

Algunos procedimientos cartográficos y el costo del
levantamiento aéreo



D. A. Stellingwerf.

8.1. La elaboración de un mapa fundamental

La elaboración de un mapa en base a fotografías aéreas puede realizarse después de haber indicado en las fotografías la delineación y la anotación de los tipos de vegetación, las corrientes, la divisoria de las aguas, carreteras y líneas divisorias de vegetación, pantanos, etc. Si para la transferencia de detalles pueden utilizarse métodos sencillos o más complicados, depende de la naturaleza del terreno, eso quiere decir si el terreno es casi llano o montañoso, y depende también de la precisión requerida. En el capítulo 3.1. se describen para levantamientos de reconocimiento un método rápido y sencillo para la transferencia de detalles de la fotografía al mapa. Se pueden utilizar métodos más sencillos como por ejemplo, la construcción de un cuadro de varios puntos por fotografía, de los cuales sólo la posición planimétrica (x- e y-coordenados) está dada, o se da adicionalmente la posición altimétrica (z-coordenados). Cuando hay mapas topográficos en vez de puntos, entonces tienen que transferirse los detalles forestales a este mapa.

El mapa forestal definitivo sirve para la localización de varios tipos o otros datos y abre la posibilidad de determinar las áreas de los tipos, mediante un planímetro, por ejemplo. Ya que el mapa representa una proyección ortogónica, las áreas medidas en ésta

no tienen errores; que ocurrirían de otra manera, si las áreas son medidas en fotografías aéreas que representan un sistema de proyección central.

En vez de obtener informaciones sobre el área en base al mapa, es posible calcular el área directamente en base a las fotografías aéreas. Con este fin se pueden utilizar los llamados "dot grids" (retículo de puntos) o trochas. Estos métodos no resultan en un mapa, sino directamente en datos. Naturalmente se harán entonces errores, igual como con la delineación normal, pero controles de campo posteriores pueden corregir la desviación sistemática, que es debida a la diferencia de altura (escala) y la mala interpretación. Aunque errores de probabilidad tienen que ser aceptados y no pueden ser corregidos, ya que estos últimos métodos se aplican especialmente cuando se encuentran especies en extensiones aislados en el área, o cuando las situaciones cambian en un breve intervalo de tiempo, o cuando se omite expresamente la delineación meticulosa y la transferencia del detalle. El control de campo posterior puede compararse con el control terrestre para la delineación normal.

Existen varios métodos para la construcción de mapas fundamentales. Aquí se tratará sólo uno de ellos más detalladamente, a saber el llamado "slotted template method" (el método de plantilla ranuradas). Este método es una triangulación radial que resulta mediante un ajustamiento mecánico en las coordenadas planimétricas de 9 puntos por fotografía. En cada fotografía se indica el punto principal y los puntos de control terrestre, y éstos son trans-

feridos estereoscópicamente a la fotografía adyacente dentro y entre las fajas fotográficas. Con la transferencia estereoscópica de los puntos puede obtenerse una precisión de cerca de 0,03 mm. en la posición de los puntos, que es casi tres veces más precisa que el resultado que se obtiene con una transferencia monocular. Cuando las direcciones radiales y los ángulos medidos en estos puntos en fotogramas no verticales, son iguales a los puntos medidos en un terreno no llano, se tiene que utilizar el punto nadir en vez del punto principal. El punto principal sólo es exacto para terrenos llanos y fotogramas verticales. Se escogen estos puntos ya que los puntos principales como intersecciones de líneas que conectan las marcas fiduciales, son los únicos que pueden localizarse fácilmente.

Para cada fotografía aérea se utiliza una plantilla. Se escoge la posición de los dos puntos menores de control (o "wing points") abreviado como wp., en el triple recubrimiento con las fotografías adyacentes dentro de la faja fotográfica. Su localización está en el centro del recubrimiento lateral con las fotografías de las fajas adyacentes. De esta manera se obtiene una conexión entre las fotografías dentro y entre las fajas fotográficas. En la faja superior e inferior los wps. tienen que localizarse a 1 ó 2 centímetros del borde superior o inferior de las fotografías. En aquellos lugares donde se encuentran puntos de control terrestre (gcp.) cerca de los wps., estos gcps. tendrían que utilizarse en vez de los otros. A fin de limitar los errores debidos a las inclinaciones de los radiales, los wps. deben localizarse, en lo posible, a la misma altura.

Antes de indicar mediante una aguja y de numerar la posición definitiva de los wps., se tiene que marcar su posición, bosquejándola con un lápiz de grasa. Se tiene que elaborar un mapa indicador con una escala aprox. $1/4$ del mapa y con dimensiones máximas de 1 x 1 metro, indicando la posición de todos los puntos. En aquellas fotografías donde son visibles, se conectan los wps. con los pps. Entonces se numeran los puntos de la misma manera que en las fotografías.

Después de haber clavados los puntos en las fotografías, se delinean con color en el mapa indicador las líneas que conectan los puntos encuestación. Se requiere trabajo sistemático, ya que de esta manera se pueden evitar, especialmente para grandes áreas, la corrección de posibles errores, lo que necesita mucho tiempo.

Las fotografías son colocadas encima de las plantillas, que son un poco más grandes que las fotografías, y se clavan todos los puntos en las plantillas a través de las fotografías. Con ayuda de, por ejemplo, una Zeiss Radial Secator II, o de una Casella Slotted Template Cutter (el precio es de alrededor \$ 1000,--) se clavan agujeros en los pps. y, en los wps. ranuras de cerca de 4 cms., y los gcps. en dirección radial con los pps. como centro. Una variación en el largo de las ranuras hace posible una diferencia de escala entre y en las fotografías. De la misma manera que en las fotografías se numeran otra vez, los puntos de las plantillas. Las plantillas tienen que cortarse de un tamaño adecuado, de manera de hacer posible el libre movimiento

de los remaches. El corte tiene que realizarse de tal manera que automáticamente las plantillas no pierdan su rigidez; es por esto que el material para plantillas tiene que ser rígido y flexible.

Para un despliegamiento (lay-out) de las plantillas, se tiene que indicar primero un sistema de retículo con una distancia mínima de 10 cms. entre las líneas del retículo. Los gcps. tienen que localizarse en la escala requerida. Las agujas tienen que clavarse firme y verticalmente en estos puntos y se deben colocar remaches sobre las agujas. En las ranuras y en los agujeros de los pps. y los wps. se colocan remaches móviles (con un diámetro de 0,05 - 0,15 mm. menor que el ancho de las ranuras). Se fija el sistema móvil completo de las plantillas en el mapa mediante los gcps. Después del "lay out" que tiene que tener como punto de partida los gcps., se claven todos los remaches por los puntos del mapa fundamental, numerados de la misma manera que en las fotografías. El sistema móvil con remaches en los agujeros y en las ranuras permite una reducción de errores que existe debido a la transferencia de puntos, debido a la diferencia de altura etc. El necesario ajustamiento mecánico tiene siempre que ser posible y por esto es una exigencia tener un mínimo de puntos y plantillas flexibles.

Estudios de tiempo demuestran que se necesita, desde la preparación hasta el despliegamiento (lay-out) de las plantillas, para todas las actividades, cerca de 1,5 hora/hombre. La transferencia de puntos exige alrededor de 0,73 hora/hombre/fotografía.

El error ha sido determinado empíricamente, en base a un layout de plantillas ranuradas. El promedio del error cuadrado en la posición absoluta de los puntos, puede expresarse aproximadamente con la siguiente fórmula empírica:

$$m = 0,15 \sqrt{t/c} + 0,4 \text{ mm}$$

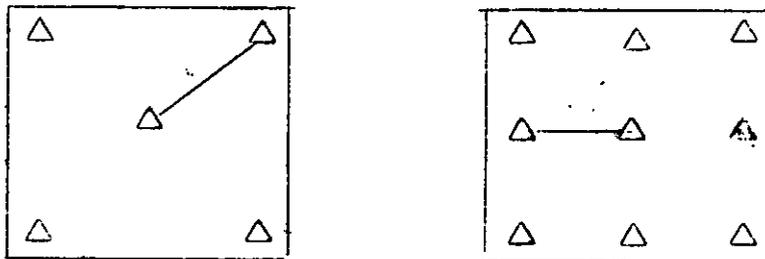
en el cual t representa el número de fotografías que cubren el área, y c el número de gcps., que tienen que ser distribuidos regularmente por el área. La precisión de los resultados es normalmente 0,5 a 1 mm por escala fotográfica. Otra fórmula empírica para precisión de plantillas ranuradas es

$$m = 0,0006 e + 0,4 \text{ m} \quad \circ$$

$$= 0,0002 a + 0,4 \text{ m} \quad \text{en el cual } e = \text{la distancia}$$

media entre los puntos individuales de control terrestre y a = la distancia media entre los grupos de puntos de control. En ambas fórmulas, e y a son expresadas en kilómetros.

Tabla 8.1. Ejemplo de distribución de gcps. por área



Tenemos que recordarnos que para delimitaciones forestales, sin las delimitaciones de propiedad, la precisión de la posición relativa de los puntos es más importante que la precisión de la posición absoluta. En general se puede suponer que la precisión de la posición relativa se eleva a la mitad del valor de m .

Se pueden esperar mejores resultados cuando se utiliza en el avión la llamada "stabilized mount" (estabilizador) para cámaras. Este montaje, estabilizado con la ayuda de giroscopias, produce discrepancias de aproximadamente $0^{\text{g}}.30$ de cada fotograma de eje, con excepción de las fotografías al principio y al fin de cada faja fotográfica. Es por esto que las fotografías pueden considerarse para fines forestales como sin ninguna inclinación. Aunque sin probar, el error medio cuadrado para esta realización presente en los puntos del desplegamiento de la plantilla ranuradas, puede calcularse a $0,08 \quad t/c + 0,4 \text{ mm.}$

La precisión de la posición de los puntos de la plantilla ranuradas se mejora también cuando se utilizan plantillas ampliadas, y se cambia la posición de los puntos resultantes después del "lay-out" a una escala más pequeña. Para la construcción de plantillas ampliadas se tiene que utilizar el Zeiss Radial Secator RS I; este instrumento permite una variación de escala de la plantilla respecto a la fotografía dentro de los límites de $0,5 \times 2,0$ s. Se enfoca la proporción deseada y ésta es automáticamente transferida a todas las distancias radiales. El precio del RS I con los accesorios para plantilla ranuradas es aproximadamente de US \$ 5.500,--



8.3. Costo de levantamientos aéreos

D. A. Stellingwerf

La calculación de los costos de levantamiento depende de varios factores, de los cuales son importantes los puntos de control terrestre y la escala. El costo de vuelo puede considerarse como linealmente proporcional al número invertido de la escala. Existen varias cámaras que a la misma altitud de vuelo confeccionan fotografías de escala distinta. Los tipos de cámaras más comunes pueden clasificarse en: cámaras super angular ($f = 88$ mm, 23 cm x 23 mm, RC 9/Wild), cámara gran angular ($f = 11,5$, RX8, 18 cm x 18 cm, Wild; $f = 15,2$ cm, RC 8, 23 cm x 23 cm. Wild; $f = 15,3$ cm. 23 x 23 cm RMK Zeiss) cámaras normales ($f = 21,0$ cm, RC 8, 18 cm x 18 cm, Wild; $f = 21,0$ cm, 18 cm x 18 cm, RMK Zeiss; $f = 30,0$ cm 23 cm x 23 cm, RMK Zeiss)

Refiero al capítulo 3, en el cual se da la aplicación de estas cámaras para varios levantamientos forestales.

Consideramos primero algunas relaciones básicas entre las dimensiones de fotografías aéreas y las del terreno. Para la cobertura con fotografías aéreas se toma normalmente un recubrimiento de 60 % hacia delante y un recubrimiento lateral de unos 20 % entre las fotografías de las fajas fotográficas adyacentes. Las dimensiones para un solo modelo pueden ser $a \times b$ (ver figura 8.2.) en el cual b representa la base fotográfica (para 18 cm x 18 cm $b = 7,2$; para 23 cm x 23 cm, $b = 9,2$). El número total de modelos que cubre el área entera es de

$$\frac{\text{área entera}}{\text{área de un modelo}} = \frac{A}{ab}$$



Con un recubrimiento hacia delante de 60 %, el base fotográfico
 = $40/100 \times (18 \times 18)$ o = $40/100 (23 \times 23)$

Figura 8.2.

Dimensiones de un solo modelo

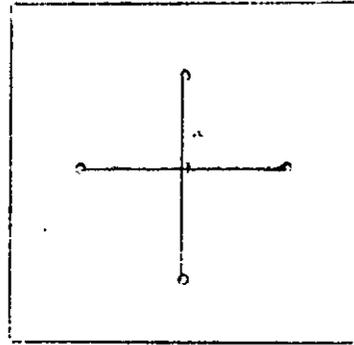


foto I II de la misma faja

La distancia total de vuelo para fotografías = la distancia de
 vuelo para un modelo (b) x número de modelos $(\frac{A}{2ab}) = \frac{A}{a}$.

El vuelo para fotografías es sólo una parte del tiempo total de
 vuelo. Para áreas adyacentes al objeto que se tiene que foto-
 grafiar, el tiempo de vuelo puede considerarse de una efectivi-
 dad de 60 % para fotografías con escala pequeña; para fotografías
 con escala mayor, la efectividad se eleva a cerca del 20 %. Las
 cifras tienen que reducirse a más distancia del campo de vuelo.
 Suponemos que para objetos en la vecindad del campo de vuelo,
 se necesitan 2,5 horas para la ida y vuelta del área objeto,
 y que 3,5 horas son implicadas con el sobrevolar. El promedio
 de la producción por hora de vuelo, es con una efectividad de
 vuelo sobre el objeto, de 60 %, y una velocidad media de vuelo
 de 180 km/hora, durante la exposición, $7/12 \times 180 \times 0,60$ kiló-
 metros fotográficos. Para una productividad de 20 %, este cifra
 se eleva a $7/12 \times 180 \times 0,20 = 20$ foto-kilómetros. La producti-
 vidad es mayor para escalas pequeñas que para escalas grandes,

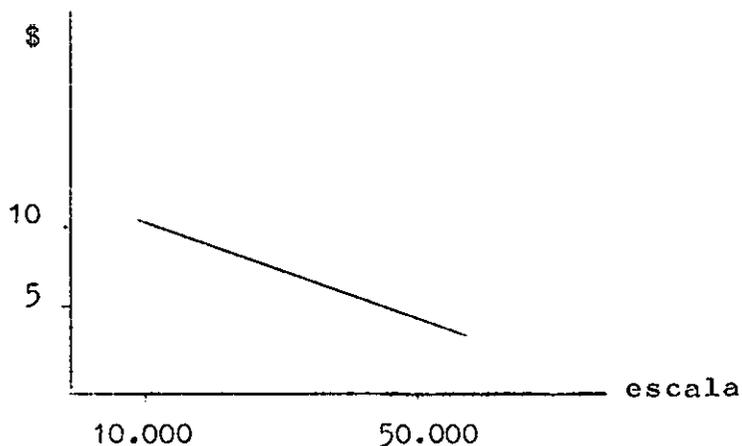
lo que es debido a la nevageción, que es más difícil para escalas grandes.

Es también importante saber que clase de avión se necesita para el vuelo. Para los proyectos se necesitan normalmente , otras aviones que para la cobertura fotográfica completa de áreas muy grandes; pequeños aviones de dos motores, que tienen un techo de al menos 6000 m. y un autonomía de vuelo mínimo de 6,5 horas de vuelo. Para estos fines son adecuados los Beechcrafts, el Dakota DC-3 y el Aero Commander. Los primeros dos aviones, son también adecuados para montar dos cámaras en ellos, que pueden utilizarse para dos tipos distintos de película, os para dos escalas distintas para operaciones simultáneas. La velocidad de estos aviones varia de 230 km/hora para el Beechcraft D 18 y DC 3 hasta 370 km/hora para el Aero Commander. El consumo de combustible en litros por hora es para el Beechcraft D18 y el Aero Commander alrededor de 130, y para el Dc-3 :cerca de 300. El costo de estos aviones depende de los gastos de mantenimiento, amortización, combustible, personal, cámaras, el piloto automático, y otros instrumentos como p. ej. el montaje giroestabilizado, APR, junto con el número de foto-kilómetros por hora. El personal consiste normalmente de un capitán, un copiloto, un navegador y un fotógrafo. El costo para la cámara con su instalación se eleva generalmente a acerca de US \$ 22.000. Considerando también una amortización de 18000 horas (5 años, 6 %), los costos para la cámara por hora de vuelo se elevan a \$ 14,--. Los gastos para el mantenimiento, el personal y el equipo pueden elevarse a alrededor de \$ 600,-- diario.

El costo por foto-kilómetro está dado también por kilómetro cuadrado o por modelo a varias escalas. El costo por foto-kilómetro para varias escalas puede obtenerse en base a la figura 8.3.

Figura 8.3.

Costos por foto-kilómetro



Las cifras tienen que considerarse como una aproximación.

Varias condiciones pueden cambiar los datos, especialmente aquellas que se hallan fuera del alcance dado.

Además de los costos de vuelo, hay otros costos como p.ej.

los de la película. Una película contiene normalmente cerca de 250 exposiciones, Una película pancromática cuesta alrededor de

\$ 130,--; el revelado cerca de \$ 25,-- diarios (inclusive los costos hombre/día) Esto implica que el costo de una exposición

se eleva a alrededor de \$ 0,65. Diapositivas cuestan alrededor \$ 2,50,--; el precio puede variar según la cantidad encargada.

Generalmente se entregan dos copias de papel y la película

desarrollada, según el contrato, por el precio de cerca de \$ 1,7 por exposición. Métodos fotográficos se hacen más significantes

para fotografías de gran escala, que para las de pequeña escala.

Para 9" x 9" fotografías con una escala de 1 : 5.000, con un área

de 0,37 km² por exposición, los gastos topográficos por exposición se elevan a cerca US \$ 4,7; para una escala de 1 : 40.000 esta cifra asciende a \$ 0,07. El vuelo a gran altura aumenta para la fotografía de pequeña escala también los costos.

Es posible también, dar como primera indicación, en vez de la calculación de costo por foto-kilómetro, un precio de alrededor de \$200,-- por hora de vuelo, vuelos productivos, e improductivos incluso. Para alturas de vuelo de más de 6000 metros, se tiene que contar con un precio de \$ 300,--

Para áreas a gran distancia del campo de vuelo, el equipo y el personal tienen que trabajar a turno, lo que implica costos suplementarios. Condiciones climáticas pueden retardar el despegue, lo que implica también costos adicionales. Especialmente en los trópicos, el tiempo es en muchos casos impredecible, y por esto las compañías de vuelo pueden insistir en un pago diario.

La forma del área es también importante para los costos. Una forma normal, rectangular, causa menos problemas de navegación. Áreas densas son naturalmente mejor, que partes forestales esparcidas.

Para los gastos de transferencia del avión, del equipo, y del personal de Europa al Medio Oriente, se tienen que reservar unos \$ 20.000, y de Europa al Extremo Oriente cerca de \$ 30.000. Dentro de América Latina los costos pueden elevarse a \$ 20.000 para una distancia de 3000 kms.

H. Jerie (1965) da los siguientes precios para las diferentes dimensiones de fotografías, sin los costos del revelado

Tabla 8.1.

Tamaño 23 x 23

escala	costos por foto-km en \$	costos por foto-km modelo	km ² por modelo	modelos por 100 km ²	foto-km por 100 km ²	costos modelo en \$	costos por 100 km ² en \$
6.000	11	0,55	0,61	164	90,5	6	990
10.000	11	0,92	1,68	60	55	10	605
15.000	10,5	1,38	3,80	26	36	14,5	380
20.000	10	1,84	6,75	14,8	27,3	18,4	273
30.000	9	2,75	15,2	6,6	18,2	25	164
40.000	8	3,7	27,0	3,7	13,7	29,5	110
50.000	7	4,6	42,2	2,4	10,8	32	75,5
70.000	5	6,4	83,0	1,21	7,7	33	39

Para el tamaño 18 x 18, el costo en US \$ por 100 km² es para las escalas siguientes:

6.000	1270
10.000	780
15.000	485
20.000	350
30.000	210
40.000	141
50.000	96
70.000	50

Estos datos intentan resaltar más los valores relativos para distintas escalas, que los valores absolutos. Las cifras de costo valen sólo para áreas mayores de 500 km², ya que los costos aumentan rápidamente para áreas más pequeñas que las indicadas arriba. Esto se ve en la figura 8.2. (referencia G. Avery y M. P. Meyer, 1962). Los costos relativos para áreas pequeñas, entre las escalas de 1 : 20.000 y 1 : 8.000 son 1 : 1.43. Para áreas más grandes del tamaño de 13.000 km², esta relación es de 1 : 3.57. Según Jerie (1965) esta relación se eleva a 1 : 2.7, sin los costos de revelado y a 1 : 3,0, los costos de revelado incluso.

Aquí se da un ejemplo para una cobertura aérea, incluyéndo el negativo de la película más el suministro de dos series de copias de contacto, basado en las ofertas de varias compañías para dos proyectos forestales. El primer área abarcó cerca de 8.600 km² de bosque tropical. La escala requerida de las fotografías fué de 1 : 20.000; además se precizaron dos cámaras, montadas en un sólo avión, que se utilizaron simultáneamente para una fotografía pancromática e infraroja en blanco y negro. Los resultados de las ofertas de siete compañías fueron los siguientes: los precios son indicados en US \$

Compañía	Precio
1	4,7
2	9,3
3	6,4
4	9,3
5	5,8
6	5,4
7	21,1

Para la misma área a cubrir con fotografías pancromáticas e infrarojas blanco y negro, con una escala de 1 : 20.000 y 1 : 50.000, se obtuvieron las siguientes ofertas. Con dos cámaras en un mismo avión tomando de nuevo simultáneamente fotografías pancromáticas, y blanco y negro infrarojas, el área total cubierta abarca 17.000 km².

Compañía	Precio en US \$
1	2,7
2	3,5
3	3,8
4	6,0
5	3,2
6	3,7
7	14,4

Las diferencias en las ofertas son debidas en parte a los distintos puntos de partida para las compañías, pero también son debidas al hecho de si las compañías son contratadas en otro lugar con trabajo o no, y debido al hecho que hay un cierto riesgo, que se determina por factores que no se conocen completamente.

Además de los costos de vuelo es esencial los de producción del mapa de fotografías aéreas, que cubre una parte importante del costo total.

La producción de mapas consiste de elementos diferentes, que pueden ser separados en elementos de compilación de mapas topográficos y planimétricos. Los puntos que ambos métodos de compilación tienen en común son:

- 1) interpretación de fotografías aéreas, 2) delineación de detalles,
- 3) trabajo cartográfico y 4) conocimiento de coordenadas planimétricas de un número de puntos terrestres. La diferencia entre los métodos es la indicación de curvas de nivel sobre mapas topográficos y para este propósito se requiere conocimiento de la altura de coordenadas de un número de puntos terrestres. La precisión requerida que debe obtenerse es también de gran importancia, por esto implica una escala fotográfica especial, cámaras de mapeo fotográfico especiales e instrumentos de ploteo. De los capítulos anteriores vemos claramente que las distintas etapas del inventario forestal requieren diferentes precisiones y que por lo tanto pueden aplicarse diferentes métodos de mapeo los cuales envuelven diferentes gastos.

Unos pocos casos deben ser considerados aquí. En primer lugar los levantamientos de reconocimiento y pre-inversión, que normalmente sólo requieren mapas planimétricos con una baja precisión; se ha dicho que la escala fotográfica para estos levantamientos varía de 1:70.000 a 1:30.000 y la escala del mapa final 1:100.000 ó 1:250.000. Para levantamientos más intensos se recomienda frecuentemente una escala fotográfica 1:20.000 y depende del tipo de terreno ya sean mapas planimétricos o topográficos con curvas de nivel que se requiere una escala de 1:50.000. Pueden ser comparadas las dos escalas fotográficas. Puede hacerse una comparación similar entre las escalas 1:20.000 y 1:10.000, que sirven para la producción de mapas con una escala 1:50.000 y 1:25.000 respectivamente, y puede preguntarse si el gasto extra de la escala más grande

está realmente balanceado con la información extra que se obtiene usando las escalas mayores.

Está recalcado que aunque deben usarse ciertas escalas fotográficas, cámara aérea e instrumentos de ploteo para la precisión requerida en altimetría (intervalos de curvas de nivel), la cubierta de vegetación irregular de los bosques de lluvias tropicales fuerzan al fotogrametrista a mapear curvas de nivel con un intervalo mínimo de 15 metros. Esta cubierta vegetal puede estar ausente, entonces la precisión vertical aumenta por supuesto considerablemente.

Los siguientes ejemplos muestran las distintas etapas y los costos para los métodos de producción de mapas mencionados anteriormente.

Debe recordarse que las figuras dadas son estimaciones aproximadas, intentando demostrar la diferencia relativa entre los métodos, más que dar figuras absolutas. Para áreas menores de 500km^2 los costos deben ser aumentados.

Los gastos son en U.S. \$ por 100 km^2 .

Tabla 8.2. Cálculos de costos de levantamientos aéreos. / km^2

Escala	Fotografía	1:70.000		1:40.000		1:20.000		1:10.000	
	Mapa	1:100.000		1:100.000		1:50.000		1:25.000	
		1	2	1	2	1	2	1	2
a) Vuelo		40	40	110	110	270	270	605	605
b) Fotografía		2.4	4.8	7.4	14.8	29.6	59.2	120	240
c) Interpretación		3.5	3.5	10	10	42.3	42.3	171.4	171.4
d) Triangulación radial		3.1	-	9.6	-	38.5	-	156	-
e) Triangulación aérea más ajuste		-	30	-	90	-	370	-	1500
f) Mapeo más orientación		2.7	90	8.3	110	33.2	320	270	1033
g) Trabajo cartográfico		46	72	46	72	100	180	250	480

Observación:

1) Mapas planimétricos

2) Mapas topográficos

a) Ver tabla 8.1

b) Ver tabla 8.1 - Para mapas topográficos se usan diapositivas.

c) 7 modelos por día a \$ 3/hr.

- e) Ver referencias 2 y 4.
- f) Ver referencias 2 y 4.
- g) Ver referencias 2 y 4. Los números de las líneas de curvas de nivel están indicados en los mapas planimétricos.

Puede ser mencionada aquí otra posibilidad sencilla de una clase de mapeo, que puede ser de interés. Se usa para este propósito la escala fotográfica 1:40.000 para mapeo y se aumenta dos veces las fotografías (escala 1:20.000) para propósitos de interpretación. Las diapositivas de contacto se hacen a escala 1:40.000 y las copias en papel se hacen a escala dos veces más grande (1:20.000). La interpretación se lleva a cabo sobre cada segunda fotografía y las líneas de interpretación son transferidas a las diapositivas por medio de un epidiascope. Comparada con la fotografía a escala 1:20.000, se conserva en la transferencia de detalles cuatro veces el número de modelos. Los gastos de reducción sin embargo son un costo extra. Debe recordarse que los métodos trabajan bien, sólo cuando son necesarios los aumentos para interpretación. Los análisis de costos son de la siguiente manera: (en US \$ por 100 km²).

Tabla 8.2. Análisis de costo, mapeo fotográfico a escala 1:40.000

(ver tabla 8.1).

Vuelo	110	
Fotografías (diapos.)	7.4	(a \$2)
Copias de papel (aumentadas)	11.1	(a \$3)
Interpretación	10	
Triangulación aérea	90	
Reducción de copias en epidiasc. + trazado de líneas	3.7	(0.5 hr/fotografía a \$2/hr.)
Ploteo + Orientación	110	(ver referencias)
Trabajo cartográfico	72	(ver referencias)

"distancia", como para la escala 1:20.000, el costo para ploteo + orientación es igual a \$ 320, se ahorran \$ 206.3 por km² con la escala fotográfica 1:40.000.

Deben agregarse además los costos de la determinación de control terrestre al costo final, los cuales pueden dominar los otros costos.

En la tabla 8.4 los costos de los levantamientos aéreos son comparados con aquellos de diferentes

Tabla 8.4 Levantamientos aéreos y costos de inventario en el campo

		<u>(US \$ por km²)</u>							
Escala 1:	Fotografía	70.000		40.000		20.000		10.000	
	Mapeo	100.000		100.000		50.000		25.000	
Costos de Levantamiento									
aéreo		97.7	240.3	191.7	406.8	513.6	1241.5	1572.4	4029.4
Inventario en el campo a									
	\$ 0.02/há		200		200				
	\$ 0.5 /há						5000		5000

Está claramente demostrado que los costos de vuelo, fotografía aérea y mapeo planimétrico con triangulación radial mecánica es aceptable para levantamientos de reconocimiento con un bajo porcentaje de inventario. La escala 1:40.000 debe ser generalmente considerada como la mayor escala para este propósito. Para inventarios más intensivos con un costo de \$0.5 por hectárea, son aceptables los mapas planimétricos y topográficos hechos de fotografías a escala 1:20.000. Es decir que los mapas topográficos usando fotografías a escala 1:10.000 no son más aceptados con respecto al costo como también al costo de coordenadas terrestres para el mapeo que aumenta el costo total. Una escala de 1:10.000 para fotografías debe por lo tanto usarse solamente para áreas limitadas, donde la identificación de especies y/o mediciones sobre árboles dan mayores ventajas que las escalas más pequeñas.

En los capítulos anteriores también han sido mencionadas las compilaciones de mosaicos. Como los forestales están principalmente interesados en mosaicos no-controlados, para los cuales no se requiere el propósito de rectificación de fotografías, daremos aquí los costos separados para este método.

Suponiendo un tamaño standard de un mosaico de 50 cm. x 80 cm. el que comprende aproximadamente 13 fotografías, implica los siguientes costos de producción teórica:

1. Preparación de fotografías	: 2.0 hrs.	: US \$ 5
2. Montaje de fotografías	: 2.0 hrs.	: \$ 5
3. Preparación del negativo	: 0.75 hrs.	: \$ 5.2
4. Compensación, retocado, clasificado	: 1.0 hrs.	: \$ 2.5
5. Preparación de los positivos en papel:	0.5 hrs.	: \$ 2.5
6. Costos de materiales	:	: \$ 12.0
Total	:	: \$ 33.0

Las copias adicionales son más baratos por supuesto y los costos, suponen ser aproximadamente \$ 4.

Los mosaicos controlados son más caros y pueden ascender a US \$ 130. La ampliación de la escala de la foto cuesta menos, es decir el aumento doble del mosaico, primeramente copia, cuasta aproximadamente \$ 13.5 en lugar de \$ 33. Sin embargo, pueden requerirse cuatro mosaicos para cubrir el área entera a un costo de \$ 54.

REFERENCIAS:

- Avery, G. and M.P. Meyer Contracting for forest aerial photography in the United States, 1962 U.S. For.Serv. Lake St.For.Exp. Stat., Sta. Pap. No. 96, 37 pp.
- Jerie, H. G. Map Production and Planning, 1965 140 pp. ITC
- Loetsch, F. and K.E. Haller Forest Inventory. Vol I
Statistics of Forest Inventory and Information from Aerial Photographs 1964 436 pp.
- Schermerhorn, W. Production of Maps. ITC Textbook of Photogrammetry Vol. V. 1961
- Stellingwerf, D.A. Compilation of Forest and Vegetation Maps.
ITC Textbook of Photo-Interpretation. Vol. X.4. 1964.
- Visser, J. Photogrammetria Vol. XVIII, Nr. 1.



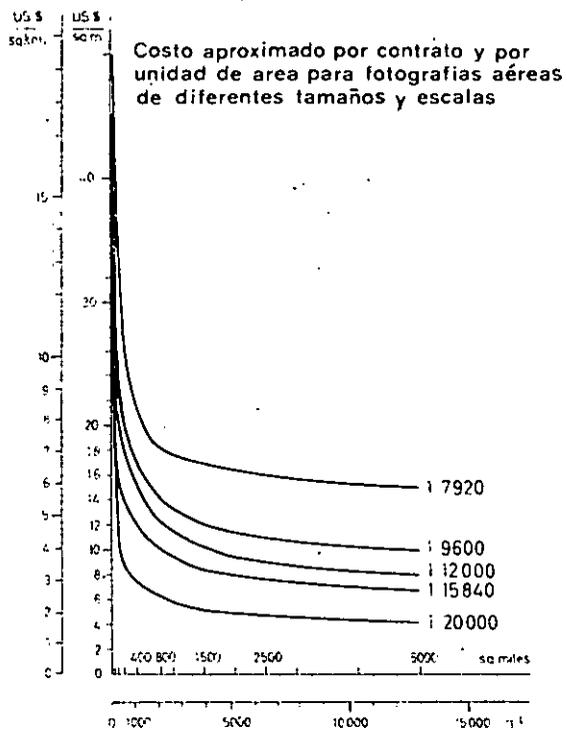


Figura 8.4