

FOTOGRAFIA AEREA Y RADAR ¹

Por ANTONIO LOPARDO ²

Los trabajos cartográficos esenciales en época de guerra y de gran estímulo por ese motivo, son hoy una realidad en los trabajos de paz. Levantamientos aéreos en la Provincia de Buenos Aires con fines de obras públicas. Posibilidades y limitaciones del uso de las fotografías aéreas y mosaicos aéreos en las actividades agronómicas. El radar, sus principios y aplicación inmediata a los levantamientos topográficos.

La cartografía es una ciencia que se inició con gran impulso para el trazado de mapas de índole militar. En la actualidad es esencial en la guerra o en la paz, pero siendo siempre la primera actividad la que estimula su desenvolvimiento.

Examinaremos las posibilidades del método, destacando el uso de la fotografía aérea para los fines de paz y en especial en las aplicaciones agronómicas.

Durante la última guerra hemos tenido oportunidad de observar en los periódicos y revistas, espectaculares fotografías aéreas, de las desvastadas ciudades. Estas fotografías tenían sólo interés publicitario o documental. Pero el uso de esta técnica fué impulsado por los militares que requerían conocer con exactitud el terreno enemigo; esta constante necesidad ha sido un motivo primordial para que los países preparen mapas exactos, usando los métodos más rápidos para conseguir su objetivo, logrando con esa técnica equiparar a la carto-

¹ Trabajo recibido para su publicación el 23 de diciembre de 1954.

² Ingeniero civil, Profesor titular de Topografía en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Eva Perón.

grafía. Sabemos que los alemanes y la Real Fuerza Aérea inglesa, mantenían una atenta vigilancia de los movimientos militares de Londres y Berlín, por intermedio de sus cámaras, que llegaron a superar lo imaginable. También usaron las mismas, para comprobar los éxitos de los bombardeos y juzgar sus fallas.

También es conocido el éxito de los bombardeos norteamericanos en suelo italiano con impecables impactos, probando que los pilotos conocían por fotografías aéreas obtenidas con anterioridad, la exacta ubicación de los edificios ocupados por el enemigo.

En la antigüedad los militares satisfacían sus exigencias por intermedio de un mapa topográfico, donde se describía lo físico del suelo y las obras más importantes del hombre, tales como carreteras y ciudades.

En cambio la fotografía aérea de la actualidad proporciona un reflejo real detallado del suelo, con mayor vida y juventud que el plano levantado por los métodos clásicos, destacando las cualidades del suelo (de suma necesidad para los equipos mecanizados, pero también de aplicación científica): si es pantanoso, si existe vegetación, etc.

Claro está que todo esto lo podemos examinar con rápida visión en una fotografía aérea, teniendo igual importancia en la guerra como en la paz.

Sabemos que todos los trabajos que realizan los departamentos del Instituto Geográfico Militar, son usados constantemente por los civiles. En los trabajos de fotografías aéreas se acusan más detalladamente los elementos planimétricos y altimétricos, produciendo mapas vivientes, de uso en el desenvolvimiento agrícola, silvicultura, erosión del suelo, etc.

En la actualidad, los organismos militares se hallan secundados, en la labor de interpretación de la fotografía aérea, por empresas particulares civiles, integradas por técnicos especialistas en diversas ciencias.

No quiere decir todo lo manifestado, que la topografía clásica, trazada sobre el mismo terreno sea abandonada, ya que la misma es base de los levantamientos aéreos para la restitución aerofotogramétrica. Esto nos prueba que seguirá siendo por mucho tiempo un método de mayor exactitud y más rigurosa que la topografía hecha desde el aire.

Es de hacer notar que si el objetivo es realizar un mapa corriente, la fotografía aérea no da mayor exactitud, sino que lo hace con

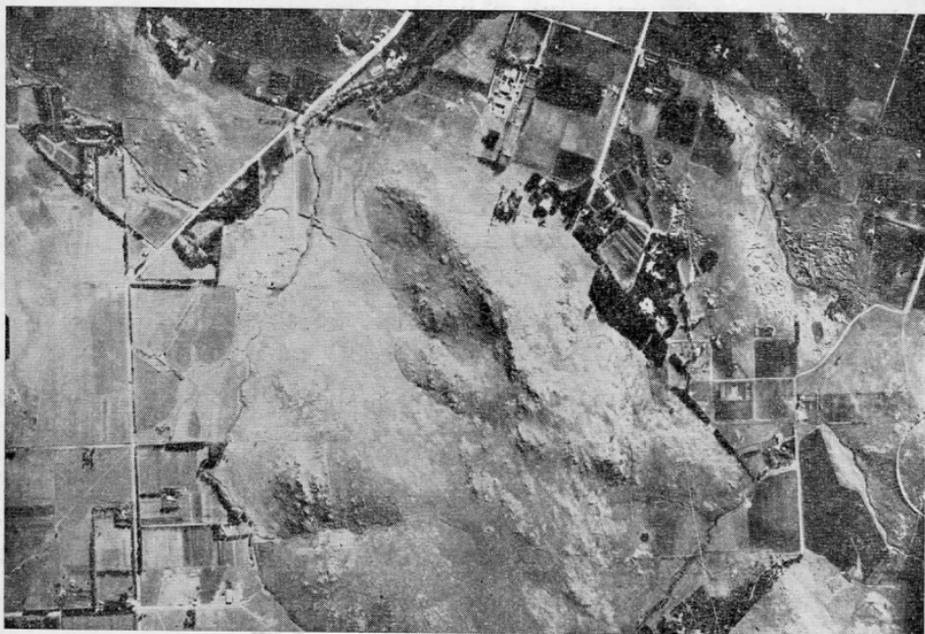


Fig. 1 — Puede observarse en la parte central una zona de erosión, rodeada de superficies con cultivos, que están amenazadas por los efectos dinámicos alucidos. Se distinguen los alveos de los torrentes afluentes del Arroyo Langneyú, Tandil.

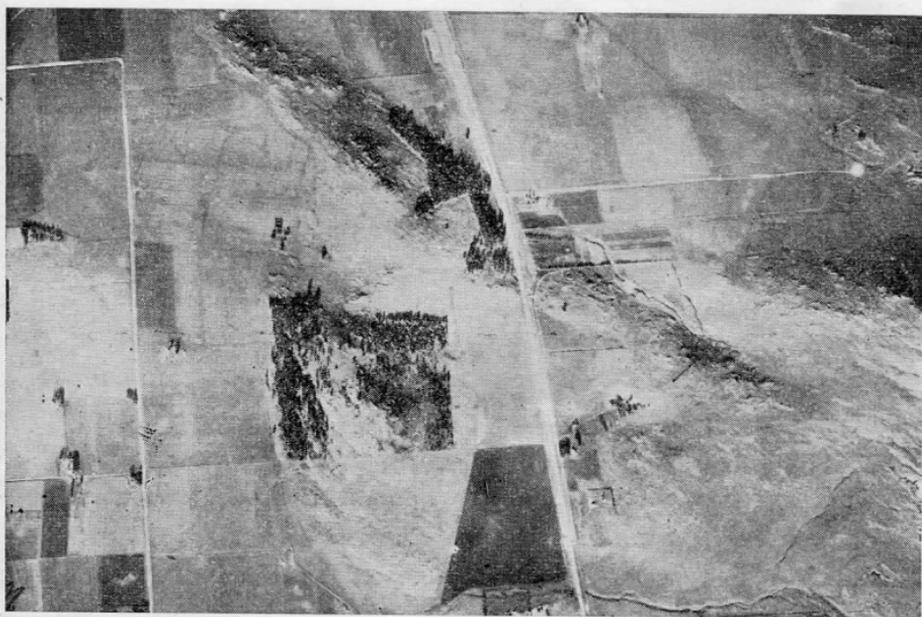


Fig. 2. — Se pueden observar las plantaciones hechas en la zona de erosión, con árboles de regular altura (véase la sombra). Se distingue en el centro un monte enrarecido. También aquí se puede notar el recorrido de los cursos de arroyos afluentes del Langneyú, Tandil. Puede apreciarse el recorrido de los caminos y las superficies con plantaciones.

mayor rapidez. Esto hace que se usen preferentemente en la actualización de los planos existentes. La fotografía aérea es usada mediante los enderezadores para rellenar los detalles en planos donde se han marcado los puntos fijos por triangulación. Mayor aun es la ventaja de este método de levantamiento de detalles en países sin adelanto, donde el tránsito no es de fácil realización, o en el caso reflejado en las figuras 3 y 4, cuyo levantamiento planimétrico se ejecutó salvando la penosa tarea llena de errores que se cometerían si ese trabajo se hubiera ejecutado por los métodos clásicos, ya que la zona es baja con cangrejales y bañados.

De acuerdo con el avance de los estudios, se puede predecir que pronto llegará el instante en que no será necesario ningún control terrestre en levantamientos aéreos de zonas amplias. En trabajos topográficos submarinos próximos a la costa, ofrece un importante campo de aplicación para la fotografía aérea, con economía y rapidez. Aprovechando situaciones atmosféricas favorables, sobre todo del viento, altura del Sol y otros, es posible obtener fotografías aéreas que recogen detalles del fondo del mar hasta 9 m de profundidad, de gran importancia en la navegación costera. Con estas fotografías un experto puede destacar con exactitud la naturaleza del fondo, el material en suspensión, caso de la figura 8. Los resultados de estos estudios son superiores a los trabajos realizados mediante sondeos.

Cuando la fotografía aérea se usa como elemento de actualización de planos, es cuando ofrece mayor bondad. En el caso de actualización catastral de las plantas urbanas de las ciudades, tiene gran aplicación. La fotografía aérea daría las innovaciones más recientes, precisando altura de edificios, su posición en el plano, superficies cubiertas, etc. Pero aun más, la fotografía aérea observa de una manera realista el desarrollo de las ciudades, su aspecto edilicio, difícil de reflejar en un mapa.

El estudio planificador de las ciudades determinará la conveniencia del tamaño de las fotografías, escala, etc., según si el estudio tiene por objetivo urbanizar regiones enteras con relación a la urbe, la tierra de labranza, los bosques, los parques, las colinas, los ríos, los desagües naturales y las zonas erosionadas.

En todos los casos la fotografía presenta un material que no omite rasgo natural, como puede suceder al levantar un plano por los métodos clásicos, dando mayor estética al relevamiento. En el caso de cosechas importantes, la fotografía aérea de pequeña escala es de mucha importancia, especialmente en los países carentes de estadísticas agrícolas.



Fig. 3. — Fotografía aérea de una zona del paraje denominado «El Palenque», partido de General Lavalle — zona muy baja — con cota media más 2. Las partes más claras corresponden a superficies de tierra gris arcillosa firme. En cambio las superficies más oscuras corresponden a bañados con juncos.

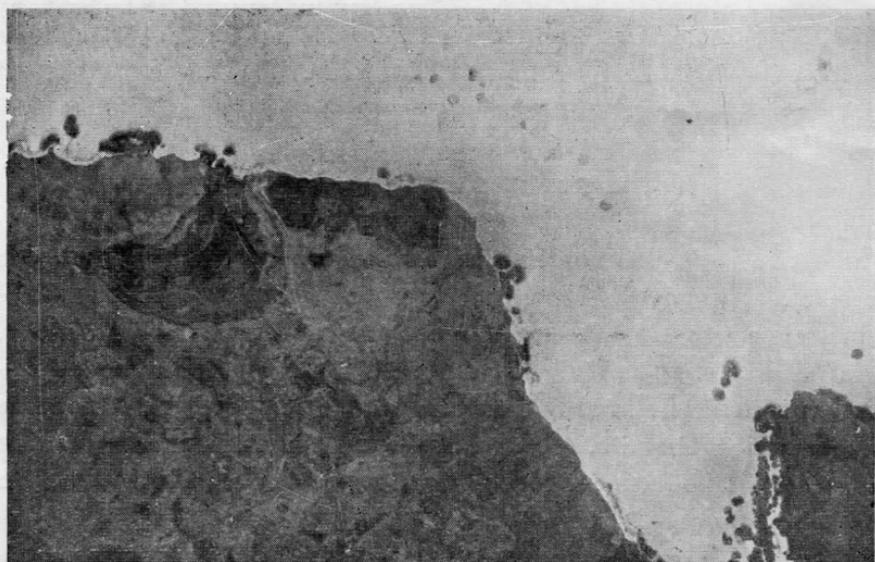


Fig. 4. — Muestra una zona de la desembocadura del río Ajó, partido de General Lavalle. Puede apreciarse la erosión provocada por las olas en la costa. La parte continental se halla cubierta de vegetación integrada por tala y juncos. Las figuras aludidas se hallan en la escala 1 : 10.000.

Otra aplicación interesante de la fotografía aérea en tiempo de paz, es la relacionada con la ejecución de mapas edafológicos, siendo fácil distinguir las principales clases de tierras: de labranza, de bosques, de pasto, de parques, etc.

La fotografía produce un mapa actualizado a la época de su terminación, cosa imposible de conseguir por los métodos topográficos clásicos.

Con este método se pueden vigilar los cultivos en las zonas de selva, descubrir los incendios o cuando las superficies se hallan amenazadas por la erosión. Puede obtenerse también un inventario muy aproximado de los recursos en los bosques.

La técnica moderna en la ejecución y toma de fotografías, el progreso en las cámaras fotográficas y en los accesorios, tales como las cámaras de películas movibles durante la exposición, creadas para compensar el movimiento de la imagen producido por la velocidad del avión, nos dice que nos hallamos frente a una técnica en marcha.

Es posible así obtener fotografías de amplia escala con enfoque vertical, que elimina las futuras averiguaciones sobre el terreno de las partes que no pueden leerse en la fotografía, con enorme ventaja en los terrenos inaccesibles.

Por intermedio de las fotografías aéreas se puede obtener amplia información geológica en línea general con un mínimo de trabajo; en trabajos arqueológicos, facilita el estudio de la posición y tamaño de las antiguas fortalezas y reliquias históricas.

EL RADAR Y LA TOPOGRAFÍA

Se están haciendo experimentos sobre la manera más satisfactoria de usar con propósitos topográficos algunos de los instrumentos de radar, elemento muy desarrollado en la guía de los bombarderos al dirigirse a su objetivo durante la noche. El radar es una de las últimas expresiones de la radiotransmisión. Sin embargo, el sistema de transmisión es muy distinto en modelación por amplitud, modulación de frecuencia de la televisión, ya que no se usa ni para transmitir sonido ni imágenes.

La invención del radar no puede ser atribuida a una persona o a una institución; su desarrollo fué debido a los adelantos realizados por sucesivos trabajos. Fué Heinrich Hertz el primero que experimentó sobre la hipótesis de Maxwell's, demostrando que la luz y el

calor se diferencian de otras vibraciones. En 1887 describe experimentos en los cuales probaba que las ondas de radio eran reflejadas como lo son los rayos de luz. Para Hertz son los honores al descubrir cualidades esenciales del radar. En 1922 los investigadores americanos Dr. A. Hoyt Taylor y Mr. L. C. Young, dieron nuevos adelantos y en 1935 Sir Robert Watson-Watt construye un equipo en Inglaterra.

En todos los trabajos se efectuaron mediciones en la ionósfera, siendo de gran uso en la última guerra.

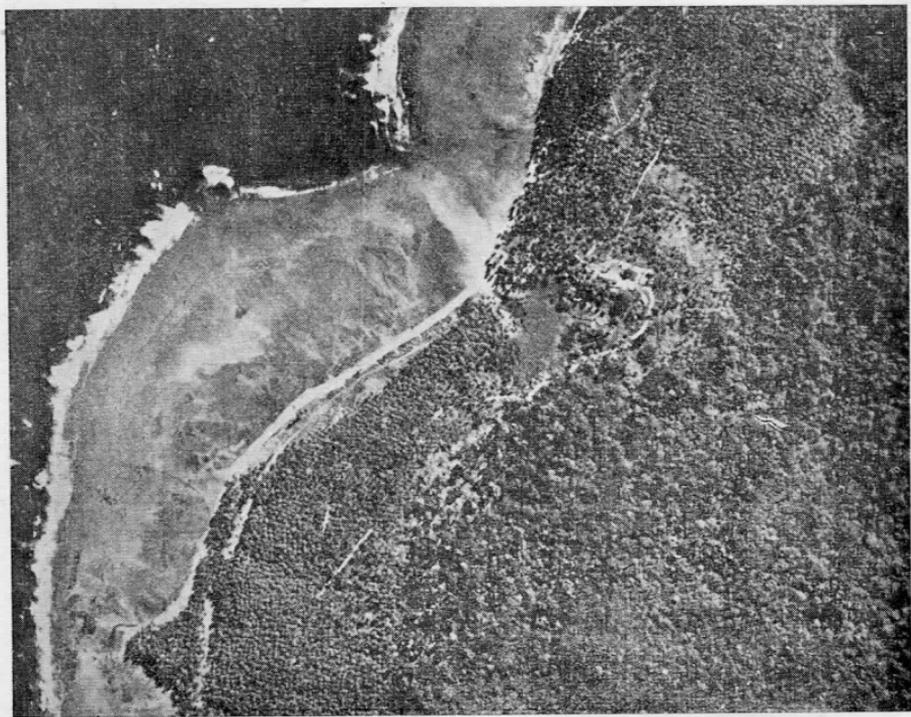


Fig. 5. — Una plantación de cocos, con un bosque de hoja caediza detrás. Se distinguen los senderos y caminos. En la playa un arrecife de coral. Esta es una fotografía tomada con película móvil durante la exposición, para compensar el movimiento de la imagen producido por la velocidad del avión.

Sirve para localizar toda clase de obstáculos y se opina que ahora se halla en el comienzo de su aplicación. Este nuevo descubrimiento guía a los barcos y aviones con plena niebla o de noche. Según su aplicación varía el diseño, pero el proceso básico siempre es el mismo.

Las ondas de radio son emitidas por un sistema de antena y reflejadas por el obstáculo contra el cual chocan. Recibiendo las ondas reflejadas y analizándolas, puede determinarse con gran exactitud la ubicación del obstáculo.

La parte más importante de un equipo de radar es el dispositivo que recibe las ondas reflejadas y las analiza.

Considerando que las ondas de radio se propagan con una velocidad de 300 km por cada milésimo de segundo, es difícil creer que se haya podido diseñar un dispositivo capaz de medir el tiempo que transcurre entre el momento que la onda ha sido transmitida y la recepción del reflejo de la misma. Hoy esto puede hallarse con absoluta precisión.

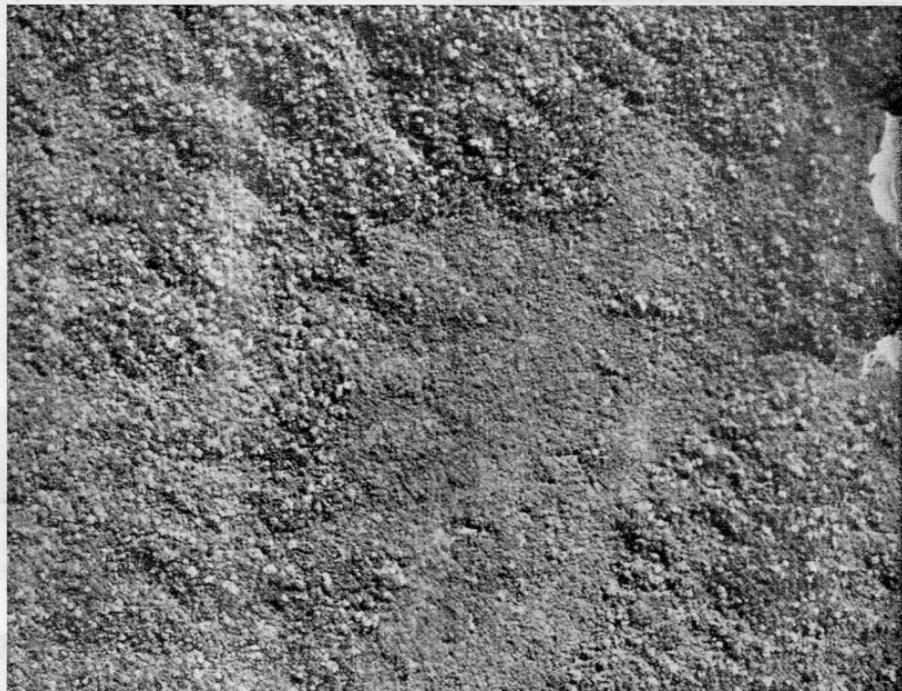


Fig. 6. — Se trata de una zona con muchos accidentes topográficos — se puede apreciar fácilmente los dos tipos de selva — pudiendo computar su superficie. Se trata de una fotografía en Birmania, pueblo que siembra en la selva. Con este método se pueden vigilar los cultivos fluctuantes.

Si transcurre un milésimo de segundo hasta recibir la onda reflejada, puede deducirse que la onda ha recorrido un total de 300 km y que el obstáculo se halla a 150 km.

Con el objeto de ubicar perfectamente a un avión, era necesario conocer alturas y ello también lo da el radar. Éste envía el haz de ondas al cielo, hasta que recibe la onda reflejada. Así se controla la orientación del rayo reflejado respecto a la horizontal y con respecto al norte magnético, pudiendo así, conociendo la distancia al obstáculo, calcular la altura.



Fig. 7. — Puerto de Boulogne en marea baja, con los canales del dragado claramente visibles. En la parte continental se observan las arterias y la superficie cubierta, demostrando el valor que posee para la actualización del catastro urbano y rural, como asimismo en trabajos de urbanización.



Fig. 8. — El puerto de Boulogne, durante las mareas más altas, mostrando el vórtice formado en la boca del puerto por el agua cargada de material en suspensión. Estas son fotografías comunes; pudo haberse obtenido mayor profundidad usando filtro verde en lugar de rojo. Con filtro verde se hace mejor la graduación de matices entre la costa y el negro del mar profundo.

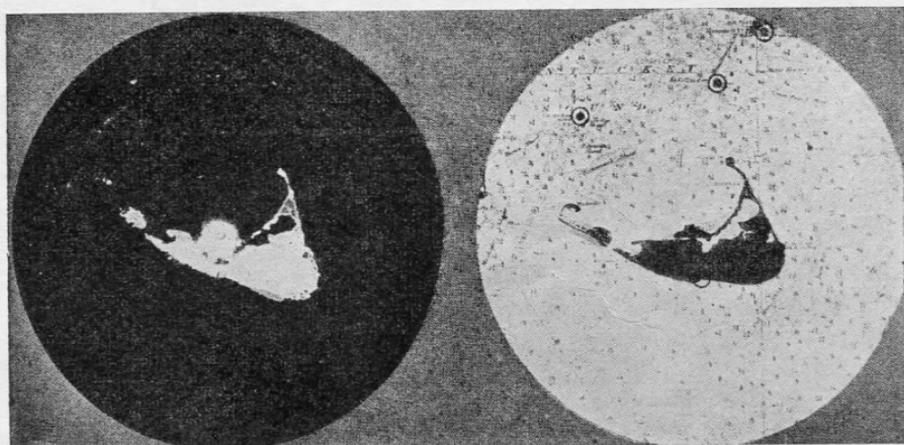


Fig. 9. — Indicación típica mostrando en forma de mapa la Isla Nantucket por radar llevado por aire, comparado con una carta de la misma región bien realizada. Como se ve en la fotografía de la izquierda, así resulta en la pantalla del radar.



Fig. 10. — Comparación de las carreteras observadas en el mismo vuelo experimental controlado por radar, con las carreteras registradas por la fotografía de tierra (las carreteras delineadas por medio del radar están trazadas en negro).

Esta posibilidad del genial invento es la que permite trazar curvas de nivel, dando la idea de variación en tercera dimensión.

En realidad el equipo elimina los cálculos y él mismo da lecturas directas e instantáneas.

El dispositivo que usa el radar para analizar visualmente el objeto y su distancia desde el punto de transmisión, es un *tubo electrónico*, muy similar al que se emplea en la televisión.

Así, algunos aparatos permiten delinear el objeto que reflejan las ondas.

Tal resultado se consigue al transmitirse la onda en forma de un haz que barre el horizonte. Cualquier objeto que encuentra el haz en su recorrido refleja una señal hacia el punto de recepción. Estas señales aparecen en la pantalla del tubo mencionado en forma de puntos y líneas. Como esto se repite constantemente los objetos quedan someramente delineados.

Con respecto a este sistema, que se ha usado en aviones que han volado a gran altura, se ha conseguido obtener en la pantalla del radar verdaderos mapas, casi completos del área barrida por el haz de ondas. Obsérvese en la figura 9, lado izquierdo, cómo se observa una isla sobre la pantalla de radar. Si sacamos fotografías de las señales recibidas sobre la pantalla, éstas pueden indicar con claridad, ríos, islas, grandes edificios y otros detalles.

La maravilla de este sistema es que puede descubrir ciudades desde un punto alto, así se halle obcurecido o nublado el ambiente.

Muchas veces si se superpone la fotografía de lo captado por la pantalla del radar, sobre un mapa de la zona en análisis, se consigue localizar detalles que no se han visto por los otros métodos.

En la figura 10 se observa una comparación que demuestra lo antedicho.

BIBLIOGRAFIA

1. JOSÉ M. DE LA PUENTE, *Fotogrametría*, Madrid, 1950.
2. *Revue Forestière Française*, Noviembre de 1953.
3. GUILLERMO SCHULZ, *Fotogrametría y Aerofotogrametría*.— *Revista del C. E. I.*
4. S. SCHWIDEFSKY, *Fotogrametría — terrestre y aérea*. Editorial Labor.
5. GUMERSINDO BORGIO BILIA, *El servicio forestal de los EE. UU.*
6. *Revista Endeavour*, abril de 1947.
7. DONALD G. FINK, *Radar Engineering*, Mc Graw-Hill Book Company, 1947.