



97.025

Fundamento.-

En el estudio de este aparato se ha tratado de reproducir mecánicamente la figura que en el espacio se forma al considerar los rayos luminosos que, partiendo del punto cuya posición se trata de determinar atraviesan los objetivos de las cámaras fotográficas y forman las imágenes en las placas. En lugar de colocar en el gabinete estas placas en igual posición relativa que ocupaban en el espacio, utilizamos la traza horizontal de las vistas, con lo cual la posición de los puntos depende de las abscisas de sus imágenes y la cota es función de la distancia fijada en el plano horizontal de comparación y de la ordenada de las imágenes.

Consideraremos sucesivamente los diversos casos que pueden presentarse agrupándolos en otros tres generales según que las placas sean verticales, horizontales ó inclinadas.

Primer caso. Placas verticales.- a). Ejes de las vistas normales a la base.

Si A y B (fig. 1) son las proyecciones horizontales de los puntos de estación y P_1 y P_2 las trazas sobre el horizontal de los planos verticales de las vistas para fijar la posición de un punto M bastará medir las abscisas x_1 y x_2 de las imágenes m_1 y m_2 contadas sobre la línea de horizonte y a partir del punto principal de la vista y con esos datos fácilmente se halla la distancia $D = \frac{b \cdot f}{x_1 - x_2}$. La abscisa X con respecto al plano principal A P_1 de la vista, es $X = D \frac{x_1}{f}$ y de igual manera se vería que la diferencia de nivel $Z = D \frac{y_1}{f}$ en la que y_1 es la ordenada de la imagen observada en la placa de la izquierda contada desde el punto principal de la vista.



97.025

Si fijamos sobre un tablero los puntos A y B separados por una distancia igual a la longitud de la base y articulamos en ellos dos palancas MAm_1 y MBm_2 , es evidente que girando estas palancas alrededor de A y B, cuando pasen por los puntos m_1 y m_2 sus prolongaciones se cortarán en M_1 y si la distancia AB se ha tomado en una cierta escala, con arreglo a ella estará representado el punto M.

La base fotográfica es pequeña, comparada con la extensión que desde ella se dibuja y por lo tanto su proyección en el dibujo a escala será también muy reducida, razón por la cual las rectas AM y BM se cortarán bajo ángulos muy agudos que darían muy poca precisión para la situación del punto. A fin de evitar este inconveniente se emplea una pieza llamada puente que viene a representar el plano de frente que contiene al punto. En este puente hay una articulación que enlaza las dos palancas marcando el punto de intersección de las mismas, de modo que moviendo este puente adelante o atrás y la articulación a derecha o izquierda podremos hacer que los extremos m_1 y m_2 pasen por las imágenes correspondientes a un mismo punto y claro es, que entonces la posición que ocupe la articulación dicha representará la proyección horizontal buscada. Se consigue la identificación de los puntos por sus imágenes utilizando la observación estereoscópica que se logra mirando simultáneamente con dos microscopios las vistas fotográficas, con lo cual el terreno aparece en relieve siendo así muy fácil la identificación de los puntos y su representación en el plano.

Si en lugar de mover las palancas hasta que los extremos m_1 y m_2 toquen a las imágenes del mismo punto hacemos fija la unión de las palancas a los bastidores, al mover



97.025

la articulación M del modo que hemos dicho, se desplazarán los bastidores a derecha ó izquierda hasta que frente a los microscopios aparezcan las imágenes que se buscan.

La diferencia de nivel depende de la distancia y de la ordenada de la imagen en la vista izquierda y como ya tenemos marcada la distancia por la posición del puente, bastará poner una palanca EFG acodada en F y giratoria alrededor de ese punto; uno de los extremos lleva un carretoncillo que resbala a lo largo del puente y el otro se articula al bastidor que sostiene los microscopios los cuales se desplazan en sentido de las ordenadas. La figura 2 demuestra que la diferencia de nivel responde a la formula anteriormente escrita; una escala que va en el puente señala la diferencia de nivel buscada. Si se quiere dibujar directamente una cierta curva de nivel, basta fijar el carretón sobre el puente de modo que marque la diferencia de nivel correspondiente; los puntos que se observen en relieve ocupando el centro de los microscopios, para lo cual llevan estos un trazo que se destaca aparentemente en el espacio y tengan en el apoyado este trazo, serán los correspondientes a una curva de nivel, la cual se puede dibujar de un modo continuo sin levantar el lápiz del papel.

b). Ejes de las vistas oblicuos respecto a la base

Este caso se refiere facilmente al anterior adelantando o retrasando el extremo B de la base (fig. 3) de modo que forme con la normal a los ejes ópticos el ángulo θ de oblicuidad. El punto P_2 que debe quedar a distancia de B igual a la focal de la cámara, se adelantará o retrasará lo mismo que se ha hecho con el extremo B de la base.

c). Ejes convergentes.

Cuando los ejes son convergentes, se demuestra que



97.025

esto equivale a que todos los rayos que llegan a B se quiebran en un ángulo igual al de convergencia, y como la palanca MBP_2 representa estos rayos, hasta quebrar esta palanca de modo que sus dos partes formen el ángulo γ , siendo las demás operaciones iguales a los casos anteriores, a los que de este modo se refiere.

Segundo caso. Placas horizontales. (fig. 5).

Las coordenadas de un punto con respecto al centro óptico del objetivo son las mismas que en caso de placas verticales, solamente que la diferencia de nivel representa la distancia del plano de frente del objetivo, la abscisa y ordenada son las coordenadas planimétricas en el plano horizontal que contiene al punto, una de las cuales está marcada por la posición de la intersección M dentro del puente y la otra es la ordenada que antes se leía en la escala de alturas.

Tercer caso. Placas oblicuas.

Supondremos que se han determinado en cada estación las orientaciones interior y exterior de la cámara fotográfica con que se han obtenido las vistas.

En este caso no pueden aplicarse las sencillas fórmulas que se han obtenido cuando se trataba de placas verticales porque las abscisas y ordenadas no son las mismas que en ese caso; será necesario hacer modificaciones en los elementos que intervienen para que, conservando las mismas coordenadas de la placa, la distancia que obtengamos sea la misma que si las placas fueran verticales.

Empezaremos por las ordenadas. Si AP (fig. 6) es el eje de la cámara inclinado el ángulo α y P, el plano de la placa, la imagen de un punto M se formaría en m y la ordenada sería Pm ; pero siendo la placa vertical habríamos teni-



97.025

do por ordenada Pm'_1 , distinta de Pm . Si hacemos girar la cámara un ángulo α_1 el punto P' vendrá a P y el m a m' y lo mismo habrán girado todas las imágenes de los puntos. Luego si nosotros hubiéramos quebrado en sentido vertical un ángulo α todos los rayos, las ordenadas serían las mismas que en el caso de placas verticales. Como hemos visto que la palanca EFG representaba estos rayos en proyección vertical, bastará que en lugar de acodar a 90° esa palanca se acode a $90^\circ \pm \alpha$ para obtener las verdaderas ordenadas en el terreno en función de las de placa, considerada esta como si fuera vertical.

No es tan fácil la solución del problema al tratar de determinar la distancia porque depende del valor de las abscisas, las cuales no se pueden reducir de una vez al caso de placas verticales sino que es necesario hacer la transformación para cada punto.

Para resolver este problema es necesario, en cada placa, modificar la distancia focal según la inclinación del eje de la vista y además contar la distancia a partir de un punto distinto para cada plano horizontal. Con el fin de que esta transformación sirva para un gran número de puntos, ya que no para todos, dibujaremos el plano haciendo un ajuste distinto para cada curva de nivel.

Sea A (fig. 7) el punto de estación, P el plano de la placa cuyo eje AP está inclinado el ángulo α por debajo del horizonte, V el plano principal de la vista cuya traza sobre el de placa es la recta PAA' , línea principal de la vista. Considerando un plano horizontal H a distancia Z de A y que corta al de placa según la recta $A_1M'_1$, un punto M de este plano horizontal tendrá por abscisa MM' y A_1M' será la dis -



97.025

tancia horizontal contada a partir de A. Trazando por este punto la recta AA_h paralela al plano de la placa y haciendo pasar por AA_h y M un plano, cortará al de placa según la recta mm_1 paralela a $m'A'A''$ y separada de ella la magnitud mm' que es la abscisa medida sobre la vista como si la placa fuera vertical. Lo mismo ocurriría para todos los puntos contenidos en el plano horizontal H.

Si en lugar de considerar que el punto de estación es el A suponemos que es el A_h , fácil es ver que todos los puntos se pueden determinar con respecto a A_h como si la placa fuera vertical puesto que las abscisas son las mismas que en este caso. Las distancias vienen todas aumentadas en la cantidad $A_1A_h = Ztga$. Pero también hay que modificar la distancia focal que ahora sería $A_hA'' = \frac{f}{\cos \alpha}$ cantidad que es constante para todos los puntos de la placa y solo varía para cada plano horizontal el punto A_h que se encuentra siempre en la línea AA_h . En resumen; lo que hacemos es modificar para cada placa la distancia focal y además para cada curva de nivel la posición del punto de estación.

Para aplicar el método estereoscópico no basta una sola vista; son necesarias dos separadas por una distancia que es la longitud de la base. Si los dos puntos de vista están a igual altura y es la misma inclinación de las placas, las operaciones son las mismas que en el primer caso estudiado sin más que variar la distancia focal, y para cada plano horizontal, adelantar o retrasar los puntos de vista, siendo la nueva base paralela a la primitiva. Este caso es el ideal y el que debe aplicarse en tierra cuando se quieren usar placas inclinadas.

Si los puntos de vista no están a la misma altura ni sus inclinaciones son las mismas, pero son paralelos los planos principales, la nueva base se determina siguiendo el



97.025

cálculo que se expone a continuación, correspondiente a la figura 8.

$$AA_h = Z_A \operatorname{tg} \alpha_A \quad BB_h = Z_B \operatorname{tg} \alpha_B \quad BB_h - AA_h = Z_B \operatorname{tg} \alpha_B - Z_A \operatorname{tg} \alpha_A$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{B'_h B_h}{B'_h A_h} = \frac{Z_B \operatorname{tg} \alpha_B - Z_A \operatorname{tg} \alpha_A}{b} \quad A_h B_h = \frac{b}{\cos \theta}$$

Por último; en el caso general de que los ejes sean convergentes, las estaciones a distinta altura y diferente la inclinación de las cámaras, la nueva base y su oblicuidad se determinan por el cálculo que sigue (fig. 9).

$$AA_h = Z_A \operatorname{tg} \alpha_A \quad BB_h = Z_B \operatorname{tg} \alpha_B \quad A_h A' = AA' - AA_h$$

$$AA' = t B + B t' = b \operatorname{sen} \theta + BB_h \cos \gamma$$

$$\left. \begin{aligned} A_h A' &= b \operatorname{sen} \theta + BB_h \cos \gamma - AA_h \\ A'_h B_h &= A' t' + t' B_h = b \cos \theta + BB_h \operatorname{sen} \gamma \end{aligned} \right\} \operatorname{tg} \theta =$$

$$= \frac{b \operatorname{sen} \theta + BB_h \cos \gamma - AA_h}{b \cos \theta + BB_h \operatorname{sen} \gamma} \quad A_h B_h = \frac{A'_h B_h}{\cos \theta'}$$

La complicación de este cálculo aconseja que se evite este caso, trabajando en el aire o en el campo en condiciones tales que esta circunstancia general no se verifique

Si se trata de un terreno llano, como las curvas de nivel serian muy pocas, debe meditarase se convienen placas inclinadas ú horizontales.

Descripción del aparato.

Refiriendonos a la figura 11 que contiene el esquema de la disposición empleada para resolver los problemas de fotogrametria, vemos que lo primero que se necesita es la



97.025

observación estereoscópica de las vistas, para lo cual está el comparador formado por tres bastidores P_1 , EF y P_2 de los cuales el primero y el último sostienen las placas y están situados en dos planos horizontales entre los cuales está el que lleva los microscopios para la observación. Dentro de aquellos hay otros más pequeños que sirven para orientar las placas de modo que la línea principal y la de horizonte sean paralelas a las direcciones en que se mueven los bastidores. El de microscopios lleva para cada uno de estos un prisma pentagonal a., (fig. 10) un objetivo o., dos prismas triangulares b y c y un trapecial d después del cual se forma en el plano del retículo una imagen real, directa y ampliada de la placa; el microscopio derecho sustituye el prisma pentagonal por otro triangular, porque para ver en este la imagen directa se necesita una reflexión menos. Frente a los retículos que llevan un pequeño trazo vertical están los oculares que vuelven a ampliar las imágenes, siendo de doce veces el aumento total. El conjunto va encerrado en una caja por fuera de la cual salen los tornillos de corrección de los prismas. La montura de los oculares es giratoria para poder graduar su separación con arreglo a la de las pupilas del observador.

Los bastidores P_1 y P_2 (fig. 11) tienen a su derecha las articulaciones C y D para las palancas que los mueven y el de microscopios tiene igual articulación E en la parte anterior. Aunque lo general será que los bastidores sean movidos por las palancas, sin embargo el P_2 puede ser accionado por un husillo en el caso de que solo se use el aparato para determinar las coordenadas de los puntos observados en las placas. La lectura de estas coordenadas se hace por un



97.025 microscopio auxiliar que determina simultaneamente las abscisas en las dos placas y otro para la lectura de las ordenadas

Delante de los bastidores están los tres ejes verticales para el giro de las palancas. El de la izquierda I sostienen la palanca acodada para las ordenadas, el intermedio A lleva la de la izquierda y el B se puede mover a lo largo de un carretón que representa la base; este carretón se puede desviar mas o menos según la oblicuidad de la base y en el bastidor inferior la articulación D del extremo de la palanca puede desplazarse para aplicar el caso de los ejes oblicuos tanto en tierra como en el aire. La palanca derecha MBD, lo mismo que la de ordenadas NIE, pueden articularse para tener en cuenta el caso de ejes convergentes o el de vistas inclinadas.

En la parte anterior, y accionado por dos husillos va el puente GH que lleva en la parte inferior un carretón N para el desplazamiento de la palanca de ordenadas; este carretón se mueve con un husillo movido por un pedal ligado a aquel con un engranaje. Encima de este carretón va otro M que lleva la articulación de las dos palancas de abscisas y se mueve de modo análogo por medio de un husillo y engranaje que lo liga con un árbol accionado por un volante Q que está a la izquierda del operador. A su vez el puente es movido por dos husillos ST movidos por un árbol R que es accionado, por intermedio de un engranaje, por el volante P que está a la derecha del aparato.

Con el fin de que el conjunto de palancas no oculte el dibujo, del carretón superior salen dos varillas que se prolongan fuera del puente y a su derecha para sostener un lápiz V que sobre un tablero auxiliar dibuja las líneas del plano.



97.025

N O T A.-

Descrito suficientemente el presente invento lo que se declara como de novedad e invención propia, son las siguientes reivindicaciones:

1.- Cartógrafo universal fotográfico, caracterizado porque resuelve, merced a las disposiciones adoptadas los problemas de fotogrametria estereoscopica, ya sea terrestre o aérea.

2.- Cartógrafo según la reivindicación 1, caracterizado por la disposición de un microscopio doble para observación de las vistas, un juego de palancas para movimiento de bastidores y determinación numérica y gráfica de la posición de los puntos en el plano, así como sus cotas; un puente de distancias que desplaza el punto de unión de las palancas y contiene las escalas para lectura de abscisas y ordenadas.

3.- Mecanismo para marcar la base estereoscópica situado junto al microscopio.

4.- Cartógrafo según reivindicaciones anteriores, caracterizado, por el estereo-microscopio con juego de lentes y prismas pentagonal y triangulares para observar las imágenes en su posición natural sin que existan aberraciones cromáticas.

5.- Cartógrafo según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cuantos perfiles y secciones van indicados para los distintos organos del aparato en los planos adjuntos son puramente anunciativos y representativos y de ninguna manera limitativos puesto que ellos no afectan al funcionamiento del aparato que es su esencia, pudiendo todos



97.025

los tableros, barras, marcos, soportes, ejes, escalas graduadas, con sus nonios, volantes, articulaciones, soportes, tornillos de presión, engranajes, etc. etc. adoptar cualesquiera perfiles y secciones siempre que la disposición de todos ellos sea análoga y consigan su efecto por parecidos movimientos.

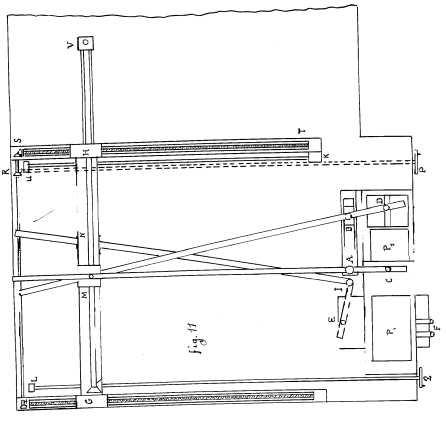
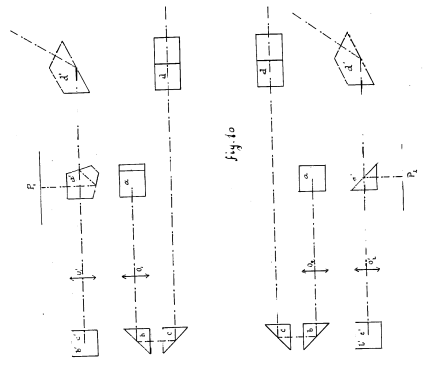
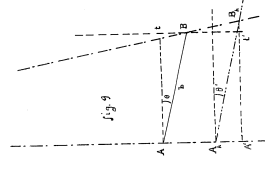
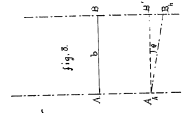
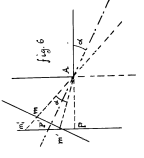
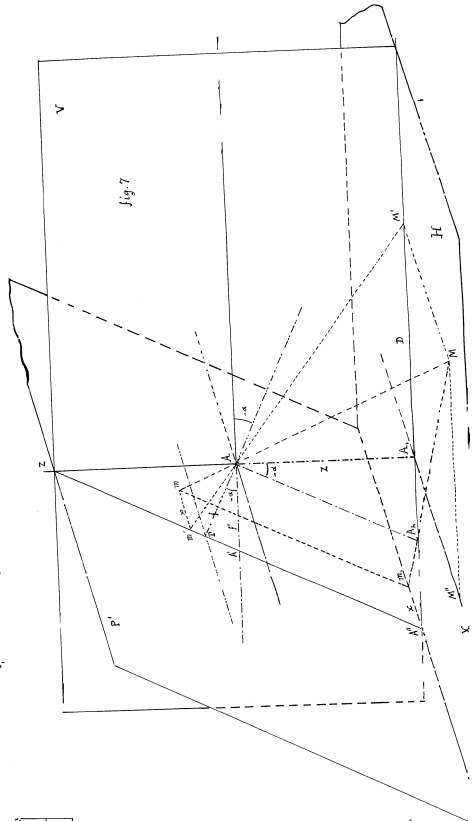
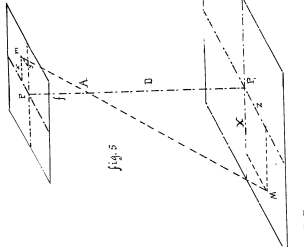
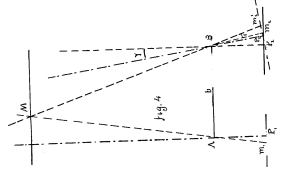
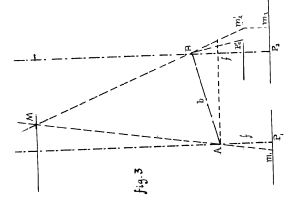
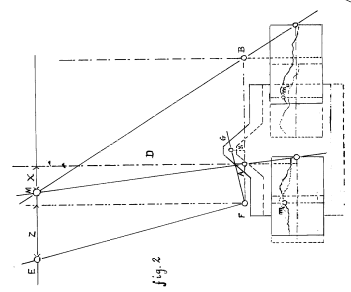
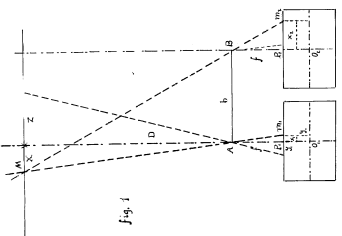
6.- Cartógrafo universal fotográfico.- Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con los dibujos que a la misma se acompañan.

Consta esta memoria de doce páginas foliadas y escritas por una sola cara.

Madrid, a 23 de Febrero de 1926.

Leocadio López y López

P.P.=



Handwritten signature or name.