

PRÁCTICO 3

DETERMINACIÓN DE ESCALA EN FOTOGRAFÍAS AÉREAS MEDICIONES SOBRE FOTOGRAFÍAS AÉREAS

Objetivos:

- Determinar la relación entre la escala de mapas y la escala de las fotografías.
- Aprender a apreciar la influencia de la distancia focal de la cámara.

Material Requerido

Regla de 50 cm. de longitud, lápiz negro, marcadores, cinta adhesiva, Fotografías aéreas con registro de la distancia focal de la cámara, mapa topográfico o planimétrico del área con escala conocida, escalímetro, planímetro polar.

Introducción

Mediciones en fotografías aéreas

Las mediciones en fotografías aéreas están incluidas en el campo de la Fotogrametría. Conocer el modo de medir imágenes y calcular su tamaño real es vital para la interpretación fotográfica.

Determinación de escala

La escala relaciona el tamaño de una imagen con el tamaño real del objeto. Los tamaños de las imágenes en fotos aéreas verticales dependen de la altura de vuelo del avión sobre el terreno y la distancia focal de la lente de la cámara fotográfica.

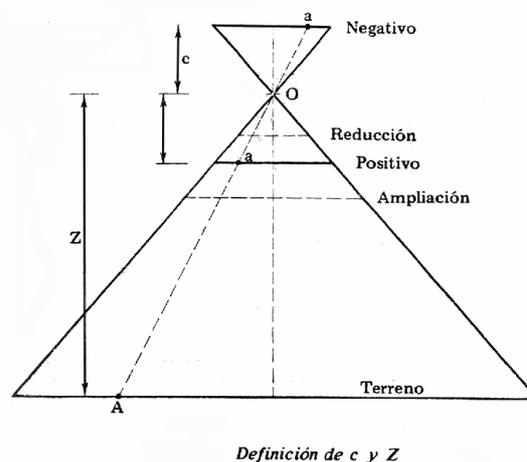


Figura 3-1

Es importante recordar que la distancia focal y la altura sobre el terreno, deben expresarse en las mismas unidades. Por ejemplo si la distancia focal de la cámara es 300 mm. y H es 3000 m., la escala será 1/10.000. Si el terreno representado es perfectamente plano y la foto fue obtenida en un itinerario en línea recta y perfectamente horizontal, todos los objetos representados son 10.000 veces mayores que sus imágenes. Sin embargo el terreno rara vez es totalmente plano y la escala variará a lo largo del formato de la fotografía al variar continuamente la altura de vuelo sobre el terreno. Así, la altura de vuelo sobre un valle será mayor que sobre una montaña. Por lo tanto se debe tener en cuenta que en una meseta o área montañosa tendrá una escala superior a la de un

valle o depresión. Esta es una de las principales diferencias que existe entre las fotografías y los mapas.

También se puede determinar la escala de una fotografía por comparación con un mapa. Consiste en la medición de la distancia entre dos puntos característicos que puedan identificarse tanto en el mapa como en la fotografía de la que se quiere saber la escala. Las técnicas de comparación con mapas evidentemente sólo pueden usarse cuando tanto el mapa como la fotografía que cubren la misma área sean fiables y muestren algún rasgo distintivo cuya posición esté localizada exactamente. Normalmente se observan las posiciones de cruces de carreteras, puentes de ferrocarril, diques, etc.

Calculo de escala de la foto:

MÉTODO A: (a partir de un mapa)

1. Identificar dos pares de puntos bien definidos; (cruce de carreteras, edificios, etc.) tanto en las fotografías como en el mapa a utilizar. La separación entre los puntos seleccionados debe alcanzar por lo menos 10 cm. En lo posible las cotas de los puntos deben ser iguales (verificar estereoscópicamente). Para evitar errores debidos a la inclinación de la fotografía, se recomienda que los puntos se hallen sobre las diagonales que pasan por el Punto Principal.

2. Medir las mismas distancias en las fotografías (df), y en el mapa dm y calcular la escala de la foto, tomando la proporción siguiente:

Em = Escala Mapa

$$E_f = \text{Escala Foto} \quad \frac{dm}{df} = \frac{E_m}{E_f} \quad E_f = \frac{E_m * df}{dm}$$

dm = Distancia Mapa

df = Distancia Foto

Repetir el mismo procedimiento para otra distancia elegida en la fotografía aérea. Promediando ambos valores obtenidos mediante la fórmula (1), se tiene la escala promedio de la fotografía aérea.

MÉTODO B: (a partir de los datos de la cámara)

1. Calcular la altura promedio aproximada del terreno (hm) con la ayuda de las elevaciones indicadas en el mapa topográfico.

2. Obtener la distancia principal (c) de la cámara y la altura del vuelo (Zo ó Zin) indicadas en la fotografía aérea.

Zo = Altura de vuelo sobre el nivel del mar.

Zm = Altura de vuelo sobre el terreno fotografiado.

hm = Altura promedio del terreno fotografiado.

Zm = Zo - hm

3. Calcular la escala de la foto Ef con la fórmula.

$$c = \text{Distancia principal de la cámara} \quad E_f = \frac{c}{Z_0 - hm} \quad E_f = \frac{c}{Z_m}$$

Observaciones.

Las alturas de vuelo que se registran en la fotografía aérea corresponden a elevaciones absolutas sobre el nivel del mar (Z_0).

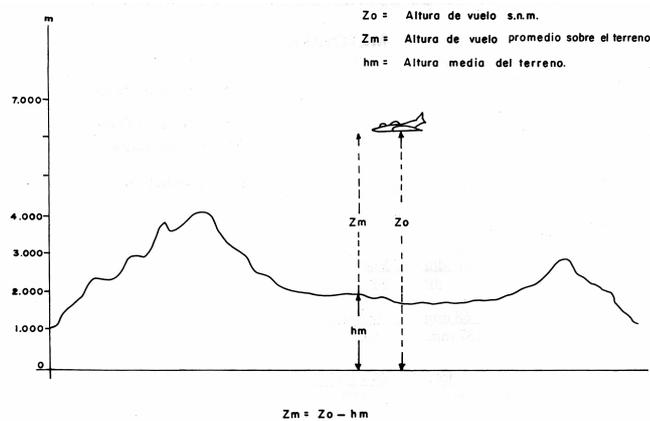


Figura 3-2

MÉTODO C: (a partir de las distancias en el terreno)

1. Seleccione en la fotografía dos pares de puntos (A-B y C-D) que cumplan con las siguientes condiciones:

- a) Ser perfectamente identificables en el terreno, con el objeto de poder medir sus distancias utilizando el equipo adecuado. (Si las distancias AB y CD en el terreno son previamente conocidas no es necesaria esta condición).
- b) Cada par de puntos debe estar situado sobre cada una de las diagonales de la fotografía, a lado y lado del punto principal y a una distancia máxima (en lo posible).
- c) Si no corrige el desplazamiento debido al relieve, es deseable que los puntos escogidos se encuentren sobre el nivel medio del terreno.

2. Encierre dentro de un círculo de 1 cm. de diámetro aproximadamente los puntos seleccionados anotando su nomenclatura.

3. Mida sobre la fotografía la distancia "ab" entre los puntos "A" y "B". Igualmente mida la distancia "cd" entre los puntos "C" y "D".

4. Mida en el terreno las distancias AB y CD.

5. Calcule la escala correspondiente a cada una de las distancias AB y CD.

$$\frac{1}{E_1} = \frac{ab}{AB} = \frac{1}{AB/ab} \quad \frac{1}{E_2} = \frac{cd}{CD} = \frac{1}{CD/cd}$$

$$\frac{1}{E_1} = \text{escala correspondiente a la línea AB}$$

$$\frac{1}{E_2} = \text{escala correspondiente a la línea CD}$$

ab = distancia entre los puntos A y B medida en la fotografía
 cd = distancia entre los puntos C y D medida en la fotografía
 AB = distancia entre los puntos A y B medida en el terreno
 CD = distancia entre los puntos C y D medida en el terreno

7. Si la diferencia entre los módulos escalares calculados, es inferior al 10%, adopte el promedio de dichos valores como módulo escalar medio, obteniendo así, la escala media de la fotografía.

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{(E_1 + E_2)/2}$$

Si la diferencia es superior al 10%, debe revisar todas las operaciones realizadas en busca de un posible error.

MEDICIONES DE ÁREAS

Existen diversos métodos para medir áreas sobre fotos aéreas. Si la superficie posee formas de polígonos regulares (cuadrado, rectángulo, triángulo, etc.) se pueden aplicar las fórmulas matemáticas correspondientes, teniendo en cuenta la escala. En caso de superficies de formas irregulares, (que es lo más frecuente) se pueden utilizar algunos de los siguientes métodos:

Medición utilizando instrumentos especiales

Los más conocidos son los planímetros o areómetros.

Planímetro: Es un ingenioso instrumento que permite, deslizando un punzón por el contorno de una figura, obtener directamente el área por diferencia de lecturas en un tambor.

Al parecer, la primera idea del planímetro se debe a un matemático de Baviera que le concibió en 1813, si bien el invento cayó en el olvido. El primer planímetro conocido se debe al ingeniero suizo Oppikofer, (1827).

Los primeros planímetros utilizaban coordenadas rectangulares, siendo Amsler, en 1854, el inventor del planímetro polar que lleva su nombre, que aún sigue usándose y cuya idea es la utilizada por todos los planímetros que hoy se fabrican.

Planímetros polares tipo Amsler

El planímetro Amsler, cuyo esquema se observa en la figura 3-3 se compone de dos varillas prismáticas p y t articuladas en un punto C. El extremo de la varilla p se fija en el papel en el punto P, que constituye el polo del instrumento. La varilla p recibe el nombre de brazo polar, y a la varilla t se la denomina brazo trazador; termina ésta en su extremo en un punzón A con el que se recorre el contorno cuya área pretendemos medir y por el otro se desliza, a rozamiento suave, en el interior de una caja, a la que se articula el brazo polar, esta caja, tiene una rueda giratoria por su parte inferior. Esta rueda apoya sobre el papel y va unida a un tambor de menor diámetro, dividido en 100 partes; un pequeño nonio permite leer décimas de división, o sea milésimas de una vuelta completa de la rueda.

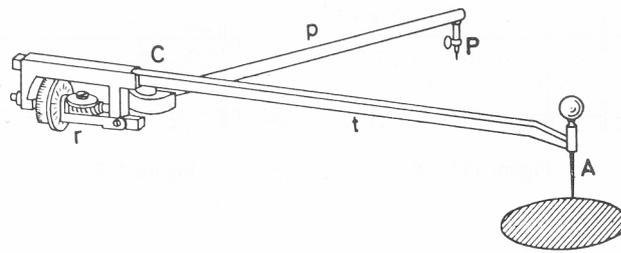


Figura 3-3

Un tornillo sin fin transmite el movimiento de la rueda a un disco contador del número completo de vueltas. Colocado el instrumento como se indica en la figura 3-3, apoya en el papel por tres puntos: el polo P, el extremo del punzón A y el punto de tangencia de la roldana. Para manejarle haremos que el punzón coincida con un punto A del contorno de la figura cuya área tratamos de hallar, se leerá la numeración señalada en el disco contador y por el nonio de la rueda, recorriendo a continuación el contorno con el punzón, sin variar el punto P, dejando que la rueda gire libremente sobre el papel hasta volver al punto de partida, obteniendo una nueva lectura; la diferencia entre ésta y la primera, nos da el número de vueltas y milésimas de vuelta que ha dado la roldana y este número, teniendo en cuenta ciertas constantes, nos da la expresión del área que buscamos.

Método de la cuadrícula o Grilla

Constituye un método expeditivo, utilizado para el cálculo de superficies de forma irregular. Se procede de la siguiente manera:

- 1) Usando una filmina o papel transparente se calcan lo límites del área que se desea calcular.
- 2) Se coloca esa transparencia al azar sobre papel milimetrado y se contabiliza la cantidad de cuadrados enteros que encierran dichos límites. Para el caso de cuadrados o puntos límites, es decir aquellos que tocan el límite exterior, se lo contara por mitad (0.5).
- 3) En base a la escala de la fotografía aérea, se determina el área real que representa un cuadrado entero.
Por ejemplo: si la escala de la foto es 1:20.000, significa que 1 mm de la foto representa 20 m. en el terreno; por lo tanto 1 cuadrado de 1mm x 1 mm (1 mm²) de superficie (en la foto) representará sobre el terreno 400 m². Usando la relación así determinada, se procede a través de una regla de tres simple a calcular el área deseada.

1 cuadrado..... 400 m²

Cant. Total de cuadrados contabilizados..... X= (donde x representa el área real buscada).

De esta misma forma se puede realizar los cálculos, pero en vez de papel cuadrículado, utilizar una grilla de puntos, donde cada punto equivale a un cuadrado cuyo lado es igual a la distancia entre dos puntos consecutivos.

También se pueden dibujar los límites del área de estudio directamente en la fotografía y superponer la transparencia con la retícula o con la grilla de puntos, y luego realizar el conteo.

Nota: debe realizarse por lo menos dos mediciones cambiando la posición de la grilla y posteriormente calcular el promedio de los conteos obtenidos.

La densidad de la red de puntos o cuadrícula, será escogida en función de la precisión deseada, al tamaño del área bajo estudio y de la forma de la misma.

Actividades a realizar

Dibuje un polígono sobre una transparencia con marcador (correspondiente a un área específica de la fotografía), y estime las superficies de acuerdo a los distintos métodos enumerados en esta guía, compare los resultados.

1) Cálculo de escala.

- a) Determinar la escala de una fotografía aérea, conociendo que la altura de vuelo s.n.m. (H) = 5000 m.; cota del terreno (h_0) = 1000 m.; distancia focal (f) = 150 mm.
- b) La distancia entre dos puntos sobre un mapa topográfico a escala 1:45.000 es 8 cm. Esa misma distancia sobre una foto aérea es 90 mm. Calcule la escala.
- c) Calcule la escala de una fotografía aérea, conociendo que fue obtenida con una cámara de distancia focal de 210 mm, una altura de vuelo s.n.m. = 2.500 m. y una elevación promedio del terreno = 400 m.
- d) La distancia entre dos intersecciones de rutas medida sobre una fotografía vertical es 60 mm. Si la distancia correspondiente sobre el terreno es 1,584 Km. calcule la escala.

2) Con la ayuda de la cartografía disponible (esquema de cobertura de vuelo, mapas) localice geográficamente la banda o corrida dada y determine su orientación respecto del Norte.

3) Determine la distancia horizontal existente entre los puntos A y B, según la escala conocida.

4) Calcule el área de la zona delimitada. Utilice el método de la cuadrícula.

5) Cálculo de distancias horizontales. Resuelva.

- a) Un puente tiene una longitud real de 3600 cm. ¿Cuánto medirá sobre una foto aérea escala 1:4.000 y sobre otra a escala 1:30.000? Exprese el resultado en cm. y m.
- b) ¿A cuántos m. y Km. equivale en el terreno una distancia de 25 cm. medida en una foto aérea a escala 1:5.000?

6) Cálculo de superficie. Resuelva

Un terreno rectangular posee sobre una foto escala 1:25.000 una superficie de 9 cm². Calcule la superficie real en m² y Km².