

## CATEDRA DE FOTOGRAFIERIA

### GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

#### TRABAJO PRACTICO N° 8

#### LOS DOCUMENTOS FOTOGRAFICOS

#### MOSAICOS Y FOTOCARTAS

### INTRODUCCION

#### Definición:

El fotograma aéreo, impresionado con el eje de la cámara aproximadamente vertical, permite obtener, de la zona que abarca, una imagen del terreno que se asemeja a una planimetría del mismo, con el agregado de todos los detalles que la fotografía proporciona.

Mediante el montaje adecuado de copias positivas de fotogramas aéreos, es posible producir una imagen fotográfica continua de la zona que interesa y que constituye en sí lo que se denomina, en forma general, un documento fotográfico.

A diferencia de los documentos topográficos, que suministran la planimetría o planialtimetría del terreno con precisión subordinada a la vacilación gráfica impuesta, los documentos fotográficos solo permiten mediciones planimétricas de menor precisión que los anteriores.

#### A - CLASIFICACION

- a) Mosaicos simples: Están constituidos por copias positivas que se ordenan según las corridas fotográficas y son más elementos exclusivamente informativos que documentos métricos de calidad, pues se desconoce el exacto valor de su escala, la cual, además, varía de fotograma a fotograma. Por otra parte, estos últimos están afectados de ciertos errores planimétricos cuyas causas se analizan más adelante.
- b) Mosaicos controlados: En base a muy pocos puntos de coordena

das conocidas, es posible establecer con cierta aproximación, una escala promedio para todos los aerofotogramas que se utilicen en la formación de este tipo de documento y, en consecuencia es factible realizar en el mismo mediciones aproximadas con errores del 2 % al 5 %.

- c) Fotocartas: En este caso se utilizan numerosos puntos cuyas coordenadas planimétricas han sido determinadas, y en base a este apoyo se pueden corregir, mediante operaciones de "enderezamiento" o rectificación, las deformaciones de la imagen fotográfica de cada aerofotograma debidas a la inclinación del plano de la emulsión en el instante de la obturación y, además, uniformar la escala de todos los aerofotogramas que integran la fotocarta.

Los corrimientos perspectivos debidos a los desniveles del terreno no pueden corregirse, razón por la cual la confección de fotocartas se limita a zonas llanas o levemente onduladas. La vacilación resultante en la ubicación planimétrica de cualquier punto es de aproximadamente 1 mm.

#### B - CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS FOTOGRAMAS.

- a) Deben estar impresionados lo mas horizontalmente posible, con una tolerancia en inclinación no mayor de 3°.
- b) En cuanto a calidad fotográfica: buena definición, adecuado contraste, densidad uniforme en los distintos aerofotogramas.
- c) Correcto recubrimiento longitudinal y lateral.

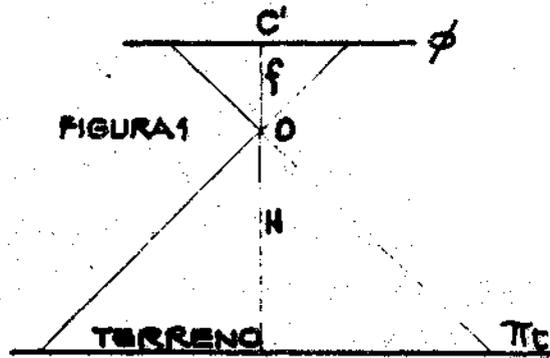
#### C - INFLUENCIAS DE LOS DESNIVELES DEL TERRENO E INCLINACION DE LOS FOTOGRAMAS.

Supuesto el terreno perfectamente horizontal y llano (a fin de considerarlo como plano geométrico), y el aerofotograma también horizontal, se tendrá como imagen fotográfica una figura semejante al terreno, sin deformaciones métricas, siendo la relación de semejanza igual a la escala  $E = f / H$ .

Esto es evidente, pues ambas formas son secciones paralelas de un mismo

haz de rayos con centro en O, siendo f y H las distancias de los planos secantes al centro de proyección (figura 1).

Pero si el terreno presenta ciertos desniveles, esta semejanza no se cumple y tampoco se logra si existe inclinación de  $\phi$  respecto de  $\pi_t$ .

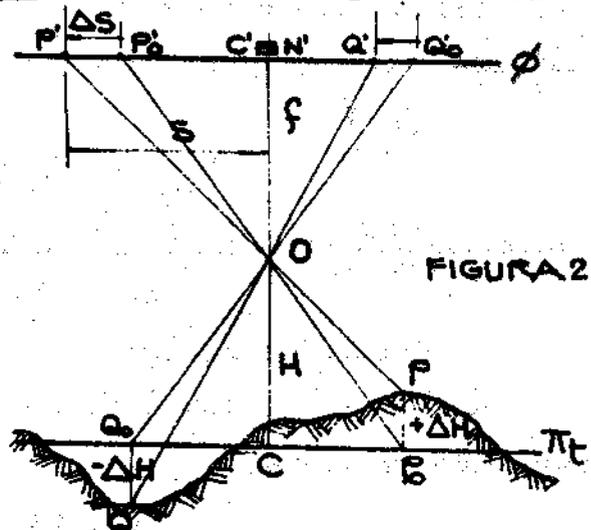


I) CORRIMIENTO PERSPECTIVO POR DESNIVEL

(Ver Garlan, Limeses y Saralegui, páginas 111 a 116)

Un punto del terreno tal como el P (figura 2) que presenta un desnivel  $\Delta H$  respecto de un plano medio de comparación  $\pi_t$ , tendrá como imagen en el fotograma al punto P', que está desplazado en  $\Delta S$  respecto de su verdadera posición planimétrica P'\_0, correspondiente a la proyección ortogonal P\_0 del punto P sobre el plano medio  $\pi_t$ .

Mediante relaciones sencillas se puede establecer:



$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{\Delta S}{S}$$

y por lo tanto:

$$\Delta S = S \frac{\Delta H}{H} \quad (1)$$

Esta expresión pone de manifiesto que:

- a) Los desplazamientos  $\Delta S$  son máximos en las zonas marginales del aerofotograma.
- b) Cuanto más alto sea el vuelo fotográfico serán menores los desplazamientos  $\Delta S$  y consecuentemente las deformaciones de la imagen fotográfica.

Observaciones:

- Los desplazamientos  $\Delta S$  se producen sobre rectas que pasen por el punto nadiral  $N'$  del fotograma (punto de fuga de todas las verticales al  $\pi_t$ ) y su sentido depende del signo de  $\Delta H$  que será positivo o negativo ya sea para un punto en elevación (P) o en depresión (Q) respectivamente.
- A pesar de que el desplazamiento  $\Delta S$  es independiente de la focal, según se desprende de la fórmula (1), una  $f$  mayor implica un aumento de  $H$  para una escala  $f/H$  constante, de manera que  $\Delta H/H$  disminuye y por lo tanto también decrece el valor de  $\Delta S$ . Esta circunstancia hace preferible las focales largas siendo el factor limitativo la altura de vuelo  $H$ .
- Establecido un valor porcentual de  $\Delta H/H$  y fijado un cerrimiento  $\Delta S$  máximo, se puede calcular el radio  $S$  de la zona utilizable del aerofotograma, el que a su vez, determina las superposiciones longitudinal y lateral a observar durante el vuelo fotográfico.

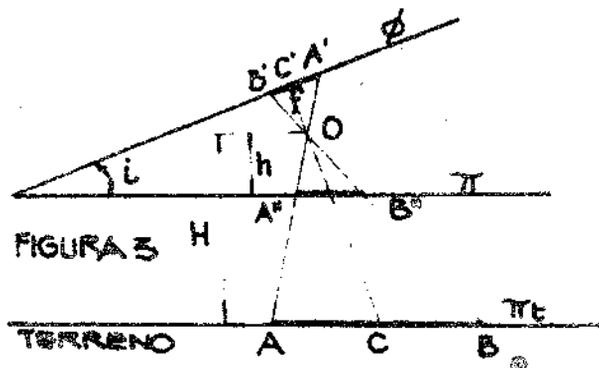
## II) INCLINACION DEL FOTOGRAMA. "ENDEREZAMIENTO"

Se ha establecido en lo que precede que la imagen fotográfica obtenida, unicamente será semejante al terreno si éste es llano y el fotograma, en el instante de toma, se ha mantenido paralelo al mismo.

Diversas causas hacen que el plano de la emulsión, al efectuar la impresión, no sea perfectamente horizontal razón por la cual, en la perspectiva fotográfica no aparece la configuración planimétrica real del terreno, produciéndose deformaciones de importancia.

Así, a una figura - por ejemplo un cuadrado - contenido en el plano del terreno, corresponde en el fotograma un trapecoide, siendo las dos figuras perspectivas.

Siendo  $\phi$  el plano del fotograma y  $\pi$  un plano paralelo al  $\pi_t$  del terreno (figura 3), es evidente que la forma  $A''B''$  es semejante a la  $AB$  - según la relación  $h/H$  - ya que  $\pi$  y  $\pi_t$  son paralelos.



Pero lo que se tiene en la fotografía es la forma  $A'B'$ , planteándose así el problema de transformarla en la  $A''B''$ .

Analizado este planteo geométricamente, se demuestra (consultar páginas 46, 47 y 48 de la publicación citada) que, siendo perspectivas la imagen  $A'B'$  en el plano  $\phi$  con la figura  $A''B''$  en el plano  $\pi$ , la perspectividad puede establecerse en infinitas posiciones de  $\pi$ , siempre que el centro  $O$  de proyección ocupe también la debida posición para cada una de las de  $\pi$ .

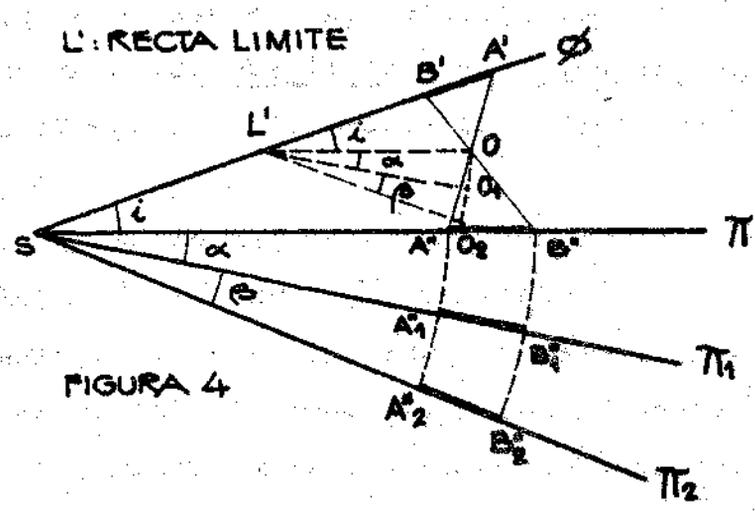


FIGURA 4

La transformación citada se logra en la práctica por vía óptica o analítica.

a) Transformación óptico - perspectiva.

Para pasar de la imagen fotográfica a la semejante del terreno contenida en  $\pi$ , se recurre a la proyección óptica, mediante un objetivo de focal  $F$  que se ubica en  $O$  de modo que la imagen proyectada se recoja en una pantalla o tablero ubicado en  $\pi$ . La posición de  $\phi$  y  $\pi$  es única puesto que de las infinitas  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n$  de la pantalla unicamente habrá una

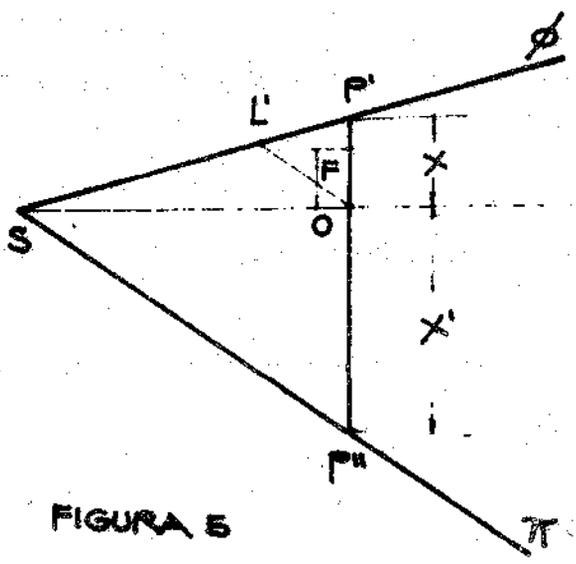


FIGURA 5

para la cual se cumpla la conjugación óptica:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{F} \quad (x)$$

La conjugación debe cumplirse no solamente para los puntos P' y P" contenidos en el eje del objetivo, sino para todos los puntos proyectados.

Esta condición se consigue haciendo que el plano principal del objetivo contenga a la recta intersección de los planos  $\phi$  y  $\pi$  (condición de Abbe o Scheimpflug). (xx)

Los aparatos que resuelven el problema, son denominados "enderezadores" o rectificadores, similares a una ampliadora fotográfica, pero cumpliendo automáticamente las condiciones impuestas.

Si se dispone de puntos de apoyo del terreno, se pueden dibujar en la pantalla  $\pi$ , a una escala prefijada, por lo menos cuatro, cuyas imágenes aparezcan en el fotograma a rectificar. Proyectando sobre la pantalla, mediante traslaciones y rotaciones de esta y ampliación y reducción de la imagen, es posible efectuar la coincidencia de los cuatro puntos elegidos con los correspondientes dibujados en la pantalla.

Realizados los ajustes necesarios, se impresiona en papel fotográfico la imagen proyectada, obteniéndose así el aerofotograma rectificando a la escala en que se han dibujado los cuatro puntos utilizados.

b) Transformación por vía analítica.

Se deducen los parámetros de la perspectiva existente entre  $\phi$  y  $\pi$  a partir de las coordenadas planimétricas

(x) Nótese que la focal  $F$  del objetivo de proyección utilizado es la determinante de la posición de  $\pi$ .

(xx) Puede consultarse página 125, llamada (2), de la publicación citada.

cas de los cuatro puntos de apoyo y de las coordenadas de sus imágenes medidas en el fotograma, estableciéndose con ellas un sistema de 8 ecuaciones con 8 incógnitas. Las incógnitas son los coeficientes de las fórmulas de transformación para pasar de las coordenadas imagen de un punto cualquiera del fotograma a sus correspondientes del terreno.

(Para ampliar el tema puede consultarse las páginas 117 a 122 de la obra mencionada).

#### D - CONFECCION DE MOSAICOS Y FOTOCARTAS.

Etapas:

a) Reunión de elementos provenientes de gabinete y laboratorio:

Gabinete: Proporciona la lista de coordenadas de los puntos de apoyo provenientes de campaña o de la densificación efectuada por aerotriangulación fotogramétrica.

Laboratorio: Provee ampliaciones fotográficas en papel simple peso a escala de montaje ("enderezadas" en el caso de fotocartas).

b) Preparación de la superficie de montaje:

Consiste en dibujar sobre un tablero de unos 2 metros cuadrados (de madera o similar), la cuadrícula de referencia y el apoyo a la escala en que se va a confeccionar el mosaico.

c) Montaje:

Se realiza mediante el pegado de las partes centrales de las copias fotográficas (donde las deformaciones perspectivas son menores), recortadas por líneas naturales del terreno para disimular las uniones. El pegado debe hacerse buscando la coincidencia de los puntos de apoyo en los fotogramas con sus correspondientes del tablero.

a) Terminación:

Se consignan sobre el mosaico armado las referencias y leyendas necesarias y se traza la cuadrícula de referencia si se trata de fotocartas.

e) Reproducción:

Se fotografía cada tablero por sectores a la escala prefijada obteniéndose de los negativos de reproducción así logrados, copias positivas por contacto que constituyen el documento final.

E - PARTE PRACTICA.

Montaje de un mosaico a escala de fotograma. (Las instrucciones se impartirán en clase práctica).