

CATEDRA DE FOTOGRAFIA

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

TRABAJO PRACTICO Nº 10 d.

RESTITUCION AEROFOTOGRAFICA

Y AEROTRIANGULACION ESPACIAL.

INTRODUCCION

Las operaciones agrupadas bajo el nombre de RESTITUCION AEROFOTOGRAFICA conducen a la obtención de documentos topográficos que satisfacen ampliamente las exigencias de precisión planteadas por la escala y la equidistancia entre líneas de nivel, siempre que la altura de vuelo haya sido dimensionada correctamente.

Estos documentos pueden ser :

- a) planialtimetrías, en las que figuran todos los detalles planimétricos del terreno (o solamente los que interesan a los fines de la utilización del plano), y en las que la altimetría está dada por las líneas de nivel (escalas usuales: entre 1:1000 y 1:100000) ;
- b) planimetrías sin líneas de nivel, en general con finalidad catastral y a escalas grandes: 1:500 a 1:2000.

A) RESTITUCION AEROFOTOGRAFICA

I) REALIZACION PRACTICA

a) Personal que interviene.

1) Operador de restitución.

funciones: orientar los pares, ejecutar y mantener el contacto estereoscópico en el modelo, recorrer líneas de nivel en el modelo, recorrer planimetría de detalles en el mismo. realizar aerotriangulación espacial.

condiciones: buena visión estereoscópica (gran acuidad de fijación).

Prolijidad.

Conocimientos sobre morfología topográfica del terreno.

Conocimiento conceptual elemental de las operaciones

de restitución y aerotriangulación espacial.

2: Ayudante de restitución.

funciones: guía las operaciones de restitución.

Colabora en la U.A.; indica las curvas y detalles planimétricos a restituir, interpreta las líneas trazadas y establece necesidad de correcciones.

Anota cotas de curvas de nivel.

Colabora en las operaciones de aerotriangulación espacial.

condiciones: sólidos conocimientos de morfología topográfica del

terreno.

Prolijidad.

Detallismo.

Buenos conocimientos de dibujo cartográfico.

Conocimiento conceptual elemental de las operaciones de restitución y aerotriangulación espacial.

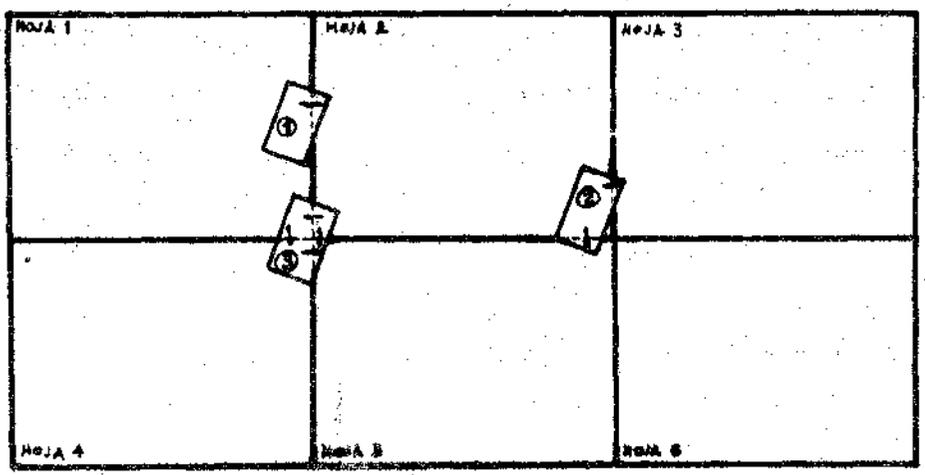
b) Tareas previas.

1: Planeamiento de la restitución: con las corridas fotográficas armadas en las que se ha marcado el apoyo terrestre disponible, se proyecta el ordenamiento de los pares, siguiendo el criterio de comenzar por los que tienen mayor densidad de apoyo para finalizar con los menos apoyados.

2: Distribución de hojas (formato normalizado: 0,60 m x 0,80 m). Se proyecta de modo que se cubra la zona a levantar con el menor número de ellas; esto se hace no por la economía material que ello significa (ínfima), sino para reducir en lo posible el número de "pases de hoja". Se denomina así a la maniobra, muy delicada, que se debe efectuar cuando un par está comprendido en dos, tres y hasta cuatro hojas contiguas (fig. 1) caso en que todos los detalles marginales de cada una debe empalmar perfectamente con los de la adyacente. Es común orientar las hojas de modo que sus bordes sigan la dirección norte-sur (fig. 2a); no obstante en levantamientos de corta extensión pueda ser conveniente modificar esta disposición cuando la forma de la zona lo justifique (fig. 2b).

En cuanto al material de restitución en sí, puede ser cartulina

de dibujo de buena calidad, o, cuando las exigencias de precisión lo justifiquen, láminas indeformables de poliéster flexible (Cronaflex, etc.) u hojas de papel de dibujo con alma de aluminio (Corrotostat)



- PAR 1: Contenido en Hojas 1 y 2 (1 pase de hoja)
- PAR 2: " " " Hojas 2, 3 y 5 (3 pases de hoja)
- PAR 3: " " " Hojas 1, 2, 4 y 5 (4 pases de hoja)

En ciertos casos en que el dibujo original

FIGURA 1

en tinta deba ser trazado sobre material transparente, puede obviarse el uso de hojas sueltas restituyendo sobre rollos de papel cuya dirección longitudinal se hace coincidir con la de las corridas. Esta última solución permite eliminar casi por completo los "pases de hoja" y sus problemas conexos.

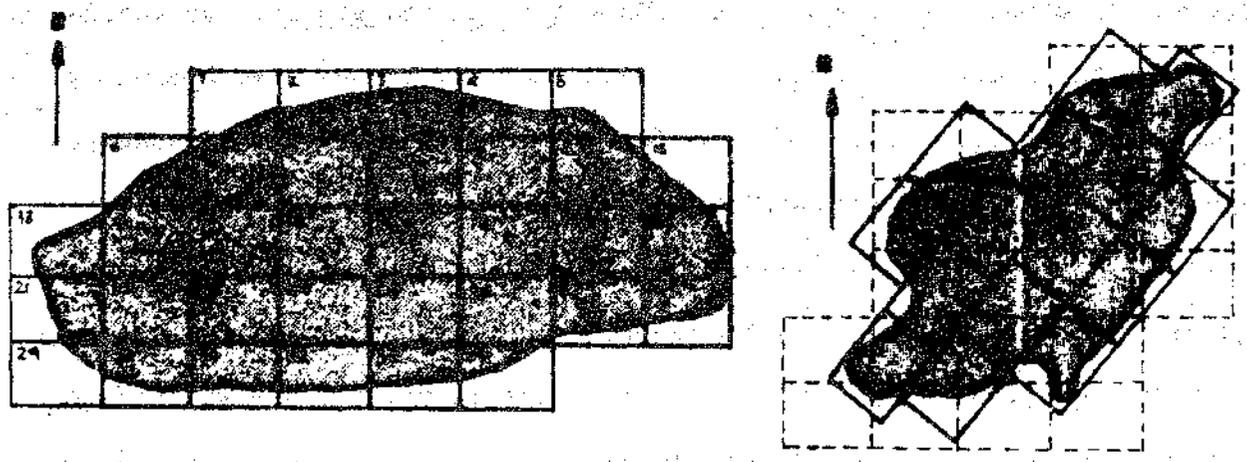


FIGURA 2 a) b)

- Grupo 22 hojas
- Grupo 18 hojas

3) Preparación de cada hoja. Cualquiera fuere el material escogido, debe trazarse en la hoja la cuadrícula de referencia mediante un coordinatógrafo rectangular, y ubicarse por coordenadas todos los puntos de apoyo que correspondan a la hoja, indicando la respectiva cota.

c) Restitución

Comprende las siguientes etapas :

1-Colocación del par de aerofotogramas en las cámaras de restitución.

2-Introducción de una base  $B_x$  aproximada, a escala de aparato. Si consideramos la posibilidad de desplazamiento en Z del segmento de restitución, en un aparato dado, (fig. 3), veremos que la máxima distancia  $h_{max}$  entre los

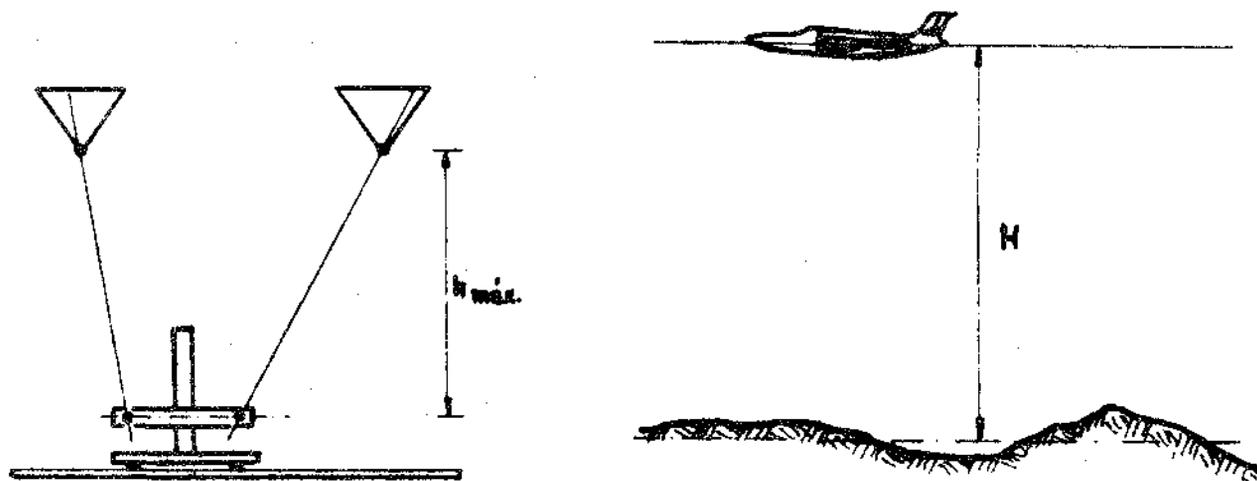


FIGURA 3

centros de proyección de las cámaras y la posición más lejana del segmento de restitución (altura de aparato) representa la altura de vuelo en el ámbito del coordinatómetro. Por lo tanto, el modelo deberá formarse a una escala dada por la relación:  $E_A = h_{max} / H$ , llamada escala de aparato. Una vez determinada, se verificará si la relación resultante entre escala de aparato y escala de restitución (dibujo) está prevista en la caja de engranajes que liga coordinatómetro y coordinatógrafo. Si así no fuera, se calculará una nueva escala de aparato en base a una altura  $h$  algo menor que  $h_{max}$ , que satisfaga la condición antedicha. Se tenderá siempre a adoptar aquella escala de aparato que cumpliendo con la relación de transmisión, permita trabajar con el  $h$  más cercano al  $h_{max}$ . Al introducir la base en la escala de aparato así dimensionada se habrá dado la misma escala al modelo que nos aprestamos a formar en la orientación recíproca.

3- Orientaciones recíproca y absoluta. Se ejecutan según el proceso visto en el T.P. N° 10 b. Al respecto cabe agregar que, una vez finalizadas, en planillas especialmente preparadas se toma nota de los parámetros angulares y lineales resultantes de ambas operaciones, para una eventual repetición ulterior de la restitución.

Si la orientación relativa se efectuó a dos cámaras móviles, utilizando

solamente rotaciones (método más frecuente), al completar las orientaciones la base instrumental estará constituida solo por dos componentes:  $B_x$  y  $B_y$ .

(fig. 4). Ello sucede porque en una restitución convencional se trabaja a eje nuclear, es decir haciendo asumir al eje X instrumental

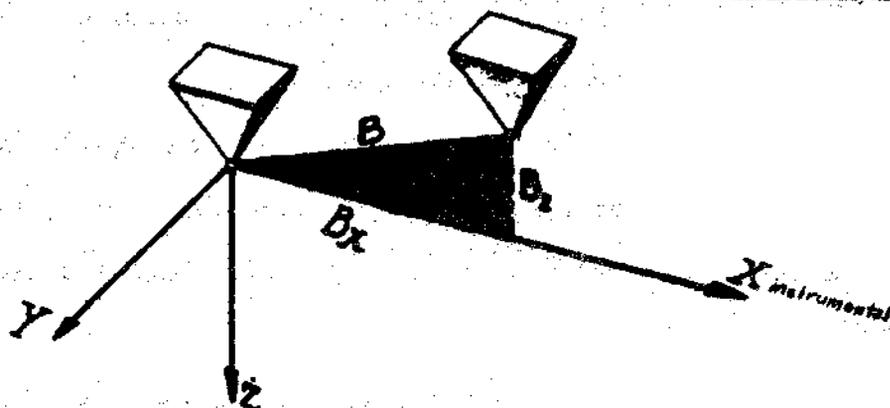


FIGURA 4

la representación de

la proyección horizontal del eje nuclear del par. Así en la fig. 5, el eje instrumental X materializará sucesivamente la proyección de los ejes nu-

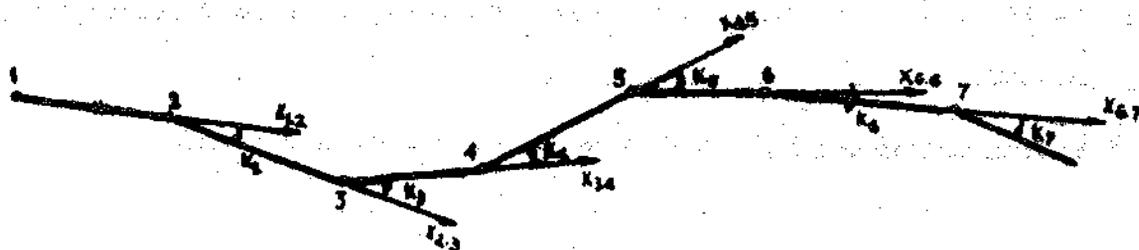


FIGURA 5

cleares  $\overline{1.2}, \overline{2.3}, \overline{3.4}$ , etc, durante la restitución de los respectivos pares. Esto, por supuesto, obliga a girar la hoja del dibujo en  $K_{1.2}$  al pasar del primer al segundo par, en  $K_{2.3}$  al encarar el tercero y así sucesivamente.

4- Restitución altimétrica. fijada en el contador de Z la cota de la línea de nivel que se desea trazar, el operador acciona las manivelas X e Y para recorrerla en el modelo plástico, manteniendo constantemente el contacto entre estilóptico y modelo. Es conveniente ordenar el trazado de las curvas comenzando desde las de cota superior hasta las más bajas. A medida que progresa la restitución, el ayudante va interpretando el dibujo para controlar la operación (empalmes con curvas de pares anteriores, trazado en las cercanías de puntos de apoyo, etc.), al mismo tiempo que anota en cada línea dibujada la respectiva cota. Si fuera necesario, tiene a su alcance un estereograma (copia del par en restitución) para verificar omisiones o errores.

5- Restitución planimétrica. Terminado el trazado de las líneas de nivel

se procede a restituir los detalles planimétricos : caminos, ferrocarriles, ríos, canales, arroyos, sendas, edificios, bloques de edificación, quebradas, etc. Se agregan en esta instancia todas las aclaraciones que faciliten el trabajo del dibujante que pasa en tinta el dibujo.

El tiempo que demanda la restitución propiamente dicha es muy variable : depende de la escala, equidistancia, pendiente del terreno, densidad de detalles planimétricos. Para fijar ideas : puede estimarse entre tres y diez horas por par.

6- Control final. Puntos de paso. Finalizadas las etapas anteriores, se controla cuidadosamente posibles omisiones y errores, y finalmente se da la posición planimétrica y cota de puntos de paso, escogidos en la zona de superposición triple (para el par siguiente) y en la de superposición lateral, para la corrida adyacente. La función de los puntos de paso es dar apoyo complementario y controlar los empalmes.

7- Dibujo y reproducción : iguales a las operaciones homónimas de fotogrametría terrestre.

## II ) RENDIMIENTO DE UN APARATO DE RESTITUCIÓN. USO RACIONAL DE LOS MISMOS.

El concepto de rendimiento de un aparato de restitución está estrechamente ligado a su grado de complejidad estructural y operativa, y se basa en la mayor ó menor economía que se puede obtener por unidad de superficie restituida. Así, las cartas a escalas grandes, necesarias para proyectos de obras civiles y catastro, reclaman, por la gran precisión que deben brindar, el uso de aparatos de primer orden. Estos, a su vez, suponen una maniobra delicada, con personal sumamente experto y métodos de trabajo más ó menos complejos, lo que proporciona un rendimiento superficial más bien bajo.

Por el contrario, las necesidades cartográficas del país obligan a contar con cartas a escalas medianas y pequeñas obtenidas a bajo costo. Los restituidores de menor precisión solucionan el problema, por su agilidad de maniobra, operación más sencilla y rápida en el trabajo, brindando un rendimiento en superficie mucho más elevado que en el caso anterior. En este caso no obstante, será necesario contar con gran cantidad de puntos de apoyo (por las extensas áreas a levantar) cuya determinación topográfica sería anti-

económica. Pero partiendo de un escaso número de puntos conocidos, puede densificarse su red por AEROTRIANGULACION ESPACIAL, método fotogramétrico de densificación que debe ejecutarse en un aparato de restitución de primer orden. Lo racional es, pues, que en estos casos se destine el restituidor de precisión a estas tareas, y el apoyo obtenido se utilice para restituir en los aparatos de menor orden, que la índole del trabajo admite naturalmente. Dos ó tres de estos aparatos pueden ser satisfechos de apoyo por cada instrumento de primer orden que esté triangulando.

### III) PRECISION DE UNA RESTITUCION.

Varios son los factores que intervienen en la evaluación de la precisión de una carta topográfica obtenida por restitución fotogramétrica, y cada uno de ellos establece pautas propias en el proceso total. Haciendo abstracción de ciertos imponderables que pueden afectar parcialmente sin variar sustancialmente el rango de los valores finales, y suponiendo que el condicionamiento de algunos elementos a las variables a dimensionar se cumpla, deben considerarse como elementos decisivos los siguientes: escala de restitución (o de la carta); finalidad del trabajo; cámara a emplear; altura de vuelo; aparato de restitución a utilizar; apoyo terrestre; operador de restitución.

La escala de la carta a dibujar y la finalidad del trabajo determinan las tolerancias altimétrica y planimétrica que se deberán observar durante la restitución; éstas, por su parte, permiten dimensionar la máxima altura de vuelo que garantice las tolerancias establecidas, teniendo en cuenta el error relativo que es capaz de rendir en Z el aparato de restitución (éste se selecciona de acuerdo con la escala y la finalidad de restitución). A su vez la cámara aérea y los parámetros del plan de vuelo calculados permiten predecir los errores que la geometría del sistema puede producir, y la precisión con que se han dado las coordenadas de los puntos de apoyo fijará la vacilación con que van a quedar orientados los pares durante la restitución; finalmente, la acuidad de fijación del operador limitará forzosamente la precisión del plano, supuestos perfectamente seleccionados y dimensionados los anteriores elementos.

Las tolerancias altimétrica y planimétrica determinadas en base a la escala

de la carta a dibujar constituyen un concepto topográfico ya conocido; el dimensionamiento de la altura de vuelo según tolerancias y aparato de restitución se describió en otro lugar ( guía T.P. N° 7 pág. 9 y 10) , lo mismo que los errores que es capaz de proporcionar el par de fotogramas ( guía id. pág. 8 y cuadernillo separado de deducción de expresiones pág. 4, apart. 12,13 y 14 ). Solamente queda por dimensionar el apoyo y el método topográfico para llevarlo a cabo, y considerar en qué forma intervienen las características fisiológicas del operador.

a) Apoyo terrestre. La precisión con que deben darse los puntos de apoyo depende de la exigida por la carta a elaborar, y para que la restitución sea correcta debe ser bastante mayor que la de esta última. Se estima necesario que los puntos queden ubicados con una vacilación por lo menos tres a cinco veces menor que las tolerancias de la carta. La organización del trabajo en campaña (métodos e instrumental topográfico ó geodésico) quedará por lo tanto subordinada a los mencionados errores admisibles.

Otra característica importante a tener en cuenta es la identificación de los puntos de apoyo en los fotogramas. Debe ser precisa e inequívoca, y la comisión de campaña debe proveer los elementos necesarios para que el operador de restitución tenga la plena seguridad de que el punto que está bisectando estereoscópicamente con el estilóptico en el modelo es el mismo al cual se dió coordenadas en el terreno. Respecto a la manera de lograr esta certeza cabe considerar las dos maneras en que se acostumbra llevar a cabo el apoyo :

1) apoyo pre-vuelo : en algunas regiones particularmente pobres en detalles identificables (zonas desérticas ó boscosas) será necesario crearlos artificialmente antes del vuelo, mediante la materialización de señales que quedan registradas en los fotogramas. Sus formas son variadas (ejemplos en fig. 6), sus dimensiones calculadas para que las imágenes fotográficas midan unas dos décimas de mm, y su materialización, ejecutada con elementos propios de la región, cuidando que si

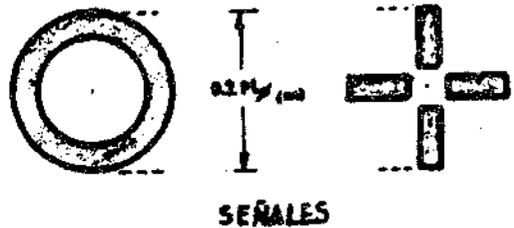


FIGURA 6

el terreno circundante es de tonalidad clara, las señales<sup>sean</sup>, por ejemplo, de ramas oscuras que ofrezcan un buen contraste con el fondo, y, si el terreno es oscuro, se las construye con piedras pintadas con cal.

El apoyo pre-vuelo, como se ve, soluciona perfectamente el problema de la identificación del punto en el fotograma, pero como la señalización y vinculación topográfica se ejecuta antes de realizar el vuelo, los puntos caerán al azar en los fotogramas, de modo que la distribución puede no ser favorable para la restitución.

2) apoyo post-vuelo : es aplicable a las zonas abundantes en detalles planimétricos. Después del vuelo, se eligen sobre los fotogramas las zonas donde interesa tener detalles vinculados, que serán aquellas comprendidas en las áreas de superposición triple y lateral (menor cantidad de puntos = menor costo) bastando en este caso 1 a 2 puntos por par ( fig. 7 )

El operador de campaña elige en el momento, a la vista del terreno y de las ampliaciones fotográficas que ha llevado consigo, los detalles cuyas coordenadas obtendrá, prestando especial cuidado a



SE ESCOGEN LAS ZONAS SOMBRADAS PARA VINCULAR DETALLES PLANIMÉTRICOS

FIGURA 7

esta selección, ya que la identificación es el punto débil del apoyo post-vuelo. El tipo de detalle depende fundamentalmente de la escala de fotograma. Como detalles planimétricos pueden elegirse arbustos, matas, árboles, cruces de aedas ó de caminos, vértices de construcciones, cruces de juntas de pavimentos, vértices de alambrados, etc. En los detalles alimétricos debe cuidarse que una eventual vacilación en la identificación no conduzca a diferencias apreciables de cota. Esto ocurre frecuentemente en laderas ( ver fig. 8 ), ya que el operador de restitución dará distintas cotas según el lado del detalle en que efectúe el contacto estereoscópico. En esta modalidad, el problema de la identificación es, pues, crítico. Su incidencia se atenúa con la marcación en los fotogramas de los detalles seleccionados circundándolos con un pequeño círculo centrado, y la confección de un

croquis de relacionamiento para cada punto, que el operador de restitución consulta durante el trabajo.

En muchos casos puede convenir la ejecución del apoyo terrestre combinando ambas modalidades.

b) Influencia del operador. Cuando un operador observa estereoscópicamente en un aparato de restitución tendrá un poder separador en profundidad dependiente de su acuidad

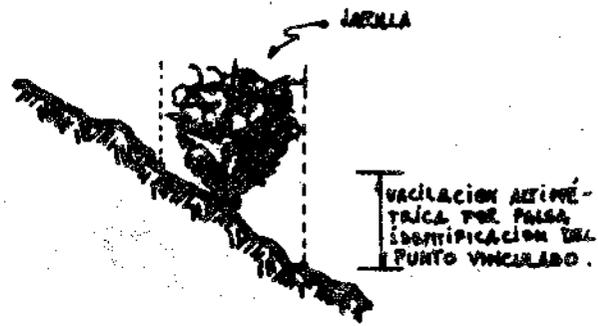


FIGURA 8

de  fijación y del poder plástico total que ofrece el par en ese instrumento.<sup>+</sup> Si este último no está correctamente dimensionado ó racionalmente utilizado, el operador, para la altura de vuelo desde la que se obtuvieron los fotogramas, puede no ser capaz de discriminar el segmento  $\Delta Z'$  que el error relativo inherente al aparato permite separar. Es decir que, si consideramos esta circunstancia como una limitación evidente, el módulo de precisión lo establece siempre la visión estereoscópica. Un aparato de restitución correctamente proyectado y construido es aquel en que la base instrumental  $B'$  (separación entre las cámaras de restitución ó entre los elementos de entrada de la óptica binocular de observación) y el aumento  $G$  del sistema óptico han sido dimensionados para que un operador entrenado ( $\Delta \gamma_0$  pequeño = aprox.  $10''$ ) pueda separar, en un par cuyo vuelo fué correctamente proyectado, el segmento  $\Delta Z'$  correspondiente a la precisión prevista para el aparato.

c) Conclusiones. En un vuelo correctamente proyectado ( $H, B$ , etc.) y bien ejecutado, los errores propios del método deberán ser inferiores a las tolerancias establecidas por la escala de la carta. Por otra parte, el conjunto "aparato-operador" deberá ser capaz de acotar con vacilaciones del mismo orden que las anteriores. Es decir, debe existir armonía entre las tolerancias fijadas para la carta, los errores que geoméricamente es dable esperar en el par de fotogramas, y la precisión de la medición estereoscópica.

<sup>+</sup> Puede verse "Visión binocular y estereoscópica" ( A.M.Mosca , CEI )

Lo contrario significaría un vuelo mal dimensionado, una cámara ó un aparato de restitución mal seleccionados, ó un operador poco adiestrado. Supondría además, falta de conocimientos técnicos en quien proyectó el trabajo y un gasto excesivo.

## B) AEROTRIANGULACION ESPACIAL

### 1) CONCEPTO

Para la restitución a escalas chicas de terrenos quebrados y poco accesibles, los trabajos de apoyo en campaña resultarían lentos, dificultosos y antieconómicos. Es en estos casos donde se aplica ventajosamente el método fotogramétrico de densificación de apoyo conocido como AEROTRIANGULACION ESPACIAL, ya que la precisión de la misma es compatible con los terrenos y escalas mencionadas. La aerotriangulación espacial proporciona las coordenadas planialtimétricas de nuevos puntos, a diferencia de la triangulación radial, que sólo permite conocer las planimétricas.

El procedimiento práctico consiste en partir del primer par de una corrida, dotado de apoyo terrestre, y orientarlo en forma relativa y absoluta "colgando" luego de él el par siguiente, y concatenando del mismo modo los ulteriores, hasta llegar al último, que tiene apoyo como el primero (fig.9)

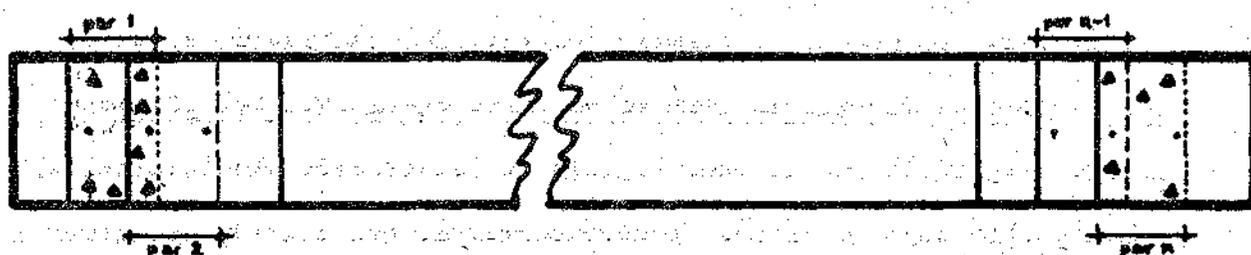


FIGURA 9

La concatenación se lleva a cabo mediante el método de orientación recíproca a placa fija, con lo que puede suponerse que la orientación absoluta se va transmitiendo ó conservando a lo largo de la corrida. Se restituyen, mientras tanto, puntos aislados llamados "puntos de paso" cuya planimetría queda determinada en la hoja de dibujo (rollo de papel) y cuya altimetría se lee y anota en cada caso. El último par de la faja necesita forzosamente contar con apoyo, para establecer el cierre de la aerotriangulación, es decir, para conocer las diferencias entre las coordenadas planialtimétricas instrumentales, afectadas por inevitables errores de acumulación, y las ver-

daderas. El ajuste de toda la faja se hará distribuyendo los errores hallados a lo largo de la corrida, según leyes apropiadas. Cada punto quedará así ubicado en su posición más probable, y la triangulación, compensada y ajustada.

Antes de proseguir con el estudio de las fuentes de error y sus influencias, conviene destacar ciertas características de la tarea :

- Solamente se ejecuta la orientación absoluta en el primer par.  
- Orientar recíprocamente a placa fija el fotograma N° 3 ( el 1 y el 2, componentes del primer par, fueron orientados en forma absoluta con el apoyo disponible ) significa reconstruir su propia orientación externa , que finaliza una vez ajustada la base  $B_x$  .

- Los parámetros de orientación externa de cada par ( p. ej. el 2° ) se distribuyen del siguiente modo :

- 6 quedan fijados al completar la orientación absoluta del par anterior ( en nuestro caso, el primero ). Son :  $\varphi_2 , \kappa_2 , \omega_2 ,$   
 $X_2 , Y_2 , Z_2 ,$

- 5 se restringen al orientar la 2a. placa del par en cuestión :

$\varphi_3 , \kappa_3 , \omega_3 , B_y , B_z .$

- El sexto que completa los doce grados de libertad totales, es el ajuste de escala ( ó de base ) , con <sup>su</sup> valor definitivo de  $B_x$  .

- Durante toda la corrida se conserva el mismo eje X : el del primer par. Esto significa que una vez lograda la orientación absoluta del primer par, la hoja de dibujo debe conservar su orientación azimutal para toda la corrida.

- Esto se confirma si recordamos que en la orientación recíproca a placa fija siempre se opera con  $B_y$  , y la colocación de  $B_y$  absorbe el giro  $K$  que debiéramos imprimir a la hoja al pasar de un par al siguiente.

El único problema que <sup>le</sup> subsiste es, entonces, el ajuste de escala del segundo par ( y de los subsiguientes ) . Se soluciona recordando que un punto de paso dado en las cercanías del centro del fotograma 2 ( zona de superposición triple ) debe tener la misma cota, ya se lo bisecte en el primer

par como en el segundo ( fig. 10 ). Es decir que, concluida la orientación

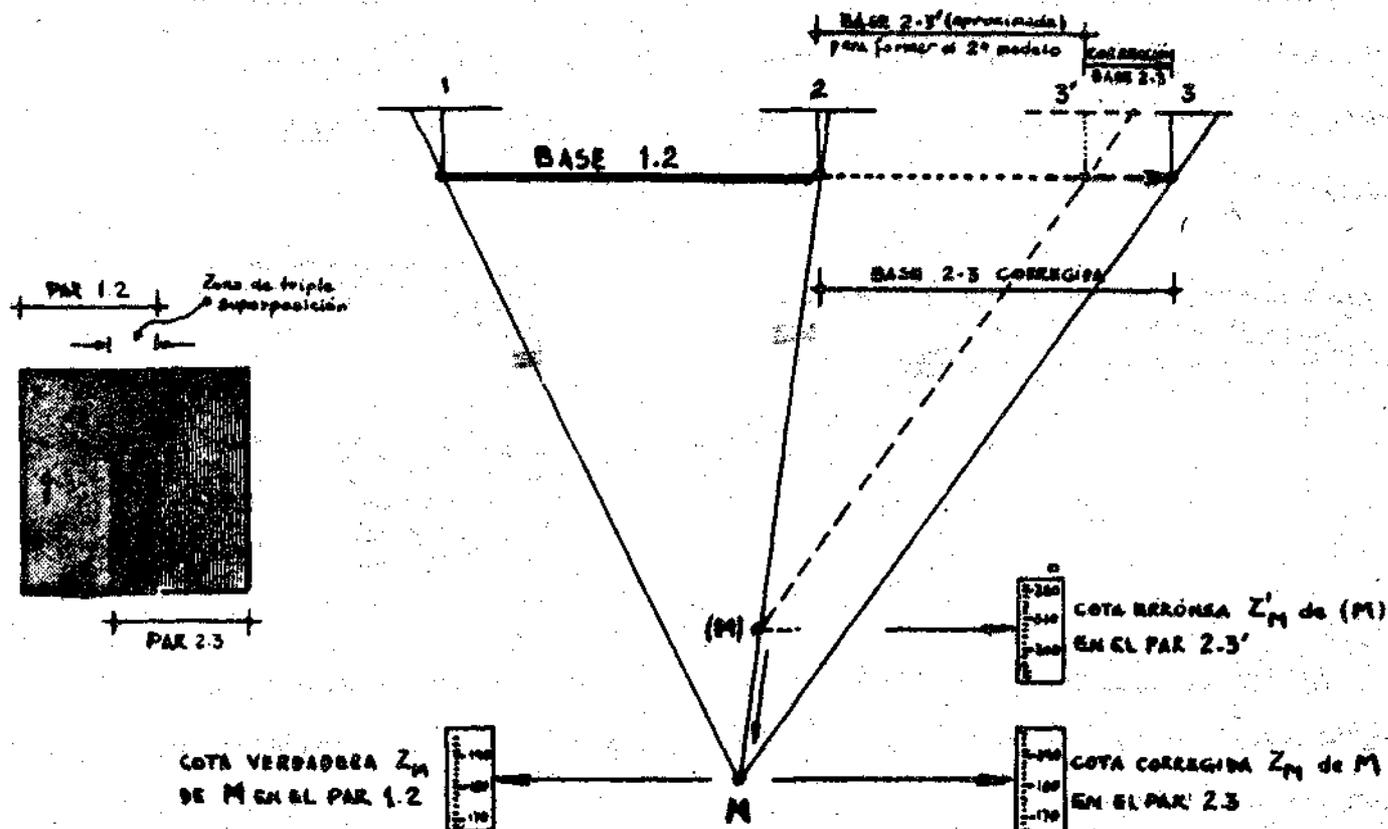


FIGURA 10

del nuevo par, que tiene una base aproximada, se mueve el segmento de restitución en  $Z$  mediante su pedal, hasta que el contador correspondiente indique la cota del punto de paso leída en el par anterior, y luego se efectúa el contacto estereoscópico con el mismo, modificando la base.

## II) FUENTES DE ERROR EN AEROTRIANGULACION ESPACIAL.

Pueden ser muy variadas, y actúan por acumulación deformando la faja. Las causas más frecuentes son: apoyo incorrecto del fotograma en el plano focal de la cámara durante la toma; falta de planicidad del mismo; deformaciones locales del soporte ó de la emulsión; errores residuales de distorsión, del aparato restituidor, de las orientaciones sucesivas, de puntería estereoscópica, etc.; curvatura terrestre y refracción atmosférica.

Las deformaciones de la corrida debidas a estas causas, que se traducen en discordancias planialtimétricas al final de la faja, se estudiarán por separado del siguiente modo:

a) errores planimétricos: en fig. 11 se ve que, al llegar al final de la corrida, el grupo de puntos de apoyo fué registrado en  $A'$ , siendo su ubica-

ción correcta la A. Un punto de ellos estará afectado por errores  $\Delta X$  y  $\Delta Y$ , los que se prorratean según una ley generalmente lineal, en función de las coordenadas X e Y de los nuevos puntos determinados. Se deduce, pues, que la corrida ha sido afectada de un giro azimutal y un error de escala.

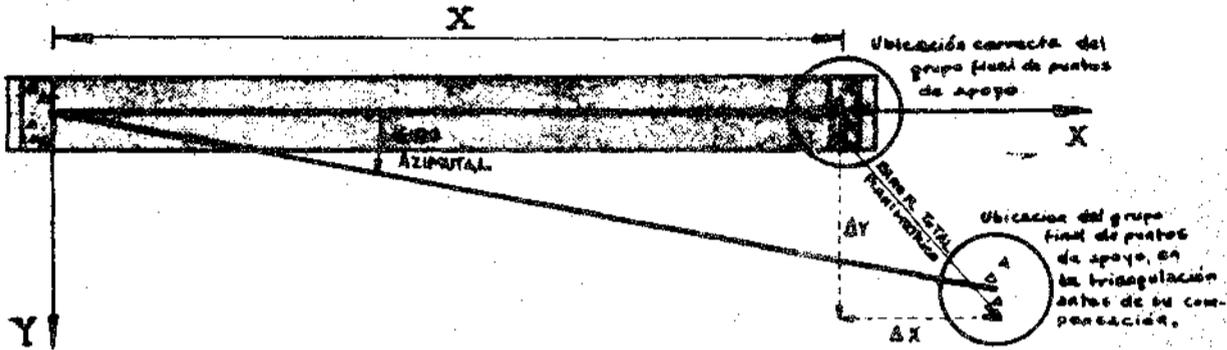


FIGURA 11

b) errores altimétricos se traducen en dos tipos de deformaciones que, estudiadas por separado, y suponiendo corregidos los errores planimétricos, son los siguientes:

- una torsión de la corrida alrededor de su propio eje (fig. 12), que puede evaluarse según una ley lineal (ó cuadrática en algunos casos).

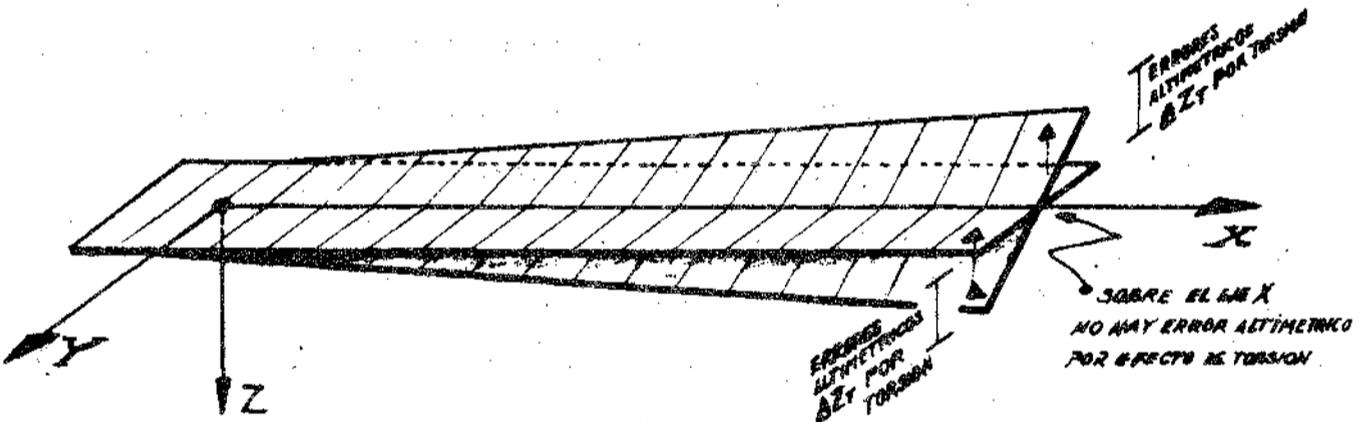


FIGURA 12

En la fig. 12 se ha dibujado el plano medio de la corrida, que por el efecto considerado se convirtió en una superficie alabeada helicoidal.

- una flexión a lo largo de la dirección de vuelo (fig. 13), que convierte al plano medio en una superficie cilíndrica de directriz asimilable a una parábola cuadrática ó cúbica. Esta deformación es debida principalmente a la influencia de la curvatura terrestre.

En general, las leyes que siguen estas deformaciones, mediante las cuales se distribuirán los errores altimétricos entre los puntos de paso, se -

gún su ubicación en la corrida, son empíricas, pero a los efectos prácticos el plano medio deformado puede asimilarse a superficies generadas por cónicas de leyes sencillas. Es necesario tener algún punto de apoyo aproximadamente en mitad de la corrida, pues únicamente con su auxilio podrá determinarse la ley parabólica de variación.

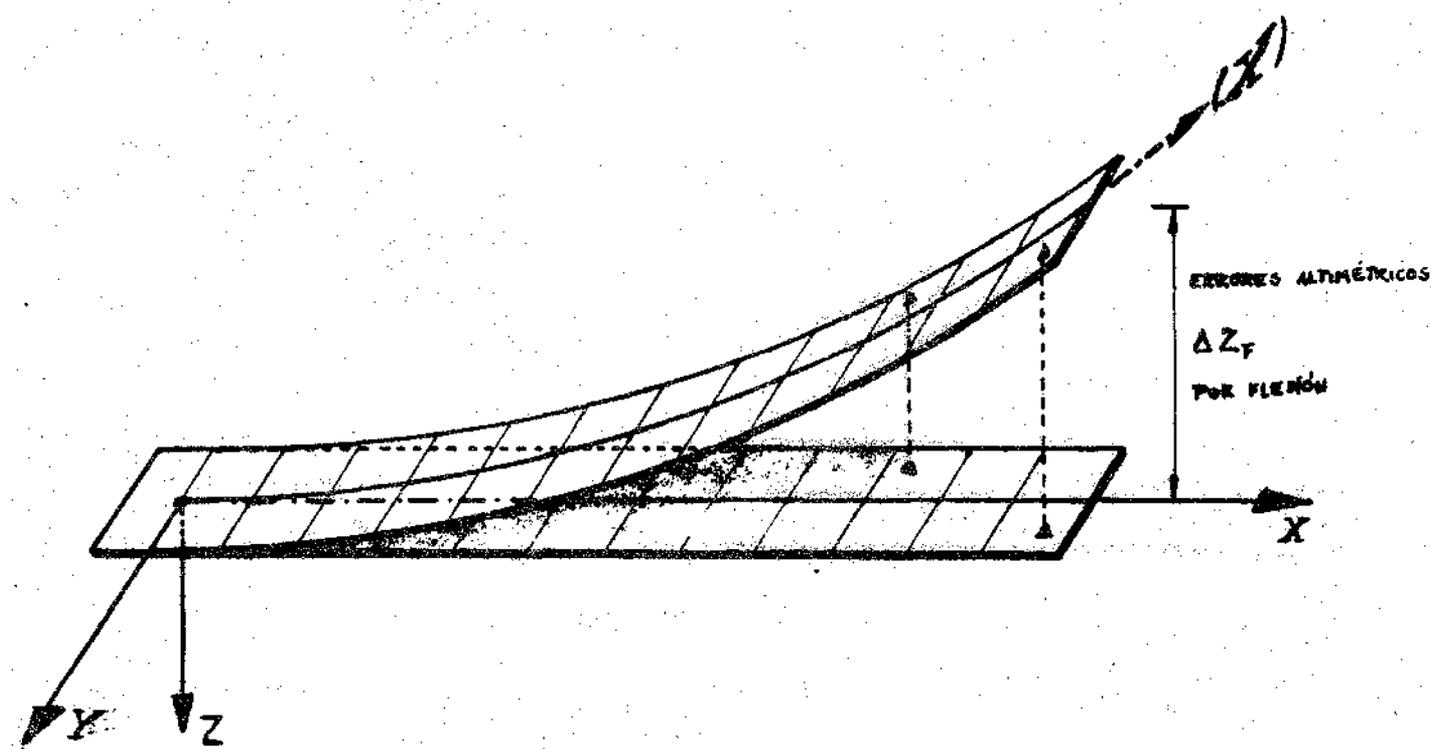


FIGURA 13

La experiencia en la materia pone de manifiesto que la acumulación de errores altimétricos es tal, que conviene limitar el número de fotogramas a triangular por vez a un máximo de 20. En casos de fajas más largas, se las subdivide con apoyo intermedio obtenido directamente en el terreno ó bien por triangulación de una corrida transversal de apoyo que, por haberse previsto, se ejecutó durante el vuelo fotográfico.

Las discordancias en cota de los puntos de apoyo finales, interpretadas cuidadosamente y manejadas ordenadamente según un método operativo sencillo, permitirán establecer ecuaciones de ajuste bastante simples que, al dar cota final a los puntos de paso, proporcionan un modelo de la corrida con su plano medio rectificado.

La fig. 14 muestra en perspectiva el efecto conjunto, en el plano medio de la corrida, de ambas deformaciones altimétricas.

La aerotriangulación espacial puede ejecutarse hoy día por métodos ex -

clusivamente analíticos , mediante el uso de estereocomparadores de precisión con salida digital de datos , combinados con computadoras electrónicas especialmente programadas. En este caso , la compensación y el ajuste se ejecutan también analíticamente.

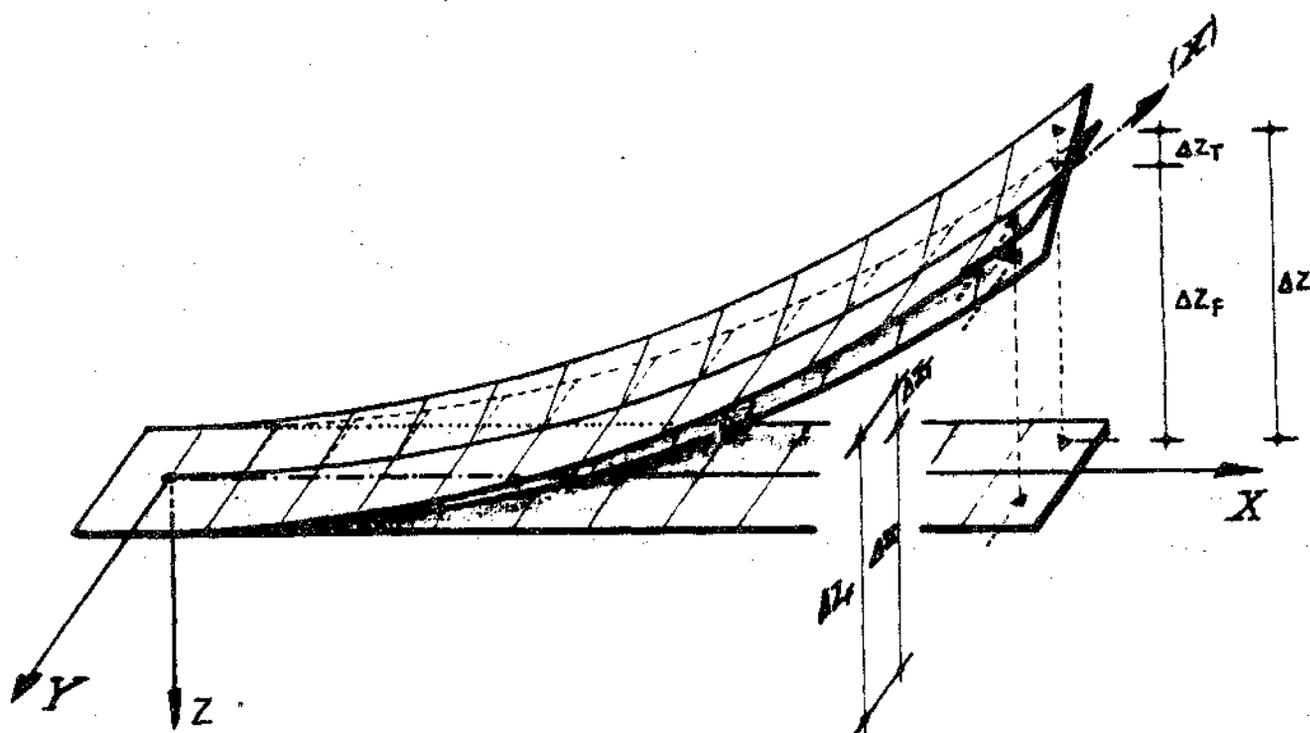


FIGURA 14