

comunicación y transporte. La aviación, que escasamente acaba de dar sus primeros pasos, llegará a su desarrollo completo y veremos comunicaciones aéreas transoceánicas con la naturalidad y la indiferencia que miramos hoy a las comunicaciones marítimas. Siempre hay la posibilidad de un invento revolucio-

nario. Llegaremos por ejemplo, a anular la fuerza de la gravedad, y poder así salir de este planeta a explorar los misterios del universo? ¡Quién sabe!

Miguel Wiewall Jr.
Instructor de Física

El Mapa Topográfico de Puerto Rico.

POR

M. L. Vicente, C. E., M. E., M.S.A.M.E.

Hace proximamente seis meses que se empezó un trabajo de gran transcendencia para Puerto Rico cual es la confección del mapa topográfico de la Isla con la ayuda de fotografías aéreas. Estas fotografías fueron tomadas por el Departamento de Marina de Estados Unidos. Crédito por esta obra de inestimable valor debe darse a Don Carlos E. Chardón, Ex-Comisionado de Agricultura y al presente Canciller de nuestra Universidad, por ultimar las negociaciones con el Departamento de Marina; a Don Guillermo Esteves, actual Comisionado del Interior, bajo cuya dirección técnica se efectúa la preparación de dicho mapa; y finalmente al Gobernador Don Teodoro Roosevelt sin cuyas negociaciones con el Gobierno Federal y especialmente con el Departamento de Marina el éxito hubiera sido dudoso.

Pocas personas se dan cuenta de la gran necesidad de poseer un mapa topográfico que a la vez que completo sea exacto. Hace tiempo, desde la soberanía española, varias veces se inició la triangulación de la Isla, pero dicho trabajo no prosperó. En 1900 la oficina de Mensuras Geodésicas y de Costas de los Estados Unidos empezó una triangulación de la costa que llevó a feliz término en 1909. Este trabajo se comprobó con una poligonal a través de la Isla y con observaciones astronómicas. El trabajo hecho por la Oficina Geodésica Federal sirvió de base al mapa actual del Departamento del Interior al que según se van obteniendo datos se le va añadiendo detalles. Este mapa aunque da una gran información y dado los medios usados para su construcción resulta bastante aproximado, su exactitud no está comprobada.

El método moderno para la confección de un mapa topográfico es por medio de fotografías aéreas. Al ingeniero que está al tanto de los progresos de la técnica topográfica el uso de fotografías aéreas es indiscutible. No hace mucho había ingenieros, y aun hay algunos, pocos por suerte, que dudaban de un mapa hecho de esta manera, y personas que tenían que hacer uso de mapas los consideraban como una novedad,

quizás útil, pero nunca tan exactos como los hechos en el campo a cinta, telémetro y teodolito. Vale la pena mencionar que la oficina topográfica de la U. S. Coast and Geodetic Survey, donde están los mejores expertos del mundo, hace uso exclusivo de fotografías aéreas, habiéndose probado que se obtienen mejores mapas con gran ahorro de tiempo y dinero. Además del servicio que presta al gobierno, otros usos de un mapa aéreo son: para compañías de fuerza eléctrica, en localizar sus líneas de transmisión; para ferroca-



MANUEL L. VICENTE,
Ingeniero Civil.

riles y acueductos, en localizar sus líneas; para drenajes y riegos; para ciudades y pueblos donde aparecen hasta la más mínima construcción, bahías, puertos, etc. Fotografías aéreas se han usado también con éxito como evidencia legal y en tasar propiedades.

En diciembre 4, 1930, llegaron a San Juan procedentes de Hampton Roads, tres aeroplanos amfibios, tipo Loening (OL-8A) y el dragaminas Vireo, trayendo el personal, compuesto de cuatro oficiales y diez y

seis marinos, el equipo y material para obtener las fotografías aéreas.

Para obtener las fotografías se procedió de la siguiente manera: (1) Usando el mapa general de la Isla del Departamento del Interior se dividió la Isla en 33 áreas de vuelo aproximadamente 12 millas de largo por 10 de ancho. En estas áreas se trazaron líneas de vuelo a $3\frac{1}{4}$ de milla de distancias para proveer el 50% de monta entre líneas.

(2) Las cámaras usadas eran marca Fairchild, tipo K3 de 12 pulgadas de foco con motor eléctrico para cargar el obturador y cambiar la película..

El obturador se hacía funcionar manualmente. Las películas eran pancromáticas en rollos de 24 cm. de ancho por 75 pies de largo, suficientes para 110 exposiciones. Cada cámara y como parte integrante de la misma, llevaba un contador de exposiciones, un altímetro, un reloj de segundos, minutos, y horas, un nivel y un espacio para anotaciones. Al hacer una exposición automáticamente quedaban marcados en ella todos los datos de estos instrumentos en aquel momento. Como el foco de las cámaras era de 12 pulgadas y las fotografías fueron tomadas a 10,000 pies de elevación la escala resultaba 1:10,000

(3) Los aeroplanos usados eran marca Loening anfibios (OL-8A). Las cámaras con sus buscadores y el fotógrafo iban en un compartimiento en la parte trasera del aeroplano, y las exposiciones se hacían por una escotilla abierta en el fondo del compartimiento. La dotación de cada aeroplano consistía en un piloto, quien mantenía el aparato en una línea recta y a nivel, y un navegante quien escogía las líneas de vuelo y mantenía al piloto en el rumbo. Cada aeroplano iba provisto de películas suficientes para hacer 330 a 440 exposiciones sin aterrizar.

Tan pronto eran expuestos los rollos de películas se llevaban al laboratorio donde eran revelados y después de secados eran marcados. Estas marcas, que aparecen en la esquina inferior derecha, consisten en una letra para el área, un número para la línea de vuelo de dicha área, otra letra para la dirección y un número que indica el orden consecutivo de la misma: así: B-7-W-18, quiere decir la décima-octava exposición en dirección oeste de la séptima línea de vuelo en el área B.

Después de marcado los rollos se hacían las copias. De cada negativo se hicieron tres copias, una para el Departamento de Agricultura y dos para el Departamento del Interior, una de las cuales se está usando en hacer un mosaico.

El mosaico consiste simplemente en unir fotografías pegándolas a un cartón u otro material adecuado, teniendo cuidado de sobreponer las imágenes de puntos idénticos en las fotografías adyacentes. Gran dificultad se encuentra si la escala varía en las

fotografías o si al ser tomadas la cámara no estaba perfectamente vertical.

El otro juego de fotografías se utilizará para hacer el mapa topográfico y omitiendo los diferentes métodos que se usan para trasladar la topografía de las fotografías al papel, haremos una descripción a grandes rasgos del método radial que es el que se va a utilizar con estas fotografías.

El método radial se basa en que si la cámara está exactamente vertical al hacer la exposición, el azimut de cualquier punto, con referencia al centro de la fotografía, es el verdadero azimut de la línea que une el centro de la fotografía con dicho punto. Para localizar exactamente el centro de cada copia, la cámara al hacer las exposiciones, marcaba en cada una de ellas unos esquineros y trazando las diagonales se obtiene el centro. En cada copia nueve puntos prominentemente se seleccionan: uno, cerca del centro; cuatro, cerca de cada una de las esquinas; y otros cuatro, en el centro de cada lado. Estos puntos se localizan también en las fotografías adyacentes, luego se trazan líneas radiales del centro a cada punto y habiendo obtenido mediante observación en el campo la distancia entre los dos centros adyacentes el problema se reduce a uno de intersección conociendo una base y los ángulos en sus extremidades. Según se van obteniendo puntos en las fotografías estos se transfieren a un celuloide o papel transparente y así se obtiene una serie de puntos situados correctamente a escala; usando nuevamente las fotografías, puntos intermedios se transfieren al papel y se llenan los detalles. Para las líneas de nivel, se hace necesario el uso de un estereoscopio, instrumento que hace resaltar el relieve y conociendo por triangulación la elevación de varios puntos en un par de fotografías las líneas de nivel pueden establecerse con facilidad.

Para usar el método radial, lo mismo que para que el estereoscopio haga resaltar el relieve, se hace necesario que las fotografías adyacentes tengan por lo menos 60% de monta.

El resultado de este trabajo será un mapa exacto y completo de Puerto Rico en que se podrán incorporar los más pequeños detalles, y usandole inteligentemente ahorrará mucho dinero a los departamentos del Gobierno así como a particulares.

Como información final, vale la pena saber que, a pesar del gran número de días nublados, se tomaron 84 rollos de películas con un total de 8.250 exposiciones, que cubren aproximadamente 40% de la superficie de la isla y es de esperarse que se den los pasos necesarios para terminar la parte que falta.

La Oficina Topográfica del Departamento del Interior está localizada en los bajos del Capitolio y ella tendrá sumo gusto en recibir visitantes y suministrar cualquier información que se le pida. San Juan, Puerto Rico, Mayo 12, 1931.