aflorar solo algunos conos volcánicos antiguos, próximos al edificio moderno del Barú.

Los Lahares que el Barú a emitido, durante sus erupciones o bien derivadas de ellas, han creado una serie de conos coalescentes que lo tapizan al Este, al Sur y al Oeste. Son potentes conos de deyección, recubiertos por grandes bloques de dacitas y riolitas, lo que testimonia que el volcán es de tipo explosivo. Uno de ellos, el más moderno, tapiza el flanco oeste del volcán que, naciendo en su cráter, se expande a partir del poblado de Aguacate y se extiende por el oeste hasta los poblados de El Hato del Volcán y de Nueva California, situados en el límite sur del derrame. Sería un derrame de un antiguo lago cuya presa natural

Figura 1: Área de localización del volcán Barú, Panamá: El Istmo que cambio el mundo de SRTM. Earth Observatory http://www.servir.net/gallery.html

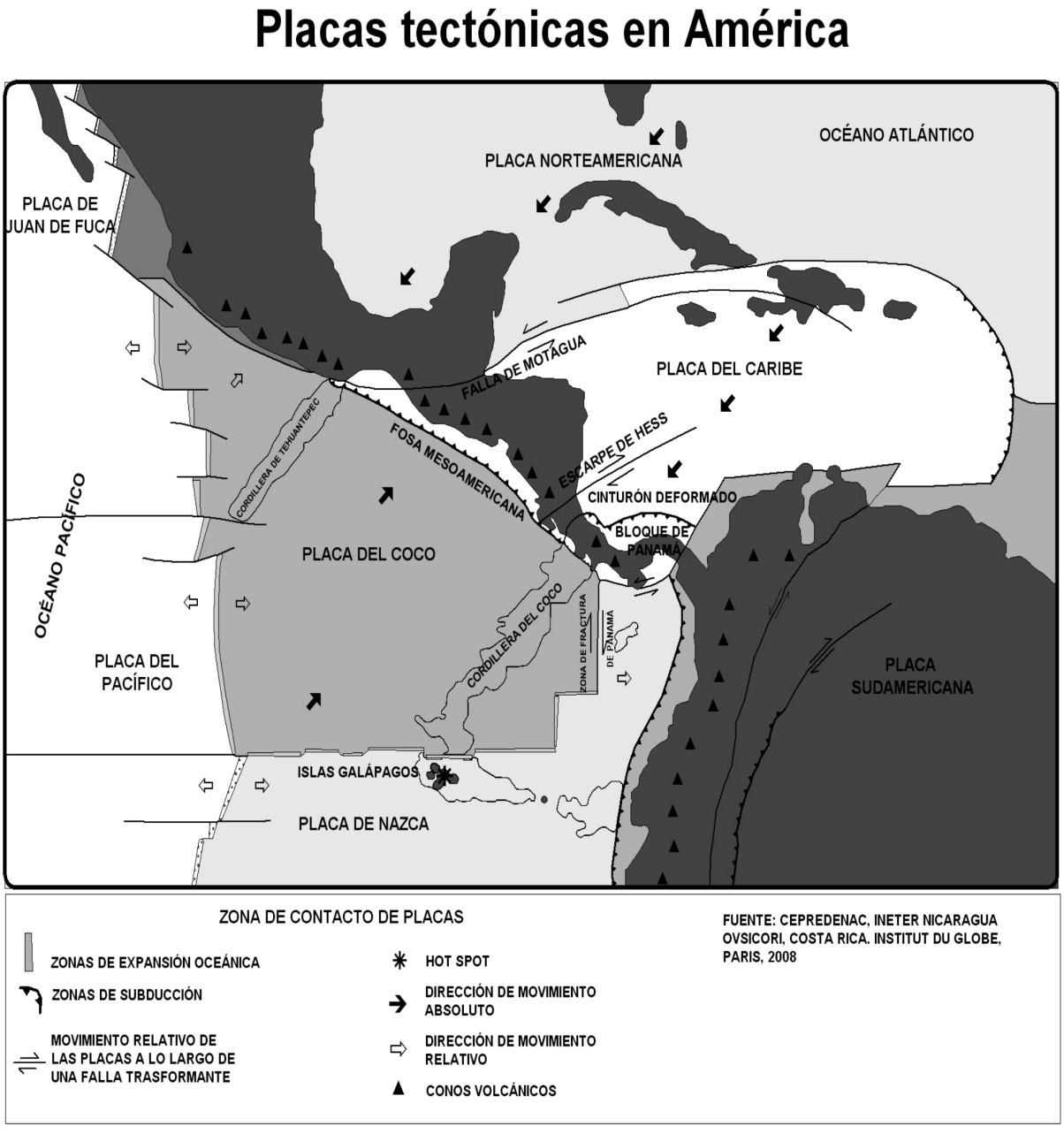


Fig.2: Placas tectónicas que afectan al istmo centroamericano.

cedió probablemente por rebalse asociado con fuertes sismos.

Después de la erupción catastrófica del año 740, el volcán se ha reactivado repetidamente en los años 1130, 1270, 1340, 1550, que son las edades radio métricas medidas en rocas de flujos piroclásticos asociados a erupciones explosivas o bien en material orgánico. De ello se desprende una periodicidad volcánica cíclica cada 130 años.

Del análisis de la imagen satelital Google Earth 2007, se observan dos calderas concéntricas de explosión: una antigua, periférica y otra más moderna, ambas abiertas hacia el Oeste a partir de donde se ha edificado el cono actual. El volcán posee cuatro cráteres principales y dos domos somitales.

El flanco noreste, ocupado por los poblados de las Mirandas, Guadalupe, Chumbaga, Cerro Punta y Bambito, es una depresión probablemente producto de una caldera de colapso.

Se han reportado precipitaciones nivales ocasionales en la cumbre del volcán, y las temperaturas cercanas a 0º C son frecuentes durante la estación seca, de diciembre a abril. Este fenómeno se percibe igualmente en las altas cumbres superiores a los 3,500 metros de la cordillera de Talamanca, cumbres del Chirripó (3,819 m) y Kamuk (3,549 m) (Bergoeing, 1978).

Este fenómeno es importante y habría ayudado en parte a los flujos freatomagmático emitidos durante las erupciones, traducidos en potentes Lahares. Éstos, asociados a una cantidad de agua no despreciable en las cumbres (hielo o nieve), darían el componente hídrico necesario para

Fig. 3: Potente flujo (Freatomagmático) lahar depositado en la caldera del Barú y que descendió hasta la meseta fosilizándola con espesores de 20 a 30 metros (fotografía del autor) en una distancia linear de 14 km.

recorrer grandes distancias, ayudados por la pendiente acusada del flanco volcánico.

Los altos relieves presentan un modelado multifacético, propio de los países tropicales húmedos, cuya cobertura vegetal primaria los protege relativamente de la erosión.

Los relieves inferiores, es decir a partir de los 700 metros de altitud, se caracterizan por dos tipos de modelados: modelado multiconvexo, de profunda alteración in situ; y modelado de grandes conos de deyección, que se prolongan por decenas de kilómetros hasta alcanzar la costa, donde se diluyen en los manglares.

Este último tipo de modelado es el producto del sistema general de drenajes que se concentra con neta dirección sur y termina formando un sistema del taico, con islas aledañas recubiertas por el manglar, esteros y cordones litorales que datan del flandense (6,000 años B.P.).

El sector litoral de Puerto Armuelles - Punta Burica se caracteriza por ser una zona tectónicamente emergente. Se trata de un movimiento de báscula donde el litoral se alza en el sector panameño y se hunde en el sector costarricense. Ello ha permitido dejar al descubierto una vasta terraza litoral flandense que alcanza 10 m. de altitud y que se termina en un pequeño acantilado fósil de arenas no consolidadas.

4. La vertiente este

La vertiente este del complejo volcánico Barú se caracteriza por un plano inclinado constante, que va de la ciudad de David a la ciudad de Boquete.

Fig. 4: El escarpe lahárico del año 710, erosionado por el río Chiriquí Viejo en su parte más occidental. Aquí el espesor alcanza fácilmente los 20 metros. (Fotografía del autor).

En este plano, reconocemos tres secuencias asociadas al vulcanismo del Barú y de los otros focos volcánicos asociados que se han activado durante el cuaternario.

En la parte superior forma conos laháricos coalescentes que pueden datarse del Pleistoceno inferior y que están surcados por profundos cañones fluviales que alcanzan a veces el centenar de metros. Un sector intermedio propio del Pleistoceno medio, donde las características anteriores de los conos se aminoran pero conservan su estructura inicial, pero con un mayor desarrollo lineal.

Finalmente un sector moderno de glacis que sirve de unión entre la llanura actual y los conos de deyección. Es en el sector superior, conocido como Caldera, donde pudimos comprobar un sistema tectónico muy activo, que se caracteriza por ascendencias de aguas termales. Las grandes fallas que surjen en este último sector, han puesto en evidencias 7 niveles de terrazas fluvio-tectónicas.

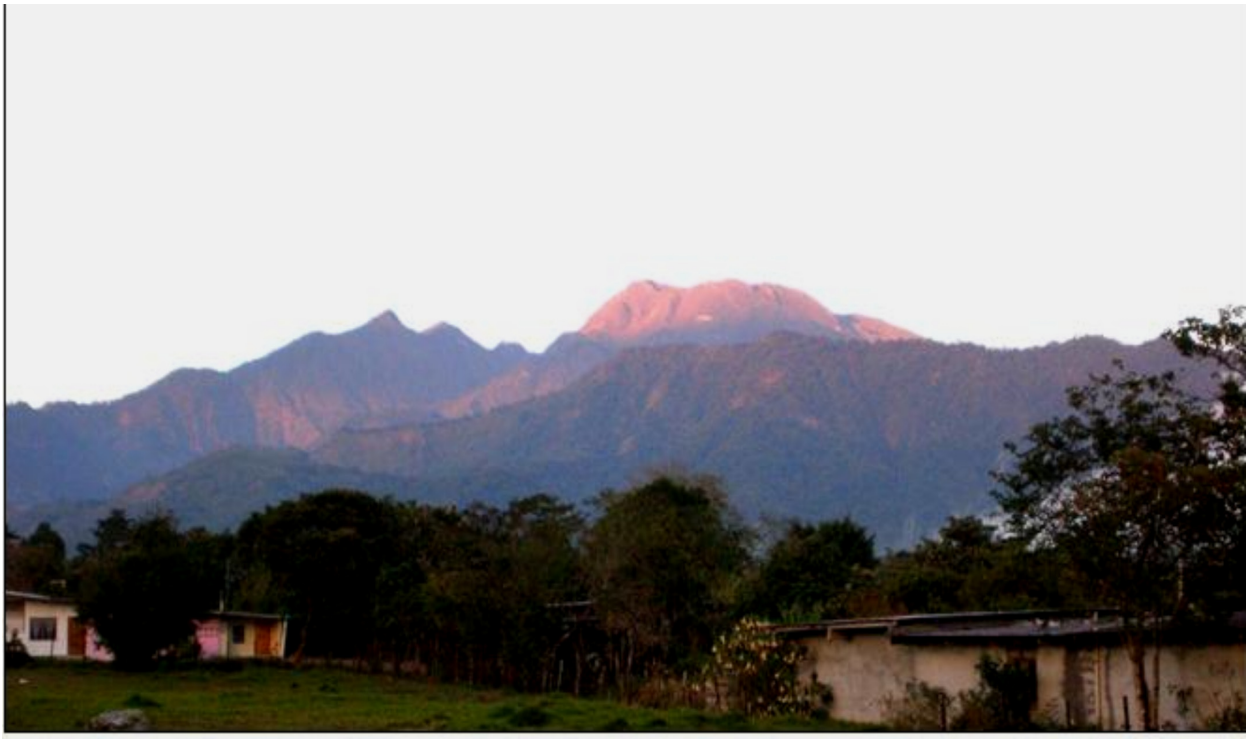


Fig. 5: Cono moderno del Barú al atardecer, y en primer plano borde de la caldera antigua. (Fotografía del autor).

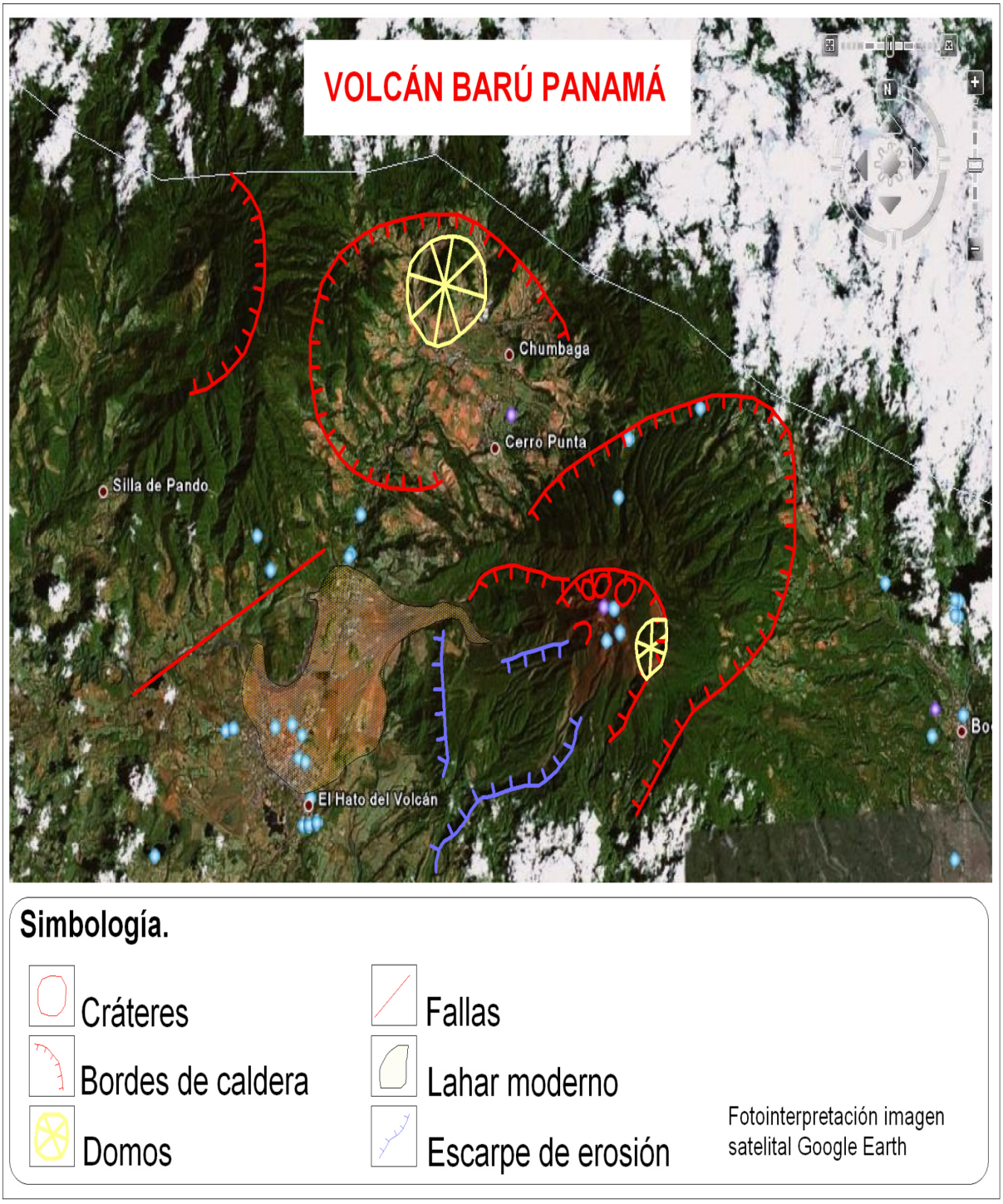


Fig. 6 : Volcán Barú o Chiriquí, Panamá. 8º 49'01.33'' Norte y 82º 33'08.07'' Oeste. Imagen Google Earth - © 2007 Europa technologies - Image©2007 Terra Metrics. Se observa perfectamente el flujo lahárico probablemente del año 740, que descendió desde el cráter y que alcanzó la localidad actual de Nueva California.

Cabe señalar, igualmente, que el neotectonismo al rejuvenecer constantemente el relieve crea las condiciones para arrolladas y avalanchas asociadas a periodos pluviales excepcionales.

5. El cono de deyección de David

La ciudada descansa sobre un cono de deyección más moderno, probablemente del Pleistoceno medio a superior y que fué al inicio un paleo-delta. Se encuentra entrecortado por los ríos que lo moldean. Al sur del cono, en contacto en el manglar actual, en el sector de Pedregal, al sur del aeropuerto, los afloramientos del incipiente relieve (colinas) dejan al descubierto un depósito de septarias, que son pequeñas esferas silíceas formadas en medios de aguas calmas someras, prueba del depósito sedimentario lento y constante al que fue y sigue siendo sometido el sector por los numerosos aportes fluviales .

Fig. 7: Sector Alto La Mina - Dominical. Afluente del río Chiriquí Viejo que ha entallado un profundo cañón que deja a descubierto, a partir de la cota 400 m, los estratos sedimentarios plegados terciarios (Mioceno) sobre el cual yacen las lavas pliocuaternarias que conforman el piso superior de la formación. En superficie, el relieve está recubierto por poderosos flujos laháricos que colmatan antiguos valles afluentes locales como lo sugiere la foto. (Fotografía del autor).

El sector litoral de Puerto Armuelles - Punta Burica se caracteriza por ser una zona tectónicamente emergente. Se trata de un movimiento de báscula donde el litoral se alza en el sector panameño y se hunde en el sector costarricense. Ello ha permitido dejar al descubierto una vasta terraza litoral flandense que alcanza 10 m. de altitud y que se termina en un pequeño acantilado fósil de arenas no consolidadas.

El actual manglar es el resultado del delta moderno, formado por el río Chiriquí entre otros y que se extiende hasta la isla Sevilla. Es un vasto sector donde sin embargo, algunos afloramientos sedimentarios testimonian de una colmatación sedimetnaria constante.

El afloramiento de isla Sevilla debería ser estudiado a fondo, porque por su morfología en horqueta podría ser el inicio de un impacto meteórico.

Fig. 8: Siete niveles de terrazas fluviotectónica, producto de la activación contínua de la falla de caldera, al este de Boquete. (Fotografía del autor).

Fig. 9: Isla Sevilla. Observe la morfologçia de horqueta que puede responder a una formación, consecuencia de un posible impacto meteórico.

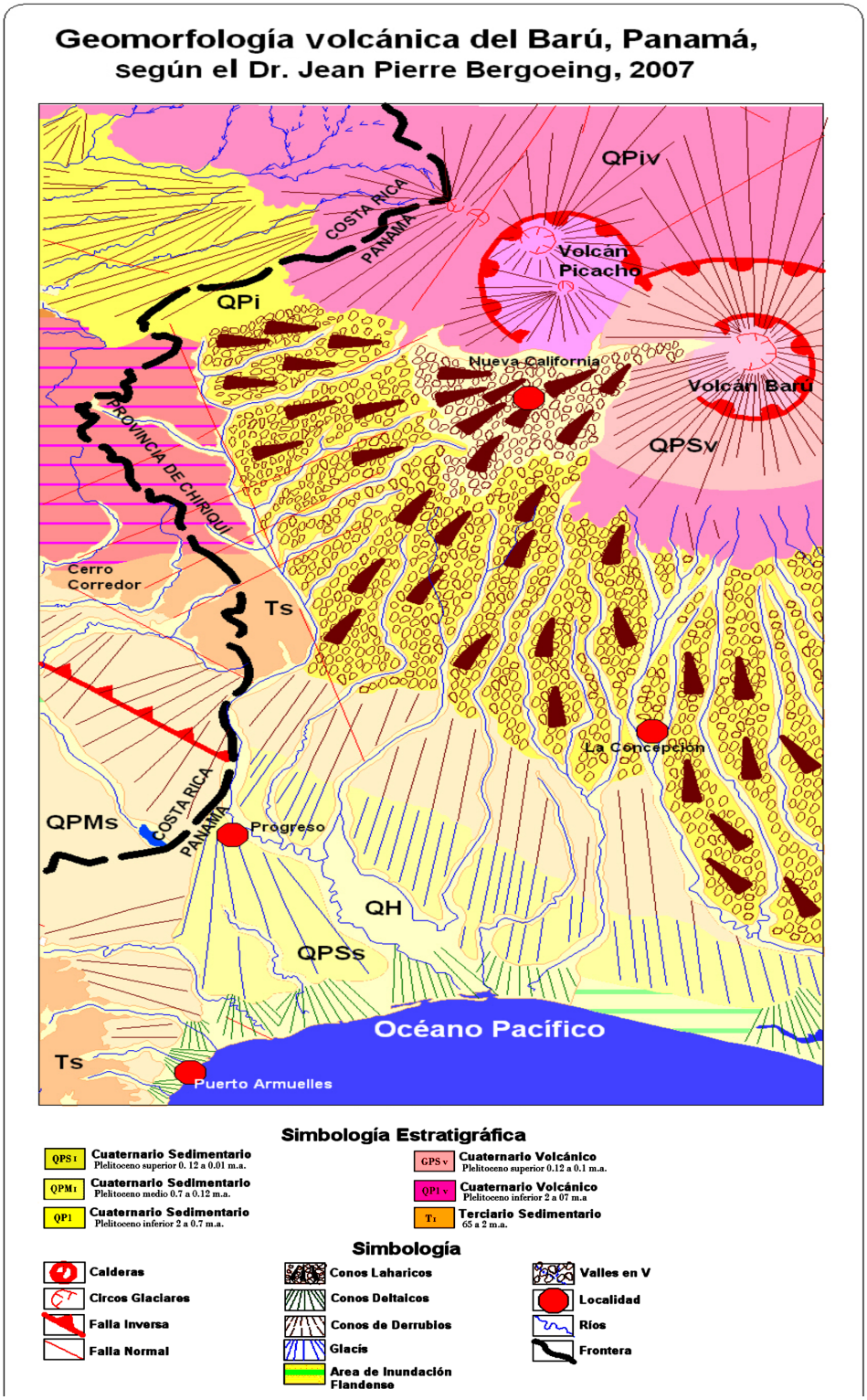


Fig.10: Mapa geomorfológico del sector volcán Barú, costa del Pacífico. Dr. J.P. Bergoeing.

4. Conclusión

El complejo volcánico del Barú forma parte de un sistema independiente, ligado al movimiento de las placas tectónicas. El sistema comprende otros estrato-volcanes Plio-cuaternarios que se inician con el cráter del Tisingal al Noreste y se terminan con el volcán La Yeguada al Suroeste. Se trata de ascensiones magmáticas de un sector altamente tectónico, ya que aquí colisionan las placas tectónicas del Caribe, de Cocos y de Panamá. Ello explicaría la migración magmáticas de algunos focos volcánicos del Oeste al Este.

El Barú es un estrato volcán-moderno, plio-cuaternario, edificado sobre al menos dos calderas de colapso. El cono actual se yergue sobre una estructura anterior, abierta hacia el Oeste. A los pies del cono, se destaca un flujo lahárico importante y reciente (histórico; 740 d.C.) que cubre una gran extensión. El modelado geomorfológico resultante, no ha borrado las estructuras volcánicas multiformes propias de la erosión en medio tropical húmedo, lo que permite reconocer los relictos volcánicos anteriores. Ello demuestra que éstos son recientes (Pleistoceno medio a Holoceno), ya que el medio erosivo tropical húmedo tiende a destruir en forma relativamente rápida las formas estructurales antiguas.

Los conos de deyección que tapizan el relieve al sur del cono volcánico del Barú pueden ser ordenados en varias generaciones según su clasificación sedimentaria. A los pies del volcán, se sitúan los conos más antiguos, predominantemente laháricos. Al Sur, próximo a la costa, los más modernos formados por deslaves holocenos que han conformado un área lacustre y deltaica que limita el paleo-litoral flandense.

El mapa geomorfológico de la "Franja Fronteriza Panamá-Costa Rica" permitirá contar con un instrumento de planificación y gestión para el ordenamiento ambiental-territorial que se propone como referencia obligatoria para estudios, referenciación para la localización de infraestructuras y asentamientos humanos. Es posible ahora definir normativas más específicas para las construcciones y ordenamientos de los usos y actividades en la región fronteriza, contribuyendo a incrementar la seguridad y bienestar de la población en un área focal de acciones gubernamentales orientadas al desarrollo de una cultura de paz y buena vecindad.

Con el mapa Geomorfológico de la "Franja Fronteriza Panamá-Costa Rica" queda abierto el espacio para ampliar los estudios para toda la región centroamericana y del Caribe, como contribución a la orientación de una actividad humana más segura.

Referencias bibliográficas

Battistini R. & Bergoeing J.P. 1982, «Volcanisme récent et variations climatiques Quaternaires du Costa Rica», in Bull. Assoc. Géog. Français n° 485 pp. 96-98. París.

Beaudet G., Gabert P. & Bergoeing J.P. 1982 « Les modèles hérités du Costa Rica. » in Bull. Assoc. Géog. Français n° 488 pp. 183-197, París.

Behling H, 2000. "A 2860-year high-resolution pollen and charcoal record from the cordillera de Talamanca in Panama: a history of human and volcanic forest disturbance." Holocene, 10: 387-393.

Bergoeing J.P. 2007. « Geomorfología de Costa Rica. » 328 pp. 2ª Edición.Editorial Librería Francesa, San José, Costa Rica. (1ª edición 1978, IGN-Costa Rica).

Bergoeing J.P. 2005 « Le cas du Yellowstone une caldeira exceptionnelle. » Revista Geografica N° 137 , 2005. IPGH. México, México.

BergoeingJ.P. 1977 « Modelado glaciar en la Cordillera de Talamanca . » in Informe Semestral julio-diciembre 1977 Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica.

Bergoeing J.P. & Brenes L.G. 2007 . « Las calderas concéntricas del Platanar, Costa Rica » Revista IPGH Nº 141 (en prensa) México, D.F. México.

Bergoeing J.P., Arce R., Brenes L.G. & Protti Q. 2007. « La caldera de Barbilla, Costa Rica, investigación preliminar » Revista IPGH Nº 141 (en prensa), México, D.F. México

Bergoeing J.P., Mora S. & Jiménez R. 1978 .« Evidencias de vulcanismo Plio-cuaterario en la Fila Costeña, Térraba, Costa Rica. » un Informe Semestral julio-diciembre 1978, Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica.

BergoeingJ.P. & Brenes L.G. 1977. « Laguna de Hule, una Caldera Volcánica. » in Informe Semestral, julio-diciembre 1977, Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica.

Camacho A. Eduardo. "Los volcanes de Chiriquí" Laboratorio de Geofísica e Hidrología. Universidad de Panamá. Texto http://www.volcanbaru.com/sismos/volcanes/

De Boer J Z, Defant M J, Stewart R H, Restrepo J F, Clark L F, Ramirez A H, 1988. "Quaternary calc-alkaline volcanism in western Panama: regional variation and implication for the plate tectonic framework." J South Amer Earth Sci, 1: 275-293.

Linares, Olga F., P.D. Sheets1980 "Highland agricultural villages in the Volcán Baru. Region." En O.F. Linares, A.J. Ranere, editores, Adaptive Radiations in Prehistoric Panama, Peabody Museum Monographs 5. Harvard University Press, Cambridge, págs. 44-55.

Linares, O. F., P. D. Sheets, & E. J. Rosenthal, 1975, "Prehistoric Agriculture in Tro-. pical Highlands. Settlement patterns in western Panama". Genetic Resources and Crop Evolution Rev. Springer Netherlands .

Siebert L, Alvarado G E, Vallance J W, van Wyk de VAmerica", Geol Soc Soc Amer Spec Pap, 412: 1-26

Linares, O. F., P. D. Sheets, & E. J. Rosenthal, 1975, "Prehistoric Agriculture in Tro-. pical Highlands. Settlement patterns in western Panama". Genetic Resources and Crop Evolution Rev.
Springer Netherlands .

Siebert L, Alvarado G E, Vallance J W, van Wyk de Vries B, 2006. "Large-volume volcanic edifice failures in Central America and associated hazards" In: Rose W I, Bluth G J S, Carr M J, Ewert J W, Patino L C, Vallance J W (eds), "Volcanic hazards in Central America", Geol Soc Soc Amer Speec Papp, 412:1-26

Universidad Tecnológica Panamá, 1992. "Evaluación de la amenaza, estimación de la vulnerabilidad y del factor costo de riesgo del Volcán Baru, República de Panamá." Universidad Tecnológica Panamá, Facultad Ingeniería Civil - CEPREDENAC, 129 p ana 1:100,000 séale MAP

Seas, Pasión D., EJ. Rosental, a.C. Ranere1980."Store tools from Volcán Barú. " En O.F. Linares, A.J. Ranere, editores, Adaptive Radiations in Prehistoric Panama, Peabody Museum Monographs 5. Harvard University Press, Cambridgepágs. 404-428.

Sheets, Payson D.1980. "The Volcán Barú region: a site survey." En O.F. Linares, A.J. Ranere, editores, AdaptiveRadiations in Prehistoric Panama, Peabody Museum Monographs 5. Harvard University Press, Cambridge, págs. 267-275.

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN INGENIERÍA CIVIL

Alexis Mojíca y Eduardo Silva Santisteban
Laboratorio de Ingeniería Aplicada, Centro Experimental de Ingeniería,
Universidad Tecnológica de Panamá
Consultora Santisteban S. A., Panamá, Rep. de Panamá

Resumen

La notable capacidad de resolución de los métodos de prospección eléctrica ha dado luces a un vasto campo de aplicaciones de esta disciplina científica como apoyo a la ingeniería civil. En este trabajo de investigación, se aplicaron dos modalidades de prospección eléctrica (el sondeo y la tomografía eléctrica) cuyos resultados ayudaron a delimitar la extensión de un estrato limoso de alta plasticidad y un depósito de material sintético producido por el hombre, en el sector oriental de la ciudad de David. La variación de los valores de resistividad aparente obtenidos en este análisis (5 - 1050 ohm) ha permitido identificar los límites de estos estratos, utilizado aperturas electródicas específicas, con el fin de obtener profundidades comprendidas entre los 10 y 17 m.

Palabras claves. Prospección geofísica, sondeo eléctrico, tomografía eléctrica, estrato limoso, resistividad aparente, dispositivo polo - polo, dispositivo Schlumberger.

1. Introducción

Los métodos de prospección geofísica juegan un rol muy importante en el reconocimiento de las características geológicas que constituyen la parte más superficial de la corteza terrestre (Hack, 2000). Los mismos están enfocados al estudio de las propiedades físicas del subsuelo, de forma tal que el registro de las mismas sobre la superficie de la tierra y su posterior análisis pueden dar información referente a los componentes del subsuelo.

Son diversos los autores que han reportado el éxito de dichos métodos en el ámbito de la ingeniería civil (Lorenzo y Cuellar, 1995; González de Vallejo et al; 2002). Los mismos han sido aplicados con resultados positivos en estudios geológicos, de ingeniería civil, medio ambiente, arqueología, hidrogeología y agricultura de precisión, entre otros.

Entre una de las técnicas geofísicas más utilizadas en dichos estudios, cabe mencionarse el método de prospección eléctrica, el cual evalúa la distribución de las propiedades eléctricas de los estratos a través del análisis de su resistividad aparente, medida sobre la superficie.

En ingeniería geológica y civil, este método ha sido muy utilizado para obtener información de las propiedades de los materiales y sus límites; este hecho se encuentra basado en las diferencias o contrastes (anomalías) que existen entre las propiedades eléctricas de los estratos.

Con el objetivo de tener conocimiento sobre la naturaleza del subsuelo de una zona ubicada en el sector oeste de la ciudad de David (occidente de Panamá), se desarrollaron una serie de tomografías eléctricas y un sondeo eléctrico.

2. La Prospección eléctrica

2.1 La resistividad aparente del subsuelo

En prospección eléctrica se analiza y estudia la respuesta de un determinado volumen de terreno cuando una cierta intensidad de corriente eléctrica, la atraviesa. El parámetro físico que se estudia es la resistividad eléctrica, la cual evalúa el nivel de impedimento que ofrece dicho volumen de suelo al paso de las cargas eléctricas; la interpretación final depende de las características geológicas de la zona en que se aplican (González de Vallejo, *et al;* 2002*).*

La resistividad eléctrica corresponde a una propiedad intrínseca de las rocas y la misma depende del contenido de agua, estructura interna, grado de salinidad, etc.

Sin embargo, existen otros parámetros termodinámicos como la presión y la temperatura o la fuga de oxígeno que influye notablemente en las propiedades eléctricas de las rocas (Nover, 2005).

En la práctica, la medición de esta propiedad física se realiza al introducir una determinada intensidad de corriente eléctrica (i) en el terreno a través de dos electrodos metálicos inoxidables (C1 y C2); la circulación de dicha corriente a través del subsuelo genera un potencial eléctrico o voltaje ( ) el cual puede ser registrado a través de otros dos electrodos metálicos inoxidables (P1 y P2) introducidos en la superficie del terreno. Conociendo la distancia entre estos electrodos (figura 1), es posible determinar la resistividad de un suelo homogéneo.

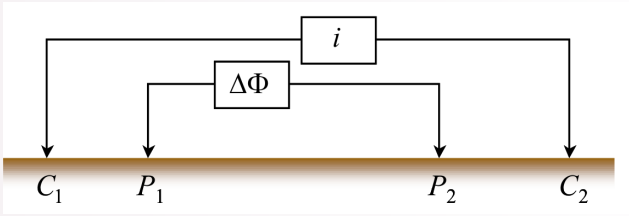


Figura 1: Esquema general de la configuración de los cuatro electrodos utilizados para medir la resistividad aparente del subsuelo. Se tiene una fuente de inyección de corriente (i), dos electrodos de corriente (C1 y C2), un sistema de registro de voltaje ( ) y dos electrodos para el registro del potencial eléctrico P1 y P2).

Aplicando algunos conceptos teóricos concernientes a la Ley de Ohm y gradiente de una función potencial de tipo escalar (Lowrie, 1997; Parasnis, 1997), es posible demostrar que:

$$\Delta\Phi = \frac{\rho i}{2\pi}\left[\left(\frac{1}{C_1P_1}-\frac{1}{C_2P_1}\right)-\left(\frac{1}{C_1P_2}-\frac{1}{C_2P_2}\right)\right] \quad (1)$$

El factor geométrico del arreglo de electrodos utilizado puede definirse como:

$$\kappa = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{C_1P_1}-\frac{1}{C_2P_1}\right)-\left(\frac{1}{C_1P_2}-\frac{1}{C_2P_2}\right)\right]} \quad (2)$$

De esta manera, la resistividad quedaría representada por:

$$\rho_a = \kappa\frac{\Delta\Phi}{i} \quad (3)$$

El término “a” se ha introducido en la ecuación (3) para denotar la resistividad aparente ya que el suelo es inhomogéneo, y la relación que existe entre la resistividad aparente y la real es muy compleja. Dicha relación se puede calcular numéricamente utilizando los conceptos del problema inverso el cual se tratará de manera general más adelante.

2.2 El sondeo eléctrico

Un sondeo eléctrico es utilizado para determinar la variación de las propiedades eléctricas con la profundidad en un punto sobre la superficie del terreno, asumiendo que no hay variaciones laterales. Los cuatro electrodos descritos anteriormente son utilizados con un espaciamiento progresivo sobre un perfil, centrados en una misma posición. Esta modalidad [Técnica 1D] ha sido ampliamente utilizada en la caracterización geológica (Hazell et al; 1988). La comprensión de esta técnica de prospección eléctrica involucra la consideración de un terreno con un determinado nivel de heterogeneidad, como el caso de un terreno constituido por un determinado número de capas horizontales. A pesar de la asimetría esférica del potencial eléctrico en un medio como éste, se puede considerar la ecuación de Laplace encoordenadas cilíndricas cuyas condiciones de frontera satisfagan a:

$$\nabla^2\Phi = \frac{\partial^2\Phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial\Phi}{\partial r} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2} \quad \nabla^2\Phi = 0. \tag{4}$$

Una solución de la ecuación (4) tiene la forma, en donde y satisfacen las condiciones siguientes:

$$\frac{d^2\Im}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d\Im}{dr} + \lambda^2\Im = 0 \tag{5a}$$

$$\frac{d^2\aleph}{dz^2} - \lambda^2\aleph = 0 \tag{5b}$$

En este conjunto de ecuaciones λ corresponde a un parámetro arbirtrario.

La integral General de (5a) tendrá la forma $\Im = ae^{\lambda z} + be^{-\lambda z}$, y para la ecuación (5b), se tiene que, $\Gamma \quad \aleph(\lambda r) = cJ0(\lambda r) + f\ \Gamma_0\ (\lambda r)$
en donde *a,b,c,* y *f*, son constantes, J_0 corresponde a una función de Bessel de primer orden y cJ_0 una función de Neumann.
Una evalucación de *f* indica que su valor *r* nulo, ya que Γ_0 contiene un término infinito a lo largo del eje vertical. De esta manera, la solución de la ecuación (4) tendrá forma.

$$\Phi = J_0(\lambda r)\left[ae^{\lambda z} + be^{-\lambda z}\right]$$

Pero como es arbitrario, una solución más general puede ser obtenida:

$$\Phi(r,z) = \int_0^\infty \left[ae^{\lambda z} + be^{-\lambda z}\right] J_0(\lambda r)d\lambda \tag{6}$$

De acuerdo a Scollar et al; (1990), la ecuación (6) es equivalente a expresar la solución de una transformación de Hankel.

(Grant & West, 1965) proponen la obtención de 2 ecuaciones para el potencial eléctrico de un terreno de dos capas, en donde el espesor de la última capa (substrato) se considera infinito. Para dichas capas:

$$\Phi_1(r,z)=\frac{\rho_1 i}{2\pi r}+\int_0^{\infty}\left[ae^{\lambda z}+be^{-\lambda z}\right]J_0(\lambda r)d\lambda \quad (7a)$$

$$\Phi_2(r,z)=\int_0^{\infty}\xi(\lambda)J_0(\lambda r)d\lambda \quad (7b)$$

Finalmente, el reemplazo de las ecuaciones (7a) y (7b) en el conjunto de ecuaciones que caracterizan las condiciones de frontera, dará por resultado una función Q en términos de donde 1 y 2 son las resistividades eléctricas de la primera y segunda capa del modelo establecido y h, el espesor de la primera capa.

$$\Phi_1(r,z)=\frac{\rho_1 i}{2\pi r}+\int_0^{\infty}\left[ae^{\lambda z}+be^{-\lambda z}\right]J_0(\lambda r)d\lambda \quad (7a)$$

$$\Phi_2(r,z)=\int_0^{\infty}\xi(\lambda)J_0(\lambda r)d\lambda \quad (7b)$$

$$r \text{ y } \tau=\frac{\rho_2-\rho_1}{\rho_2+\rho_1} \quad (8)$$

$$Q(r,\tau)=2\tau r\int_0^{\infty}\frac{J_0(\lambda r)}{e^{2\lambda h}-\tau}d\lambda+1$$

En la práctica, este análisis involucra la representación bilogarítmica de la resistividad aparente, en función de la dimensión lineal del arreglo electródico empleado; de esta forma, la curvilínea obtenida brindará información valiosa referente a la propiedad eléctrica y dimensión vertical de las capas que constituyen el medio de interés en un punto dado.

3. La tomografía eléctrica

Esta modalidad de la prospección eléctrica es actualmente muy utilizada en estudios de ingeniería civil. Con esta técnica se busca estimar la distribución de resistividad en el subsuelo a partir de las mediciones del potencial eléctrico, realizadas sobre la superficie del terreno.

El principal objetivo de esta prueba es reconstruir la geometría de estructuras moderadamente complejas. Llevar a cabo este tipo de investigaciones a partir de mediciones realizadas en la superficie no es evidente. Para resolver este problema es necesario proponer un modelo de distribución de resistividades que ajuste las mediciones realizadas en la superficie.

Para encontrar dicho modelo, es necesario resolver el problema directo y el inverso. El problema directo consiste en efectuar un cálculo numérico a partir del modelo propuesto de los datos registrados en la superficie. Entre los diversos métodos para efectuar este cálculo se encuentra el de diferencias finitas y el de elementos finitos.

Para la formulación del problema inverso, la distribución considerada de las propiedades eléctricas se discretiza dentro de un conjunto de parámetros que definen un modelo “m”. Mientras que para los sondeos eléctricos (1D), “m” contiene las resistividades y los espesores del modelo de multicapas,

para las distribuciones arbitrarias en dos y tres dimensiones (2D y 3D) estos elementos corresponden generalmente a las resistividades de los bloques o celdas, producto de la discretización del suelo por medio de los métodos mencionados en el problema directo (Binley y Kemna, 2005). El análisis matemático conlleva inicialmente a representar en forma de vectores columnas: (a) el logaritmo de las mediciones realizadas sobre la superficie denotados por "d", (b) el logaritmo de los parámetros del modelo m; y (c) el logaritmo de las resistividades calculadas a partir de los parámetros iniciales de "m"; este último se le conoce como respuesta del modelo y se representa por "y":

$$\mathbf{d} = (d_1, d_2, d_3, ..., d_N) \quad (9a)$$
$$\mathbf{m} = (m_1, m_2, m_3, ..., m_M) \quad (9b)$$
$$\mathbf{y} = (y_1, y_2, y_3, ..., y_M) \quad (9c)$$

El uso de los logaritmos se debe a rango extenso de resistividad de los materiales que forman parte de la corteza terrestre (1 - 10000 ohm.m). A partir de las ecuaciones (9a) y (9c), se define un vector de discrepancia "g", que evalúa la diferencia entre las mediciones de la resistividad aparente y los valores calculados a partir de los parámetros estimados del modelo. Este vector columna con dimensión (M x 1) puede representarse como:

$$\mathbf{g}=\mathbf{d}-\mathbf{y} \quad (10)$$

Los valores de resistividad aparente registrados poseen dispersiones, producto del proceso de la medición; además, si dichas dispersiones son independientes obedecen a una distribución de tipo gaussiana, es posible definir el término chi-cuadrado como:

Que escrito matricialmente estaría dado por:

$$\chi^2 = \|\mathbf{W}\,[\mathbf{d} - \mathbf{f}(\mathbf{m})]\|^2 \quad (11)$$

Para minimizar la ecuación (11), se utiliza el criterio de mínimos cuadrados como un estimador de máxima verosimilitud. El término "f"corresponde a una funcional no lineal que actual sobre los parámetros "m" del modelo discretizado para producir una respuesta del modelo. "W" es una matriz diagonal asociada con las dispersiones de los valores registrados W = diag (1/ 1, 1/ 2, 1/ 3,..., 1/ N). Dado ahora un modelo inicial m1, podemos escribir la siguiente aproximación a través del desarrollo de una serie de Taylor como:

$$\mathbf{f}(\mathbf{m}_1 + \delta\mathbf{m}) = \mathbf{f}(\mathbf{m}_1) + \mathbf{J}_1\delta\mathbf{m}_1 + \quad (12)$$

En esta ecuación "m", representa una pequeña perturbación alrededor del modelo inicial. J1, es la matriz jocabiana de derivadas parciales representadas por:

$$J_{ij} = \frac{\partial y_i}{\partial m_j}$$

De acuerdo a (Loke y Barker, 1995), una manera de reducir la discrepancia entre los valores de resistividad medidos y calculados es utilizando la ecuación de Gauss-Newton. Esta formulación determina el cambio en los parámetros del modelo que reduce la suma cuadrática de las dispersiones.

$$(\mathbf{J}^T\mathbf{J} + \lambda\,\mathbf{C}^T\mathbf{C})\,\delta\mathbf{m} = \mathbf{J}^T\mathbf{g} \quad (13)$$

Donde "J" es un factor de atenuación y "C" es un filtro de suavizado. Los logaritmos de los valores del modelo de resistividad son utilizados para el cálculo de "m". El símbolo "T" representa la traspuesta de la matriz dada.
Siguiendo a Loke y Barker (1995), en resumen, el método inverso se puede dividir en tres pasos principales:

- El primer paso que consiste en el cálculo de la resistividad aparente para el modelo presente, el cual se da utilizando el método de diferencia finita o elementos finitos.

- El segundo paso consiste en calcular la matriz jacobiana de derivadas parciales "J".

- El tercer paso consiste en resolver el sistema de ecuaciones lineales de la ecuación (13).

2.4. Caracterización de los estratos a través de la prospección eléctrica. Caso del sector este de la ciudad de David, occidente de Panamá

2.4.1. Características generales del sitio

La zona en general está conformada por rocas sedimentariasm, correspondientes a la era Cenozoica, período Cuaternario reciente y Terciario superior. En cuanto a su composición geomorfológica, la zona se compone de acumulaciones fluviomarinas, valles y planicies aluviocoluviales y glacis o explanadas que dan origen a formaciones bajas y planicies litorales.

Sobre una superficie de 8000 m^2, se trazaron 7 perfiles para el desarrollo de las de las tomografías eléctricas, cuyas longitudes variaban entre los 27 y 83 m. En el sector central, también se desarrolló un sondeo eléctrico. Todos estos elementos pueden visualizarse en el plano de la figura 2.

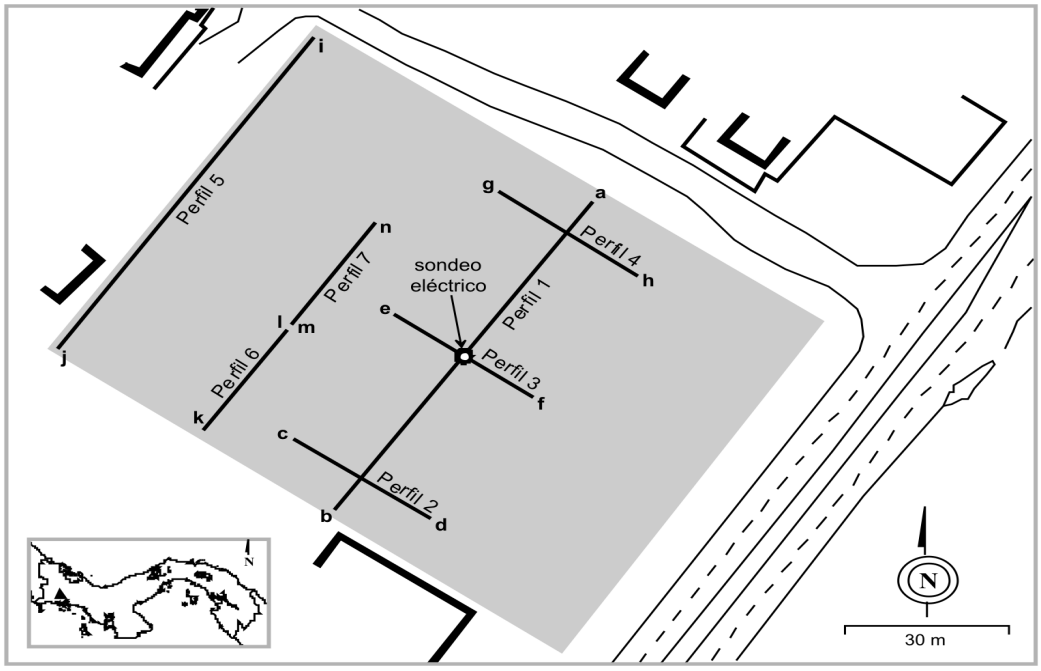


Figura 2: Distribución de los perfiles en donde se desarrollaron las tomografías y el sondeo eléctrico, este de la ciudad de David, provincia de Chiriquí, occidente de Panamá.

2.5 El sondeo eléctrico

El arreglo electródico utilizado en este trabajo correspondió al Schlumberger. En dicho arreglo, se incrementa la distancia media entre los electrodos de corriente (C1C2/2), mientras que la distancia media entre los electrodos de potencial eléctrico (P1P2/2) permanece fijo hasta cierto rango de C1C2/2. La apertura máxima entre los electrodos de corriente para este ensayo fue de 100 m. El resultado de este análisis se muestra en el gráfico bilogarítmico de la figura 3a, que relaciona la resistividad aparente medida y la distancia (C1C2/2).

como puede visualizarse, el modelo propuesto sugiere la existencia de 5 capas (figura 3b), las dos primeras con material resistente eléctricamente (250-745 ohm.m), para una profundidad total de 1,5 m (limo de alta plasticidad y arcilla), seguido de una capa de 3,5 m de espesor y 100 ohm.m asociada con limo arenoso; luego una cuarta capa de 5,0 m de espesor y con un valor de resistividad eléctrica de 50 ohm.m y, finalmente, una quinta capa que se extiende más allá de los 10,0 m de profundidad y con valor bajo de la resistividad eléctrica (17ohm.m) evidenciando estas dos últimas capas la presencia de agua.

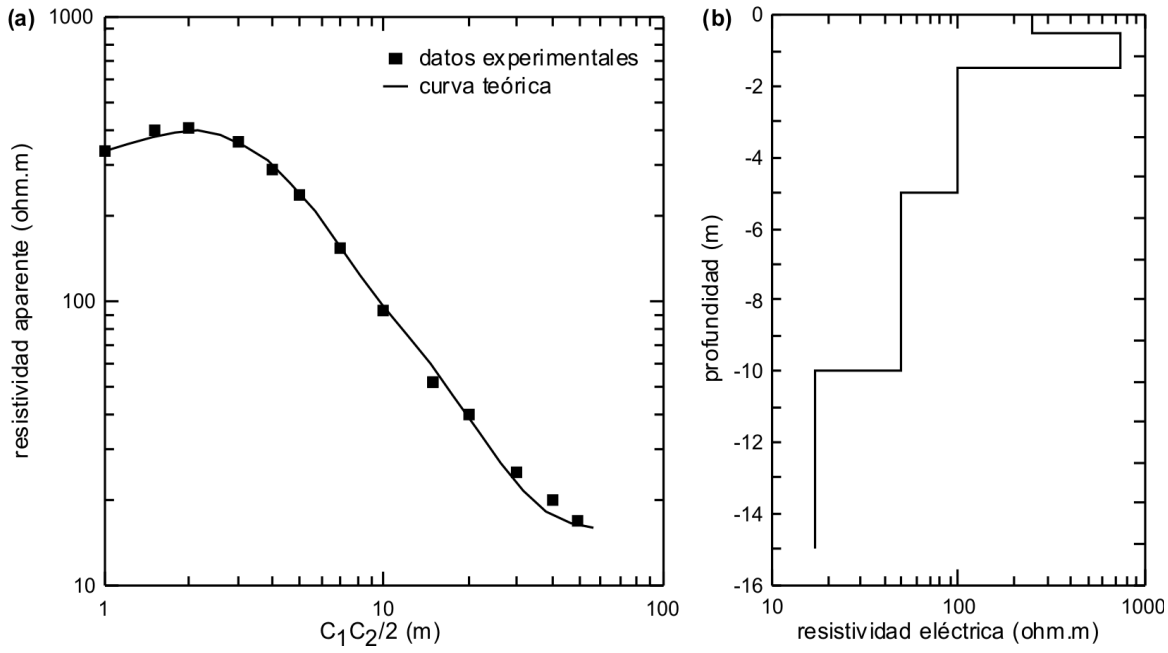


Figura 3: (a) Gráfico de la resistividad aparente en función de la apertura C1C2/2 para el sondeo eléctrico obtenido en la parte central de a zona de interés; (b) modelo de capas (David, provincia de Chiriquí).

2.6 La tomografía eléctrica

Tal como lo muestra la figura 1, se desarrollaron un total de 7 tomografías a lo largo de varios perfiles numerados de 1 al 7.

El sistema utilizado para el registro de la diferencia de potencial consistió de una fuente de corriente alterna de 400v en la salida y un conmutador conectado al dispositivo de registro con el objeto de optimizar recursos.

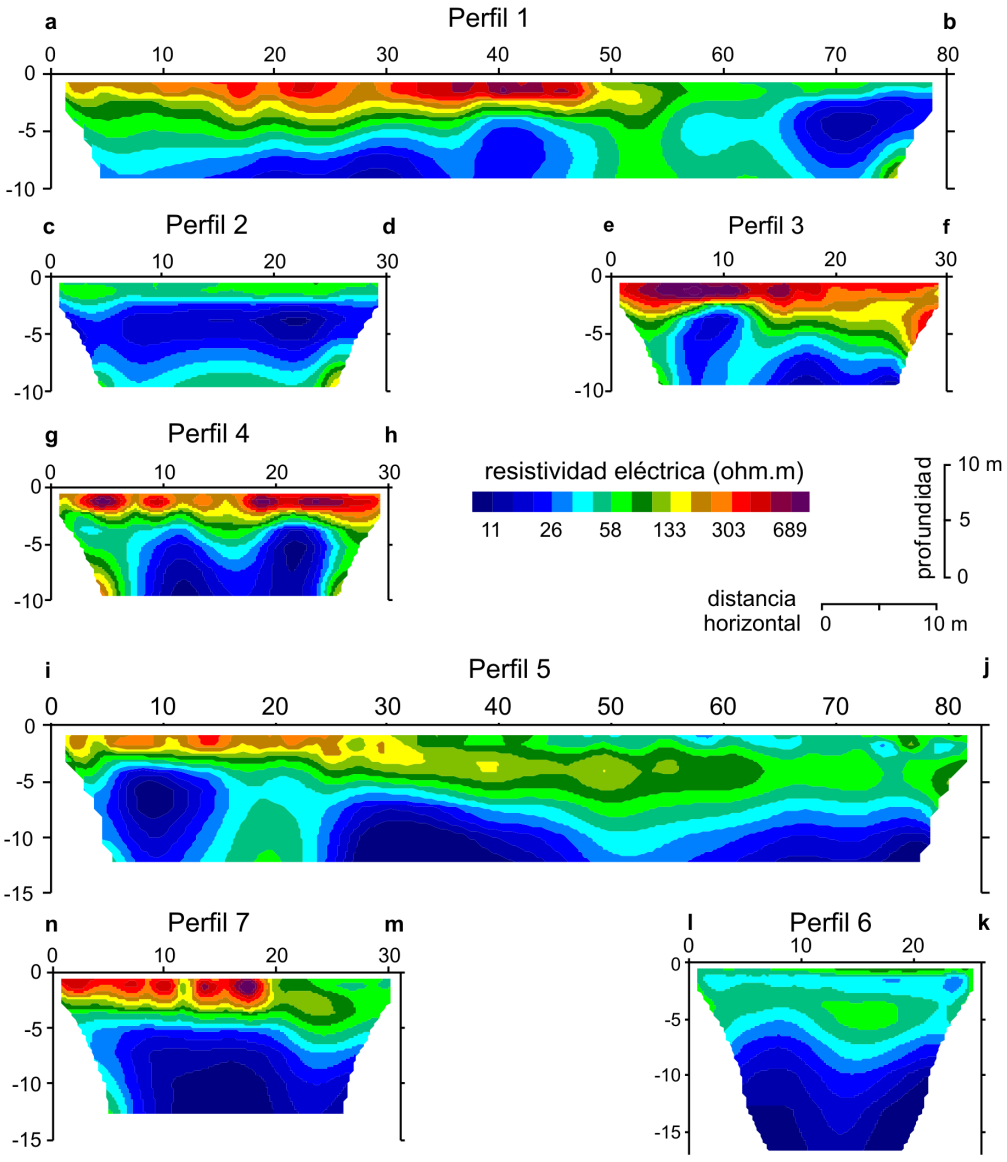


Figura 4: Síntesis de las tomografías eléctricas realizadas en el sitio de interés (David, provincia de Chiriquí).

El arreglo electródico utilizado en esta prueba correspondió al polo-polo, donde los electrodos se dispusieron de forma equidistante a lo largo de cada perfil a una separación de 1 m. Con los datos del potencial eléctrico registrados y el valor de la corriente eléctrica dada, se calcularon los valores de la resistividad aparente y con el uso de las subrutinas de un programa de inversión matricial desarrollado por (Loke, 2000), se lograron generar las imágenes bidimensionales correspondientes a los perfiles establecidos en este estudio.

Los resultados de esta fase de la experiencia se presentan en la figura 4. Los perfiles 1, 3, 4, 5 y 7 muestran una anomalía superficial de altos valores de resistividad eléctrica (= 400-1040 ohm.m) en tonalidades que van desde el naranja hasta el violeta; dichas anomalías se encuentran en un rango de profundidad que oscila entre los 2 y 2.5 m.

Este conjunto de anomalías se asocian con un material compuesto de limo de alta plasticidad. En estas mismas pruebas, y a profundidades intermedias se pueden visualizar otras anomalías en tonalidades que se extienden desde el verde caña hasta el amarillo (= 58 - 175 ohm.m), las cuales evidencian la presencia de limo de alta plasticidad con cierto contenido de material arenoso; este patrón se refleja también en las pruebas realizadas a lo largo de los perfiles 2 y 6.

En estos dos últimos, las anomalías superficiales se asocian a limo con cierto contenido de material industrial.

Las anomalías de resistividad eléctrica que presentan una tonalidad en azul (cuyo valor está por debajo de los 55 ohm.m) parecen relacionarse al mismo material anteriormente descrito, pero con mayor contenido de agua. El cuadro 1, presenta las principales características de cada una de las tomografías realizadas en los perfiles dados.

Conociendo la disposición de cada una de las tomografías en el sitio, sus características lineales y de posición, fue posible llevar a cabo una representación tridimensional de las mismas. El resultado se aprecia en la figura 5.

Perfil	Longitud horizontal	Nº de datos	Dispersión RMS (%)	Profundidad aproximada (m)
1	80	825	3.70	10
2	30	275	1.86	10
3	30	275	6.70	10
4	30	275	8.70	10
5	83	1001	3.70	13
6	26	306	2.80	17
7	31	325	3.80	13

Cuadro 1: Principales características de las tomografías desarrolladas sobre los perfiles establecidos en el sitio de interés.

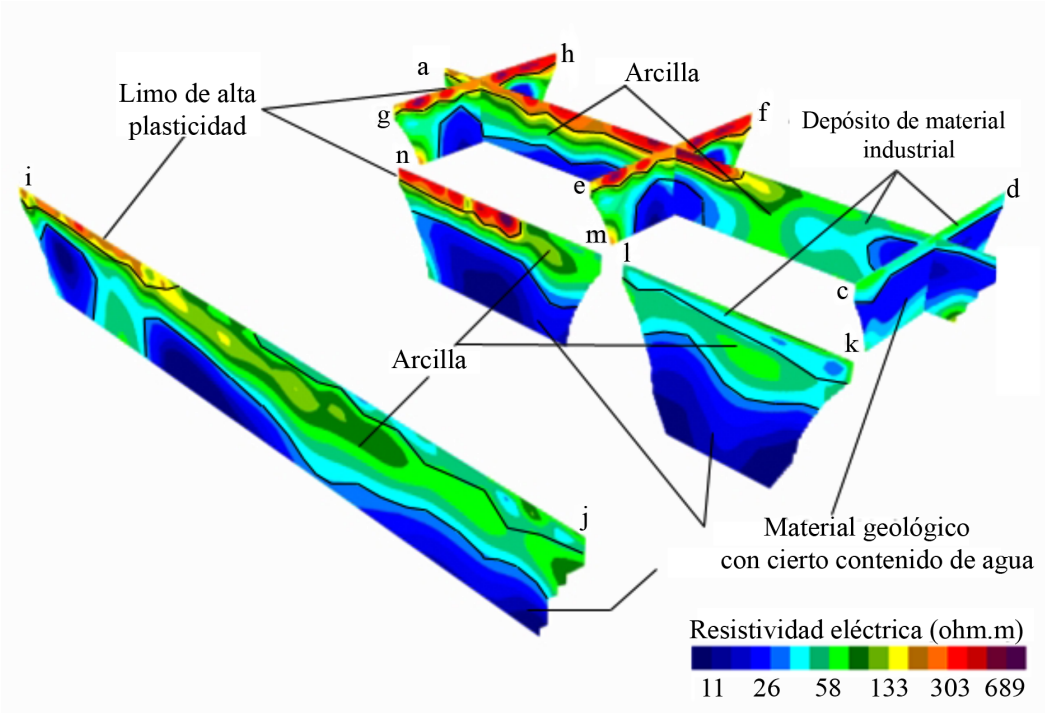


Figura 5: Representación tridimensional de las tomografías eléctricas realizadas en el sitio de interés.

3. Conclusiones

En términos de las características eléctricas del suelo, las técnicas de prospección geofísica juegan un papel muy importante en el reconocimiento de los diversos estratos que componen el mismo. El sondeo eléctrico constituye una herramienta de notable valor para efectos del reconocimiento de los estratos a nivel puntual, mientras que la tomografía eléctrica permite un análisis estratigráfico lateral y a nivel de profundidad. En los ensayos realizados en este trabajo, no se pudo identificar el manto rocoso a menos de 17 m de profundidad; no obstante, se pudieron diferenciar algunos estratos superficiales correspondientes a limo con alto nivel de plasticidad, seguido de arcilla, y después, material limoso y arena.

sector suroeste de la zona de interés se encuentra influenciado por una deposición de materiales asociados a actividades industriales. Las capas que siguen revelan bajos valores de resistividad eléctrica, lo que evidencia la presencia de agua a esas profundidades. Estos datos han sido verificados por (Dubois y Diament, 2000) y el Standard Guide D 6432-99. Estos resultados experimentales revelan la viabilidad del método en el campo de la ingeniería civil.

ELABORACIÓN DEL MAPA DE DECLINACIÓN MAGNÉTICA PARA LA REPÚBLICA DE PANAMÁ, AÑOS: 2007 - 2010

Freddy E. González G. / e-mail: gonzalez_freddy@hotmail.com
Jaime Toral / e-mail: jaime.toral@gmail.com
Miguel Jaramillo / e-mail: mjaramillo@mop.gob.pa

Resumen

Este trabajo pretende presentar la actualización de la carta isogónica o declinación magnética de la República de Panamá para el período: 2007-2009. Para ello, se utilizó el modelo IGRF-10 desarrollado por la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía (IAGA International Association of Geomagnetism and Aeronomy), que se revisa cada cinco años y que va por su versión décima. Este modelo considera el constante cambio del campo magnético terrestre y su influencia en la declinación magnética, por lo que nos sirve para poder determinar la dinámica, y de esta forma actualizar y ajustar, en la medida de lo posible, la exactitud de la cartografía que sirva de soporte a sistema de navegación aéreo o marítimo.

Palabras claves

Declinación magnética, carta magnética, geomagnetismo, campo de referencia geomagnético y modelo del campo geomagnético.

Summary

This work pretends to introduce renews of the isogonics chart or magnetic declination to the republic of Panama, to the years: 2007 - 2009. This work used the model IGRF-10 developed for the IAGA International Association of Geomagnetism and Aeronomy, who adjust the model each five years and have made ten versions.

This model considers the constant changing of the geomagnetic field and its influence in the magnetic declination, we use this model to establish the dynamics and adjust as good as we can the accuracy of the cartography which support on aerial or maritime navigation.

Keywords

Magnetic declination, magnetic map, geomagnetism, geomagnetic reference field and geomagnetic field model.

1. Introducción

Existen dos formas de conocer el valor de la declinación magnética:

- Mediante la aplicación de alguno de los modelos matemáticos que existen y que permiten extrapolar coeficientes de medida para cualquier punto de la superficie terrestre y estimar el valor de los distintos parámetros del campo magnético, tanto para el futuro como para el pasado.

- Por el procedimiento empírico de medir las declinaciones magnéticas en campo.

En la actualidad, se emplean dos tipos de modelos:

- El modelo WMM (World Magnetic Model) del United States Geological Survey y British Geological Survey, que fue publicado en enero de 2000.

- El IGRF (International Geomagnetic Reference Field) de la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía, que se revisa cada cinco años y que va por su versión décima.

La utilidad que tiene el modelar el comportamiento de los campos magnéticos radica en la dinámica de los polos magnéticos. Puesto, el Norte Magnético no siempre coincide en su ubicación con el Norte Geográfico Verdadero. Y el horizontal de entre el Norte Magnético y el Geográfico Verdadero es el conocido como la declinación magnética.

La necesidad de calcular la declinación magnética radica en las variaciones anuales de este ángulo, que incide en el posicionamiento en sistemas de navegación aéreo, marítimo y trabajos cartográficos realizados con sistema de brújula.

Además, el estudio de la declinación magnética es uno de los componentes de la Carta Magnética Nacional, necesaria para el estudio del magnetismo para aplicaciones de Geofísica y Geodesia en busca del desarrollo del modelo del Geoide panameño.

2. Materiales y metodología

Entre los insumos utilizados para la realización de este trabajo, figuran los siguientes:

- Programas estadísticos (Excel 2000).
- Programas de Sistemas de Información Geográfica (ARCVIEW 8.3, Spatial Analyst).

En primer lugar, se definió una malla, puntos ubicados cada treinta minutos (30'), desde el punto de origen 6º 30' N, 77º 00'W hasta 10º 30' N, 83º 30' W. Estas coordenadas orientadas al sistema de referencia WGS-84. Posteriormente, se aplicó el modelo IGRF-10 para cada coordenada para las siguientes fechas: 1/enero/2007; 1/enero/2008 1/enero/2009

Una vez obtenidos los resultados, se procede de llevar los datos recolectados a un Sistema de Información Geográfico, donde se realiza una interpolación de las líneas isogónicas para cada fecha mencionada, mediante métodos geoestadísticos.

Posteriormente, se realiza un análisis geográfico regional de las variaciones temporales de las líneas isogónicas.

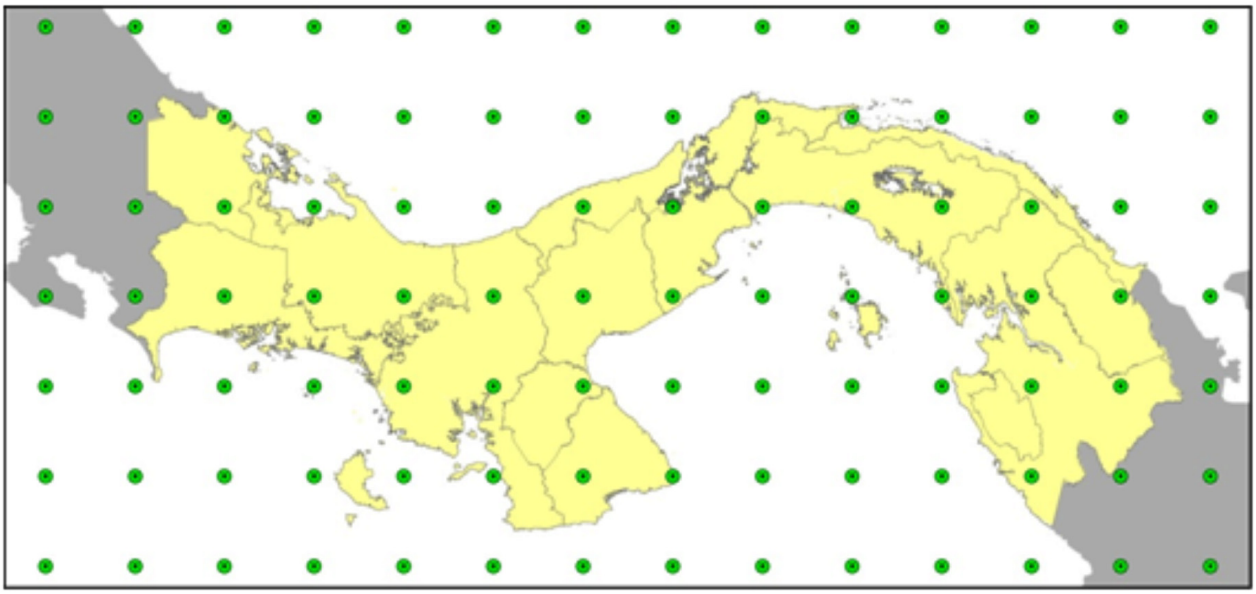


Figura 1: Coordenadas de los sitios de muestreo del Modelo IGRF-10.

Este cálculo se fundamenta de la siguiente fórmula:

$$V(\gamma,\theta,\lambda,t) = R\sum_{n-1}^{n_{N\omega}}\left(\frac{R}{\gamma}\right)^{n+1}\sum_{m-o}^{n}\left(g_n^m(t)\cos m\lambda + h_n^m(t)\sin m\lambda\right)P_n^m(\theta)$$

3. Resultados

Con los resultados de las tres fechas, se pudo observar que la declinación, magnética durante este período está oscilando hacia al Oeste. Y que este desplazamiento, no es sistemático.

Con estos resultados se hicieron tres mapas de la declinación magnética en las fechas mencionadas. Como se ilustra a continuación.

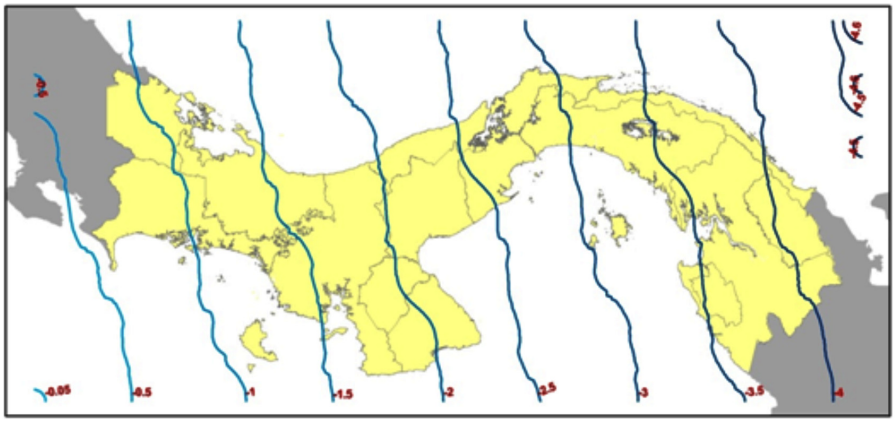


Figura 2: Declinación magnética al 1 de enero del 2007.

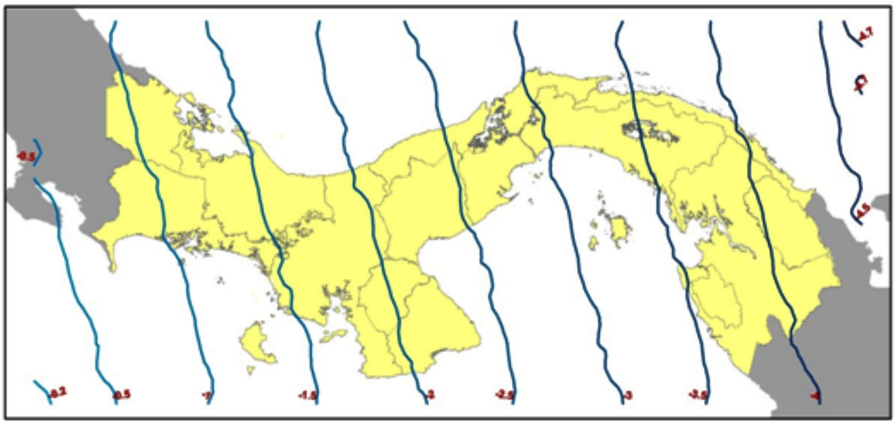


Figura 3: Declinación magnética al 1 de enero del 2008.

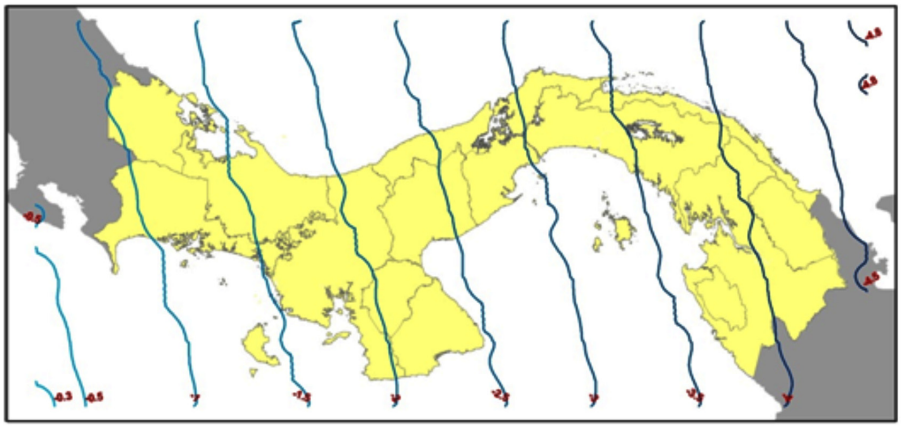


Figura 3: Declinación magnética al 1 de enero del 2009.

4. Discusión

Para los tres años se han identificado zonas donde la fluctuación de la declinación magnética podría incidir en los sistemas de navegación, si no se toman los ajustes necesarios. Los sitios son:

- La ensenada de San Miguel, en la provincia de Darién, presenta variaciones para los tres años.
- El área de Taboga y entrada sur del Canal de Panamá presenta cambios del año 2007 al 2008.
- La ensenada de Montijo presenta cambios del año 2007 al 2008.
- La parte oriental de la isla Coiba, en la provincia de Veraguas, presenta cambios del año 2008 al 2009.
- El área de Pedregal, en la provincia de Chiriquí, presenta cambios del año 2008 al 2009.
- El área de la laguna de Chiriquí, en la provincia de Bocas del Toro, presenta cambios del año 2008 al 2009.
- El área de la Costa Arriba (Portobelo y Santa Isabel), de la provincia de Colón, presenta variaciones para los tres años.

Posteriormente a los resultados del modelo IGRF, se aplica una prueba de bondad de ajuste, para medir la precisión del modelo IGRF con respecto a valores reales medidos en campo.

- Al comparar los valores reales de declinación magnética calculados en campo en la República de Panamá, con los valores estimados por el modelo IGRF.

prueba de bondad de ajuste se encontró que el modelo IGRF, para la República de Panamá, tiene una precisión de cuatro minutos (4'), con una confianza del 95%. Esto se considera aceptable para un sistema de navegación orientándo con el norte magnético.

5. Conclusiones

- Es necesario desarrollar un mapa de la declinación magnética, pues este documento nos presenta la dinámica del campo magnético de la Tierra.
- La necesidad de representar la variación del geomagnetismo del ángulo horizontal respecto al norte verdadero se fundamenta en que muchos sistemas de navegación marinos y aéreos se pueden afectar por el campo magnético terrestre.
- La declinación magnética de Panamá para los años 2007, 2008 y 2009 se mantiene desplaza al Oeste. Y este desplazamiento no es sistemático.
- Al analizar las hojas isogónicas del 2007, 2008 y 2009, se identificaron siete áreas costeras donde podría existir variabilidad.

El modelo IGRF-10 mantiene para Panamá una precisión máxima de cuatro minutos (4'), lo cual se considera aceptable para un sistema de navegación orientándose con el Norte Magnético.

Referencias bibliográficas

MENDEZ, L. D. 2000. Nociones de navegación. ITP. México.
Sitios web consultados:
http://www.noaa.gov

ANGEL RUBIO Y LA CARTOGRAFÍA PANAMEÑA

José Santos Cañizales
Universidad de Panamá

Fig.1 Fotografía del profesor Ángel Rubio.

El advenimiento de la publicación de "Geodesarrollo" en nuestro medio sociocultural, es ocasión propicia para ponderar el legado del gran "Maestro de Maestros", el profesor Ángel Rubio.

Tratándose de una publicación que se realiza bajo los auspicios del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", institución, encargada por Ley de la producción cartográfica del país, nada mejor que rendirle un sentido y merecido homenaje al forjador de la geografía científica panameña, re cordando su vida, su obra y analizando, aunque someramente, su importante aporte a la Cartografía de Panamá.

El profesor Ángel Rubio, panameño de corazón y por naturalización, arribó a Panamá, oriundo de España, en 1937; desde entonces, hasta su sensible desaparición física en la ciudad de Panamá el 30 de noviembre de 1962, dejó una huella imborrable en nuestro medio, como un lucero brillante cuya estela permanece.

Nacido en Córdoba, España, el 27 de junio de 1901, obtuvo su título de Bachiller en Ciencias del Instituto General y Técnico de Sevilla, España (1918). Licenciado en Filosofía y Letras, Sección Historia en la Universidad Literaria de Sevilla (1922), sirvió en varios centros de enseñanza media de Ternel, Cáceres y Barcelona.

Realizó estudios en el Cuerpo Facultativo de Archiveros, Bibliotecarios y Arqueólogos en la Universidad de Sevilla.

Fue investigador y paleógrafo en el Archivo General de Indias, catedrático por oposición de Geografía e Historia, profesor en la Universidad Autónoma de Barcelona y Diputado a las Cortes por la Provincia de Cáceres [(1)].

---

[1]Don Ángel Rubio por Juan Antonio Susto. *Revista Lotería* N° 85, Panamá, diciembre de 1962. Citado por McKay, Alberto: La Geografía y su desarrollo en Panamá. Imprenta de la Universidad de Panamá, 1995, Panamá, p. 50.

El profesor Ángel Rubio se trasladó a Panamá por motivos de la Guerra Civil española (1936-1939). Arribó a nuestro país en 1937 y se unió en matrimonio a María Eugenia Lasso de la Vega, hija del educador Melchor Lasso de la Vega.

En nuestro país, organizó los estudios geográficos en nuestra Universidad de Panamá (fundada en 1935). Trabajó en la elaboración de mapas y cartogramas en la Oficina del Censo (1939). Fue Delegado de Panamá a la II Reunión Panamericana del Comité de Cartografía y Geografía reunida en Río de Janeiro en 1944 y delegado por nuestro país a varios congresos y eventos internacionales, entre los que se destaca la Conferencia Internacional del Mar celebrada en Ginebra, Suiza, en 1958. Fue cartógrafo del Banco de Urbanización y Rehabilitación de Panamá (BUR).

Escribió más de un centenar y medio de trabajos, entre investigaciones y artículos (algunos inéditos), sobre temas geográficos, históricos y literarios, cuya extensa bibliografía ya ha sido ampliamente divulgada.

Sin contar las sociedades científicas en las que fue miembro de Honor en la Madre Patria, son dignas de mención las siguientes: The American Geographical Society, New York, 1939; The American Geographical Society, Washington, 1939; Sociedad Bolivariana de Panamá,1939; Sociedad Geográfica Americana, Buenos Aires, 1941; Sociedad Interamericana de Antropología y Geografía, 1943; Socio Activo de la Sociedad Geográfica de Lima, 1947; Correspondiente de la sociedad geográfica de Cuba, 1948; Correspondiente de la sociedad Chilena de Historia y Geografía, 1948; Director del Office for Central America and West Indies of The Atlantic Union of Economical Geographers, Munich,1948; Sociedades de Geografíado Río Janeiro, 1948; American Instituto of Geonomy and Natural Ressources, South Duxbury, Massachussets, 1950; Miembro honorario de la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos, 1951; Socio correspondiente de la Sociedad Mexicana de Geografia y Estadística, México, 1951; Representante en América Central de The Atlántic Union of American Geographers, 1952-1953; Socio correspondiente de Geografía de Lisboa, 1952; Presidente del Grupo de Trabajo de Geografía Urbana, Comisión de Geografía. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 1954-1959; Miembro de Número de la Academia Panameña de Historia, 1954; socio fundador de la Sociedad Interamericana de Planificación, 1958; Presidente del Comité de Geografía Urbana, Comisión de Geografía, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, desde 1959; socio fundador de la Sociedad Panameña de Planificación, 1960; miembro de la Asociación de Geógrafos Franceses, 1961".[2]

Los honores que recibió don Ángel Rubio, por su extraordinario trabajo a nivel nacional e internacional, se resumen en:

- Gran Oficial de la Orden de Vasco Núñez de Balboa. Panamá, 1958.
- Gran Cruz de la Orden del Cedro, del Líbano. República de Líbano, 1958.
- Gran Cruz de la orden de Vasco Núñez de Balboa, Panamá, 1960.
- Medalla de Oro Panamericana de Geografía, otorgada por la Comisión de Geografía del Insti-tuto Panamericano de Geografía e Historia. Buenos Aires, 1961.
- Diploma otorgado por la Sociedad Interamericana de Planificación, México, 1962.

---

2 Russo, Aura E. L. Proyecciones nacionales de la obra geográfica de Ángel Rubio, Panamá, Lito. Universidad de Panamá, 1969, pp. 33-35.

En su opúsculo "Proyecciones nacionales de la obra geográfica de Ángel Rubio, la Dra. Aura E. L. de Russo explica las razones que permiten calificar al profesor Rubio como: el pionero de la geografía Científica en Panamá y el descubridor científico de la realidad geográfica del Estado panameño; y la obra fundamental del maestro: la estructuración geográfica del Estado panameño.

En la mencionada publicación, la Dra. Russo clasifica los trabajos del Profesor Rubio sobre temas geográficos en las siguientes secciones: Cartografía, Geografía Física o Natural, Geografía Política y Geopolítica, Geografía Humana, Geografía Regional y Planificación, e Historia de la Geografía.

Su interés por la cartografía, desde el principio, se reflejó en la clasificación que hizo en su "Esquema histórico de la cartografía de Panamá," en el cual distingue los siguientes períodos:

Colonial primitivo, siglos XVI y XVll; Colonial perfeccionado, siglo XVllI; Cartografía moderna, siglo XIX y siglo XX; primeros mapas generales de la República de Panamá; y período científico: 1946 en adelante.

De su aporte en cartografía, motivación del presente artículo, recogemos las siguientes publicaciones:

- Atlas de Historia de España y de la civilización Española: A. 1. y A. R. Colaboración con el Dr. Antonio Jaén Morente, Sevilla. Imprenta E. de las Heras, 1927.

- Mapas de las correlaciones toponímicas entre Extremadura y América y Anahuac y Extremadura y Filipinas. Premiado en la Exposición Iberoamericana de Sevilla, 1929-1930

- Mapa de las rutas y exploraciones de los conquistadores extremeños en indias.

- Proyecto de atlas de historia general de américa y de la cultura americana. Presentado al Congreso de Historia y Geografía Hispano-americanos, celebrado en Sevilla, 1930. Publicado en Boletín de la Academia Panameña de la Historia, Segunda Época 1, enero-junio,Panamá, 1943.

- Estudios geográficos y cartogramas del censo de población de Panamá, 1940. Vol. X. Compendio general. Panamá, Imprenta Nacional, 1946.

- Notas y sugestiones sobre los problemas de la geografía y cartografía en Panamá. ingeniería y arquitectura, Panamá Vol. 3, N° 16, agosto, Panamá, 1947.

- Atlas geográfico elemental de Panamá. Edición preliminar, Panamá. Edición del Ministerio de Educación. Imprenta El Panamá América, 1947.

- Atlas geográfico elemental de Panamá. Edición preliminal, Panamá. Edición del Ministerio de Educación. Imprenta El Panamá América, 1948.

- Pequeño atlas geográfico de Panamá . Primera Edición. Panamá. Editora Sánchez y Herrera, 1950.

- Primitnos trabajos geodésicos y topográficos en panamá. Ingeniería y Arquitectura, Panamá Vol. 6 N° 34, 1951.

- Proyecto de atlas de historia de América. Publicación W 13. Comisión de historia, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México,1951.

- Un mapa de piratería en el Istmo de Panamá, siglos XVI-XVIII. Universidad. Órgano de la Universidad de Panamá, 31, enero, 1952.

- Guía de exposición de cartografía, presentada en la Universidad de Panamá (1- 8 de noviembre de 1953), con motivo de las fiestas del Cincuentenario de la República. 83 Mapas y Cartogramas, preparado por Ángel Rubio.

- Un mapa de población de Panamá del siglo XVID. Comentario explicatno y carta. Panamá. La Estrella de Panamá. Edición del 14 de febrero de 1953.

- Primitivos trabajos geodésicos y topográficos en Panamá. Buenos Aires. Revista Cartografía. Instituto Panamericano de Geografía e Historia,1954.

- Pequeño atlas geográfico de Panamá. Cuarta edición, 1955. 17. Un mapa de piratería en el Istmo de Panamá durante los siglos XVI, XVII y XVIII. Panamá, Lotería W 13, diciembre de 1956.

- Pequeño atlas geográfico de Panamá. Quinta Edición, 1959.

En sus apuntes de clase titulado “Cartografía”, la profesora Consuelo Tempone, indiscutible heredera académica del Profesor Ángel Rubio, afirma que: La idea de preparar un Atlas de la República de Panamá fue expuesta en 1942, cuando el profesor Ángel Rubio (q.d.d.g.) presentó a la Dirección de Estadística y Censo un proyecto basado en los resultados del Censo de 1940. Por diversos motivos no prosperó la idea[6]. Bajo la inspiración del Profesor Rubio ese sueño se hizo realidad con la publicación del Atlas de Panamá por el Departamento de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República, en 1965.

El profesor Ángel Rubio fue el autor de cinco ediciones del Pequeño Atlas de Panamá, con propósitos esencialmente didácticos, utilizados por millares de estudiantes de todos los niveles, correspondientes a la escuela primaria y Secundaria en sus respectivas clases de Geografía, desde la publicación de la primera edición en 1947, hasta la aparición del Atlas de la República de Panamá, de 1965.

En sus apuntes de clase titulado “Cartografía”, la profesora Consuelo Tempone, indiscutible heredera académica del profesor Ángel Rubio, afirma que: La idea de preparar un Atlas de la República de Panamá fue expuesta en 1942, cuando el profesor Ángel Rubio (q.d.g.) presentó a la Dirección de Estadística y Censo un proyecto basado en los resultados del Censo de 1940. Por diversos motivos, no prosperó la idea[6].

Para resaltar una de las cualidades sobresalientes del profesor Ángel Rubio como maestro por excelencia y el enorme valor que para él tenía la representación gráfica del territorio con sus paisajes naturales y culturales, mediante sus cartogramas, sus mapas y sus cartas, cuyos originales guardabacon gran cuidado en la mapoteca del Departamento de Geografía de la Universidad de Panamá, detallamos, con datos de los apuntes de la Pro fesora Tempone, un poco más acerca de sus muy bien utilizados Atlas Geográficos, elaborados por él con propósitos netamente didácticos: [7].

- Atlas Geográfico Elemental de Panamá de 1947. Contenido: 16 mapas, acompañados de pequeños textos explicativos. Edición Oficial del Ministerio de Educación. Panamá. Imprenta Nacional.

---

[6] Tempone, consuelo, cartografía. Departamento de Geografía, Universidad de Panamá, 1934, p.69

[7] Tempone, Consuelo, Op. cit, pp. 74-75.

- Pequeño Atlas Geográfico de Panamá de 1950. Contenido: 13 mapas, con sus respectivos textos explicativos. Panamá. Sánchez y Herrera, editores.

- Pequeño Atlas Geográfico de Panamá de 1955. Contenido: 17 mapas, precedidos de textos explicativos. Panamá. Editora Istmeña, S. A. 69 páginas.

- Pequeño Atlas Geográfico de Panamá de 1959. Contenido: 17 mapas, acompañados de sus respectivos textos explicativos. Edición en colores revisada y actualizada. Ediciones Oasis. 63 páginas.

Estos atlas, agotados por supuesto, constituyen verdaderas joyas para quienes los poseen. Nos permitimos referimos brevemente al Pequeño Atlas Geográfico de Panamá de 1955, donde aparecen, además de la biografía del autor, las informaciones sobre los símbolos patrios y los artículos de la Constitución del Estado panameño referentes, principalmente, al territorio.

Los 17 cartogramas precedidos de sus respectivos textos como anteriormente señalamos, son los siguientes:

Cartograma 1: Posición geográfica de Panamá; Cartograma 2: Provincias y distritos; Cartograma 3: Elementos estructurales, plataforma Continental; cartograma 4: Regiones de relieve; Cartograma 5: Ríos, regiones hidrográficas; Cartograma 6: Población; Cartograma 7: Producción de arroz, naranja, yuca, ñame y papas: Cartograma 8: Producción de maíz, coco, abacá y caucho; Cartograma 9: Producción de plátanos, bananos, frijoles y caña de azúcar; Cartograma 10;Ganado vacuno, porcino, aves y pesca; Cartograma 11: Economía y turismo; Cartograma 12: Comunicaciones; Carto grama 13: La ciudad dePanamá: Cartograma 14: Colón, Cristóbal, Zona Libre de Colón; Cartograma 15: Regiones geográficas; Cartograma 16: El Canal de Panamá y la Zona del Canal; y Cartograma 17: Rutas que usa el Canal de Panamá.

La profundidad de la misión que se impuso el profesor Ángel Rubio para divulgar la ciencia entre sus semejantes, en nuestro caso la Ciencia Geográfica, se refleja en el pequeño prólogo que aparece en el mencionado Pequeño Atlas de 1955 que reza así:

Decía un geógrafo francés, P. Deffontaines: "Sólo se posee aquello que se conoce".

Procuren los alumnos panameños conocer bien su propia tierra y darle lo mejor de su espíritu, para que no sea cierto aquello que el poeta español, Manuel Altolaguirre, recogió melancólicamente en estos versos:

"Te ciñen los horizontes y durísimos te aprietan, una geógrafa insensible: montes, ríos y praderas se duerme sin la luz única que dentro de ti se encierra. No te duelen las montañas, ni lo mares te atormentan, tu corazón da su sangre a escaso trozo de tierra"[8]*...*

"La modestia de Ángel Rubio, raya casi en timidez, fue proverbial. Siempre y en toda ocasión declinó homenajes y agasajos y evitó toda especie de exhibición. Era causa de preocupación y aun de disgusto para él, el tener que asistir a reuniones o sesiones públicas, debido a obligaciones imprescindibles inherentes a su cargo. Gran simpatizador de la conversación en grupos reducidos, siempre procuraba excusarse cuando se trataba de discursos y pronunciar conferencias"[9]

---

8. Rubio Ángel. Pequeño Atlas Geográfico de Panamá. Editora Istmeña S.A., Panamá, 1955.

9. Mérida, Julio E. In Memorian. Dr. Ángel Rubio. Hombre y Cultura, Tomo 1, N 2 Universidad de Panamá, 1993.

El autor de este artículo, Valentín Corrales G., tuvo la dicha de ser discípulo del profesor Ángel Rubio, no sólo en las clases de Geografía Matemática y de Geografía de Panamá, sino también como el asesor de mi trabajo de graduación sobre "El Golfo de Panamá", que me permitió obtener el grado de Licenciado en Filosofía, Letras y Educación, con especialización en Geografía e Historia, en 1959.

Voy a permitirme dialogar con el recuerdo para presentar un perfil íntimo del maestro, desde la perspectiva del discípulo que, entre 1955 y 1959, tuvo el alto honor de ser su alumno. Para ello debo rememorar el pasado y traer al presente algunas vivencias experimentadas en diversas circunstancias que, tomadas al azar, permitan a grandes pincelazos dibujar algunos rasgos de su personalidad que perduran en mi memoria.

A cabalidad, infundía a la vez respeto, temor, confianza y admiración. De mediana estatura (más bien alto que bajo), de contextura robusta, de caminar seguro y acompasado, con paso largo, lo recuerdo por el pasillo rumbo al salón de clases; vistiendo un saco más claro que

el pantalón, con camisa de cuadros, sin corbata , que asomaba por el cuello, llevando un maletín en la mano izquierda mientras que con la derecha hacía gestos de saludo a quienes encontraba a su paso. Poco locuaz durante estos recorridos, premiaba a sus estudiantes y colegas con una sonrisa y, a veces, con un gesto.

El andar ceremonioso lo delataba desde lejos, lo cual nos ponía a sus alumnos sobre aviso, para tomar una actitud seria y recibir al maestro con todo el respeto que se merecía.

Con una pasmosa rutina que nos permitía adivinar sus movimientos pero, a la vez, con la aureola del hombre de cultura superior que sabía imprimirle señorío a sus gestos, entraba al recinto sagrado de trabajo (su oficina, dirección, despacho, taller, " gabinete" o como quiera llamársele); rodeado de miles de libros, revistas, mapas, documentos inéditos, material didáctico, instrumentos y equipos de laboratorio, equipos de oficina, etc., todo en perfecto orden, en donde permanecía hasta altas horas de la noche, todos los días laborables de la semana, incluyendo muchos sábados y domingos.

La clase también tenía su ceremonial. Al tocar el timbre, el profesor Rubio sale del "gabinete", mira el cartel rotulado con un pensamiento de Pascal "LA CIENCIA SE HACE, NUNCA ESTÁ HECHA", colocado en el entrepaño y cierra la puerta del aula de clases que comunica con el pasillo y se oculta nuevamente en su recinto. Se oyen toques tímidos de algún compañero retrasado que se ha quedado por fuera en el pasillo; pero a nadie se le ocurre abrir la puerta para que se incorpore a la clase.

hora se respira una mezcla de solemnidad y temor en una atmósfera expectante.

Pero pronto se despeja la incógnita y la atmósfera pierde su sopor: el profesor Ángel Rubio ha salido en mangas de camisa, ha sacado de su bolsillo un pañuelo cargado de un oloroso perfume y, haciendo un gracioso movimiento giratorio remedando a David con su onda, lo ha vuelto a guardar; cordialmente nos saluda y con su acento que recuerda aún su origen español, nos envuelve en su verbo y nos transporta en los laberintos del saber. Sentado, parado, caminando de un lado para otro,mostrando el mapa mural del aula o los cartogramas archivados en la mapoteca o la colección de mapas, haciéndonos colocar en derredor para explicamos alguna lámina, sacándonos al campo

llevándonos de excursión, asignándonos trabajos de investigación individual y por equipo, poniéndonos a leer voluminosos libros, no sólo en español, para presen tarle nuestras asignaciones en fichas sinópticas, en fin, utilizando todos los recursos pedagógicosde aquellos años. Don Ángel se esforzaba por enseñarnos lo que sabía, tanto en cuanto a los contenidos del programa como en cuanto a métodos y disciplina del trabajo.

Profundamente humanista, don Ángel tenía una fe profunda en nosotros y por eso nos exigía trabajo casi hasta el sacrificio: "mientras más se exprime, más se le saca el jugo". La presentación de trabajos era un gran acontecimiento, pero más lo era la presentación de los exámenes, lo cual se revestía de una ceremonia especial: cada uno de nosotros tenía que llevar a la parte posterior del aula y dejar sobre el piso todos los enseres (mochilas, carteras de mano, libros, cuadernos, apuntes, etc.), para asegurar la honestidad y, luego, insacular de una bolsa ¿ Urna ? Los temas a desarrollar por sorteo.

El profesor Ángel Rubio era justo, bueno e inteligente, cualidades de su carácter que se reflejaban en las facciones físicas de su rostro: la justicia como rasgo de su carácter parecía estar relacionada con su mentón un tanto pronunciado; su bondad que daba claramente evidenciada en su mirada serena y profunda; sus ojos, más bien grandes, tenían un rasgo de melancolía, pero sonreían sin forzarlos bajo los aros de sus gafas; y su inteligencia parecía estar relacionada con la amplitud de su frente.

Don Ángel nació en España, pero a pesar de ser español por nacimiento, fue panameño por excelencia.

El profesor Manuel Zárate decía que: "hay panameños por nacimiento, los hay por naturalización y hasta por prescripción. Ángel Rubio es quizá el único panameño por transubstanciación, pues no de otra manera cabría explicar la obra que realizó. Unió su destino a nuestro Istmo, en donde regó con abundancia su semilla de sembrador, abriendo para siempre los surcos de la ciencia geográfica nacional".

Referencias Bibliográficas

Barahona, José del C. : El desarrollo de la Cartografía en Panamá. Impresión del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Panamá, 1972, 302 págs.

Mcka y Alberto: La Geografía y su desarrollo en Panamá. Imprenta de la Universidad de Panamá, 1995, Panamá. 73 págs.

Mérida, Julio E. : In Memorian. Dr. Ángel Rubio. (Currículo Vitae del Profesor Ángel Rubio). en *"Hombre y Cultura"*. Revista del Centro de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional, Tomo 1, N° 2. Panamá, diciembre de 1963, 123 págs.

Rubio, Ángel: Pequeño Atlas Geográfico de Panamá, Editora Istmeña S. A., Panamá 1955, 69 págs.

Russo, Aura E. L. : Proyecciones nacionales de la obra geográfica de Ángel Rubio, Panamá, Lito. Universidad de Panamá, 1969, 35 págs.

Tempone, Consuelo: Cartografía. Departamento de Geografía, Universidad de Panamá. Panamá, 1934, 106 págs.

Panamá, 10 de noviembre de 2008-11-11
Por Valentín Corrales G.

DELIMITACIÓN DE FRONTERAS INTERNACIONALES: FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE GEODESIA Y ASTRONOMÍA DEL IGNTG

Javier Posam
Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Panamá

Introducción

Básicamente, el Departamento de Geodesia y Astronomía del IGNTG efectúa todos los trabajos de campo y cálculos geodésicos requeridos en la confección de los mapas topográficos del país, así como aquellos que demanda la ciudadanía en general. Mantiene el archivo actualizado de todas la estaciones de control horizontal y vertical del territorio nacional.

Participa activamente en las dos comisiones bilaterales de límites fronterizos entre Panamá, Costa Rica y Colombia. Este departamento cuenta con equipos que son utilizados en las labores de posicionamiento de puntos de control horizontal, geodésico y satelitales, y en las nivelaciones de precisión. Cuenta con cuatro estaciones CORS para almacenar datos satelitales.

Comisión Mixta Permanente Demarcadora de Límites entre Panamá y Costa Rica

1. Antecedentes

En el año 1903, Panamá se independiza de Colombia y surge como República. Esto motiva para que se inicien negociaciones a fin de determinar y llegar a un acuerdo sobre los límites entre Costa Rica y Panamá, situación que años atrás ocasionó grandes inconvenientes. Los intentos por resolver el entorno limítrofe fueron muchos, pero todos resultaron infructuosos. Por ejemplo, en 1913 se dictó el "Laudo White", rechazado por los panameños, que produjo un enfrentamiento armado entre los países en Pueblo Nuevo de Coto.

Con el transcurso del tiempo se hizo necesario y urgente que las naciones llegaran a un acuerdo de límites; no obstante, siempre surgía alguna situación que no complacía a las partes y todo se quedaba en buenas intenciones.

Cuando asumió la presidencia de la República de Costa Rica don Rafael Ángel Calderón Guardia, sus relaciones de amistad con su homólogo de Panamá, don Arnulfo Arias Madrid, hicieron posible la solución definitiva al problema limítrofe.

El 1 de mayo de 1941 el ministro de Relaciones Exteriores de Costa Rica, don Alberto Echandi Montero, y el de Panamá, don Ezequiel Fernández Jaén, firmaron el tratado de límites conocido como Echandi Montero-Fernández Jaén, que fue ratificado el 27 de ese mes.

Según la historiadora Clotilde Obregón Quesada, los ministros llegaron al acuerdo de intercambiar unos lotes en la frontera, que tradicionalmente habían mantenido ambos países, con el fin de que el límite quedase más acorde a lo que cada uno quería.

"Tratado de Límites de 1941"

1. Boca Río Sixaola.
2. Confluencia del Río Yorkin.
3. Paralelo 9º 30' latitud norte.
4. Meridiano 82º 56' 10".
5. Cumbre de la cordillera de Talamanca.
6. Cerro Pando.
7. Línea divisoria de aguas.
8. Punta Burica.

En la actualidad, se trabaja en conjunto con el Instituto Geográfico de Costa Rica en la densificación y recuperación de hitos fronterizos a lo largo de la línea limítrofe que divide ambos países.

La frontera se a dividido en 7 sectores, de los cuales se ha trabajado el quinto y sexto sector (La Unión, Río Sereno, Paso Canoas y Cuervito). Actualmente, se realiza la recuperación de los hitos en el área de Limones, Baco y Punta Burica, que pertenece al séptimo sector (octubre 2008- abril 2009).

Los trabajos de amojonamiento realizados en el 2006, en el sector de Paso Canoas, de manera conjunta por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" de Panamá y el Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, tienen su fundamento en seguimiento de acuerdos tomados en la V Reunión de la Comisión Mixta Permanente de Límites entre Costa Rica y Panamá, celebrada el 19 de agosto del 2005 en la ciudad de David, República de Panamá; así como de acuerdos de la VI Reunión de la Comisión antes citada, celebrada del 18 al 20 de setiembre de 2006 en el Cantón de Corredores, República de Costa Rica.

Los mismos se ubicaron en el sector de Paso Canoas entre los hitos fundamentales 162-176, sector contiguo a la aduana panameña, donde sereplantearon y construyeron 3 hitos: el 162, 166 y el Gordas, entre los hitos fundamentales 256-258, se densificaron hitos auxiliares.

En la VII Reunión de la misma comisión, celebrada los días 26 y 27 de julio de 2007, en David - Panamá, se acuerda restaurar el hito 164 y colocar dos hitos entre la línea que va del 170 al 172, enfrente de la aduana panameña. Además, se acordó celebrar una reunión técnica a fin de homologar un acta con las coordenadas oficiales de los trabajos.

Foto 1: Placa instalada denominada "Aduana". Límite cerca de aduana.

Foto 2: Hito cerro del medio.

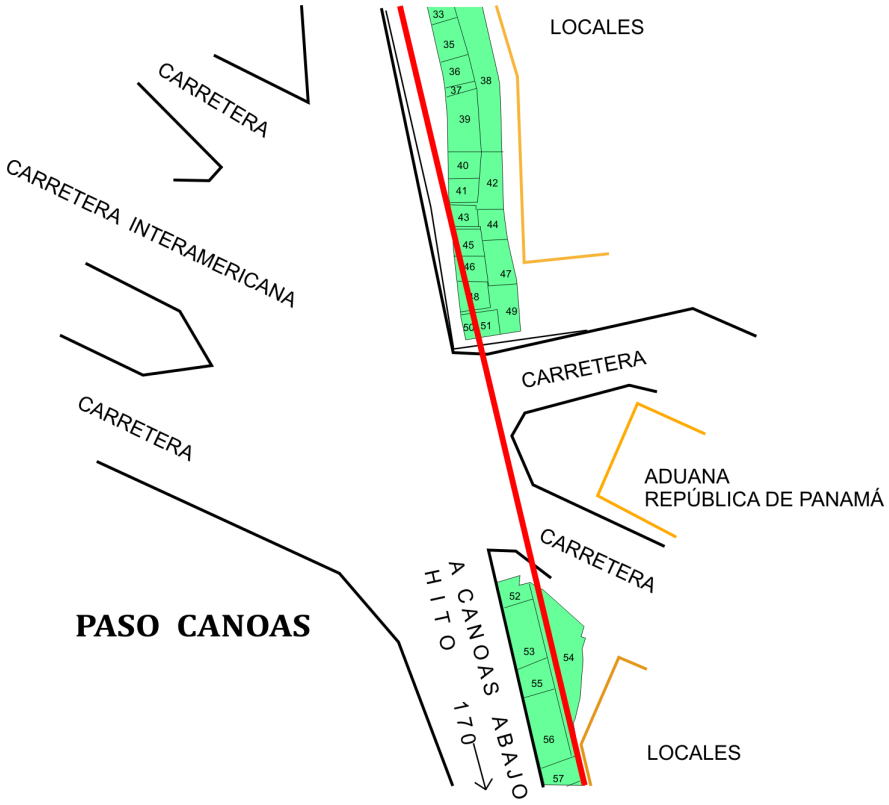


Fig. 1: Plano que limita la frontera de Costa Rica con Panamá.

Después de un largo período de tiempo de constituida la Comisión Demarcadora por el Tratado de Límites entre Colombia y Panamá de 1924, se reanudaron las actividades de la misma, con ocasión de la realización de la primera Reunión Técnica de la Comisión Mixta Permanente Demarcadora de la frontera Colombo - Panameña, los días 17 y 18 de marzo de 1995, en Santa Fe de Bogotá.

En dicha reunión, se aprobaron las normas técnicas de la Comisión Mixta, con el propósito de elaborar el plan de actividades para los próximos años.

Cita textualmente:

Artículo 1. Reconocimiento de la línea de frontera.

La Comisión Técnica realizará su labor de reconocimiento de la línea fronteriza en el sector acordado por la Comisión Mixta, en concordancia con el artículo 8, del reglamento general de la Comisión Mixta Permanente Demarcadora de la Frontera Colombo - Panameña.

Efectuado el reconocimiento del cual se trata el punto 1.1 la Comisión Técnica determinará las coordenadas de los hitos existentes, mediante el empleo de métodos y equipos modernos.

Artículo 8. Control terrestre.

Objeto: Determinar coordenadas geodésicas de los hitos existentes y los densificados, las que serán referidas al Sistema Internacional WGS-84 y al Datum de cada país.

Método: El procedimiento de las observaciones se efectuará por el método de posiciones independientes simultáneas y/o traslocación.

En la actualidad, se continúa con los mismos métodos, pero con equipos modernos como los GPS (Sistema de Posicionamiento Global) que vienen a facilitar un poco los trabajos que realizamos en la frontera, ya que los accesos al área son por vía aérea, marítima, o por caminos existentes conocidos por los moradores de estos sitios de difícil acceso.

El sistema de GPS es un sistema que tiene limitantes en el campo, como los que podemos mencionar:

- Interferencias electromagnéticas.
- Follaje (vegetación), entre otras.

Para la determinación de los límites fronterizos, es importante ubicar los hitos construidos en 1937.

La mayoría de estos hitos tienen 71 años desde su construcción, por lo que es importante el mantenimiento físico y actualización de las coordenadas, ya que por los métodos de medición utilizados en esos años hay una diferencia considerable con respecto a los levantamientos actuales. También es importante determinar, en campo, la divisoria de aguas (aguas que corren hacia Colombia y aguas que corren hacia Panamá), conocido también como filo de las montañas, ya que forma parte del límite natural de la frontera.

Se sabe que el área del Darién y Kuna-Yala es sumamente selvática, por tal motivo se nos dificulta el levantamiento que realizamos por las limitantes de los Sistemas de medición, de la ubicación de las divisoria de aguas, como lo mencionamos en líneas anteriores, por consiguiente se tratan de ubicar lugares donde hayan árboles caídos, o donde por circunstancias del terreno, hay menos vegetación, para así tratar de cortar lo menos posible los arbustos y árboles pequeños que se encuentran en el lugar del levantamiento, se calcula un radio de 5 metros alrededor del punto a medir, para poder así recibir la señal de los satélites en los receptores GPS utilizados.

2. Organización de trabajos en campo

Posterior a la reunión de la comisión, que por lo general es cada 2 años o cuando la comisión así lo requiera, ambos institutos geográficos: el Agustín Codazzi de Colombia y el Tommy Guardia de Panamá (Relaciones Exteriores de Colombia y Relaciones Exteriores de Panamá), guardan comunicación continua para coordinar los trabajos de campo a seguir. Ésta es una comisión binacional donde están involucrados estamentos de seguridad de ambas naciones, entre éstas podemos mencionar: por Panamá SAN (Servicio Aéreo Nacional) y la Policía Fronteriza; por Colombia, la Policía, el Ejercito y el departamento de Fronteras de la Cancillería.

Esta comisión trabaja en conjunto, por días incluso semanas, en las altas montañas sin importar las condiciones climáticas, sólo interesados en cumplir con el país.

Como profesionales de las ciencias de la tierra, geodestas, topógrafos, somos conscientes y preservamos nuestra naturaleza, utilizando métodos, muchas veces improvisados en campo, para así conservar nuestro patrimonio, exponiendo la vida y sacrificando a nuestras familias, para cumplir nuestro objetivo, la soberanía del país. Al no haber población significativa y medios de transportes importantes en la zona fronteriza, esta región favorece el paso del contrabando, narcotráfico y grupos paramilitares colombianos.

Foto 3: Cruce del ejercito panameño (SRNAFRONT), por el río Tupisa.

Foto 4: Personal de la gira al Hito Gandi, del 10 de junio, de 2010

- Hito 1. hito de la punta noroeste del cabo Tiburón: actualizado.
- Hito 2. hito del cerro medio: actualizado.
- Hito 3. hito del camino zapzurro - La Miel: Actualizado.
- Hito 4. hito del cerro Parado: actualizado.
- Hito 5. hito del cerro Sande: actualizado.
- Hito 6. hito de Chucurtí: actualizado.
- Hito 7. hito del Empalme: actualizado.
- Hito 8. hito del cerro Gandí: actualizado.
- Hito nuevo hito del cerro Armila: construido.
- Hito 9. hito de Tanela: por trabajar.
- Hito 10. hito del Alto Limón: por trabajar.
- Hito 11. hito del Palo de las Letras: reconstruido actualizado.
- Hito 12. hito de Mangle: por trabajar.
- Hito 13. hito del Cruce: por trabajar.
- Hito 14. hito del Pacífico: actualizado

4. Cálculos de coordenadas

Antecedentes

La posición de un punto sobre la superficie terrestre queda definida por la intersección de un meridiano y un paralelo, determinando así sus coordenadas.

4.1.1 Latitud

La latitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto. Se expresa en grados sexagesimales.

Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen la misma latitud.

Aquellos que se encuentran al norte del Ecuador reciben la denominación Norte (N).

Aquellos que se encuentran al sur del Ecuador reciben la denominación Sur (S).

Se mide de 0º a 90º. Al Ecuador le corresponde la latitud de 0º.

Los polos Norte y Sur tienen latitud 90º N y 90º S, respectivamente.

4.1.2 Longitud

Es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el meridiano de Greennwich, medida sobre

el paralelo que pasa por dicho punto. Se expresa en grados sexagesimales.

Todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud.

Aquellos que se encuentran al oriente del meridiano de Greenwich, reciben la denominación Este (E). Aquellos que se encuentran al occidente del meridiano de Greenwich, reciben la denominación Oeste (O). Se mide de 0^o a 180^o.

Al meridiano de Greenwich le corresponde la longitud de 0^o.

El antimeridiano correspondiente está ubicado .a 180^o.

Los polos Norte y Sur no tienen longitud.

5. Autoridad de los servicios públicos

El departamento de Geodesia y Astronomía realiza los cálculos de coordenadas para la Autoridad de los Servicios Públicos, Autoridad de Aeronáutica Civil, Autoridad Nacional del Ambiente y consiste en que el cliente nos proporcione las coordenadas o marca en los mapas existentes en el IGNTG, el lugar donde se pretenda levantar una edificación o para la construcción de antenas de transmisión y luego por técnicas cartográficas de simple regla de 3, entre las distancias de los paralelos y meridianos más cercanos, se realiza el cálculo de coordenadas ya sean geodésicas o métricas.

Los cálculos se efectúan para conocer el lugar aproximado donde se colocará, ya sea una construcción o antenas de transmisión. Muy importante es la altura donde se encuentra el punto con respecto al nivel medio del mar.

6. Autoridad nacional del ambiente

Los cálculos se efectúan para conocer el lugar aproximado donde se colocará, ya sea una construcción o antenas de transmisión y que no se encuentre dentro las reservas forestales existentes en el país. Además y muy importante, es la altura donde se encuentra el punto con respecto al nivel medio del mar, y la dirección (Rumbo) y distancia del aeródromo más cercano.

7. Parámetros de Transformación

El Departamento de Geodesia y Astronomía tiene la responsabilidad de proporcionar toda la información geodésica y topográfica que requiera la institución para sus proyectos cartográficos, así como la que demanden otras instituciones nacionales o internacionales y el público en general.

Es por ese motivo que se han realizado estudios en donde se han generado los parámetros de transformación, para la República, y para integrar la red NAD 1927 (establecida por el antiguo Servicio Geodésico Interamericano, IAGS con la actual RED WGS-84, llegando a resultados satisfactorios.

La metodología utilizada para la generación de parámetros fue utilizando matrices de multiplicación generadas por 10 puntos de muestra distribuidos de la mejor manera y que se encuentren en ambos sistemas:

TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS, PASO WGS-84 A NAD-27 FORMULA DE 7 PARÁMETRO						
WGS84 (globa geocéntricas)			NAD 27 (local geocéntricas)			Nombre
1044104,213	-6222463.708	931425.275	1044110.699	-6222606.329	931230.116	Escoria
946844,304	-6250078.362	849977.932	946853.781	-6250219.706	849783.188	Grande
966519,599	-6237398.014	919140.842	966527.487	-6237540.012	918945.661	Cañazas
1119257,691	-6200168.532	990754.252	1119264.295	-6200311.869	990560.091	Daniels
812768,190	-6258044.883	922839.460	812777.670	-6258186.312	922646.190	David B S
1057341,193	-6208188.643	1007693.015	1057347.127	-6208332.565	1007498.076	Cope
808725,246	-6258440.469	941288.518	806734.748	-6256582.082	941095.081	Sortova
1140173,855	-6185059.066	1058757.715	1140180.890	-6185203.431	1058564.039	Lidio
1061922,627	-6228955.535	865640.603	1061928.819	-6229097.894	865446.379	Morcillo
1172528,857	-6188316,386	1002237,654	1172535.646	-6188460.404	1002043.635	Pacora B N
1012818,578	-6223511,360	948975,526	1012826,115	-6223654,060	948781,248	
Solo TRASLACIÓN			7,537	-142,701	-194,281	

Se tomaron los promedios de las coordenadas en UTM de ambos sistemas, para luego obtener los tres parámetros de sólo traslación. Se realizaron reducción a los baricentros para generar la matriz de multiplicación que presentamos a continuación:

Siendo $X_1 = X_1 - X$; $y_1 = Y_1 - Y$; $Z_1 = Z_1 - Z$; se tiene

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ \vdots \end{bmatrix}_L = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ \vdots \end{bmatrix}_W + \begin{bmatrix} x_1 & 0 & -z_1 & y_1 \\ y_1 & z_1 & 0 & -x_1 \\ z_1 & -y_1 & x_1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}_W \begin{bmatrix} \mu \\ \Omega_X \\ \Omega_Y \\ \Omega_Z \end{bmatrix}$$

FACTOR DE ESCALA	-8.1049 ppm
ROTACIÓN X	-2.1546"
ROTACIÓN Y	-0,1499"
ROTACIÓN Z	0,5743"
TRASLACIÓN X	32.384
TRASLACIÓN Y	-180.409m
TRASLACIÓN Z	-120.844m

PANORÁMICA GEODÉSICA: CONSIDERACIONES RELEVANTES AL UTILIZAR DIFERENTES SISTEMAS DE COORDENADAS

Javier A. Cornejo
Departamento de Geodesia del IGNTG, Panamá

1. Introducción

La cartografía oficial del país, preparada por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG), ha utilizado a través de seis décadas el marco geodésico basado en el sistema norteamericano de 1927 (NAD27), establecido en nuestro país por el antiguo Servicio Geodésico Interamericano (IAGS) y la Agencia Cartográfica de EUA (DMA).

La evolución en el campo de la Geodesia, con sistemas de medición por satélites y la determinación del geocentro de la tierra. Con bastante precisión, ha permitido migrar hacia sistemas de referencia geodésicos de mayor precisión, exactitud y consistencia.

A nivel mundial, las entidades encargadas de la Cartografía, Geodesia y labores afines, están unificando los sistemas geodésicos a fin de obtener resultados homogéneos y compatibles con los de otros países.

En base a ello, el día 30 de junio de 2006, se aprueba en nuestro país el Decreto Ejecutivo 139, que establece el SIRGAS-2000 (equivalente a WGS-84) como el nuevo sistema geodésico en Panamá, permitiendo un plazo para su completa implementación.

La utilización de un nuevo sistema geodésico no descarta los trabajos que durante años se han realizado en el sistema NAD27, pero si es necesario preparar herramientas y determinar parámetros que permitan pasar de uno a otro con resultados de buena calidad.

2. Antecedentes

El Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG), dependencia del Ministerio de Obras Públicas, desde su creación ha tenido la responsabilidad del establecimiento del sistema y marco geodésico nacional, necesarios para la realización de todos los trabajos cartográficos y la deteminación dentro del país.

Así, desde la década de 1940 a la década de 1990, con el apoyo del antiguo Servicio Geodésico Interamericano (IAGS) y la Agencia Cartográfica de EUA (DMA), se establecieron las redes de control horizontal y vertical; la primera referida al datum norteamericano de 1927 (NAD27), elipsoide asociado Clarke 1866; y la segunda, ajustada al datum determinado en el mareógrafo de Cristóbal en el Atlántico. Dichas redes conforman el marco geodésico en que se apoya la cartografía actual de la República de Panamá.

A mediados de la década de 1990, luego de la incursión de los equipos de posicionamiento global

(GPS), se posicionaron los puntos GUS-BRIAN (Albrook), IDAAN (Chitré) y FLAMENCO (isla Flamenco) en el sistema WGS84, ligados a la red de Norteamérica, en el proyecto denominado "Interlace de la Red Geodésica de América Central". Previamente, estos puntos habían sido utilizados para el proyecto CASA, cuya finalidad era la determinación del movimiento de placas tectónicas en todo el continente.

La situación actual de la Geodesia, dependiente del sistema de posicionamiento por satélite (GNSS), nos obliga a considerar la necesidad de migrar hacia un nuevo sistema de referencia, acorde con los requerimientos a nivel mundial.

"Un sistema de referencia, es el conjunto de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados, que definen en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de tres ejes coordenados (X, Y, Z). Dado que un sistema de referencia es un modelo, una idea, una concepción, éste es materializado mediante puntos reales cuyas coordenadas son determinadas sobre el sistema de referencia dado; dicho conjunto de puntos se denomina marco de referencia".

Si el origen de coordenadas del sistema (X, Y, Z) coincide con el centro de masas terrestre, éste se define como Sistema Geocéntrico de Referencia, mientras que, si dicho origen está desplazado del geocentro, se conoce como Sistema Geodésico Local" (Vanicek y Steeves, 1996).

"Las posiciones sobre los ejes coordenados pueden expresarse en términos de coordenadas curvilíneas (latitud y longitud) las cuales requieren de la introducción de un elipsoide".

Antes de la era del posicionamiento por satélites, no era posible la utilización de un sistema geocéntrico de coordenadas.

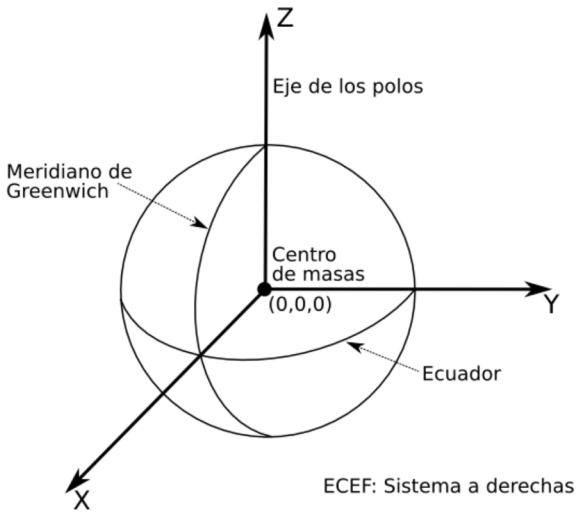


Fig. 1: Sistema geocéntrico de coordenadas

En su lugar se usaban y aún se usan, sistemas coordenados locales, cuyos elipsoides asociados se ajustaban mejor a la forma real de la Tierra en una región determinada".

"Cada país establecía a su conveniencia el datum horizontal para la definición de sus coordenadas y, a pesar de que muchas veces se utilizaba el mismo elipsoide, las coordenadas en regiones fronterizas variaban cientos de metros, como consecuencia de la diferente ubicación del elipsoide con respecto al centro de la Tierra" *(Instituto Geográfico Agustín Codazzi - 2004).*

La implementación de un nuevo sistema de coordenadas y el establecimiento de su marco de referencia no es una decisión antojadiza, es una necesidad que nos permitirá contar con un sistema internacional para uniformar la información geodésica y cartográfica dentro y fuera del país.

En base a ello, se ha trabajado en el establecimiento y densificación de una red geodésica (básica y primaria) que a la fecha cuenta con unos 200 puntos de alta precisión.

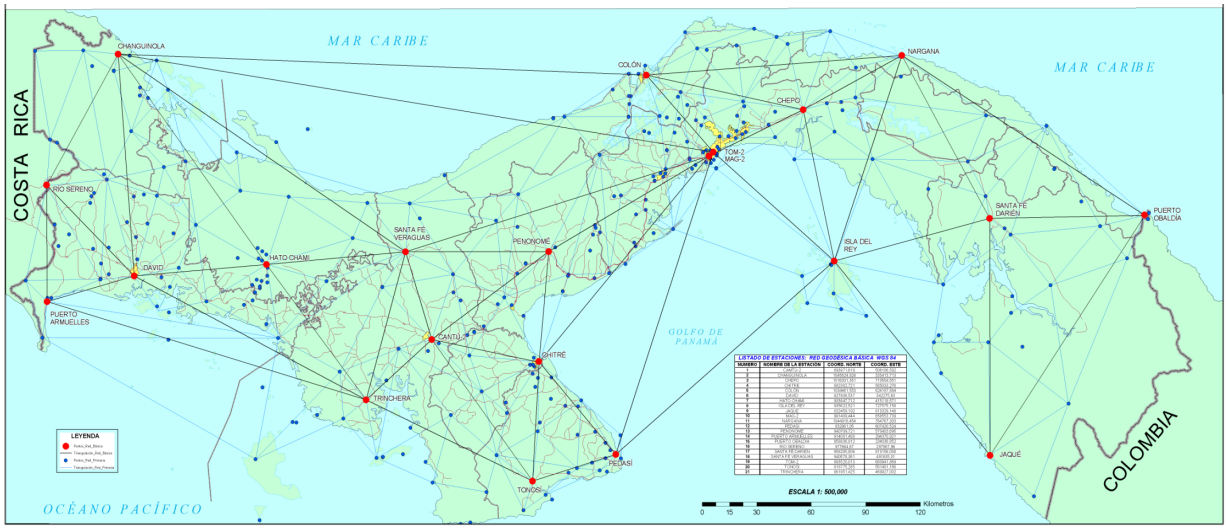


Fig. 2: Mapa de la red geodésica básica y primaria.

Además, se han puesto en operación tres estaciones GNSS de operaciones continuas: IGN1 (Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia, ciudad de Panamá), AZUE (MOP de Chitré, provincia de Herrera) y DAVI (MOP de David, provincia de Chiriquì), integradas a la red continental SIRGAS-CON.

Fotos 1 y 2: de Izq. a der. Estaciónes GNSS de operaciones: IGN 1, Instituto Geográfico Nacional (Tommy Guardia) Provincia de Panamá y David, provincia de Chiriquí.

Estas estaciones permanentes proveen información para el posicionamiento satelital 24 horas al día, durante todo el año. Además, obtenemos de los centros de procesamiento de SIRGAS del IGAC-Colombia, LFGS/LUZ-Venezuela, IGM/Ec-Ecuador y DGFI-Alemania, soluciones semanales para cada estación. Se ha instado una cuarta estación (DARI, Santa Fe-Darién) que está en proceso de integración a SIRGAS-CON.

Las razones de la necesidad del cambio de sistema son múltiples y se pueden resumir de la siguiente forma:

- La masiva utilización de tecnología GPS, que se basa en un sistema geocéntrico.
- La generación de información de coordenadascon altos estándares de precisión.
- La actualización periódica de la información ligada a una red mundial (SIRGAS-CON).

- La modernización y actualización de información aeronáutica, terrestre y naval que da seguridad al transporte mundial de pasajeros y carga.
- La eliminación de fronteras en la generación y aprovechamiento de los datos geoespaciales a nivel nacional e internacional.

3. Consecuencias

Con la implementación de un nuevo sistema geodésico se originan las siguientes situaciones:

- La base cartográfica nacional todavía se encuentra en NAD27. Es necesario establecer y reglamentar la mejor forma para la adopción de los valores de las esquinas de los nuevos mapas en WGS84, procurando el menor trauma posible.
- La base de los mapas catastrales y la información registral que de allí se deriva también se encuentra en NAD27.
- La información para pasar coordenadas NAD27 a WGS84 y viceversa, con buen grado de confiabilidad, está completándose para que funcione a nivel nacional.
- Aun cuando se haya implementado eficientemente el WGS84, la información en NAD27 aparecerá en muchos proyectos.

4. Soluciones

- Conformación de una comisión interinstitucional para el estudio, divulgación e implementación del WGS84, como lo establece el Decreto Ejecutivo 139 de 30/06/2006.
- Determinación de los parámetros de transformación que aseguren el paso de uno a otro dato con buen grado de confiabilidad.
- Adopción oficial de parámetros ya determinados que cumplan con el requisito de confiabilidad.
- Conección, mediante observaciones de campo, de todos los puntos WGS84 a la red antigua (NAD27).
- Recuperación, densificación y actualización de coordenadas de la actual red básica y primaria (sistema WGS84).
- Preparación de programas y subrutinas que estén a la mano del usuario, como la que aparece en la página web del IGNTG (temporalmente en forma de demo): http://www.ignpanama.gob.pa.

- **Conformación de una comisión interinstitucional para el estudio, divulgación e implementación del WGS84, como lo establece el D.E. 139 de 30/06/2006**

  En este aspecto, nuevamente se ha planificado convocar a todos los involucrados e interesados en el tema a fin de conformar la comisión e iniciar la ardua tarea de divulgación y correcta implementación del WGS84.

- **Determinación de los parámetros de transformación que aseguren el paso de uno a otro dato con buen grado de confiabilidad**

  Asumiendo la responsabilidad que le corresponde, el IGNTG ha estado trabajando desde antes de la promulgación del Decreto Ejecutivo 139 del 30 de junio de 2006.

Primero con los 13 parámetros generados por la empresa Horizons South America, SAC., cuando se estableció la red básica y primaria. Lástimosamente, sin obtener los resultados esperados.

Luego, con los parámetros que presenta la ACP en su página web, los cuales funcionan bastante bien dentro del área cubierta por la red geodésica de esa entidad.

Finalmente, generando un primer juego de siete y tres parámetros, los cuales son el resultado de la utilización de vértices en ambos sistemas en las provincias de Colón, Panamá, Coclé, Veraguas, Herrera, Los Santos y Chiriquí.

Se procuró que la muestra fuera lo más representativa posible, de acuerdo a los recursos e información existente de vértices con coordenadas en los dos sistemas (NAD27 y WGS84); en este caso, los utilizados por Horizons South America, SAC en el año 2001.

El estudio y la determinación de parámetros es una labor que involucra un análisis serio y responsable de aspectos como: las precisiones de la red clásica NAD27, los métodos de medición,la fecha en que fue establecida y los cambios que ha podido sufrir producto de movimientos de placas tectónicas, la existencia de los vértices de la red clásica, el acceso a éstos y los fines para los cuales serán utilizados los parámetros, entre otros.

- **Adopción oficial de parámetros ya determinados que cumplan con el requisito de confiabilidad**

  En este sentido, consideramos que al conformarse la comisión interinstitucional se puede iniciar un proceso de evaluación de los parámetros ya determinados (IGNTG, ACP), a fin de adoptar estos valores o mejorarlos si es necesario. Sin embargo, las pruebas realizadas y sus resultados nos indican que, para fines cartográficos, los parámetros actuales arrojan buenos resultados.

- **Conección mediante observaciones de campo de todos los puntos WGS84 a la red antigua, NAD27**

  La determinación de coordenadas NAD27 a los vértices WGS84, mediante observaciones de campo, aumentaría el grado de importancia de la nueva red, aminorando la necesidad de utilizar parámetros para fines en los cuales se requiera precisión en las coordenadas.

7 Parámetros del IGNTG

TX=32,3841359 m TY=-180,4090461 m TZ=-120,8442577 m
RX=-02,1545854” RY=-00,1498782” RZ=00,5742915”
FE=-8,1049164 ppm

3 Parámetros del IGNTG

TX=7,53710 m TY=-142,70067 m TZ=-194,28065 m

- **Recuperación, densificación y actualización de coordenadas de la actual red básica y primaria, sistema WGS84**

  Conjuntamente con PRONAT, se está planificando una campaña de recuperación y densificación de los puntos de la red básica y primaria, así como la realización de observaciones de campo mediante técnicas satelitales, a fin de referir las coordenadas de la red al sistema SIRGAS2005, tomando como base las actuales estaciones GNSS IGN1, AZUE, DAVI y DARI.

  Además, se ha considerado la instalaciòn de nuevas estaciones permanentes en sitios como: Bocas del Toro, Colón, Penonomé, etc.

- **Preparación de programas y subrutinas que estén a la mano del usuario**

  Dentro del Departamento de Geodesia del IGNTG, se cuenta con, algunas subrutinas en BASIC, EXCEL, así como con el desarrollo preliminar de una calculadora geodésica, con la finalidad de ponerla al servicio de los usuarios y del público en general.

5. Conclusiones

- Actualmente el sistema geodésico WGS84 o SIRGAS2000, con su respectivo marco de referencia representa calidad y homogeneidad en la información, confiabilidad y compatibilidad en los datos geodésicos a nivel continental y mundial.

- La utilización del nuevo sistema geodésico permitirá actualizar constantemente los datos de coordenadas, ya que este es un sistema dinámico, como dinámico es todo lo que nos rodea.

- Las estaciones GPS de operaciones continuas (CORS), representan el marco que sustenta el actual sistema geodésico, por ende la importancia de su densificación y mantenimiento.

- Es necesario completar la determinación de parámetros de transformación a nivel nacional y refinar los actuales mediante la inclusión de nuevos vértices con coordenadas en ambos sistemas.

- Es necesario conformar una comisión interinstitucional y montar una campaña de divulgación para la implementación del nuevo sistema geodésico nacional.

Bibliografía

SIRGAS, Boletín Informativo Nº 8. http://www.sirgas.org/index.php?id=103

SIRGAS, Boletín Informativo Nº 11. http://www.sirgas.org/index.php?id=103

Sánchez L. 1994. Adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS como Datum Oficial de Colombia.

Documentos del Departamento de Geodesia del IGNTG, Panamá.

IMPORTANCIA DE LA BASE DE DATOS GEODÉSICOS DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"

Yarelis E. Quintero Villa
Depto. de Cartografía y SIG; yquintero@mop.gob.pa

Resumen

La información geodésica del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", por muchos años, permaneció en formatos convencionales, mismos que se han ido mejorando con el pasar de los años; por ejemplo la realización de registros en formatos de tablas digitales.

No obstante, aún no se satisfacen las necesidades de información de usuarios que demandan oportunidad y calidad. En razón de lo anterior, se presenta una breve introducción de la propuesta de base de datos geodésicos del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", dentro de un contexto de Infraestructura de datos espaciales, sistemas de referencia terrestres, bases de datos geoespaciales, entre otros aspectos; adicionalmente, la propuesta de metadatos de la data geodésica.

Se describe la integración digital de la información geodésica en sus vertientes horizontal, vertical y gravimétrica, por medio de sistemas informáticos, para administración y control de la data, la capacidad de consulta y análisis espacial, para proveer de datos geodésicos confiables para procesos internos y de aplicación para usuarios externos en sus proyectos que tengan como base de referencia el sistema geodésico nacional y contribuir a la toma de decisiones en la realización de cartografía básica y temática, estudios científicos, planeación estratégica y programas de densificación geodésica nacional, entre muchas otras aplicaciones que tengan como base la georeferenciación de objetos y fenómenos en o sobre la superficie terrestre nacional.

1. Introducción

La información geodésica es la base para realizar trabajos en obras civiles, aplicaciones fotogramétricas y catastrales, confección de mapas topográficos, manejo de toda información cartográfica, entre otras aplicaciones; de esto se desprende la importancia de conservar los datos geodésicos y mejorar los métodos para su administración y control.

El Departamento de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" es el responsable de la obtención, el procesamiento y el manejo de la información geodésica, efectuando los trabajos de campo y cálculos geodésicos fundamentales para la ejecución de diversos proyectos.

Este departamento cuenta con equipos y personal para realizar labores de posicionamiento de puntos de control horizontal con el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS, por sus siglas en inglés), además de la incorporación de las estaciones CORS (Continuous Operation Reference Station, por sus siglas en inglés) y nivelaciones de precisión para el control vertical.

De los resultados de estos posicionamientos se conforma la Red Geodésica Nacional, que es un conjunto de puntos situados sobre el territorio, establecidos con monumentos a los cuales se les ha determinado su ubicación espacial. Este sistema se compone de tres redes: la Red Geodésica Horizontal, que corresponde al espacio tridimensional, la Red Geodésica Vertical, que corresponde a la dimensión altura, y la Red Gravimétrica, que es para el campo de gravitación externo.

En este orden de ideas y contexto, se plantea, a través del presente documento, la necesidad de consolidar la administración de las marcas geodésicas mediante la propuesta del modelo de un diseño conceptual para abordar los diseños lógico y físico, como fundamento para desarrollar un modelo de base de datos relacional. Esto, a su vez, puede servir de base para hacer otros desarrollos que permitan la difusión de la información mediante aplicaciones web, mejora en la explotación de la información geodésica mediante análisis espacial, mediante aplicaciones SIG, con la elaboración de metadatos geodésicos se puede dar una mayor difusión de acervo geodésico y su linaje.

En suma, coadyuvar con acciones tendientes a propiciar el desarrollo nacional contando con una infraestructura propia de datos geoespaciales para la toma de decisiones en diversos ámbitos de la vida nacional.

2. Metodología en el desarrollo de la base de datos

Para llegar al diseño del modelo de base de datos geodésicos, se debe aplicar la siguiente metodología de trabajo:

- Revisión y análisis del acervo geodésico institucional en formatos analógicos y digitales.
- Organización y clasificación de fichas geodésicas.
- Obtención de información faltante en fichas con soporte en fuentes fidedignas

Diseño de tablas y establecimiento de relaciones entre ellas, mediante definición de:

- Tabla principales.
- Tablas secundarias.
- Catálogos.
- Conexión entre las tablas a partir de llaves principales y tipos de relación uno a uno, uno a muchos, muchos a uno, etcétera
- Elaboración de diccionario de datos geodésicos en forma paralela al diseño del modelo conceptual para definir conceptos, atributos, dominio y restricciones, todo con la finalidad de asegurar la integridad y completitud de la data.
- Uso de programa para generar base de datos y desarrollar consultas.
- Elaboración de propuesta de los metadatos geodésicos institucionales.

El diseño de la base de datos se basa en un modelo relacional aplicando reglas de normalización de la información y creación de la estructura del diagrama Entidad/Relación y el diccionario de datos; de manera que permita la implementación del diseño lógico y físico.

3. Propuesta para el desarrollo de la Base de Datos Geodésicos

Se parte del diseño conceptual, donde se descubre la semántica de los datos geodésicos de la institución. Los propósitos de esta etapa se pueden resumir en: descubrir, conocer y entender la perspectiva que cada usuario tiene de los datos; la naturaleza de los datos, se construye utilizando

la información que se encuentra en las especificación normativas y los requisitos del usuario, este diseño es útil para transmitir a la institución, en primer instancia, lo que se ha entendido sobre la información que ésta maneja.

A partir de lo anterior, se continúa con el diseño lógico que ayuda a dar soporte al mantenimiento del sistema, ya que permite que los futuros cambios que se realicen sobre los programas de aplicación o sobre los datos, se representen correctamente en la base de datos y su funcionalidad descansa en la realización de una normalización de los datos.

En la tercera etapa, se realiza el diseño físico que constituye el proceso para producir la descripción de la implementación de la base de datos en memoria secundaria: estructuras de almacenamiento y métodos de acceso que garanticen un acceso eficiente a los datos. Aquí ya se debe tener escogido el sistema generador de base de datos a utilizar, su propósito es describir cómo se va a implementar físicamente el esquema lógico obtenido en la fase anterior.

Finalmente, se requiere la implementación informática integral y determinar los procedimientos de administración y mantenimiento del sistema, asegurando su eficiencia y aprovechamiento institucional.

4. Importancia de la base de datos geodésicos

La realización de la base de datos geodésicos permitiría a los usuarios un acceso de manera eficiente a los datos geodésicos generados por el IGNTG, permitiría el análisis de la información geodésica, integrar de manera transparente y sistematizada nuevos datos.

La base de datos resulta importante también en la toma de decisiones, permitiría ofrecer a los usuarios información al instante.

Institucionalmente planear la administración, mantenimiento y densificación geodésica nacional, entre otras.

El estudio para la base de datos debe iniciar con la revisión del contenido de cada uno de los productos de información del IGNTG (fichas, formularios, informes), se analizan los contenidos. Es necesario realizar consideraciones para su diseño; entre ellas, el tipo de información a contener, formato y tamaño de la información, medios de acceso y formas de extracción de información. Una parte esencial consiste en realizar entrevistas a personal técnico de geodesia, para la traducción semántica de la información y posteriormente capacitarlo en el uso del sistema para su aprovechamiento y mantenimiento.

Dentro del desarrollo de la base de datos, se crea una estructura de diagrama de entidad, relación donde se crean tablas de catálogos, tablas secundarias y una tabla principal; todas ellas guardan relación entre sí e integran la información geodésica.

La tabla principal debe contener los atributos comunes a las tablas secundarias, la secundaria se refiere a los cuatro tipos de marcas geodésicas (triangulación, nivelación, gravimetría y estaciones de referencia de operación continua-CORS).

Las de catálogos son tablas comunes a las tablas secundarias y a la principal. Se crea un diccionario de datos geodésicos que permita entender la estructura de la información; además, describe el concepto de la información contenida en la base de datos, donde cada atributo contiene un nom-

bre, una definición, tipo de datos, dominio de valores y restricciones, si lo ameritan.

4. Resultados a obtener de la base de datos

A partir de la base de datos, es posible contar con:

- **Consultas:** Consiste en poder solicitar respuestas a preguntas sobre los datos almacenados. Las más frecuentes son las de selección, que consisten en ver los datos de las tablas, analizarlos y modificarlos. Se pueden realizar consultas para exportarlos a archivos esenciales con aplicaciones SIG y para realizar análisis estadísticos (espaciales y temporales).
- **Formularios:** Permiten organizar los datos, introducir nuevos o modificarlos, para desplegarlos e imprimirlos; para el caso de la información geodésica, se podrían obtener cinco tipos de formularios (nivelación, gravimetría, CORS, descripción de señal geodésica y ficha técnica de señal geodésica).
- **Informes:** Es como ver una tabla o una consulta, el usuario selecciona los campos de interés. De igual manera se crean informes de estaciones gravimétricas, de nivelación, de triangulación NAD-27, de triangulación WGS-84 y estaciones CORS.
- **Aplicaciones SIG:** La información geodésica en los SIG, se puede clasificar como gráfica y alfanumérica. Con la gráfica se pueden actualizar los mapas de la red de triangulación WGS-84, mapa de distribución gravimétrica (incluyendo las observaciones absolutas), distribución de estaciones CORS y de nivelación. Los datos alfanuméricos, se refieren a las tablas con los distintos atributos geoespaciales.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de lo que podría ser el modelo relacional para la base de datos geodésicos del IGNTG. Ello se presenta como una propuesta, cabe destacar que éste debe ser validado y revisado por especialista en temas de bases de datos y geodesia de la Institución.

Diseño conceptual de la base de datos geodésicos relacional del IGNTG

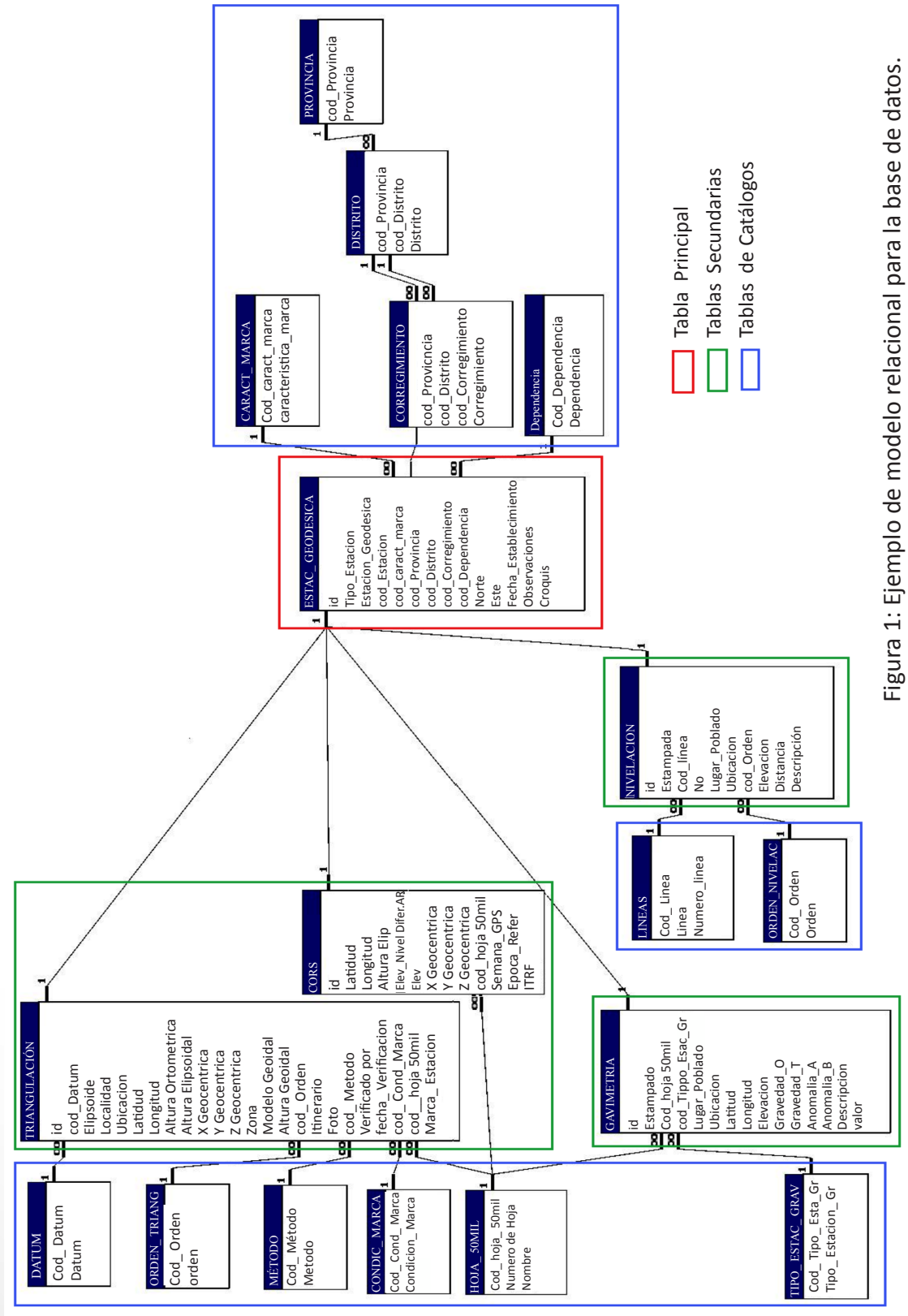


Figura 1: Ejemplo de modelo relacional para la base de datos.

En la siguiente figura se ve una muestra de aplicaciones, a través de los sistemas de información geográficos.

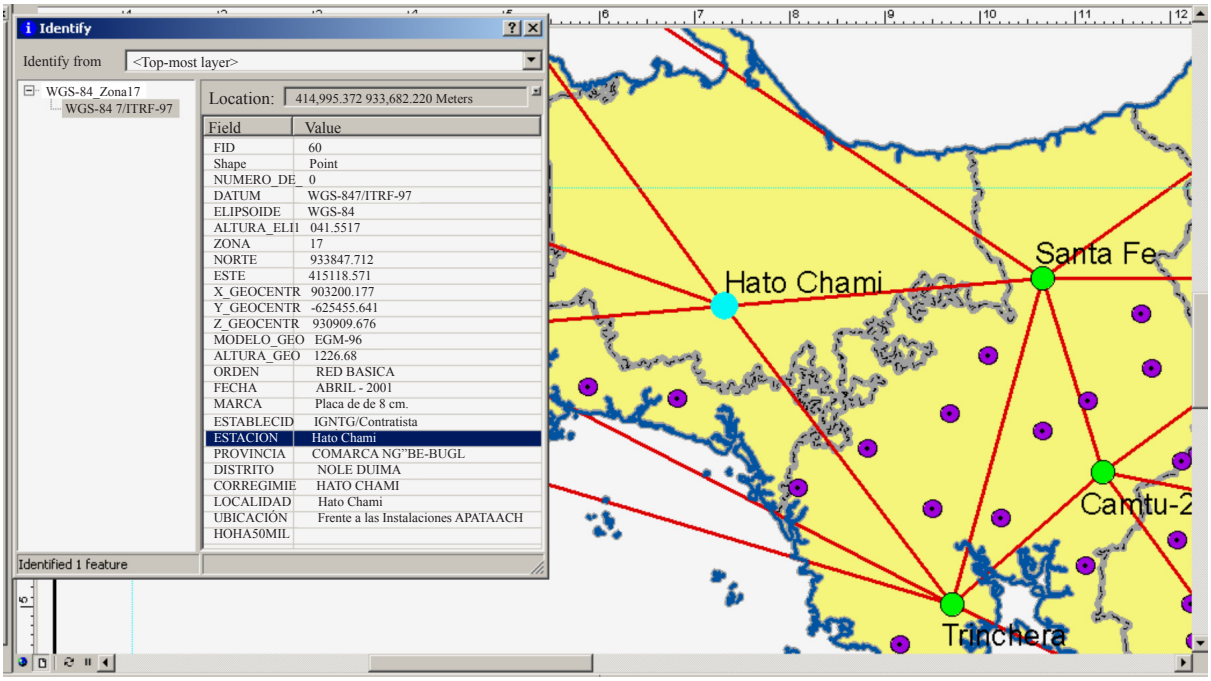


Figura 2: Consulta de la información de triangulación WGS-84, a travez de Aplicaciones SIG.

A la fecha, los puntos de control horizontal de la Red de Triangulación WGS-84 han sido revisado, esto como parte de la validación que se le debe realizar a la base de datos geodésicos.

En esta validación, se deben incorporar profesionales de informática, en conjunto con personal técnico de geodesia; además, se debe realizar un programa de sistema de información geodésico que se pueda implementar vía web, que se recuperen monumentos en campo, que se asignen coordenadas a las estaciones de nivelación y que se validen los metadatos propuestos.

5. Conclusión

La elaboración de una base de datos geodésicos, facilitaría la organización, administración y mantenimiento de la data, daría soporte a la ejecución de diversos proyectos. Se contaría con un diccionario de datos para normalizar la información existente y entrante, catálogos de objetos y metadatos en formatos digitales para fortalecer el proyecto del Sistema de Referencia Geodésico para las Américas (SIRGAS), lograr la migración al 100% de datos en papel a formato digital y más por descubrir.

Bibliografía

Quintero Y., Ipanaqué M. 2009. Implementación de un modelo conceptual para la base de datos geodésicos del IGNTG. Tesis de Grado. Universidad de Panamá, Panamá.

MAPA GLOBAL DE LAS AMERICAS (MGA)
"Un medio de integración panamericana a través de la Cartografía"

Victor Samudio
Delegado de Panamá, Comité Ejecutivo Mga

1. Origen del Mapa Global de Las Américas (MGA)

El Mapa Global de las Américas se ubica tras el desarrollo del Mapa Global a nivel mundial, dirigido por el Comité Directivo Internacional para el Mapa Global (ISCGM), a nivel regional en Europa (iniciativa Euroglobalmap, coordinado por la agencia Eurogeographics de la Comunidad Europea) y el gran número de proyectos a nivel nacional para aportar conjuntos de datos elaborados por las agencias cartográficas nacionales, incluyendo la mayoría de los institutos geográficos de América Latina.

Está presente la influencia del programa de trabajo de "INSPIRE" en la Comunidad Europea, donde han desarrollado mecanismos para unir la información de los países que integran estas comunidades.

Por otra parte, también es un valioso aporte lo que se está haciendo a nivel del convenio IPGH y GSDI, donde éste último actúa como inspirador del Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Espaciales de las Américas (CP-IDEA).

Considerando que estos programas han tenido éxito en sus propósitos, serán utilizados para partir de un convenio IPGH e ISCGM .

2. ¿Qué es el MGA?

El Mapa Global de Las Américas es un proyecto de cooperación técnica, ejecutado por el grupo de trabajo de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, organismo internacional adscrito a la Organización de Estados Americanos (OEA).

El Comité Ejecutivo del MGA al cual pertenece Panamá, dirige una serie de actividades cartográficas, la más importante es, Confeccionar un mapa vectorial del continente americano.

En el año 2005, el MGA propuso crear un mapa homogéneo vectorial de América, constituido por los datos que existen en el programa de mapas digitales nacionales, supervisados a nivel mundial por el "Internacional Steering Committee for Global Mapping"- ISCGM, con sede en Japón.

El primer estudio práctico se realizó bajo el título "Evaluación y ensayo", en el cual algunos conjuntos de datos de diferentes naciones miembros del IPGH y adheridas al ISCGM fueron evaluadas.

Se realizó un ensayo de unión de datos y se identificaron los probables obstáculos a la creación del mapa.

Los resultados de este estudio permitieron la aprobación (por parte del Comité Ejecutivo del MGA, en su reunión anual del año 2007) de la siguiente fase: Una metodología detallada, en el plan técnico diseñado por especialistas en la materia en el 2008.

En la IX Asamblea General del IPGH, celebrada en Quito, Ecuador (26 al 30 de octubre de 2009), el Comité Ejecutivo del MGA, a través de la Ing. Mónica Duque, presentó los resultados obtenidos de la encuesta "Disponibilidad de datos geoespaciales", que tiene la finalidad de evaluar las condiciones de los países americanos en esta área.

3. Propósito del plan técnico

El plan técnico cumplirá las siguientes funciones, en la medida que el MGA avanza en la gestión de la Carta Continental Vectorial.

- Evaluación por los miembros del Comité Ejecutivo del MGA, en un proceso interno de adopción como plan de trabajo.

- Presentación ante las instituciones que pueden proporcionar los recursos necesarios (datos de entrada, infraestructura de trabajo y financiamiento), como prueba que el trabajo es factible y tiene una base técnica sólida.

- Utilización por las dos o tres instituciones donde se realizará el trabajo pueden complementar el plan con procedimientos propios, aptos para el entorno local de trabajo, pero el plan pretende permitir una rápida puesta en marcha del trabajo, dado que los operadores encontrarán los conceptos ya definidos y necesitan solamente implementar estos conceptos en su respectivo ambiente de trabajo.

4. Visión del Mapa Global de Las Américas

La visión que impulsa el Mapa Global de las Américas, como un mecanismo para la integración panamericana a través de la cartografía, considera el desarrollo de la información geoespacial como un agente de la cooperación en las comunidades de las Américas, por los beneficios que brinda a los organismos especializados y al público en general.

En términos generales, los beneficios serían los que el ISCGM ha declarado para el Mapa Global a nivel mundial; sin embargo, para lograr estos fines, el presente proyecto pretende reenfocar el proyecto Mapa Global hacia la realidad regional.

La integración de las comunidades del continente americano y la superación de la condición de pobreza y dificultades económicas son los grandes desafíos en la región que agregan mayor urgencia a aquellos proyectos que contribuyen a enfrentarlos. El aporte de la información geoespacial en esta integración y superación es muy vital para el avance y desarrollo de la región.

5. Misión del plan técnico

Generar una Directiva Técnica, que incluya procedimientos desde la recepción de la información de cada país, hasta la manipulación posterior de los datos, de manera de crear espacios continuos de cartografía para completar dos grandes sectores.

Un sector estará compuesto por los países de América del Norte y América Central y el otro estará conformado por los países de Sudamérica.

En forma tentativa, se puede separar Norte América del resto como tercer sector, dado que alguno

trabajos de integración ya se han hecho en esta zona.

6. Objetivos del MGA

6.1 Objetivo general

Por medio de una Directiva Técnica, cumplir con el mandato estructurado para generar el Mapa Global de las Américas.

6.2 Objetivos específicos

- Diseñar una guía de trabajo que proporcione una metodología de generación de la información necesaria para construir el Mapa Global de las Américas (MGA).

- Diseñar un manual de procedimientos para construir una base cartográfica continua de los países que integran el MGA.

- Crear los accesos necesarios para depositar, o enviar a dos centros de acopio, los datos de cada país según el grupo que le corresponda.

7. Conceptos generales y contexto para el trabajo

7.1 Estructura del Mapa Global

De acuerdo a las especificaciones técnicas, el Mapa Global es una serie de cartas con escala 1:1, 000 000, con representación de coordenadas geográficas, latitud y longitud referidas AL WGS-84 (o bien equivale a SIRGAS en las Américas). Las cartas son netamente digitales, orientadas a una difusión por Internet y un despliegue en interfaces de PC. Carecen de elementos marginales, normalmente encontrados en cartas análogas.

7.2 El Mapa Global Vectorial

Está compuesto por cuatro “layers” o capas de información, las cuales son: transporte, drenaje, límites administrativos y centros poblados. A su vez, cada “layer” posee una serie de diferentes clases o tipos de elementos.

En la práctica, se pueden desplegar todos estos diferentes elementos juntos en la misma ventana, o mostrar algunos en combinaciones independientes.

7.3 El Mapa Global Raster

Está compuesto por: DEM de elevación, vegetación, tipos de superficies (Land Cover).

Se tiene planeado que los datos se actualicen, aproximadamente, cada cinco años con el propósito de facilitar el monitoreo de los cambios que ocurren en el medio ambiente global.

Foto 1: IV Reunión del Mapa Global de Las Américas - Comité Ejecutivo del MGA
Celebrada en las instalaciones del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" de Panamá los días 24 y 25 de julio de 2008.

De pie (de izq. a derecha.): Amador Suárez (Argentina), Gregg Badger (Estados Unidos), Tania Porcell (Panamá), Mónica Duque (Ecuador), Anna Freitas (Brasil), Jean Parcher y Leslie Armstrong (Estados Unidos), Francisco Benítez (El Salvador). Sentados (de Izq. a derecha): Jaime Toral, Ex Director IGNTG (Panamá), Edwin Hunt (Chile) y Víctor Samudio (Panamá).

Fuente: Plan Técnico para la Carta Continental Vectorial, Proyecto Mapa Global de Las Américas.

ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN PANAMÁ

Aracelly Franco J.
Departamento de Geografía Aplicada,
Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"
Programa Nacional de Administración de Tierras (PRONAT)

1. Introducción

La acción de ordenamiento territorial corresponde a una política visionaria del Estado y representa una herramienta de planificación de los gobiernos, con objetivos primordiales de situar estratégicamente el marco de referencia espacial nacional, mediante condiciones favorables armónicas y acordadas en consenso, para mejorar las diversas capas de la estructura socioterritorial del país, con énfasis en los asentamientos humanos, la disposición de las acciones productivas, las exigencias del desarrollo económico y nacional, y la preservación de los recursos propios con excelencia ambiental.

Como tal, puede considerarse un instrumento para la planificación, regulación, transformación, cuidado y ocupación del espacio de la nación. Tiene que ver, en parte, con la organización que adopte el Estado para gobernar las diversas áreas surgidas de la cruda evolución económica, política, social y cultural del país, en desfase con la explosión demográfica; y por otro lado, con los hábitos no controlables de la ocupación del territorio, como consecuencia de la acción empresarial, industrial, asentamientos espontáneos y de las condiciones naturales según el clima, fauna y relieve.

Todos estos elementos deben armonizarse para lograr una sociedad económicamente justa y productiva, así como sostenible ambiental y socialmente.

Nos atrevemos a decir que los procesos no planificados traen como consecuencia una alta degradación o uso inadecuado de los recursos naturales, lo que se traduce en un aprovechamiento no acorde con su aptitud natural, baja productividad y competitividad, ocupación de áreas susceptibles a desastres naturales crónicos y los de baja probabilidad; y como si fuera poco, aumento de los índices de vulnerabilidad de la población y sus infraestructuras, además de la insuficiente mitigación o poca protección del patrimonio natural, histórico y cultural.

2. Antecedentes nacionales

Durante la época de conquista hispánica y en momentos iníciales de la fundación de ciudades, se aplicaron preceptos y ordenanzas reales de estricto cumplimiento. Tales trazos geométricos de calles con distribución de parcelas y espacios urbanos, perduró sin cambios significativos por cientos de años durante la época colonial, debido a la baja densidad de población, por defensa y seguridad, y por escalas sociales disgregadas (Tejeira 2008).

Desde el punto de vista técnico moderno, la zonificación del territorio u ordenamiento territorial se vale de una serie de instrumentos de planifica-

ción que facilitan la regularización del uso de la tierra y la optimización de los intereses públicos y privados. Además, social e institucionalmente considera mecanismos de participación ciudadana con actores regionales y locales, en búsqueda de disminuir la desigualdad social y las tendencias de la concentración de las riquezas; mientras que desde el punto de vista jurídico-normativo, se rige por leyes, decretos y normas emitidas por el Gobierno Nacional.

Desde la década de los años 40, hubo intensión de parte del entonces Instituto de Vivienda y Urbanismo (IVU) de reordenar la ciudad de Panamá; posteriormente, una década atrás, se experimentó evaluar sistemáticamente muchas hectáreas de tierras con la temporal Autoridad de la Región Interoceánica (ARI), mediante estudios para la mejor distribución y asignación del uso de los territorios cedidos o traspasados a Panamá por la antigua Zona del Canal (Uribe, 2009).

La existencia de enormes desequilibrios socioterritoriales y severos deterioros ambientales ha dado paso a algunas experiencias de planificación, que se convierten en referencias de gran interés en el proceso de ordenación del territorio.

Entre estos antecedentes nacionales, podemos mencionar:

- Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico panameño.
- Programa de Desarrollo Sostenible de la Provincia de Darién.
- Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal.
- Plan de Desarrollo Urbano de las Áreas Metropolitanas del Pacífico y del Atlántico.
- Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal de Panamá (PMCC).
- Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Bayano, Subcuenca del Río Majé y Áreas Adyacentes al Embalse.
- Plan Maestro de Desarrollo Turístico de Panamá.
- Planes de Manejo de Áreas Protegidas.
- Plan de Desarrollo Sostenible de la Provincia de Bocas del Toro.
- El Plan Indicativo General de Ordenación del Territorio de la República de Panamá (PIGOT).

Lo más reciente en este tema, ha sido la regulación normativa establecida en la Ley 6 del 1 de febrero de 2006, publicada en Gaceta Oficial 25478, de 3 de febrero de 2006, por medio de la cual se adopta en un cuerpo legal ciertos parámetros relacionados con el ordenamiento territorial para lograr el desarrollo urbano, otorgándole al Órgano Ejecutivo, por conducto del Ministerio de Vivienda (MIVI), la facultad de reglamentar lo necesario para estos fines.

Complejidades recientes han surgido al momento de presentar propuestas para el mejor ordenamiento, por Decreto, de los terrenos próximos a costas e islas y su titulación, con iniciativas por parte de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) y del Programa Nacional de Administración de Tierras (PRONAT).

Por otra parte, en cuanto al nivel de competencia en la asignación y utilización de tierras, inmersas con definiciones geoespaciales dispersas;. hacia ello en el transcurso del tiempo como República, se han emitido variedad de criterios y disposiciones de carácter legal, de parte de entidades

como el Catastro, Reforma Agraria, Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Autoridad del Turismo (ATP) y del Ministerio de Vivienda (MIVI), lo que vislumbra hacer una nueva reglamentación macro con fines de integración.

3. Primeras implementaciones de Ordenamiento Territorial.

Para fines de implementación, la Dirección de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda en conjunto con todos los municipios del país, 75 actualmente, están trabajando para dar cumplimiento al capítulo VI, artículo 18, de la Ley 6 de 1 de febrero de 2006, que propone la creación de las "Juntas Técnicas de Planificación Municipal", las cuales tendrán la responsabilidad de participar en la elaboración, ejecución y modificación de los planes elaborados para hacer el ordenamiento territorial a nivel local (MIVI).

En años recientes, el Programa Nacional de Administración de Tierras (PRONAT) ha destinado recursos humanos y económicos al Ministerio de Vivienda, quien a su vez ha creado varias Comisiones para adelantar actividades relacionadas con el ordenamiento territorial de la región metropolitana del Pacífico-Atlántico y el fortalecimiento de las instituciones responsables de formular y administrar tal ordenamiento territorial.

Los primeros municipios con estudios pioneros y encargados de asumir esta vital responsabilidad son: en la provincia de Coclé, los municipios de Antón y Aguadulce; en la provincia de Panamá los municipios de Panamá, San Miguelito y Arraiján; en la provincia de Chiriquí, los de David y Boquete; en la provincia de Los Santos los de La Villa, Macaracas, y Guararé; además de otros municipios en Veraguas, Colón y Bocas del Toro.

El ordenamiento territorial, enmarcado dentro de una disciplina económica se enfrenta a retos no sólo ambientales, sociales y políticos, sino también a retos tecnológicos. Los insumos que nos provean nos permitirá visualizar de forma sistémica al territorio o cualquier área de estudio; la Cartografía per se, se convierte en un recurso indispensable y básico para la elaboración, ejecución o modificación de los planes de ordenamiento territorial, y para el control de las acciones políticas sobre la gama de objetos geográficos sobre la superficie terrestre y costera del hábitat humano.

4. Avances complementarios

De contar el Gobierno Nacional con una base cartográfica precisa y actualizada, permitirá a los tomadores de decisiones el establecer políticas públicas y privadas, con diversos análisis que serian de provecho para ubicar proyectos, identificar y cuantificar los complejos problemas de cada área de estudio, con datos geoespaciales tanto a nivel regional como municipal. Invertir para disponer de esta información cartográfica debe verse como una misión obligatoria de todo Estado moderno.

El ente rector a encargarse de elaborar tal cartografía oficial del país es y debe ser por conducto y supervisión el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", dependencia del Ministerio de Obras Públicas (MOP), eliminando duplicidad de otras entidades estatales. Este Instituto cuenta con la base cartográfica digital de casi todo el territorio nacional a una escala de 1:250,000, pero se vislumbra proyecto de considerar el tradicional 1:50,000, a una nueva proyección actualizada a 1:25,000 con una migración geodésica completa al WGS84 (SIRGAS-2000) y considerando dispositivos modernos de radar aerorotransportado, para hacer además mas preciso y útil cualquier modelo de la topografía y forma del país.

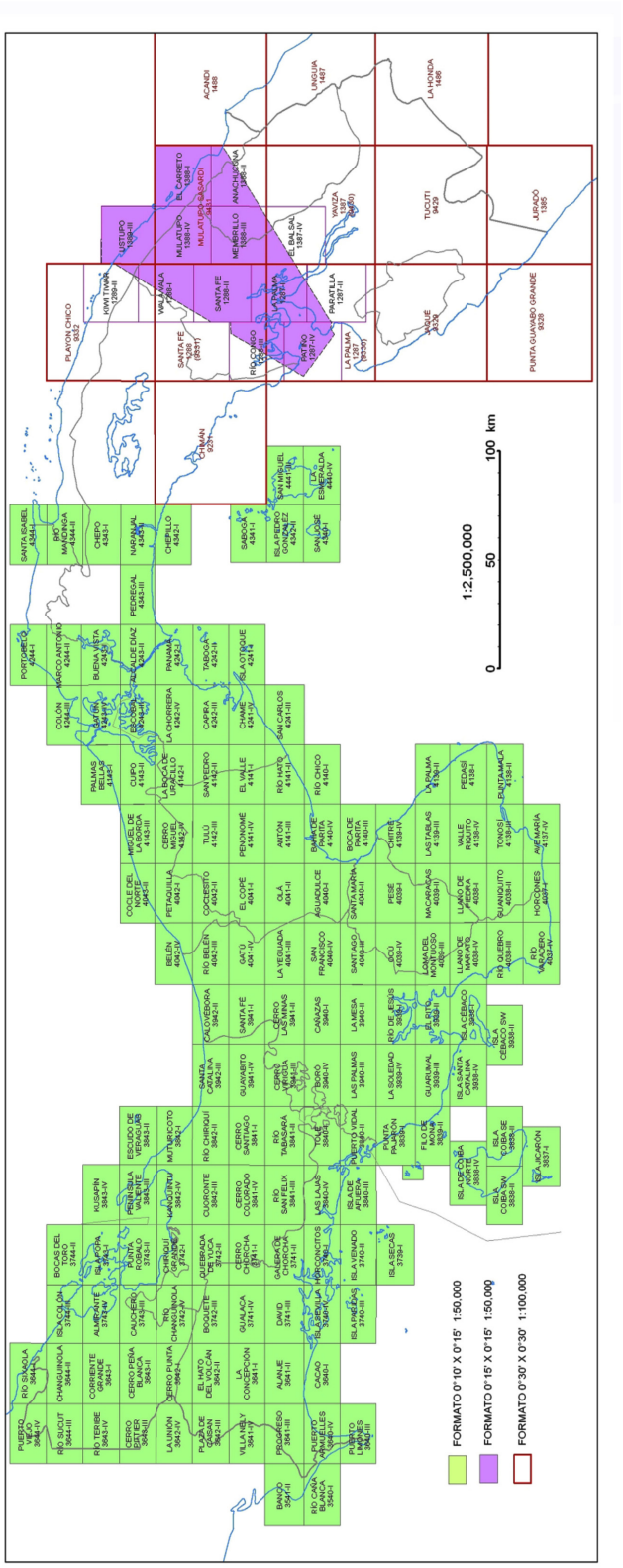


Fig.1: Indice de mapas topográficos

Esta última iniciativa beneficiaría considerablemente al país en general. No solo para la elaboración de los planes de ordenamiento territorial que se adelantan en el país, sino también para todos los estudios relacionados con el quehacer científico e investigativo geoespacial, como es el caso de evaluaciones de tipo geomorfológico, ambientales, sismológicos, diseño de diversas infraestructuras y carreteras, del uso del suelo, impacto de desastres, estimación de la biomasa, rutas de tránsito, recursos culturales, energéticos y turísticos, distribución de la población, equipamiento social, crecimiento urbano, actividades productivas, hasta el geoide local, entre otros.

Disponer de la mas completa información geográfica o datos geoespaciales y del conocimiento cartográfico adecuado en tiempo y escala apropiada como una primera meta, y una vez bosquejado un orden a seguir de un territorio particular, mediante planes y esquemas por sectores, es cuando eventualmente pueden iniciarse y visualizarse proyectos exitosos de planificación efectiva, que alcancen un satisfactorio desarrollo social mediante políticas económicas óptimas.

5. Conclusiones

En los últimos años, la República de Panamá ha experimentado una gran expansión de sus centros urbanos. La paulatina modificación del uso de zonas agrícolas en turísticas y residenciales, asignación de territorios a mandatos indígenas y de segregar mayores zonas protegidas, merece una aguda valorización del contenido espacial de todo su territorio con orientación acertada y eficaz de las inversiones hacia el bienestar colectivo, no conflictivo ni autodestructivo.

Por lo antes expuesto y a manera de conclusión, podemos indicar que el ordenamiento territorial es y será una de las herramientas más útiles para el desarrollo sostenible de los pueblos y ciudades de nuestro país.
Nos permitirá lograr optimizar las zonas verdes y azules en armonía al desarrollo nacional agrícola y urbano, conservando la calidad de vida de éstas y de las próximas generaciones de panameños y panameñas.

Finalizamos las ideas de este artículo, no sin antes llamar a la reflexión a los tomadores de decisión de todas las instituciones con competencia en el ordenamiento territorial, a unificar criterios en esta trama de trascendental importancia para cualquier nación; e intentar así, aumentar la cohesión social para lograr una ley nacional de ordenación de todo el territorio, que conlleve cambios positivos reales, y siempre en curso a ser revisada periódicamente cada década, pues la sociedad humana es altamente dinámica, es decir cambia con el transcurso del tiempo. (Articulo confeccionado en Octubre 2009).

6. Referencias bibliográficas

Davis Tejeira. Julio 2008. Conferencia: Cartografía Básica y Procesos Metodológicos para el Ordenamiento Territorial en Panamá, Organizado por el IGNTG.

Álvaro Uribe. Junio 2009, Seminario Internacional sobre Planificación y Políticas Urbanas. Organizado por el Programa Nacional de Administración de Tierras (PRONAT) y Lincoln Institute Ciudad del Saber.

Ministerio de Vivienda. Comité Interinstitucional Actualización del Plan Metropolitano del Pacífico y del Atlántico.

PRESENTACIÓN DEL ATLAS NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Jaime Toral, Vianca Cedeño, Aracelly Franco, Araceli Ortega
Instituto Geográfico Nacional " Tommy Guardia", Panamá

Resumen

El Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" logra terminar y publicar el Atlas Geográfico Nacional del país, tras una larga espera de 20 años. El desarrollo y condición de los trabajos fueron supervisadas y coordinadas principalmente en el Departamento de Geografía Aplicada.

Este libro de referencia, de colección y de consulta, refleja tanto en su contenido textual como en sus mapas, los grandes cambios geográficos que hemos experimentado en los últimos años y tiene como finalidad que los estudiantes, investigadores y el público en general, puedan manipular rápidamente su realidad geográfica y de esta manera ser estimulados a comprenderla, utilizarla y cuidarla para despertar sentimientos de valores nacionalistas en un entorno globalizado.

Izarla y cuidarla para despertar sentimientos de valores nacionalistas en un entorno globalizado.

Palabras clave: Atlas geográfico, geografía aplicada, mapas, realidad geográfica, entorno globalizado.

Abstract

The "Tommy Guardia" National Geographic Institute could finish and publish ow country (Geographic Atlas, after having waited for 20 long years. The development and characteristic of the different works were mainly performed at the Applied Geography Department.

This reference book, for research and collection, shows not only through its text but also through its map the great geographic changes we have gone through ¡u (the latest years. This book is for students, researchers and public in general Lo quickly manipulate their geographic reality, and so they can be stimulated to understand it, use it and take care of it in order to wake up nationalist values in a globalized world.

Keywords: geographic atlas, applied geograhy, maps. Geographic reality. globalized **word.**

1. Introducción

Los antecedentes de la presente recopilación de documentos cartográficos es continuación análoga de trabajos anteriores que se encuentran en las publicaciones de Panamá 1965, el Atlas Nacional de Panamá 1975 y el Atlas Nacional de 1988.

Para continuar las publicaciones del Atlas Nacional de la República de Panamá 2007, se conformó una Comisión Nacional integrada por instituciones

gubernamentales y autónomas, como: la Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República, el Departamento de Geografía de la Universidad de Panamá, el Ministerio de Educación y en Ministerio de Economía y Finanzas; figurando entre éstas, como ente receptor, coordinador y ejecutor, el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG). Finalmente, colaboraron otras 20 instituciones.

A principios del año 2002, el IGNTG convocó a reuniones de coordinación a todas las instituciones que habían conformado la mencionada Comisión Nacional, con el fin de elaborar el contenido del nuevo Atlas Nacional en su cuarta edición, y se procedió a asignar las partidas económicas para su ejecución y contratación de personal especializado.

En el año 2004 este proyecto presentaba sólo un 5% de avance.

Para el 2006 y con nuevas autoridades, se estimula y se recibe un gran impulso (60%), hasta lograr su culminación en diciembre de 2007.

El lanzamiento se dio en forma oficial el 12 febrero de 2008 al ofrecer 1,500 ejemplares impresos para la venta al público.

La elaboración del Atlas Nacional está plenamente justificada por los requerimientos iniciales de inventarios en la planificación de programas de desarrollo social y económico; así como también por la necesidad de su utilización en las tareas de investigación, educación y referencia, donde quiera que sea necesaria la información del territorio nacional.

2. Objetivos

Entre los objetivos primordiales para confeccionar este Atlas están:

- Servir de fuente para la investigación, educación y referencia sobre nuestro territorio nacional.

- Recopilar, preparar y procesar bases de datos temáticas, en formato geoespacial digital, que permita brindar información en un formato más flexible para usos múltiples.

- Catalogar y estandarizar la información geográfica del nuevo Atlas Nacional con metadatos, a través de Normas ISO, como iniciativa de la infraestructura de datos espaciales.

3. Metodología

La mayor parte de las instituciones tenían una base cartográfica distinta; en algunos casos, las fuentes de información para algunos mapas se encontraban dispersas a lo interno de las distintas entidades gubernamentales, en diferentes plataformas digitales y otras carecían de un sistema de información geográfica o de un manejo de información en formato digital; lo que impedía la interoperabilidad para el proyecto.

En cuanto a la preparación de los temas correspondientes a: población, sector agropecuario, industrias, comercios y servicios, educación y salud, se compiló la información de los Censos Nacionales de Población y Vivienda 2000, Censo Nacional Agropecuario de 2000-2001 y el Censo Nacional Económico 2003.

Para el resto de las temáticas del Atlas, especialmente los temas del medio físico, las fuentes de informaciones fueron los diversos estudios e investigaciones realizados por las entidades colaboradoras hasta el año 2006.

También se obtuvieron datos georreferenciados de entidades internacionales para elaborar estos temas de los mismos.

Para el ordenamiento general de los mapas temáticos del Atlas, se tomó en cuenta la división sistemática empleada en la edición anterior del Atlas Nacional, mapas generales: medio biofísico; recurso tierra; sector marítimo y costeros; población,agricultura,industrias, transporte y comunicación; comercio y servicios; educación, salud y aspectos sociales; elecciones, turismo, El Canal de Panamá y la región interoceánica; mapas regionales y centros urbanos; y áreas administrativas.

En junio de 2006, se dio inicio a la preparación de cuatro mapas bases, sobre los cuales se habría de volcar la información de los diferentes temas.

Las escalas seleccionadas para los mapas que requerían el detalle de toda la división político-administrativa (hasta el nivel de corregimiento) fue de 1:1,000,000: complementada en la mayoría de los casos. Con mapas a escala 1:2,000,000 y 1:2.500,000, (a nivel de distrito) y 1:4,000,000, (a nivel de provincias). En otros casos especiales se utilizaron otras escalas.

El arreglo cartográfico de los mapas del Atlas, en su gran mayoría, están orientados dentro de su uso habitual y de conformidad, respecto a los cuatro puntos cardinales, tal como existía en nuestro territorio en la Proyección Universal, Transversa de Mercator (UTM), Datum NAD 27, implementado en el canal de Panamá, desde la década de los cuarenta, bajo el esferoide de Clarke 1866.

La capa base cartográfica del Atlas ha sido elaborada con la división político- administrativa más reciente en base a los mapas 1:250,000, actualizados a la fecha de publicación (figura 3).

Para el proceso de impresión de este documento, tanto la confección coroplética de los temas como en la separación de colores del mapa, era necesario contar con una carta de colores de acuerdo a los actuales recursos tecnológicos, que permitiera hacer la selección más apropiada para expresar, cualitativa y cuantitativamente la información que mostrarían dichos mapas

En cuanto a la presentación impresa de esta nueva edición del Atlas Nacional de la República de Panamá, se consideró el formato de la edición de 1988; por su fin didáctico y como herramienta de consulta cartográfica.

Para la presentación digital de este documento, se utilizaron programas como ArcGis_9.1, PageMaker, Adobe PDF, Microsoft Office Word para la generación y visualización de animaciones interactivas, consulta y manejo de imágenes y una librería de documentos informativos.

La ejecución del Atlas Digital se orientó hacia una plataforma de archivos compatible en programas de SIG, con el fin de hacerlo interoperable entre las instituciones participantes.

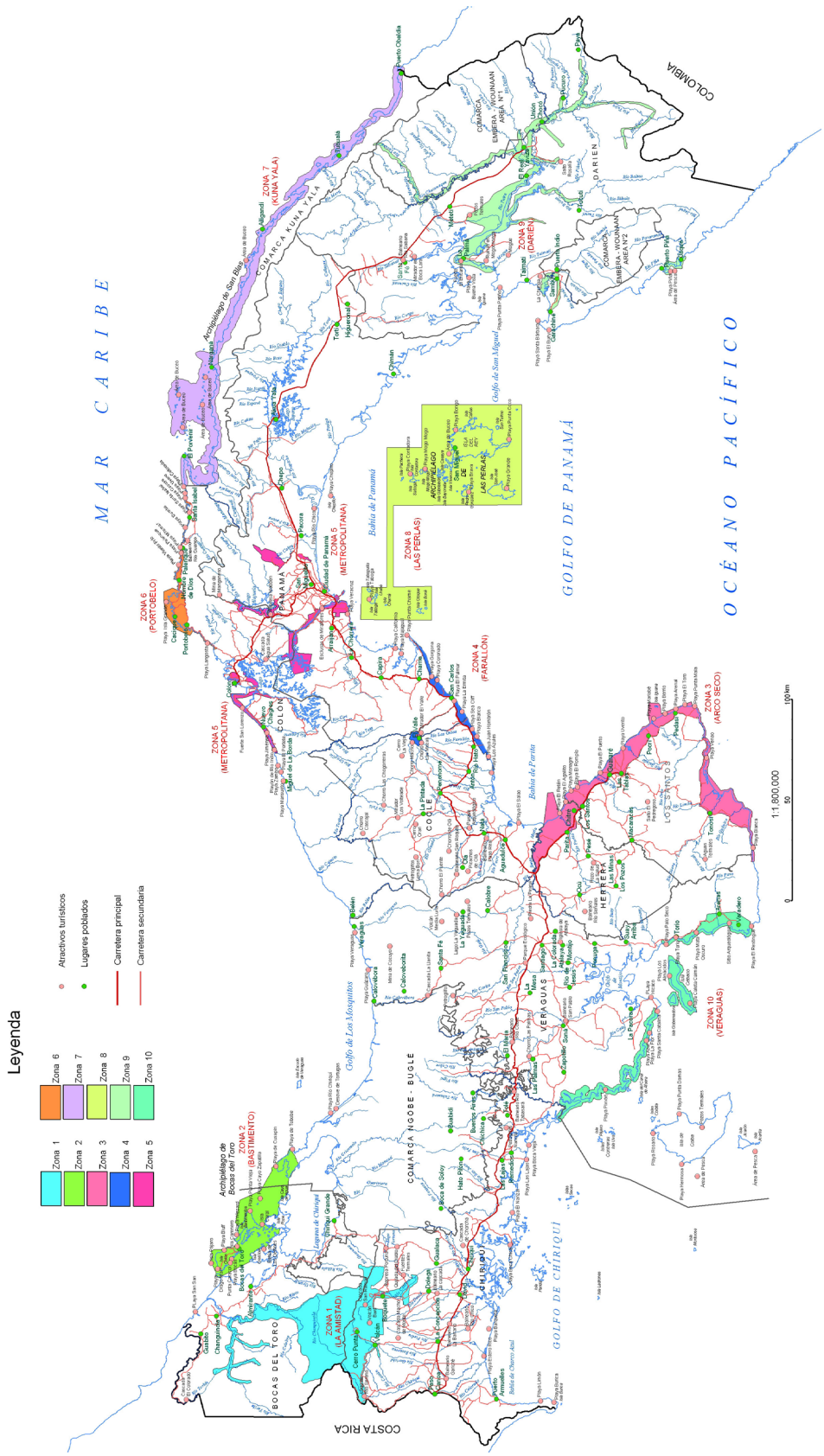


Figura 1: Zona turística de Panamá.

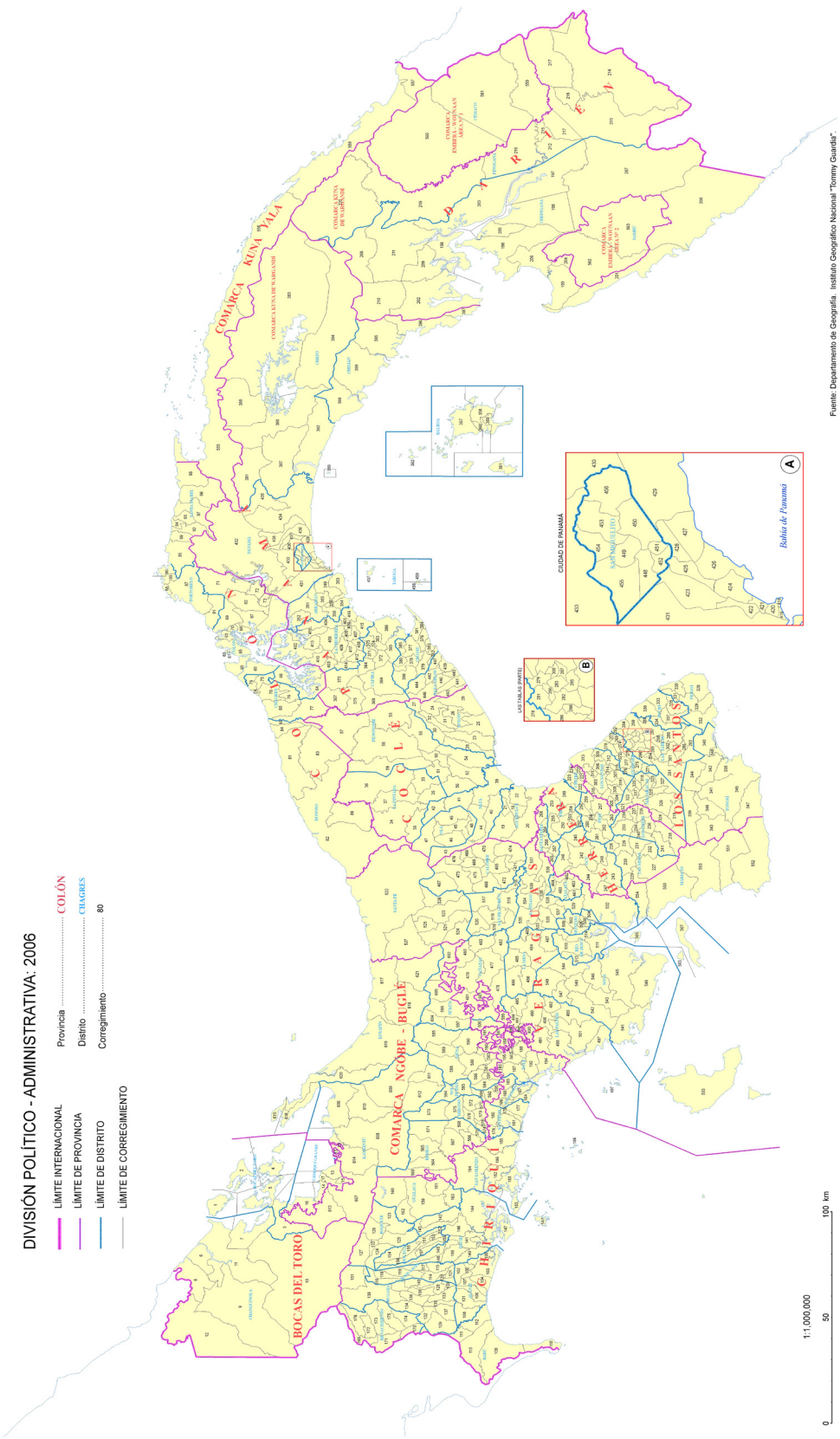


Figura 2: División político-administrativa de Panamá.

Figura 3: Distribución de artesanías locales.

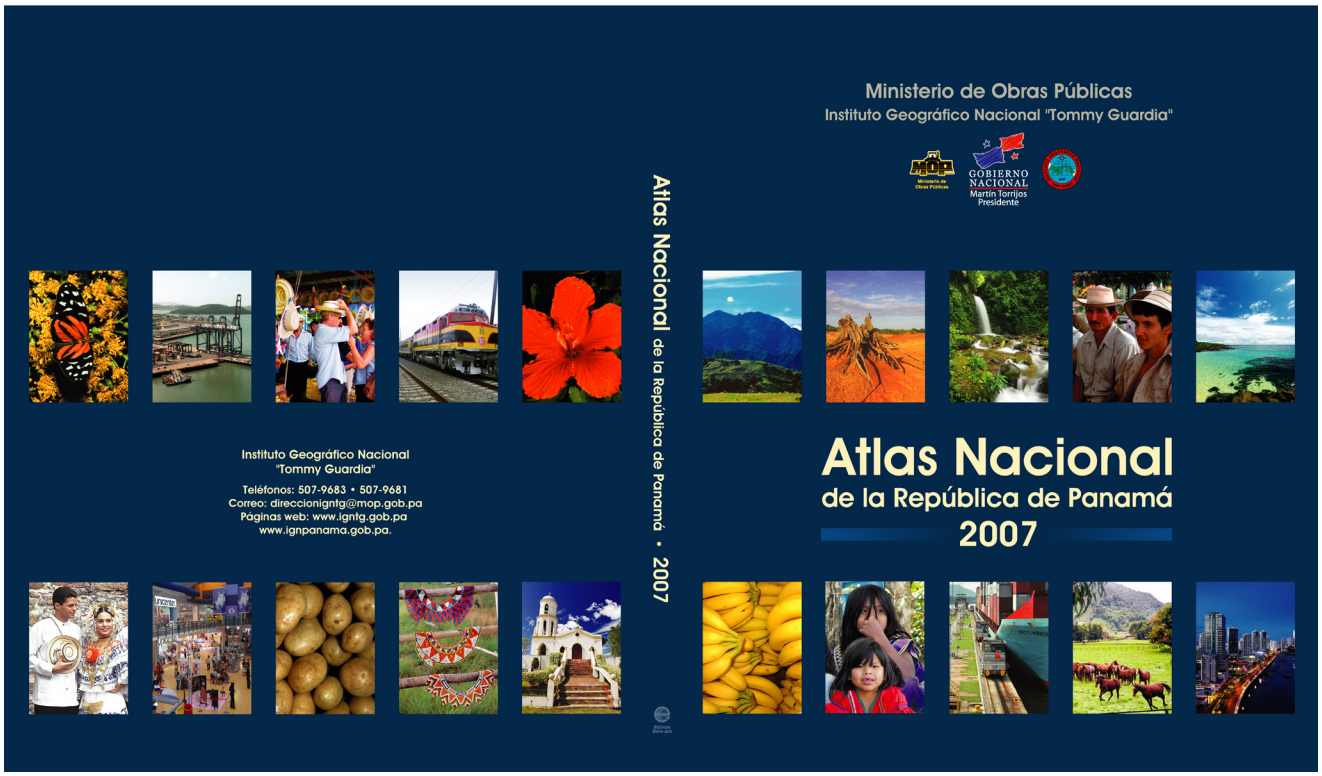


Figura 4: Carátula del Atlas Nacional de Panamá, versión impresa y digital.

versión digital.

ANTECEDENTES, EVOLUCIÓN E IMPORTANCIA DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE NOMBRES GEOGRÁFICOS DE LA R EPÚBLICA DE PANAMÁ

Julio Cesar Pinilla, Vianca Cedeño y Aracelly Franco
Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"

1. Introducción

El artículo, que presentamos a continuación, sobre la Autoridad Nacional de Nombres Geográficos de la República de Panamá, contiene los antecedentes, avances y sobre todo los innumerables esfuerzos de conformar legalmente dicha agrupación, que será la encargada de regular y establecer las normas para los nombres de las diferentes características, ya sean naturales, o culturales que se designarán en el futuro en nuestro país.

Este artículo refleja parte de la documentación, aporte y esfuerzos realizados por las diferentes instituciones que tienen responsabilidades con la asignación y colocación de los nombres geográficos de la República de Panamá; con el afán y esmero de que los nombres geográficos utilizados no generen confusiones ni errores, sino más bien que sean fuentes de guía e indicadores según el tema utilizado en estas características.

Entre estas instituciones podemos mencionar al Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", la Universidad de Panamá, la Contraloría General de la República de Panamá, el Municipio de Panamá, el Ministerio de Gobierno y Justicia, Tribunal Electoral y la Autoridad del Canal de Panamá.

2. Antecedentes

Desde su inicio como República, Panamá ha venido realizando diferentes estudios y desarrollándose, tanto en las áreas urbanas como rurales, en los aspectos sociales, económicos y políticos, en cuanto a la ciudad y otras áreas, para determinar y establecer las diferentes características de nombrar a cada uno de estos topónimos en cada situación.

Tomando en consideración los levantamientos de proyectos de desarrollo de una ciudad, Panamá ha tenido que realizar planes para desarrollos urbanos y rurales, con el levantamiento de mapas, planos, croquis y otros tipos de fuentes, entre estos: gaceteros oficiales, diccionarios geográficos y libros geográficos, todos con la finalidad de contribuir a la descripción y ubicación de los elementos existentes en todo el territorio nacional.

En cuanto a topónimo se refiere, en este sentido encontramos diferentes tipos de información para trabajos y consultas elaborados por cada una de las Instituciones:

- Universidad de Panamá: Revista Tierra y Hombre y diccionarios geográficos, entre otros.

- Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia": gaceteros, diccionarios geográficos, Atlas Nacional, nomenclátor y todo lo referente a los diferentes tipos de mapas que éste elabora.

- Contraloría General de la República: elaboración de los mapas censales de los lugares poblados, entre otros.

Así podemos mencionar a otras instituciones que son de suma importancia para tener un mejor manejo, en cuanto a la distribución de los nombres geográficos, en los diferentes lugares y regiones del país.

En 1956 la (ONU) Organización de las Naciones Unidas se reunió para coordinar en lo referente a nombres geográficos; luego en el año 1960, con grupos de expertos de esta organización y en 1967 realizan la Primera conferencia sobre "la Normalización de Nombres Geográficos"; en 1987, dictan el primer curso de Nombres Geográficos; en el 2005 se desarrolla el XVII curso de Nombres Geográficos por el IPGH; se continúa en el año 2007 la IX Conferencia de las Naciones Unidas sobre "La Normalización de Nombres Geográficos" y en el 24° período de sesiones del Grupo de Expertos de Las Naciones Unidas en Nombres Geográficos.

La Autoridad de Nombres Geográficos de Panamá se creó mediante Decreto Ejecutivo 212, de 2 de junio de 1970, durante el período administrativo de la Junta Provisional de Gobierno, presidida por el presidente Demetrio Lakas, Arturo Sucre P., miembro de la Junta Provisional de Gobierno, y Manuel A. Alvarado, Ministro de Obras Públicas, con la finalidad de proceder al estudio, dictamen y registro de los nombres geográficos.

La decisión de instalar la ANG en la República surge después, con la aprobada Resolución 6 de octubre de 1968, en la primera reunión regional sobre Normalización de Nombres Geográficos, celebrado en Guatemala, donde se recomienda que los países que aún no cuentan con sus respectiva Autoridad de Nombres Geográficos procedan lo antes posible a su integración. En este Decreto se declara que este organismo quede adscrito al Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", en cuyo edificio tendrá su sede.

Esta Autoridad estuvo constituida por Consuelo Tempone, Baltasar Isaza Calderón, Reina Torres de Arauz, Alfredo Castillero, Ricardo Alba, Nidia Cardoze, Ana H. de Pittí, Jaime Jaén Mata, Víctor Alvarado y José A. Barahona.

Mediante acuerdo 5 de enero de 1991, se crea una comisión para revisar la nomenclatura de calles y avenidas del distrito de Panamá y cooperar con la colocación de los letreros que identifiquen las mismas.

Esta Autoridad se creó con la finalidad de estudiar, dictaminar y registrar todos los nombres geográficos del país. El 24 de agosto de 1994 se modifica el decreto 212 con el Decreto 175 el cual faculta al Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Contraloría General de la República, Universidad de Panamá y otras instituciones para establecer La Autoridad Nacional de Nombres Geográficos.

En el año 2007, se reactiva La Comisión Nacional de Nombres Geográficos, a través de un Sistema de Información Geográfico Nacional.

3. Importancia de los nombres geográficos

Los nombre geográficos son considerados por la Organización de las Naciones (ONU) como un tema propio de cada nación; por eso, considera necesario contribuir en el procesamiento de datos automatizados, y apoyar en la realización de cursos de capacitación y de productos de gaceteros.

Son múltiples las definiciones de nombres geográficos, trataremos de concordar en definirlo como:

- El nombre que expresa, delimita e identifica un área o accidente geográfico como entidad individual.

- Es el que señala cada uno de los elementos que representan áreas o accidentes determinados en formación individual para ser clasificados y obtener mejor conocimiento de ellos.

La Toponimia utilizada en los nombres geográficos es la que estudia la clasificación y significado de los nombres de lugares o fenómenos geográficos.

Los nombres geográficos son de suma importancia, porque pueden ser usados de muchas maneras, éstos permiten la identificación de un lugar como elemento único; por ejemplo, en la programación de la cartografía, prevención de desastres naturales, laneación regional y nacional del desarrollo económico de comunidades, en los análisis del medio ambiente, en la planeación de los sistemas de transportes y otros.

Estos datos pueden ser utilizados además, en: turismo, mercadeo de productos, selecciones de sitios y análisis, medio ambiente, investigación genealógica y solicitudes de análisis de nombres.

Los nombres geográficos, para la historia, tienen un gran interés, ya que designa aspectos de la historia y cultura de los pueblos y constituyen testimonios de hechos ocurridos en distintos lugares y épocas para enlazar estos hechos.

Uno de los principales y esenciales usos es en la cartografía, ya que tienen una especial utilidad, del trabajo cartográfico en la confección de mapas, porque es el lenguaje geográfico que permite identificar el área o región.

4. Colaboración institucional

4.1 **Departamento de Geografía de la Universidad de Panamá:** Desde el año 1939, y hasta hoy día, ha sido el centro de los estudios relacionados con la nomenclatura geográfica de Panamá.

El profesor Ángel Rubio dirigió 11 trabajos de graduación sobre nombres geográficos de Panamá, y entre los años 1966 y 1980, la profesora Consuelo Tempone tuvo en su cargo 20 trabajos de graduación; estos trabajos proporcionaron información valiosa para la confección, en 1970 del Diccionario Geográfico de Panamá, primera edición.

En el año 1979, se crea la Oficina de información Geográfica “Ángel Rubio”.

En investigaciones y publicaciones podemos mencionar: El Diccionario Geográfico de Panamá, primera edición; Los Diccionarios Geográficos de l as provincias de la República de Panamá 1989, El Diccionario Geográfico de Panamá segunda edición, 2001.

4.2 **Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”:** Ha venido realizando una gran labor en lo concerniente a obtención y verificación de nombres geográficos en el terreno, para la preparación de la cartografía básica, de la cartografía temática y la cartografía urbana, especialmente en la actualización y revisión de los mapas de la República de Panamá a escala 1:250,000 y 1:500,000, y para la elaboración de los atlas nacionales de la República de

Panamá; los cuales contienen 1,877 nombres geográficos que aparecen incluidos en el mapa físico de la República a escala 1:500,000, en su 16 edición y en el Atlas del 2007.

En la actualidad, este Instituto está realizando un inventario de los topónimos basados en los mapas a escala 1:50,000, mapa general a escala 1:250,000 y cartas náuticas a diferentes escalas, el cual nos permitirá elaborar la base de datos de nombres geográficos. Esta base recoge cuatro subbases:

- Hidrografía (ríos, quebradas y lagos, entre otros).
- Hipsometría (cerros, mesetas y elevaciones, entre otros).
- Accidentes costeros (islas, ensenadas, puntas cayos, entre otros).
- Lugares poblados (pueblos, caseríos y localidades, entre otros).

4.3 **Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República de Panamá:** Esta Dirección ha confeccionado el material cartográfico (mapa de provincias, distritos, corregimientos y comarcas, planos y croquis) para los levantamientos de los Censos Nacionales de Población y Vivienda desde el año 1950 hasta el 2000. También ha publicado nomenclátores de los lugares poblados del país, que han sido de gran utilidad en diversas investigaciones geográficas y otras disciplinas.

4.4 Municipio de Panamá: Ha venido contribuyendo en cuanto a la señalización y colocación de los nombres de diferentes estructuras, tales como: calles, avenidas, parques y otros, de acuerdo 5 de 15 de enero de 1991; por el cual se crea una comisión para revisar la nomenclatura de las calles y avenidas del distrito de Panamá y cooperar en la colocación de los letreros que identifiquen las mismas .

4.5 **Tribunal Electoral:** Es una Institución que también ha dado su aporte al Estado; ya que, en cuanto a las elecciones, deben tener muy claro las ubicaciones de todos los lugares que se encuentran en el país para la respectiva ubicación de los centros de votación.

4.6 **Ministerio de Vivienda:** Es otra Institución que, debido a las ubicaciones de proyectos de vivienda y el crecimiento de la población, deben establecer áreas específicas para darle respuesta a los problemas habitacionales del país.

5. Recomendaciones

- Realizar estudios y análisis de nombres geográficos, tanto naturales como culturales.
- Concienciar a los colaboradores de las instituciones públicas, privadas y a la población en general, en la importancia de respetar las normas establecidas para la asignación de los nombres.
- Ejecutar un plan para la divulgación de los nuevos nombres geográficos.
- El IGN “Tommy Guardia” necesita un presupuesto que le permita realizar un monitoreo

continuo en las diferentes áreas del país para la clasificación de los nuevos nombres geográficos.

- Urge la revisión de los procesos y normas actuales para los nombres geográficos y estandarizarlos según normas internacionales.

6. Conclusiones

- Debido a las identificaciones de los lugares poblados, países y los diversos accidentes físicos, naturales y culturales, debemos establecer procesos y normas para la obtención de una base de datos oficiales, de acuerdo al desarrollo de nuestro país y normas internacionales.

- Como hemos podido ver a través de los años, se han venido creando otras instituciones públicas y privadas que están desarrollando cartografía y bases de datos de nombres geográficos, sin la coordinación y verificación con la institución, que por ley le corresponde tal función.

- En cuanto al uso de los nombres geográficos exige la recopilación, ordenamiento y normalización de dichos nombres en el país.

- Poner en práctica la ley que regula lo concerniente a la designación de un nombre geográfico.