

Aeronáutica Militar

OBSERVACIÓN AÉREA

DE "RERUM" ESTEREOSCÓPICA RELIEVE A OJO DESNUDO

Por **JOSE M.^a AYMAT**
GENERAL DEL AIRE

Un recuerdo que hace el Comandante Mario Esteban (1) a la conferencia del doctor Márquez en la Sociedad Española de Fotogrametría (2) sobre la observación de estereogramas sin necesidad de estereoscopio, que hace muchos años venimos practicando, nos ha movido a difundir este procedimiento en la revista "Ejército", de julio, entre nuestros compañeros de armas, que con tanta frecuencia carecerán de estereoscopio a mano.

No es éste el caso dentro del Ejército del Aire; pero tanto para evitar el trabajo y tiempo de montar los estereogramas, como para aprovechar cada vista de un itinerario sucesivamente con sus dos inmediatas, como para corregir imperfecciones en la toma de las vistas que han de componer cada par, vamos a hacer algunas consideraciones sobre el particular

OBSERVACIONES. — 1.^a Acuidad visual.—Desde una azotea, en pleno campo, descúbranse los pararrayos, astas de banderas o postes del telégrafo más lejanos. Mídense aproximadamente la distancia y el diámetro y deduzca cada cual el límite de percepción visual.

2.^a Finura estereoscópica.—Dibújense unas rayas desarrolladas irregularmente en sentido de arriba abajo y que se crucen, cáquense sobre otro papel cuidadosamente, fórmese un estereograma con esos dos dibujos y obsérvese en estereoscopio o a ojo desnudo cuando ya se sepa.

SORPRESAS.—1.^a A pesar de que los oculistas dan como límite de percepción visual normal el ángulo de 1', o sea un milímetro a unos 4 metros, nos encontraremos con que ese valor se ve muy superado; que

lo corriente es ver la diezmilésima, o sea un ángulo de 20", o de 10 centímetros al kilómetro de distancia. En muchos ese valor se afina al doble, y excepcionalmente alcanza a los 5". Un recentísimo trabajo del profesor Siedentopf, de la Universidad de Jena, aparecido en "Investigación y Progreso", de enero-febrero de 1942. "Los límites de visibilidad", que la hacen depender de la iluminación y contraste, confirma este orden de precisión.

2.^a Las líneas de nuestro dibujo, que podemos suponer exacto dentro del orden de la décima de milímetros, aparecen en relieve fuertemente acusado. Como a la separación de 25 ó 30 centímetros a que lo observamos esa décima de milímetros representa sólo un ángulo del minuto, ello nos indica que el relieve se percibe por la mayoría de las personas con sensibilidad, desde luego doble y susceptible con la educación de un afinamiento mayor, cosa lógica después de haber hecho la observación primera, ya que en la retina, pantalla en que se forman las imágenes ópticas del ojo con un foco que no llega a los 25 milímetros, los conos y bastoncitos nerviosos que individualizan los puntos de las imágenes tienen dimensiones del orden maravilloso del "micrón". La educación, lo único que tiene que hacer es despertar en la mente la conciencia de la individualidad de estos elementos anatómicos, sobre los que se dibujan, precisas, las imágenes con toda nitidez cuando los ojos son iguales, están sanos o se saben emplear con toda precisión los lentes correctores.

RELIEVE Y BASE NECESARIA

CONSECUENCIAS.—1.^a Una dependencia precisa y variable con cada individuo, cuyo ángulo de percepción debe tener determinado entre la discriminación que se desee o necesite de los términos del relieve a cierta distancia y las bases estereoscópicas mínimas necesarias para lograrlo.

(1) "Las funciones visuales en Aviación."

(2) "Archivos de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos", números 1 y 2 de 1928, o "Archivos de Oftalmología Hispano-Americana", de agosto del mismo año.

Damos como datos fijos normales una distancia entre ojos de 60 milímetros y una visión distinta a 25 centímetros.

Llamemos: f , a la distancia focal de la cámara fotográfica.

A , a la distancia a que fotografiamos nuestro asunto; en las vistas verticales es la altura de vuelo.

Z , a la distancia entre términos que se quiere separar o desniveles a percibir.

α , a la agudeza visual expresada en valor del seno del ángulo, $1/4000$ para $1'$... $1/10000$ para los $20''$.

B será la base estereoscópica que en la foto vertical a escala f/A se traduce en una falta de superposición $b = B f/A$.

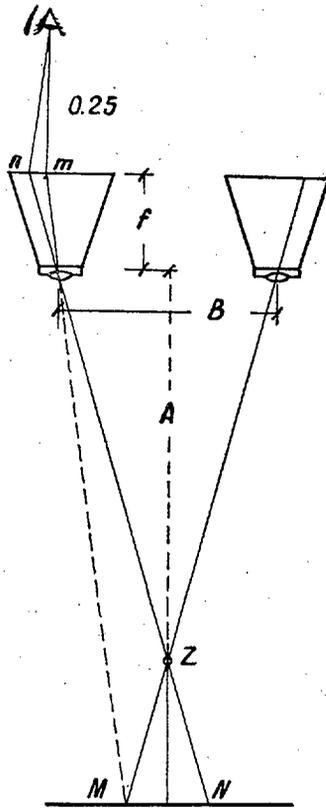


Figura 1.

La mínima percepción (fig. 1) sobre la fotografía será en metros:

$$mn = 0,25 \alpha = \frac{\alpha}{4},$$

que corresponde en el suelo a

$$MN = mn A/f = \frac{\alpha}{4} \frac{A}{f}$$

y a una diferencia de nivel

$$Z = A \frac{MN}{B} = \frac{\alpha A^2}{4 f B} = \frac{\alpha A}{4 B},$$

valor del relieve percibido desde la altura A con la base B o, a escala, b .

Despejando B se obtiene la base necesaria

$$B = \frac{\alpha A^2}{4 f z},$$

que se recorre a la velocidad de V kilómetros-hora, o a $V/3,6$ metros por segundo:

$$t'' = \frac{3,6 B}{V},$$

aproximadamente,

$$\frac{\alpha A^2}{f z V}.$$

Tomando para α el valor de $1/4000$, asequible a todos,

$$Z = 0,7 \frac{A^2}{f B} \quad \text{y} \quad t'' = 300 \frac{A^2}{f z V},$$

en que si A y B se dan en hectómetros, f en centímetros y V en kilómetros-hora, z vendrá en metros y t en segundos.

Si los estereogramas se estudian a través de lentes amplificadores de una potencia de X diámetros, α queda dividido por X , lo que reduce en igual proporción los valores deducidos para Z , B o t .

De estas fórmulas se deduce:

a) Que para un relieve a discriminar, las bases estereoscópicas necesarias crecen proporcionalmente con el cuadrado de la altura.

b) Que la no superposición de las vistas, dado un relieve, es proporcional a la altura.

c) Que para una superposición mínima de un 60 por 100, a lo que corresponde una base a escala $b = 0,4$ del lado longitudinal de la placa p , la altura máxima es

$$A = Z \frac{1,6 p}{\alpha},$$

expresado p en metros.

d) Que a iguales alturas y bases, las diferencias de relieve percibidas son inversamente proporcionales a las longitudes focales, ya reales, ya amplificadas, por el empleo de lentes de observación.

No aconsejamos la amplificación al positivar, porque es fácil perder la finura del orden de pocos centímetros de milímetros, de que es posible deducir relieve en el estudio directo.

2.^a MARAVILLOSA ADAPTACION FISIOLÓGICA DEL OJO A LA OBSERVACION DEL RELIEVE

Si la fusión de imágenes sobre un mismo plano requiere coincidencias menores que la décima de milímetros, y no obstante "se ve muy bien el relieve", aun

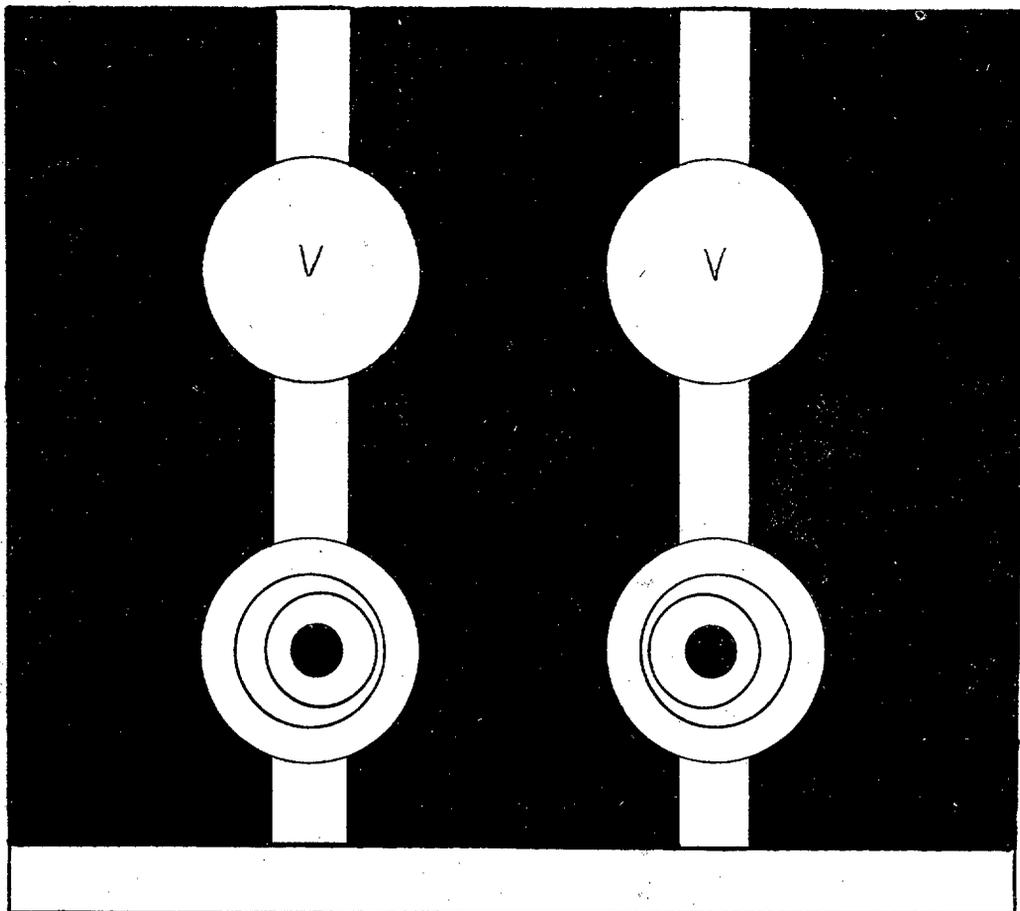


Figura 2.

Pantalla para entrenamiento en la observación sin estereoscopia.

Recórtese y ábranse las ventanas V. Mirando lejos a su través se verá el relieve en los estereogramas apoyados en la pestaña inferior.

en estereogramas montados sin esa precisión o aun desajustados en varios milímetros, como en los que presentamos, ello es señal evidente de que es el ojo el que, con sus inconscientes y finísimos movimientos, "busca el relieve", y que, por tanto, puede y debe explotarse esa aptitud natural para observar los estereogramas a ojo desnudo, sin estereoscopia.

3.ª VENTAJAS DE LA OBSERVACION SIN ESTEREOSCOPIO

a) Comodidad de poder prescindir de él.

b) Las fotografías aéreas raramente son rigurosamente verticales ni están tomadas a una misma altura. Por tanto, es prácticamente imposible montar el estereograma de modo que las rectas que unen cada pareja de puntos homólogos formen un sistema de rectas paralelas de dirección única, a la que habremos de llevar la línea de los ojos y de longitudes diversas, según la distancia. Al no ser así, el ojo ve el relieve a pesar de ello, si no es grande la falta de coincidencia de los planos de ambas vistas; pero cuando es ya considerable, hay que ir cambiando la mutua colocación al ir observando por trozos el estereograma, y eso se consigue fácilmente en la observación directa que deje libertad de los movimientos que vaya pidiendo la propia observación, que sólo se hace grata y descansada en la posición correcta.

EDUCACION DE LA VISTA PARA PRESCINDIR DEL ESTEREOSCOPIO

Para entrenarse en la observación de estereogramas a simple vista, recórtese la figura 2 y péguese sobre una cartulina oscura, abriendo las ventanas circulares (V).

Con el brazo estirado se mira un objeto lejano en zona poco iluminada; inmediatamente se observarán tres ventanas con sus tiras blancas; siguiendo esas tiras se verán tres cubiletos, en cuyo centro están las bolitas negras, pero el del centro en relieve.

Habremos conseguido fundir las imágenes de los dos ojos.

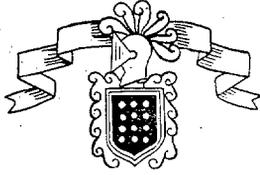
Una vez logrado repítase, acercando cada vez más la cartulina a los ojos hasta tenerlo a la distancia de 30 a 20 centímetros de visión distinta.

Doblando la pestaña inferior repítase la experiencia con nuevos estereogramas que se apoyen en la pestaña doblada del borde inferior.

Como nuevo ejercicio póngase sobre la mesa un estereograma como el nuestro u otro cualquiera de fuertes contrastes a la distancia del orden del metro, y acérquese la pantalla a los ojos hasta algo menos de la mitad, de modo que cada ojo vea su imagen. Pensando en mirar a los lejos, se fundirán las imágenes del estereograma y surgirá el relieve.

Al principio suele ocurrir que al pasar al estereograma durante un instante, se ven borrosas tres figuras;

VINAGRE SOLERA
PURO DE VINO



LEBRÓN

INDUSTRIAS BEROA, de Luis Arrue Galdós, S. A.

Fábrica y Oficinas en ARECHAULETA (Guipúzcoa)

Fundición de aluminio y otros materiales, en piezas diversas con destino a Automovilismo, Aviación, etc.

Laminación de aluminio y aleaciones ligeras en todas sus formas.

Laminación de cobre, latón y otros metales no férricos.

Fabricación de Batería de Cocina de aluminio puro y aparatos eléctricos.

Reverso de la figura 2, recortable.

pero al querer fijarse en los detalles, inconscientemente los ojos convergen sobre la cartulina, aparecen cuatro imágenes que se mueven en descompuesta y fatigosa danza hasta fundirse con toda precisión en las dos que realmente existen. No importa; no debe desanimarse por ello; insístase, que bien lo merece la satisfacción de ver, aunque sólo sea un momento, el relieve, que en seguida se ve mejor, y a los diez minutos más con toda facilidad.

Téngase en cuenta que este ejercicio conduce nada más, pero también nada menos, a romper la simpatía entre los músculos que hacen converger sobre puntos próximos los ejes oculares, con los que mandan la curvatura del cristalino para enfocar sobre el plano de la retina la imagen de estos objetos.

Cuando se vea así, se aproximan más y más estereograma y pantalla, incluso hasta 15 ó 10 cm., auxiliándose con unas gafas de vista cansada, y por fin, se prescinde de la pantalla, poniendo al principio una tarjeta de canto delante de la nariz y suprimiéndola al final.

En este caso, poniéndose de frente al estereograma basta pensar que quiere mirar uno lejos, a través de él, para ver tres figuras, de las que las dos centrales acaban por fundirse en una sola de relieve, como las tiras blancas de nuestra primitiva pantalla.

Otro modo de observar directamente los estereogramas es el ideado por el Coronel de Ingenieros Estevan, y que apareció en el diario "Ya" en el verano

de 1935 y número de 25 de julio (1), que en esencia consiste en cruzar a corta distancia los ejes oculares para que cada uno de ellos observe la imagen del lado contrario, a cuyo entrenamiento ayuda un ingenioso cajón de cartulina que en esencia constituye una rendija vertical de unos tres centímetros de ancho, que puede presentarse a mitad de la distancia a que se observa el estereograma.

Este cruzamiento permite una mayor amplitud en el estereograma y se presta muy cómodamente para el cine en relieve y la observación a distancia de ampliaciones fotográficas. Sin embargo, si se quiere observar el detalle preciso de las fotografías aéreas y hasta auxiliarse de lentes ampliadoras, la fuerte convergencia necesaria es más difícil de lograr, y como la amplitud de campo del orden de los seis centímetros a que la limita la observación por paralelismo es suficiente, resulta preferible este método.

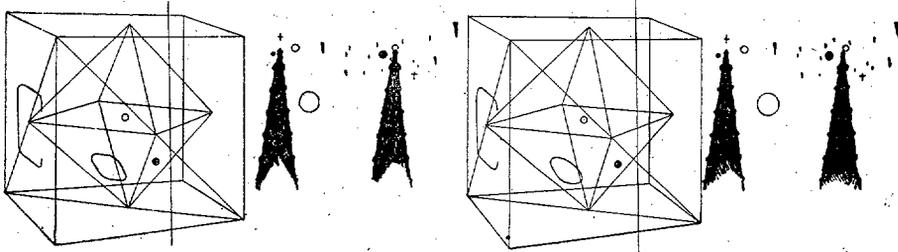
ESTEREOGRAMAS

Para facilitar este entrenamiento presentamos unos estereogramas dotados del fuerte contraste de su dibujo.

(1) Véase "Una solución del cinematógrafo integral".—Comunicación del Coronel de Ingenieros don José Estevan Clavillar al XV Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias.—Santander, 1938.

Figura 3.

Estereoscopia geométrica y objetiva.



En primer lugar, el de la figura 3, en el que se ve un cubo con un octaedro interior con las letras O y C en el plano de sus caras: con la intersección en las del cubo del plano que tiene la O.

Se ven también una bolita blanca en el centro de las figuras y otra negra, cuya situación se precisa dentro del cubo, fuera del octaedro y más cerca de la cara de éste que del vértice del cubo. En el costado las torres de la catedral de Burgos, y sobre la de la derecha, una escala telemétrica en zig-zag que desciende al alejarse, notándose que la torre queda entre los dos trazos centrales del tramo más próximo y más cercano al próximo a nosotros. A su vez, los discos comprenden con amplitud mucho mayor entre el próximo negro y el lejano blanco. La torre de la izquierda está también entre los circulitos en profundidad menor, que exige más finura en la percepción del relieve y a pesar de que en este costado se vea mayor el círculo blanco, más alejado. Las dos cruces están a la distancia de las torres. El disco lunar aparece al infinito, más allá de toda la escala telemétrica.

Este estereograma exige y comprueba de modo objetivo, ya que no influye la imaginación, como en

los grupos y paisajes, una verdadera percepción del relieve.

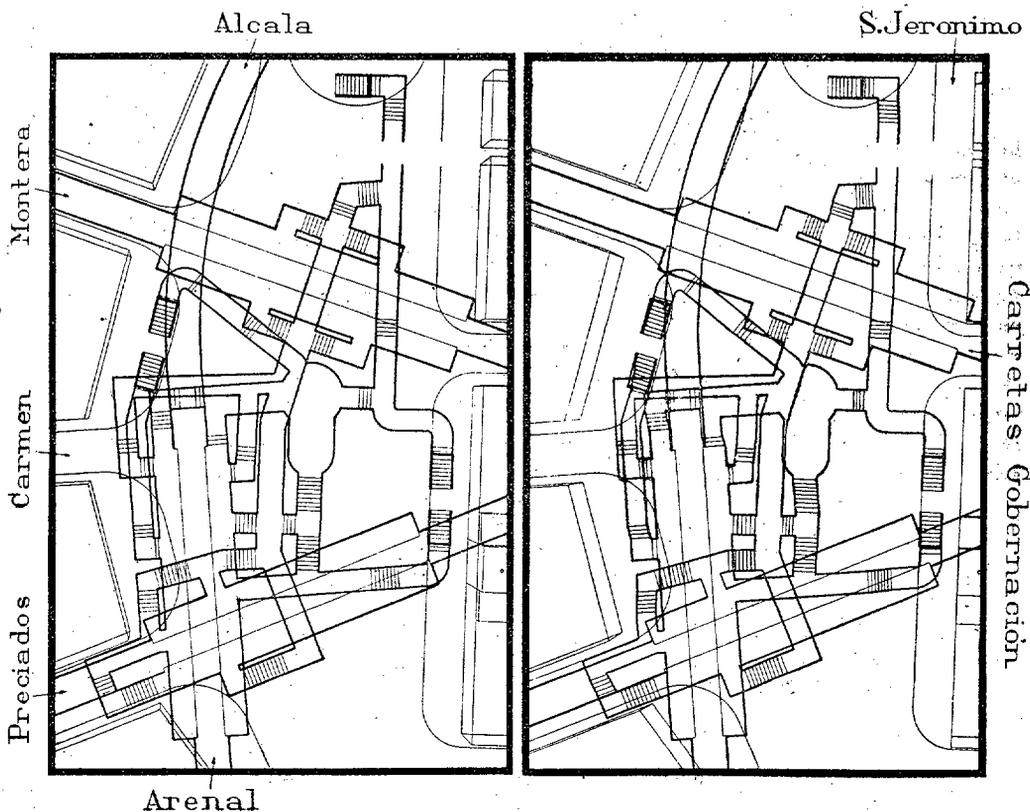
La figura 4 representa la estación central de la Puerta del Sol en el "Metro" de Madrid, y en ella, por debajo del plano del suelo determinado por las aceras y bocas de acceso, se ve la profundidad de cada término, destacándose muy bien los tres superpuestos junto a la calle del Carmen.

El estereograma de la figura 5 muestra un plano, el relieve de cuyas curvas da la sensación exacta de las formas del terreno que representa, en contraste la meseta de la izquierda del valle con las lomas, a las que lo une saltando sobre él un funicular la angostura del valle medio, el diferente sentido de la curvatura de las laderas y el carácter diverso de cada barranquillo.

Aquí aparecen bien dos efectos. Uno es que un pequeño defecto en el dibujo del trozo de curva A la ha descendido al nivel de la más baja, que el signo de la ermita ha resultado embutido en el terreno por debajo de la curva de nivel que corona el encarpado de la meseta, prueba de la finura de la percepción estereoscópica.

Otro es que la vaguada B por encima de la vía está

Figura 4.
Estación central de la Puerta del Sol en el "Metro" de Madrid.



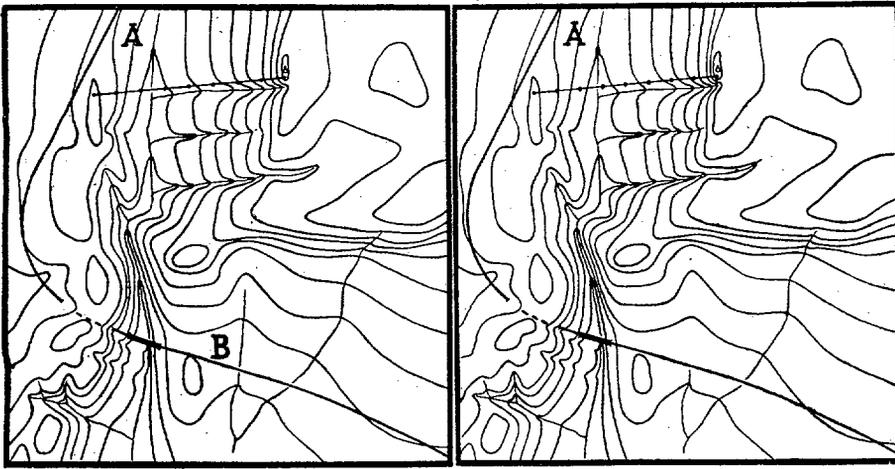


Figura 5.

Plano topográfico. Recortado e invertida la posición de sus imágenes, aparecerá el relieve invertido.

Esta figura queda en el revés del estereograma de la figura 3. Gracias a ello, si se destacan de la Revista y se separan las dos vistas que componen los estereogramas, se observarán los efectos no sólo de invertir su colocación, sino además de hacerlos girar 90°, 180° o cualquier ángulo intermedio.

dibujada sólo en una proyección, y ello produce una sensación de desagrado bien manifiesto al contemplarla; y es que el ojo enamorado de la estereoscopia se agarra y descansa agradablemente en la fusión de imágenes, mientras que cuando no encuentra la homóloga de alguna otra, siente la angustia del náufrago al que se le hunde la boya a que tiende la mano. Nótese este contraste en los letreros Cerredo, Naranjo y Peña Vieja de la figura 11. Fijos y claros los primeros, aparece el último como penosamente errante en el cielo en cuanto se quiere fijar la vista en él.

Esa facilidad con que la vista se adapta a la fusión de imágenes, no sólo por convergencia de ejes, sino con pequeños movimientos monoculares en sentido vertical y hasta de giro alrededor de su eje, conduce a que se vea relieve casi en cualquier caso. Ello pudiera traer consigo la consecuencia de que aceptáramos como buena la reproducción plástica del relieve que un mal estereograma produce, y hemos de ponernos en guardia contra tal confianza.

Cuando los planos de ambas vistas no son el mismo se produce el efecto siguiente:

Si se combinan (fig. 6) el cuadro I con el D mayor, la distancia entre a y b la ve mayor el ojo derecho, y el efecto consiguiente de relieve es como si a estuviera adelantado respecto a b. Las líneas c y b adquieren la oblicuidad consiguiente, y como las que unen sus extremos no resultan paralelas, es muy difícil o desagradable la fusión de tales líneas, que si se obtiene es gracias a torcer algo la cabeza o a elevar algo el eje ocular derecho. Si por inclinación lateral de la placa la imagen derecha tomara la forma D₁, sobre producirse el hundimiento del lado a, se dificultará aún más la fusión de las imágenes de c y d, que exigen una torsión de los ojos imposible de obtener.

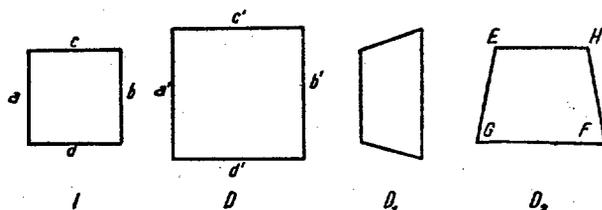


Figura 6.

Si la inclinación por levantar el cuadro produjera la forma D₂, los vértices E y F aparecerían más próximos que los G y H, dando la sensación de una superficie gaucha.

Para poner bien de manifiesto este efecto, damos el estereograma de los cubiletos de la figura 7. Forman el marco y los pequeños un cuadro en que fijar fuertemente la observación. Las perspectivas del cubilete alto de la izquierda están exactamente dibujadas. El de su derecha representa el anterior con la imagen derecha girada 60°. Consecuencia de esa mala orientación, la base pequeña aparece, sí, destacada; pero la pared que sobre los lados da sensación de conicidad, en las partes alta y baja produce un efecto raro de imposibilidad de fundir imágenes de dimensión vertical distinta.

Este mal efecto se reproduce en el cubilete bajo de la izquierda, cuya imagen derecha es algo mayor (1/20); al propio tiempo la base menor se la ve en vez de horizontal fuertemente caída a la derecha, consecuencia de la mayor anchura con que la ve el ojo derecho.

Finalmente, la imagen derecha restante se ha dibujado en perspectiva oblicua que alargando 1/20 el diámetro vertical acorta en igual proporción el horizontal. Aquí el plano cae fuertemente a la izquierda por análogo motivo.

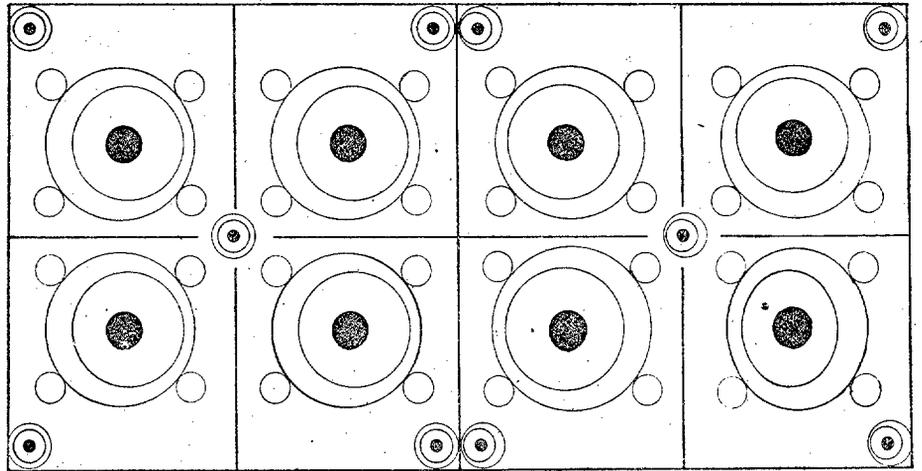
Los dos dibujos de la izquierda de la figura 8 forman un estereograma de un plano curvado ideal que se supone sobre una superficie horizontal cuadrículada del fondo y que se repite simétricamente alrededor de la meseta central.

El tercer dibujo de la derecha, I₂, es la transformación perspectiva del plano de la izquierda, de tal modo, que si se recorta y se lleva en cualquiera de sus posiciones, dará con el central un estereograma deformado, que además puede dar directamente en su actual posición sensación de relieve, si bien las cinco mesetas se transforman en cinco hoyas. La inclinación es de 1/10, y la base mayor del trapecio que forma es el costado sobre que cayó la vista oblicua.

Nótese aquí también que las imperfecciones del dibujo producen una falta de planitud en algunas curvas y un aspecto poliedral irregular en vez de una suave curvatura en la red cuadrículada del fondo.

Figura 7.

Cambio de aspecto según la proyección. Quedan en su revés los dos primeros estereogramas de la figura 9, con lo que pueden recortarse para sacarlos de la Revista.



El triple estereograma de las montañas de la figura 9 está formado, el primero, por dos vistas paralelas y convergiendo o divergiendo en 10° el eje de cada uno de los otros pares. Obsérvense, las diferencias de tamaño de los trozos de las vistas, y sin embargo...; ¡se ve tan bien y tan parecido el relieve! Ahí está el peligro. Fijándose mejor, el ángulo de las dos divisorias central e izquierda se ve cómo ha variado, tendiendo al paralelismo en las vistas inferiores.

No hay, pues, más remedio que poner paralelos los ejes, modificando en una ampliadora, aunque sea corriente, no restituidora, el plano de la vista, y para ello precisa conocer la inclinación absoluta, o al menos, la relativa de las vistas.

Por la facilidad de ser el procedimiento independiente de constantes como la distancia focal, a veces no conocida, no resistimos al deseo de recordar el derivado de la relación anarmónica de los haces proyectados.

Determinación de la inclinación, absoluta si se compara con un plano, relativa si con otra foto, por cuatro puntos comunes (fig. 10).

Súponemos plano y horizontal el cuadrilátero de puntos homólogos:

Desde A se trazan rayos a B, C y D y paralelas a BC y DC, y desde a se trazan rayos a b, c y d.

Con una tira de papel coincidiendo las direcciones bcd, se reportan las P y P' a p y p'.

Queda construido el nuevo paralelogramo de diagonales ac mn.

Se ve el cuadrante en que se cortan las paralelas (resulta ser el m).

Como lo hacen lejos, a partir de m se toma una fracción de $1/K$ de ma y mc, y por S y t, paralelas a nc y ap', que cortan a m y c en dos puntos de h, que determinan el horizonte en dirección hh y a una distancia de m K veces más que hh.

La distancia del centro O de la vista a hh aumentada en $K - 1$ veces la am, da la distancia de horizonte OH, la inclinación i cuya $tg i = f/OH$, y la distancia al Nadir $OV = f tg i = f^2/OH$.

Si hubiera desnivel entre los cuatro puntos, se reducen al de la cota más baja, acercando los puntos al centro de la vista d. Z/H ; Z es el desnivel, d la distan-

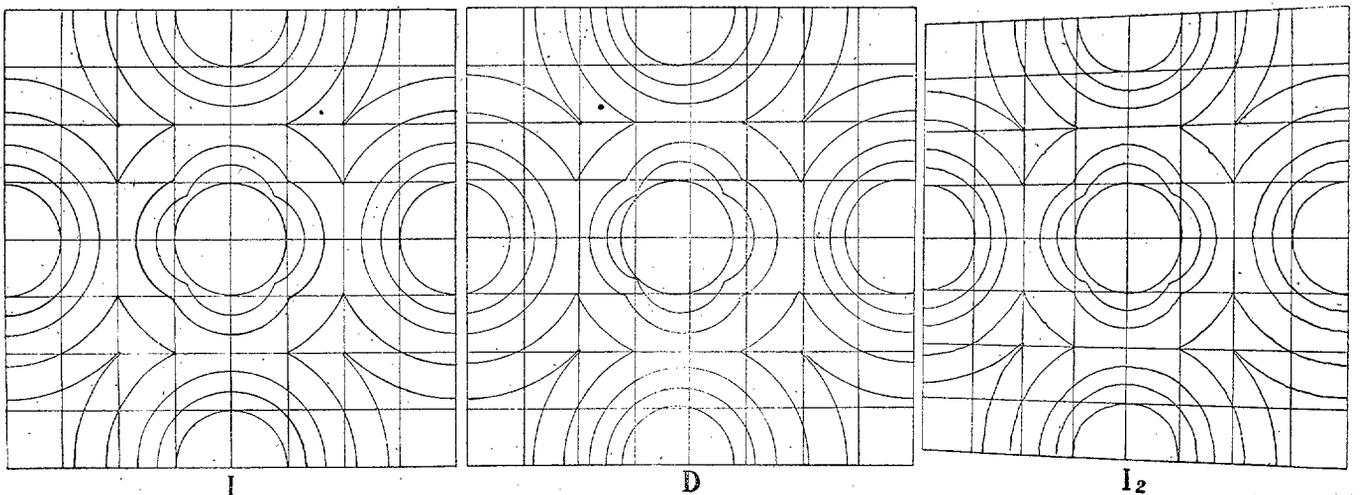


Figura 8.

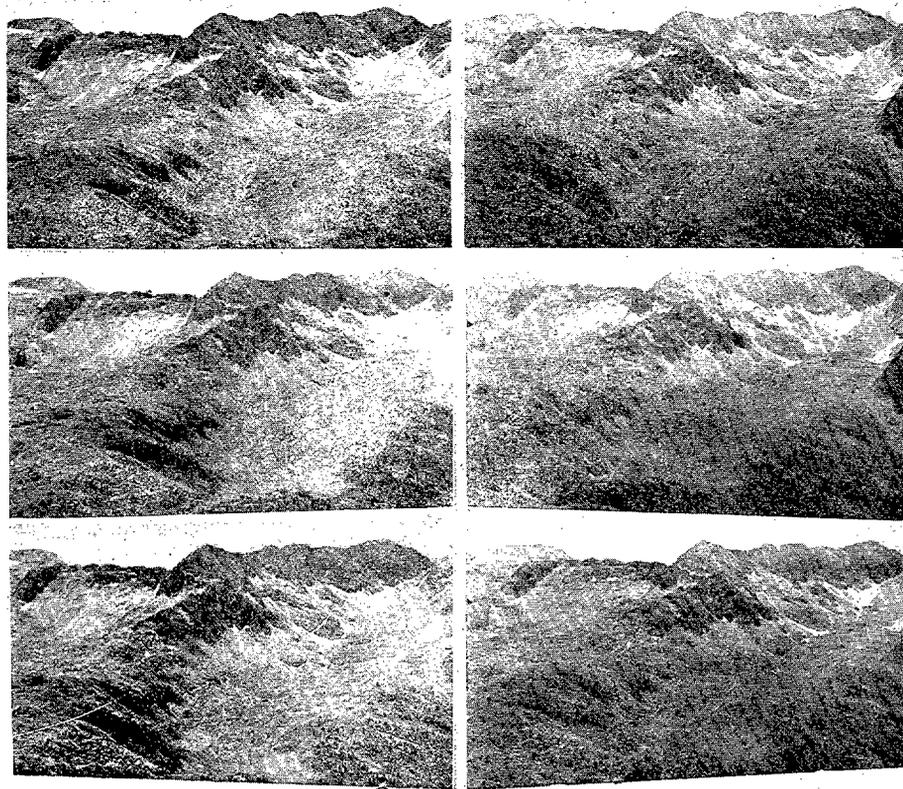


Figura 9.

Aspectos de un mismo panorama al ser los ejes paralelos, convergentes o divergentes. Hay un retorcimiento como si el relieve fuera de caucho. Los dos primeros quedan en el revés de la figura 7. Quedarán destacados de la Revista si se recorta la 7 por sus bordes. Ello permite no sólo la separación de las dos imágenes, sino la observación en estereoscopia, aunque no debe olvidarse que propugnamos precisamente la observación a ojo desnudo.

cia al centro y H la altura de vuelo, y se opera con las proyecciones así determinadas en cada una de las vistas.

La figura 11 es el estereograma formado por dos trozos del magnífico panorama de los Picos de Europa, hecho en 1935 por el hoy Comandante Penche, causando de modo magistral seis vistas obtenidas desde diferentes puntos de vista.

En ella se percibe el nacimiento del valle de Bulnes entre las crestas que de Peña Vieja van al Naranjo y al Cerredo, unidas por los Tiros del Rey, imperceptibles si no fuera por el efecto estereoscópico; la lejanía de los últimos términos, en fin, detalles y más de-

talles, que hacen encantadora la contemplación de este maravilloso panorama.

El estudio estereoscópico de macizos montañosos es de una gran utilidad, tanto geográfica como militar, y la presentación de un amplio horizonte en su conjunto, a la par que en su relieve por sectores que se superpongan en forma continua, no deja de ofrecer cierta dificultad por lo móvil de los puntos de vista desde los que se van tomando las fotografías, y vamos a ver el mejor modo de solventarla.

Para aprovechar todo el ancho de la placa de 13 por 18, o al menos 10 de sus 13 cm., conviene llevar el horizonte a unos cinco centímetros por encima de su centro, con lo que la inclinación en una cámara de 19 centímetros de foco resulta de $i = 15^\circ$.

Esto puede ofrecer el inconveniente de que los bordes laterales de las vistas o de la zona que se tome para unir las en un panorama continuo no pasan por la vertical del punto de vista. Pero como tampoco conviene que éste sea único para todas ellas, resulta una ventaja siempre que todas las perpendiculares a los horizontes de las vistas converjan en un punto único, que será el centro ficticio del panorama y que corresponde a aquel en que en el suelo vienen a cortarse los planos de todas las vistas, tomadas normalmente desde puntos de una circunferencia de radio $R = Z \operatorname{tg} i$, en nuestro caso $5/19$. $Z = 0,26 Z$, aproximadamente un cuarto de la altura.

La amplitud de cada vista para que suelde con las inmediatas puede llegar a 45° , pero exige aprovechar 16,5 centímetros de los 18 de horizontes de cada vista, por lo que para mayor seguridad de solape conviene reducirlo a 36° con 13 centímetros de aprovecha-

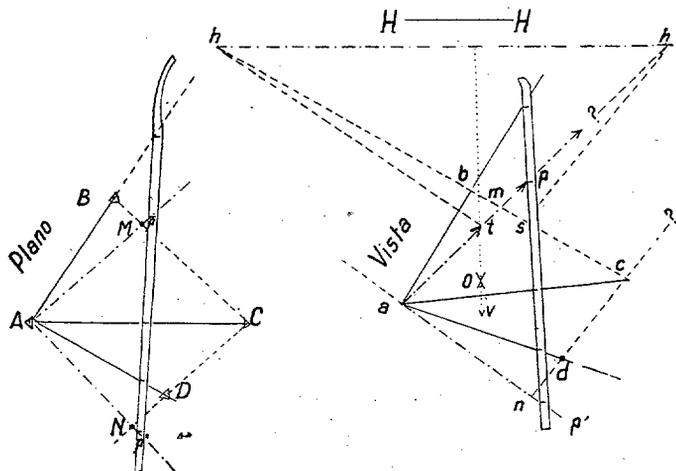
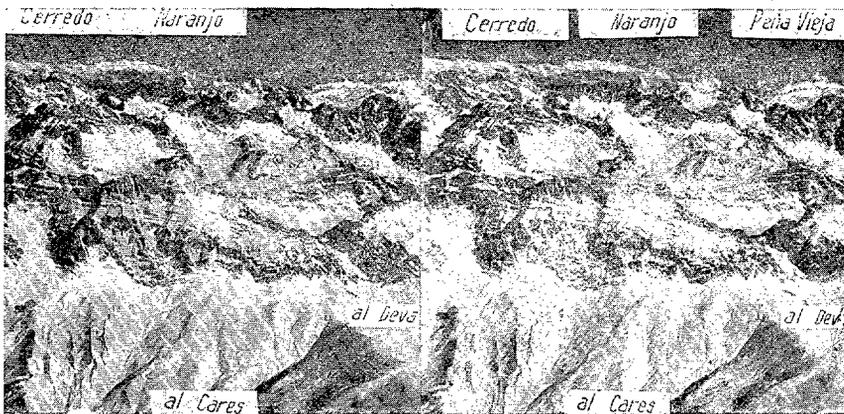


Figura 10.

Figura 11.

PICOS DE EUROPA.



miento de horizonte. La vuelta entera comprenderá, pues, diez vistas, y al doblarlas en los pares estereoscópicos, veinte, con un intervalo a la velocidad lineal v en metros por segundo o V kilómetros-hora de

$$t'' = \frac{2 \pi R}{20 \cdot v} = 0,31 \frac{R}{v} = 1,13 \frac{R}{V}$$

o en caso general, en función de altura del avión e inclinación,

$$t'' = 0,31 \frac{Z}{v} \operatorname{tg} i = 1,13 \frac{Z}{V} \operatorname{tag} i;$$

de donde $Z = 0,89 Vt \operatorname{cotg} i$, y para altura de horizonte de 5 centímetros $Z = 0,34 Vt$; prácticamente, $Z = 1/3 Vt$.

En estas últimas fórmulas tenemos determinadas la altura de vuelo para un tiempo mínimo de escamoteo, preparado apuntado y espera de la orden de disparar, o el intervalo entre vistas cuando, por otras razones, como dominación del asunto o distancias al primer término, fijemos previamente la altura Z .

La toma de vistas se hará con indicador de pendiente, previo un trazado sobre el plano de la circunferencia de radio R , y las direcciones de cada vista radiales cada dos y paralelas a la anterior las demás, y con un

dibujo del horizonte a la vista del observador fotógrafo que identifique esas direcciones. Otro observador debe cuidar de llevar la ruta sobre la vertical de la circunferencia y dará la voz de "¡Tira!" al pasar sobre cada punto de vista radial y al terminar el recorrido de cada base estereoscópica.

Una vez obtenidas las vistas se agrupan por parejas estereoscópicas las del mismo sector de horizonte, y se procede al pegado de las radiales, cortándolas por zonas donde escaseen los detalles precisos y disimulando así pequeños defectos inevitables.

Otro método es el tirar las veinte vistas radiales. Como se toma sólo un sector de 18° de cada una, el pegado es más preciso; el panorama tiene aspecto más cilíndrico y permite prescindir saltándosele alguna vista defectuosa. Los estereogramas tienen esa amplitud de 18° , y aunque resultan con planos divergentes que falsean la exactitud de las formas de conjunto, lo hacen en cuantía tolerable por la escasa amplitud del sector observado.

La figura 12 representa las torres del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, en estereograma con dos vistas oblicuas cinematográficas.

No presentamos vistas verticales porque preferimos, deseamos y esperamos que nuestros lectores trabajen mucho y bien sobre las que en los aerodromos tendrán abundantemente de itinerarios verticales.

Figura 12.

SAN LORENZO DEL ESCORIAL.

Dos vistas de una cinta de cine.

