

CATEDRA DE FOTOGRAMETRIA

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

TRABAJO PRACTICO N° 7

LA OPERACION VUELO FOTOGRAFICO
SU PLANEAMIENTO Y EJECUCION

INTRODUCCION - CONCEPTOS GENERALES.

1- La fotogrametría aérea proporciona:

- a) Documentos fotográficos (mosaices y fotocartas)
- b) Documentos topográficos (planialtimetrías producidas por restitución fotogramétrica)

Para obtener estos resultados utiliza aerofotogramas obtenidos a una determinada escala media.

2- Escala media de un aerofotograma.

Considerando el caso normal de la fotogrametría aérea (fotogramas horizontales o a eje vertical), se define la escala media del aerofotograma respecto al plano medio del terreno como la relación entre la focal y la altura media de vuelo (ver figura 1)

$$E_{\phi} = \frac{l}{L} = \frac{f}{H_m} = \frac{1}{H_m/f} = \frac{1}{D_{\phi}} = \frac{1}{M_{\phi} \cdot 10^3}$$

SIENDO $D_{\phi} = \frac{H_m}{f} = M_{\phi} \cdot 10^3$

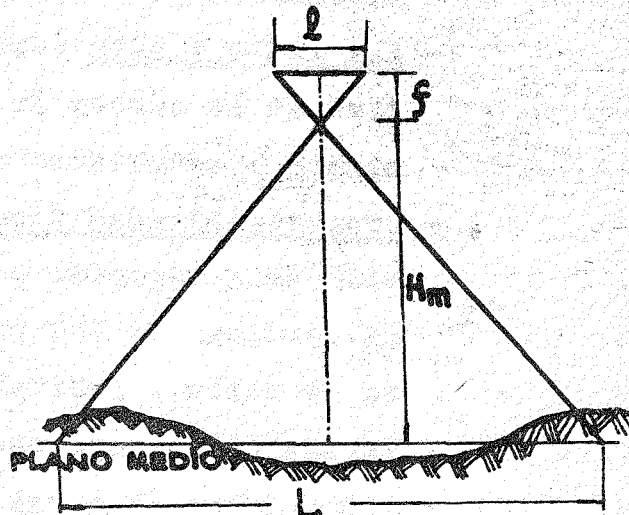


FIGURA 1

LA OPERACION "VUELO FOTOGRAFICO"

3- La operación "vuelo fotográfico" comprende:

- a) Planeamiento - Confección de la documentación técnica para la tripulación del avión.

- b) Ejecución.
- c) Análisis del vuelo.
- d) Confección de la documentación informativa (fotoíndices).

Pone en juego instrumental sumamente delicado y muy costoso (aviones, cámaras aéreas, elementos auxiliares). De ahí que sea imprescindible su respaldo por una organización muy eficiente y técnicamente bien capacitada (oficina de planeamiento, laboratorio fotográfico, gabinete de análisis de vuelo, talleres de mantenimiento y reparación de aviones, etc.)

4- Avión fotógrafo: sus características ideales.

Características ideales a que debe responder:

der:

- Número par de motores (para lograr cierta compensación de las vibraciones que pueden llegar por el fuselaje a la cámara, perjudicando la nitidez de la imagen).
- Ala media o alta (escapes de motores afectarían al objetivo de la cámara si las alas - en las que se ubican los mismos - estuvieran en un nivel inferior).
- Gran visibilidad frontal, hacia abajo y lateral (condición de navegación para ubicar el avión en vuelo sobre la vertical de los puntos que corresponda según la carta de vuelo). Equivale a requerir proa transparente.
- Versatilidad para operar a distintas alturas (desde unos 400 m sobre el nivel del mar, para vuelos a escala grande, hasta 10.000 m ó 12.000 m sobre el nivel del mar para escalas pequeñas sobre zonas altas). El "techo" o "plafond" es la altura máxima que puede alcanzar el avión en condiciones de operación normal y depende de las características de sustentación del avión, del tipo de motores (pistón, turbohélice, reacción) y de ^{la} potencia instalada.
- Variabilidad en la velocidad de crucero (grande para vuelos altos, menor para vuelos bajos). El costo del vuelo fotográfico varía aproximadamente en relación inversa

con el cubo de la velocidad.

- Autonomía: Es el número de horas que el avión puede volar a la velocidad de crucero con su reserva de combustible. Debe ser máxima (no olvidar el tiempo que tarda el avión en alcanzar su cota de vuelo, y el invertido en viajar desde el aeródromo hasta la zona a fotografiar, improductivos ambos desde el punto de vista fotográfico).
- Rendimiento η : Es la relación entre el número de horas de vuelo efectivamente fotográfico y el total insumido en la misión. Aviones especialmente concebidos para aerofotogrametría llegan a un

$$\eta = \frac{\text{TIEMPO VUELO FOTOGRAFICO}}{\text{TIEMPO TOTAL}} = \underline{\underline{0.75}}$$

(3 h de vuelo fotográfico per cada 4 h de vuelo total). Aeronaves adaptadas dan aproximadamente $\eta = \underline{\underline{0.25}}$ (1 h de vuelo fotográfico per cada 4 h de vuelo total).

- Suficiente espacio a bordo para el desplazamiento y el cómodo desempeño de la tripulación (2 ó 3 personas) y para un emplazamiento favorable de la cámara (orificio en el piso para el objetivo de esta última).

5- Avión real

Ningún avión en la actualidad reúne todas las características enumeradas más arriba. En el cuadro siguiente se dan marcas y ejemplos, con la aclaración de que, en general, son versiones adaptadas de aviones de guerra.

AVION	TIPO DE MOTOR	NE DE MOTORES	TECHO	VELOC. DE CRUCERO	AUTON.
	--	--	m	Km/h	h
BOEING B-17 Y B-26	PISTON	4	11.000	350	7
MITCHELL B-26	"	2	9.000	420	8
AVRO ANSON	"	2	6.500	270	8
BEECHCRAFT A-T-11	"	2	6.500	270	6
DAKOTA	"	2	6.500	250	8
LIGHTNING P-38	"	2	9.000	480	4
LEAR	JET	2TURB.	15.000	900	4

Los datos del cuadro son, aproximadamente, los que conviene considerar para vuelos fotográficos.

Mención aparte merece el avión concebido y fabricado en Francia expresamente para aerofotogrametría; HUREL - DUBOIS H D 34. Sus características son: a) dos motores a pistón; b) ala alta; c) proa transparente; d) techo de 7.000 m; e) velocidad de crucero variable entre 150 km/h y 450 km/h; f) autonomía de 10 h a 450 km/h; g) coeficiente de rendimiento $\eta = 0,75$.

Con todo, el "plafond" no le permite operar a escalas pequeñas.

6- Condiciones atmosféricas ideales.

Son:

- Temperatura no muy alta (reverberación del aire — imagen fotográfica deformada).
- Ausencia de nubes, humo, etc.
- Ausencia de turbulencia atmosférica (bruscas variaciones de altura del avión — vuelo defectuoso — fotogramas a escalas distintas y faltes de nitidez).
- Transparencia, diafanidad.
- En el terreno, sombras proyectadas de longitud moderada.

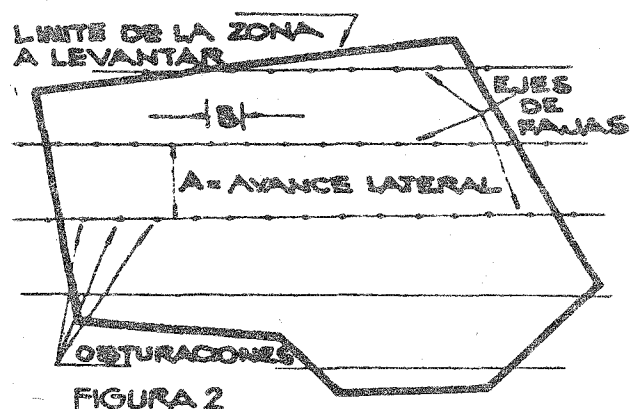
Conclusiones:

- Horas del día más propicias: las cercanas al mediodía (para obtener sombras proyectadas cortas). Existen otras limitaciones que serán explicadas en clase práctica.
- Días "fotográficos" por mes, respetando las condiciones más arriba enumeradas: muy escasos (en general, promedio anual de 3 ó 4 días por mes). Este exiguo número justifica la importancia práctica y económica del concepto "rendimiento" η .

ORGANIZACION DEL VUELO FOTOGRAFICO.

7- Cubrimiento fotografico.

Líneas de vuelo rectas y paralelas ("carridas" o "fajas").
Obturación a intervalos re-



gulares (t). (ver figura 2)

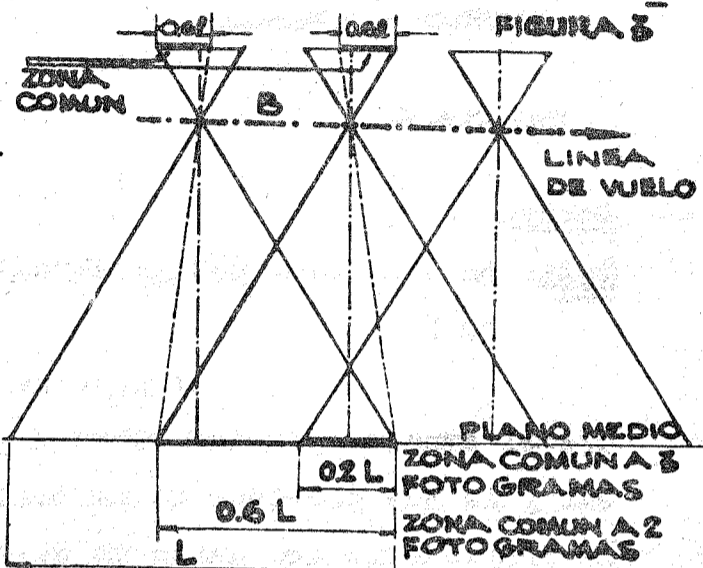
t = tiempo en que el avión recorre la base aerofotogramétrica B a la velocidad de crucero.

B = base aerofotogramétrica = distancia recorrida por el avión, a la velocidad de crucero, entre dos obturaciones consecutivas.

La base B se calcula de modo que en un fotograma y el siguiente haya por lo menos un 60 % de terreno común a ambos (ver figura 3).

Se dice entonces que existe una superposición longitudinal del 60 %.

De este modo se obtiene también una zona de superposición triple (puntos del terreno que aparecen en 3 fotogramas consecutivos), imprescindible para asegurar continuidad estereoscópica en toda la corrida.



El fotógrafo aéreo determina los momentos de obturación con auxilio del intervalómetro, dispositivo incluido en el visor de la cámara que permite automatizar, hasta cierto punto, la tarea.

Las corridas también deben superponerse lateralmente, aunque en este caso el recubrimiento es de un 20 % a un 30 % (superposición lateral). Por lo tanto, distancia entre ejes de corridas (A = avance lateral) = 80 % a 70 % del lado del fotograma multiplicado por el denominador de la escala del mismo (ver figuras 2 y 4).

Sentido de las corridas: Existen dos modalidades (ver figura 4)

- vuelo a un rumbo: al final de cada corrida el avión retorna para tomar la siguiente en el mismo sentido que la precedente. Tiene aplicación cuando las corridas son cortas y cuando hay deriva fuerte (corrección del mismo signo en todas las corridas).
- vuelo a dos rumbos: para corridas largas; se enfilan sucesivamente en sentidos contrarios (corridas pares en un senti

de e impares en el opuesto).

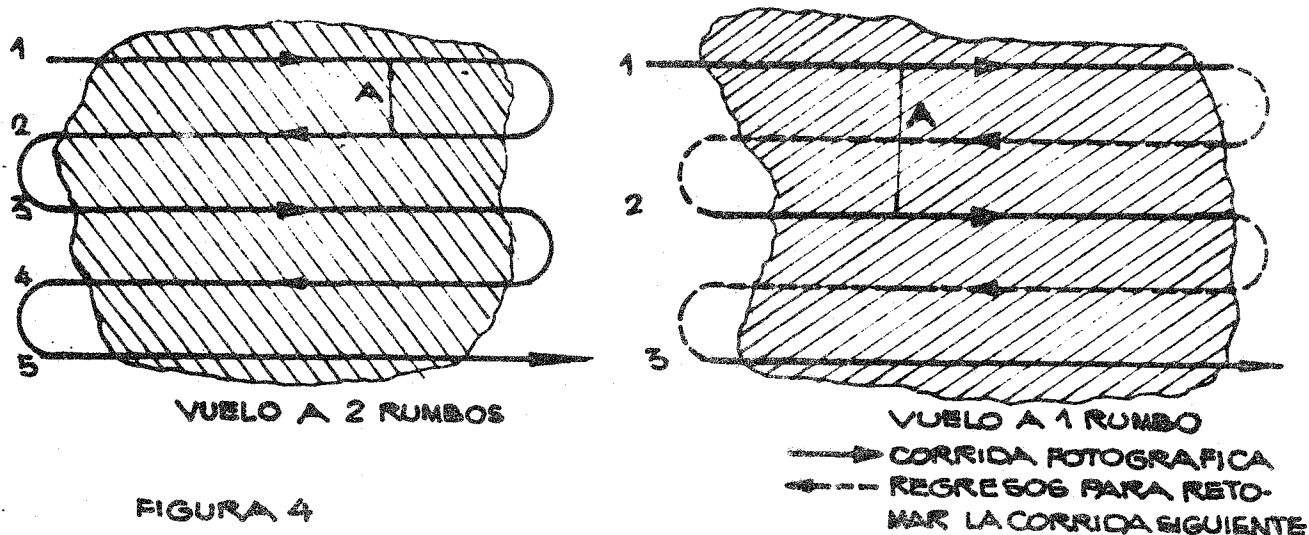


FIGURA 4

8- Deriva.

Nota: En todo este párrafo estúdiense detenidamente la figura 5.

Se produce como composición de fuerzas entre el empuje ejercido sobre el avión por el viento transversal y la que proviene de la tracción de sus motores (fig. 5a). La trayectoria del avión no es entonces paralela a la posición de su eje (figuras 5a y 5b).

El piloto debe enfilar el avión de tal modo que la fuerza resultante le permita seguir efectivamente el eje de la faja marcada en la carta de vuelo. Ha corregido, de este modo, la trayectoria (figura 5c).

Si una vez corregida la trayectoria por el piloto, el fotógrafo no compensa la deriva girando la cámara azimutalmente, los fotogramas se superponen en forma escalonada, lo que invalida su utilidad (figura 5d).

El giro de la cámara estará completado cuando el fotógrafo observe por el visor de la misma que el terreno se desplaza paralelamente a la línea de fé de aquel (Visor con derivómetro) (figura 5e).

9- Huecos fotográficos y estereoscópicos.

Cuando una zona del terreno no aparece en ningún fotograma, se dice que existe un hueco fotográfico.

Se produce, entonces, una discontinuidad fotográfica en el recubrimiento de la zona (producida por falla del obturador en dos ó más

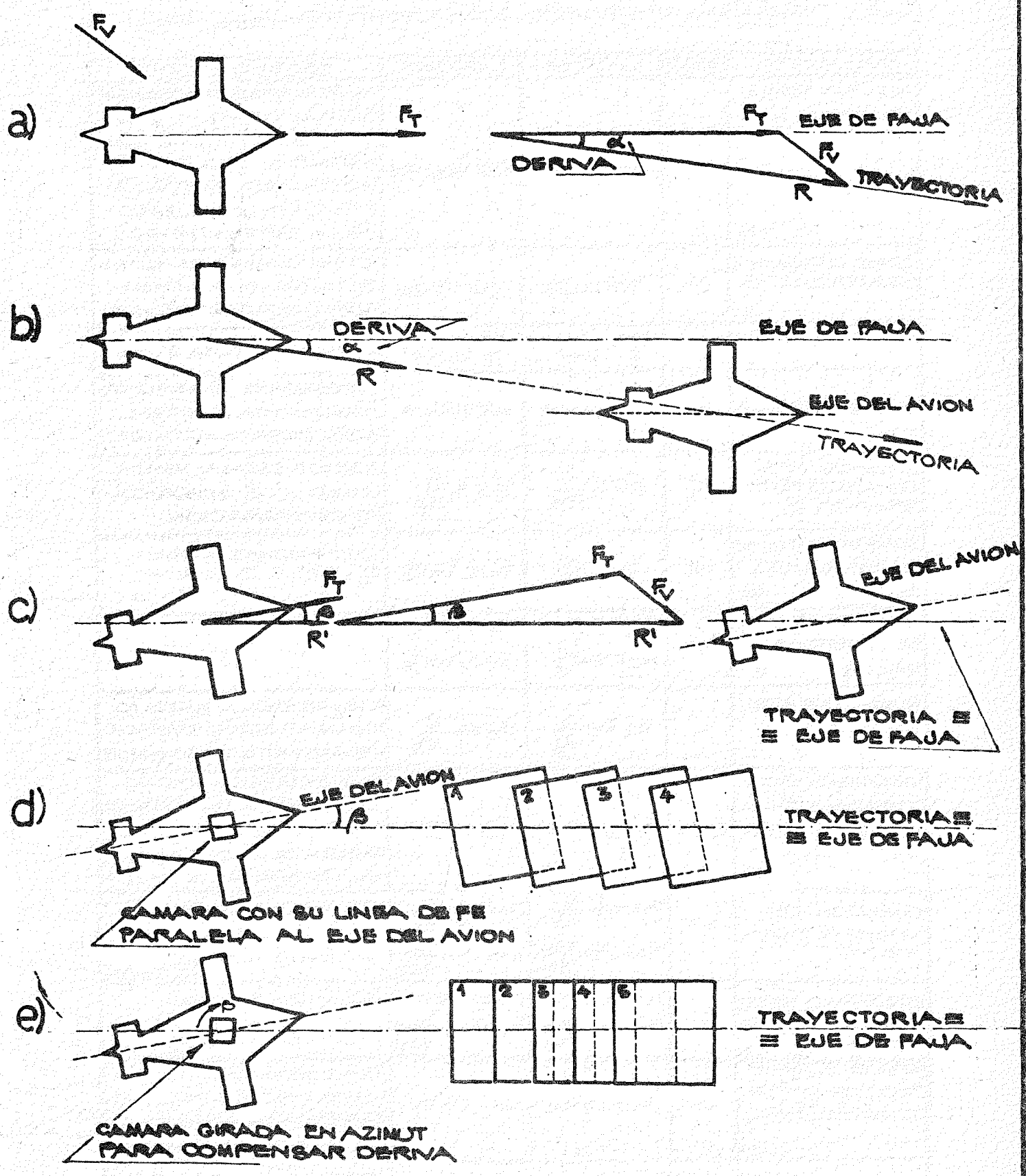


FIGURA 5

DATOS

H: DETERMINADA SEGUN EL CRITERIO EXPRESADO EN 11 - 8' -
 FORMATO FOTOGRAMA: l (mm) COEF. CAMARA: $R = \frac{l}{f}$
 FOCAL CAMARA: f (mm)
 ESCALA MEDIA FOTOGRAMA: $E\phi = 1 / M\phi \cdot 10^3$
 SUPERFICIE A CUBRIR FOTOGRAFICAMENTE: S (Km²)
 VELOCIDAD DE CRUCERO AVION FOTOGRAFO: V_{REAL} (Km/h)

PARAMETRO	UNIDAD	$l = 180$ mm	$l = 230$ mm	OBSERVACIONES
ALTURA MEDIA DE VUELO H_m (*)	m	$H_m \approx \frac{f}{M\phi}$	$H_m \approx \frac{f_{(max)}}{M\phi}$	H_m ES EL PARAMETRO "ORIGEN" DEL PLAN NUMERICO (SE CALCULA SEGUN CRITERIO CONSIGNADO EN 11, O, PARA ALGUNOS CASOS PARTICULARES PUEDE DESFEJARSE DE LA EXPRESION $E\phi$)
BASE AEROFOTOGRAMETRICA B (*)	m	$B \approx 70 M\phi$	$B \approx 90 M\phi$	EXPRESIONES PARA SUPERPOSICION LONGITUDINAL 60% (COEFICIENTE $\sigma_L = 0.6$)
RELACION H_m/B (*)	-	$\frac{H_m}{B} = \frac{1}{0.4 R}$	$\frac{H_m}{B} = \frac{1}{0.4 R}$	EXPRESION PARA $\sigma = 0.6$
AVANCE LATERAL (*)	m	$A \approx 130 M\phi$	$A \approx 160 M\phi$	EXPRESIONES PARA SUPERPOSICION TRANSVERSAL 30% (COEFICIENTE $\sigma_t = 0.3$).
LONGITUD TOTAL DE VUELO FOTOGRAFICO L (*)	km	$L \approx 8 \frac{S}{M\phi}$	$L \approx 6 \frac{S}{M\phi}$	A MENOR ESCALA, MENOR LONGITUD L , MENOR COSTO DE OPERACION.
SUPERFICIE UTIL DE UN FOTOGRAMA. S_u (*)	ha	$S_u \approx M\phi^2$	$S_u \approx 15 M\phi^2$	EXPRESIONES PARA $\sigma_L = 0.6$ Y $\sigma_t = 0.3$
SUPERFICIE TOTAL DE UN FOTOGRAMA. S_t (*)	ha	$S_t \approx 3 S_u$ $S_t \approx 3 M\phi^2$	$S_t \approx 3 S_u$ $S_t \approx 5 M\phi^2$	
NUMERO DE FOTOGRAMAS N	-	$N \approx 100 \frac{S}{M\phi^2}$	$N \approx 65 \frac{S}{M\phi^2}$	A MENOR ESCALA, MENOS FOTOGRAMAS, MENOS OPERACIONES GABINETE, COSTO MENOR
VELOCIDAD MAXIMA COMPATIBLE CON LA NITIDEZ DE LA IMAGEN V_{max} (*)	Km/h	$V_{max} \approx 18 M\phi$	$V_{max} \approx 16 M\phi$	ESTA EXPRESION SOLO ES VALIDA PARA TIEMPO DE EXPOSICION $\Delta t = 0.01$ s Y TOLERANCIA DE NITIDEZ $\Delta l = 0.05$ mm (EN GENERAL $\Delta l / \Delta t = 5$)
DURACION DEL VUELO FOTOGRAFICO T	h	$T_{min} \approx \frac{1}{2} \frac{S}{M\phi^2}$ $T_{real} = T_{min} \frac{V_{max}}{V_{real}}$	$T_{min} \approx \frac{1}{3} \frac{S}{M\phi^2}$ $T_{real} = T_{min} \frac{V_{max}}{V_{real}}$	VOLANDO A V_{max} VOLANDO A V_{real} (CRUCERO)
INTERVALO ENTRE OBSTURACIONES SUCESIVAS t	s	$t_{min} \approx 14$ s $t_{real} = t_{min} \frac{V_{max}}{V_{real}}$	$t_{min} \approx 18$ s $t_{real} = t_{min} \frac{V_{max}}{V_{real}}$	VOLANDO A V_{max} VOLANDO A V_{real} (CRUCERO)
ERROR PLANIMETRICO DE UN PUNTO RESTITUIDO e_p (*)	cm	$e_p \approx 1.5 M\phi$	$e_p \approx 1.5 M\phi$	ERROR DEPENDIENTE DE LA CAMARA USADA Y DE LOS PARAMETROS DE VUELO CALCULADOS EN EL PLAN NUMERICO
ERROR ALTIMETRICO DE UN PUNTO RESTITUIDO e_z (*)	cm	$e_z \approx 2.5 \frac{M\phi}{R}$	$e_z \approx 2.5 \frac{M\phi}{R}$	OBSERVACION IDEM ANTERIOR SE SUPUSO $e_r = 10 \mu$. PARA CAMARA GRAN ANGULAR PUEDE REDONDEARSE $e_z \approx 2 M\phi$
ERROR RELATIVO ALTIMETRICO RESPECTO A LA ALTURA MEDIA DE VUELO ϵ_z (*)	-	$\epsilon_z \approx \frac{1}{7.000}$	$\epsilon_z \approx \frac{1}{9.000}$	OBSERVACION IDEM ANTERIOR SE SUPUSO $e_r = 10 \mu$ Y SUPERPOSICION LONGITUDINAL $\sigma_L = 60\%$

EN LAS EXPRESIONES DEL CUADRO SE SUPONE: $\sigma = 0.6$; $\beta_L = 0.4$; $\sigma_t = 0.3$; $\beta_t = 0.7$; $\Delta t = 0.01$ s; $\Delta l = 0.05$ mm; $e_r = 10 \mu$

obturaciones sucesivas de una misma corrida (fig. 6a), por brusca desviación del avión o fuerte deriva repentina no corregida por el piloto en una faja, provocando "intersticios" entre las mismas (fig. 6b).

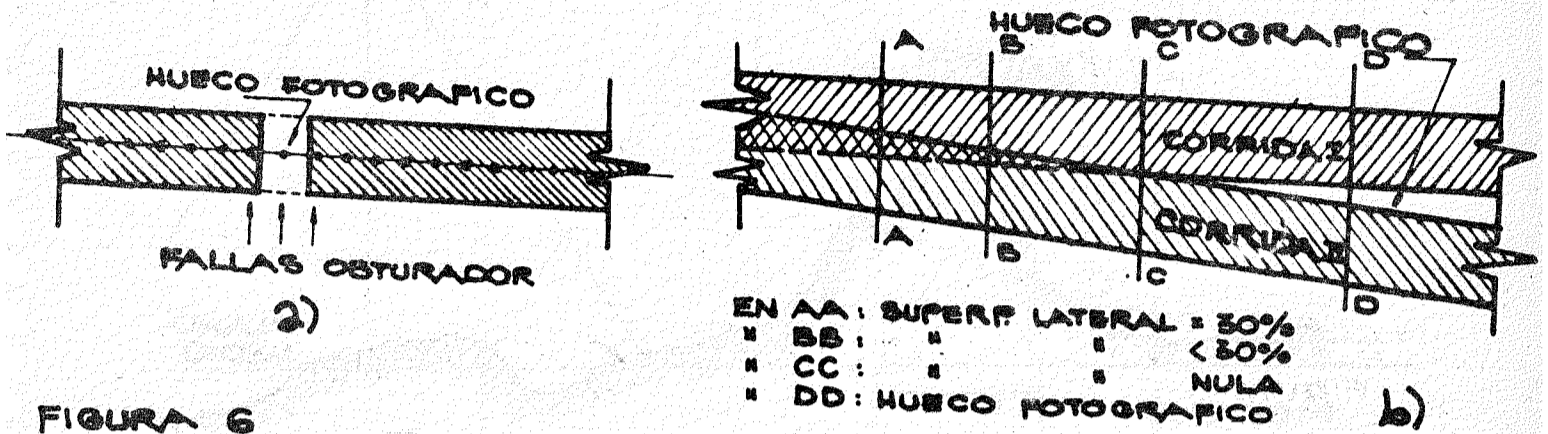
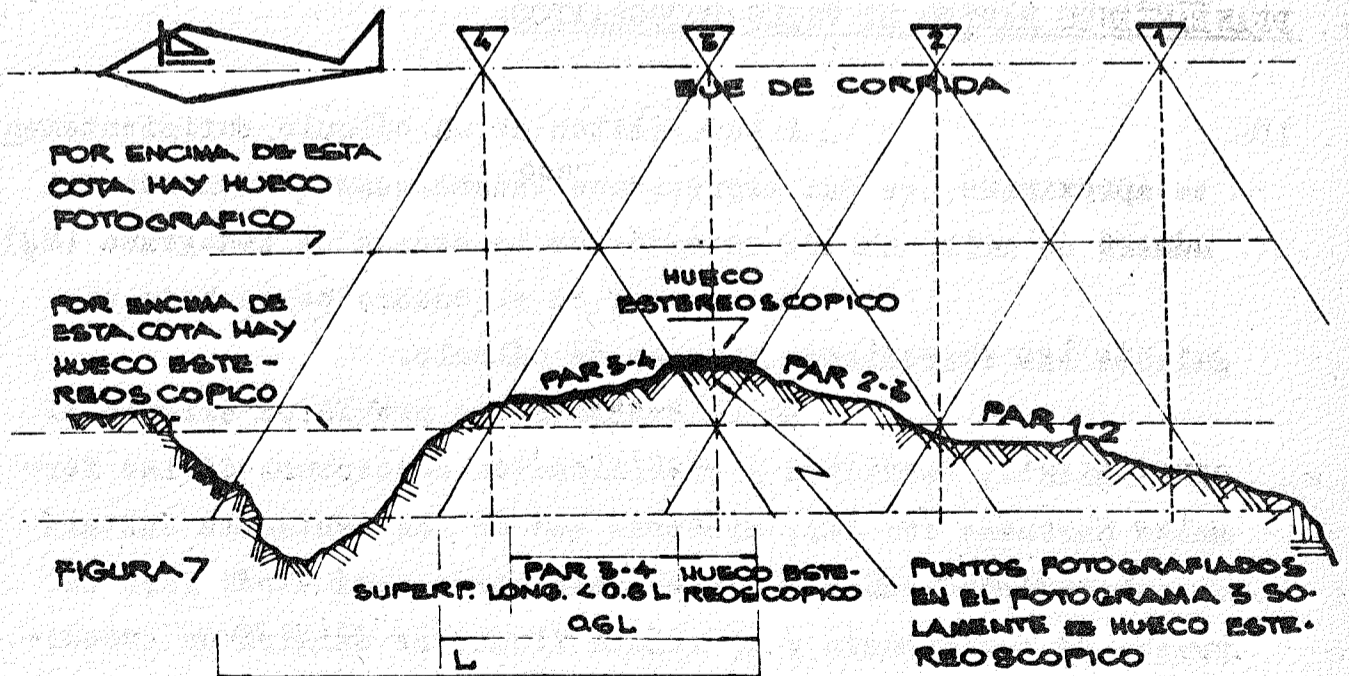


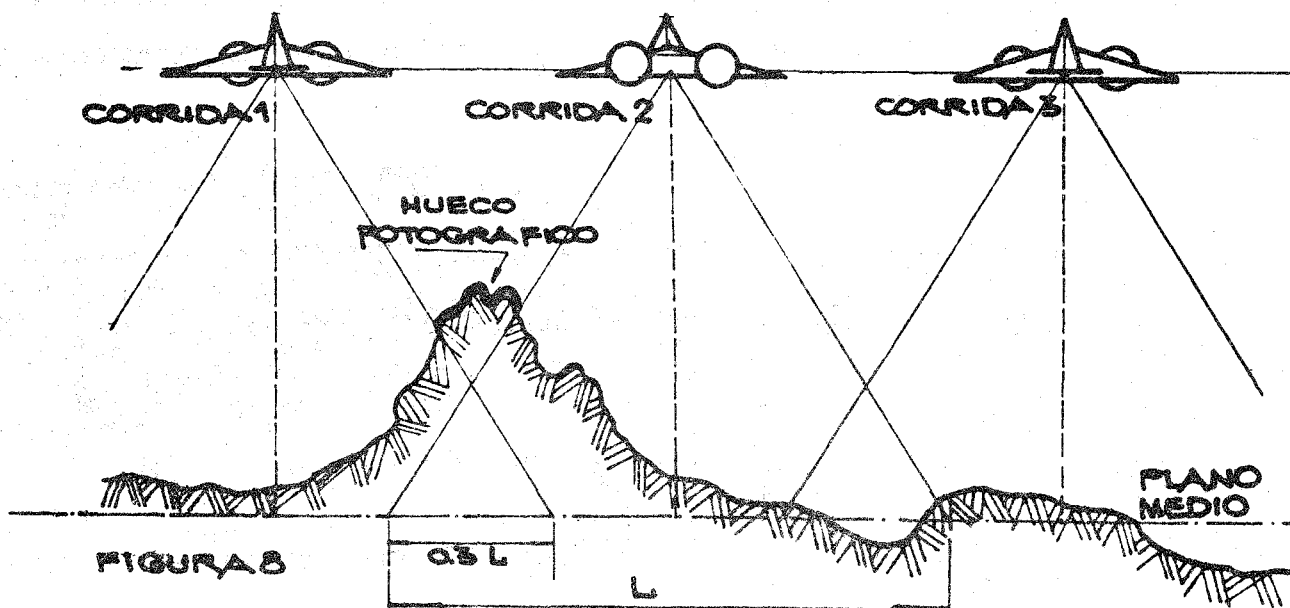
FIGURA 6

Cuando un sector del terreno aparece en un sólo fotograma se dice que existe un hueco estereoscópico (discontinuidad estereoscópica). Causas: falla aislada del obturador en una faja, que produce solución de continuidad estereoscópica en la misma; elevación brusca del terreno que tiene por efecto una disminución de superposición.

Este último caso puede estudiarse en la figura 7 (al desaparecer la zona de triple superposición se corta la continuidad estereoscópica de la faja).



Observando un corte transversal de tres o más corridas (figura 8) se ve que elevaciones del terreno también disminuyen la superposición transversal entre corri-



das (fenómeno crítico ya que ella es del 30 % como máximo) y rápidamente se llega al hueco estereoscópico cuando se produce uno fotográfico.

Conclusión:

Un hueco fotográfico implica siempre un estereoscópico, mientras que este último no involucra forzosa-mente hueco fotográfico.

PLANEAMIENTO RAPIDO DE VUELO FOTOGRAFICO.

10-

A los efectos de un cálculo suficientemen-
te aproximado, se dan expresiones redondeadas en función del
número de miles del denominador de la escala de fotograma ($M\phi$).

Se resumen en el cuadro de la hoja si-
guiente las expresiones finales de cálculo.

En el cuestionario previo se exigirá el
conocimiento, deducción y significación conceptual de las for-
mulas marcadas con (+), mientras que de las restantes bastará
el conocimiento conceptual del respectivo parámetro. Para la
prueba de suficiencia y el examen final, se exigirá un conoci-
miento a fondo de todas las expresiones.

DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA DE VUELO Y DE LA ESCALA DE FOTOGRAMA.

11-

La precisión de un aparato de aeroresti-
tución se da en términos del error relativo que afecte a la co-
ordenada Z de los puntos restituidos ($\epsilon_z = \Delta z/z = \Delta H/H = \epsilon_H =$
 $= 1/N \cdot 10^3$). Todos los aerorestituidores pueden clasificarse
dentro de unas de estas tres categorías:

- 1er. orden: $1/15.000 < \epsilon_H < 1/7.000$; $15 > N > 7$
- 2º orden: $1/7.000 < \epsilon_H < 1/4.000$; $7 > N > 4$
- 3er. orden $1/4.000 < \epsilon_H < 1/2.000$; $4 > N > 2$

Por otra parte la escala de restitución (escala de la carta a
obtener) fija el error máximo altimétrico t_h a través de la e-
quidistancia e :

$$E_R = \frac{1}{M_R \cdot 10^3} \quad \therefore \quad e(m) = M_R \quad \therefore \quad e/5 > t_h(m) > e/10$$

(EXPRESIONES PARA UN CASO PROMEDIO)

Per lo tanto, dado un determinado aparato de restitución (ϵ_H)
y una escala de restitución que implica un error máximo altimé-
trico a respetar (t_h), para que el vuelo sea compatible con la
reconstrucción a efectuar en gabinete, la altura de vuelo no
deberá sobrepasar el valor calculado del siguiente modo:

$$\epsilon_H = \frac{1}{N \cdot 10^3} = \frac{t_h}{H_{max}} \quad \therefore \quad H_{max}(m) = t_h(m) \cdot N \cdot 10^3$$

donde se atribuye al error relativo altimétrico proporcionado
por el aparato, el valor dado por el error máximo absoluto a
respetar en la carta dividido por la altura máxima a dimensio-
nar.

La escala del fotograma surgirá relacio-
nando la focal de la cámara de que se dispone (o la que se ha
ya seleccionado a priori) con la altura máxima calculada:

$$E\phi(\text{min}) = \frac{f}{H_{max}}$$

y deberá estar limitada por la necesidad de registrar detalles
de determinado diámetro, del terreno. Prácticamente nunca con-
viene que sea menor que 1/60.000. Es decir:

$$E\phi(\text{min}) \geq \frac{1}{60.000}$$

*tachado
+ H. Perod.*

Por otra parte importantes razones de orden técnico y práctico

obligan a considerar otra condición:

que la escala del fotogra-
ma, E_{ϕ} , no sea menor que la sexta parte de la escala de resti-
tución, E_R , ni mayor que el doble de la misma. Es decir:

$$2E_R > E_{\phi} > \frac{E_R}{6}$$

En definitiva, si el valor $H_{\text{máx}}$ dimensio-
nado no permitiera respetar las dos condiciones de escala, se
adoptará un $H < H_{\text{máx}}$, con el que se logra satisfacerlas.

El H dimensionado en esta forma pasará a
ser el H_{med} del plan de vuelo a proyectar.

Por último, deberá verificarse que el e-
rror relativo altimétrico previsto en el plan de vuelo (depen-
diente de la cámara y de los demás parámetros de vuelo; ver
cuadro del párrafo nº 10 en la página 8') sea congruente con la
precisión del aparato de restitución seleccionado en el traba-
jo.

TRIPULACION.

12- Mínimo aconsejable: tres personas.

Piloto — manobra los mandos del avión; lo mantiene en lí-
nea recta durante el vuelo fotográfico; vigila y
corrige constantemente la trayectoria, en espe-
cial si hubiera deriva.

Navegante — Ubica al piloto sobre la línea de vuelo según
carta de navegación; controla la deriva; ubica
entradas y salidas de fajas; mantiene la aline-
ación mediante el visor especial de navegación.

Fotógrafo — Maneja la cámara; mantiene su horizontalidad; vi-
gila y compensa deriva; detecta y controla super-
posición, atento a los desniveles del terreno;
cambia chasis de material sensible al finalizar
cada rollo. (En la parte fotográfica del vuelo,
operaciones y personal han de subordinarse a las
directivas del fotógrafo).

Solo en misiones sencillas y poco compro

metidas las tareas de piloto y navegante puede cumplirlas una sola persona.

DOCUMENTACION A ENTREGAR A LA TRIPULACION.

- 13- Efectuado el cálculo numérico del plan de vuelo, un estudio detallado sobre la cartografía existente permitirá determinar la ubicación y dirección más conveniente de las corridas, y, si fuera necesario por la extensa de la zona, decidir la subdivisión de la misma en sectores que puedan volarse en una sola jornada. Se dibuja luego el esquema resultante en una carta de vuelo que, junto con el plan numérico calculado, se entregará a la tripulación para la ejecución del trabajo.

ANALISIS DEL VUELO.

- 14- Se lleva a cabo a medida que va llegando al laboratorio el material sensible impresionado en el vuelo, e inmediatamente después de revelado.

Comprende:

- Verificación de la calidad fotografica (análisis de los eventuales defectos para su ulterior corrección: nitidez, densidad, contraste, funcionamiento placa presión o succión cámara, etc.)
- Verificación del funcionamiento de la cámara (fotogramas eventualmente emitidos por falla de obturación, sobreimpresión por defectuoso cerramiento de la película, etc.)
- Verificación del cumplimiento de la superposición longitudinal y transversal previstas. Análisis de los eventuales huecos fotográficos y estereoscópicos, y de sus causas.
- Comprobación de la deriva producida, de su corrección en el vuelo y de su compensación en la toma fotográfica.
- Verificación de la trayectoria seguida por el avión

y de su coincidencia con los ejes de corridas proyectados en la carta de vuelo.

- Comprobación grossera de uniformidad de escala en todos los fotogramas (variaciones bruscas de altura de avión por pezos de aire o corrientes térmicas verticales) y del cuidado puesto en horizontalizar la cámara (nivel esférico fotografiado al margen de cada tema).

Si el resultado de este análisis es satisfactorio en todas sus etapas, se aceptará el vuelo. Si no fuera así, se analizarán las fallas observadas y sus causas, disponiéndose la repetición de las temas afectadas (vuelos tapa-huecos) y la reparación de los elementos defectuosos (obturador, intervalómetro, derivómetro, etc.)

CONFECCION DE FOTOINDICES.

- 15- El vuelo fotográfico ejecutado quedará documentado mediante la confección de fotoíndices ("índices de recorridos" e "índices de vuelo"). Para ello se obtienen copias positivas de contacto o reducciones de todos los fotogramas, se arman las fajas de vuelo superponiendo "grosse mode" los fotogramas según sus zonas comunes, y a su vez se compaginan todas las corridas respetando la superposición transversal existente entre ellas. Se fotografía luego el montaje fotográfico resultante, y las copias de reproducción constituirán el fotoíndice, que se usará para saber cómo se cubrió fotográficamente la zona e para ubicar un fotograma en particular.

EJERCICIO PRACTICO PARA EJECUTAR EN CLASE.

Los alumnos adquirirán en el I.G.M. una plancheta que les será indicada con anticipación. Sobre ella, en clase se demarcará una zona a cubrir fotográficamente. El alumno calculará el área de la misma, y determinará la ubicación y dirección de los ejes de fajas dibujándoles sobre la plancheta luego de

ejecutar el cálculo numérico del plan de vuelo. Se completará el e j e r c i c i o con el cálculo de los errores a esperar y con una discusión sobre la congruencia entre estos últimos y el aparato de restitución dado como dato.

Más adelante (T.P. N° 12) se ejecutará un ejercicio más completo, en el que se dimensionará la altura de vuelo y la escala de fotograma según los criterios establecidos en el párrafo 11, y se discutirán los resultados analizando errores e incidencias de cámara, estereorestituidor y escala de restitución.

DATOS

- 13' -

PLANCHETA I.G.M.: ESCALA:
 APARATO DE RESTITUCION: PRECISION:
 CAMARA DE TOMA: $l =$ mm ; $f =$ mm ; $R =$ Km/h
 AVION FOTOGRAFO: VELOCIDAD DE CRUCERO $V_{real} =$ Km/h
 $g = 0.6$; $\sigma_t = 0.3$; $\Delta t = 0.01 s$; $\Delta l = 0.05 mm$; $\sigma_{\pi} = 10 \mu$
 AREA ZONA: Km^2 $E_g =$

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR CALCULADO	OBSERV.
ALTURA MEDIA DE VUELO H_m	m		
BASE AEROFOTOGRAM. B	m		
RELACION H_m/B	-		
AVANCE LATERAL A	m		
LONGITUD TOTAL VUELO L	km		
SUP. UTIL FOTOGRAMA S_u	ha		
SUP. TOTAL FOTOGRAMA S_t	ha		
Nº DE FOTOGRAMAS N	-		
VELOCIDAD MAXIMA V_{max}	Km/h		
DURACION VUELO FOTOGRAFICO	MINIMA T_{min} REAL T_{real}	h h	
INTERVALO ENTRE OST. SUCESSIVAS	MINIMO t_{min} REAL t_{real}	s s	

ERRORES DE UN PUNTO RESTITUIDO

PLANIMETRICO : $e_p =$ cm
 ALTIMETRICO : $e_z =$ cm
 RELATIVO ALTIMETRICO : $E_z =$

¿ ESTÁ BIEN SELECCIONADO EL APARATO DE RESTITUCION DADO COMO DATO ?

¿ POR QUE ?