

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Levantamiento de planos

POR MEDIO DE LA FOTOGRAFÍA ESTEREOSCÓPICA ⁽¹⁾

POR

JOSÉ MARÍA TORROJA

Ingeniero de caminos, canales y puertos, Doctor en Ciencias é Ingeniero geógrafo.

Fundamento del método.

I

NOTAS HISTÓRICAS É IDEAS GENERALES

I. *Fotogrametría ordinaria.*— La idea de aplicar la fotografía al levantamiento de planos topográficos es muy antigua.

Ya en 1839, al dar cuenta Arago á la Academia de Ciencias de París y á la Cámara de los Diputados del descubrimiento de Daguerre, presentía la posibilidad de la Fotogrametría, diciendo:

Nous pourrions..... parler de quelques idées que l'on a eues sur les moyens rapides d'investigation que le topographe pourra emprunter à la Photographie.....

Diez años más tarde comenzó el entonces Capitán francés Aimé Laussedat á dar forma práctica á las intuiciones de Arago y los rudimentarios métodos del hidrógrafo Beautemps-Beaupré, que sustituía por vistas fotográficas los croquis que para el levantamiento de planos de costas le eran necesarios.

Desde que en 1850 presentó Laussedat al Comité de Fortificaciones una Memoria sobre el empleo de la cámara clara á los reconocimientos topográficos, no abandonó sus trabajos sobre este asunto hasta su muerte, acaecida en Abril de 1907. Y en esta fecha, aquel inteligente militar, cuya vida entera fué un martirio, producido por la envidia de algunos y la negligencia de muchos, en lucha siempre con la rutina de casi todos, pudo ya ver sus métodos triunfantes en las principales naciones de Europa y América, y su nombre altamente considerado en los Centros científicos de todo el mundo.

El método fotogramétrico de Laussedat, ó «método de intersecciones» tenía un fundamento bien sencillo. Desde dos estaciones se fotografía una misma zona de terreno; cada punto de éste tendrá una imagen en cada una de las placas obtenidas. Si trasladamos las cámaras fotográficas, con las vistas que contienen, al

gabinete, y las colocamos en la misma posición relativa que en el campo tuvieron, el conjunto de las intersecciones de cada par de rayos que unan imágenes de un punto fotografiado con los respectivos centros ópticos de las cámaras, nos producirá una imagen del terreno, en todo idéntica á la forma de éste.

La realización práctica de estas construcciones no ofrece dificultad alguna.

A la escala á que se desee obtener el plano que vamos á construir, se toma una magnitud OO' (fig. 1.^a) igual á la distancia, reducida al horizonte, que separaba las dos estaciones fotográficas, que designaremos por O y O' .

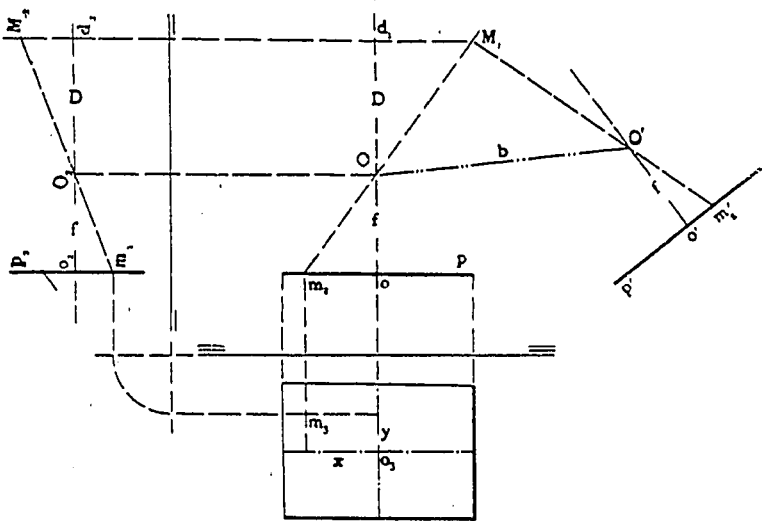


Fig. 1.^a

Pasando por estos puntos, y formando con la base OO' los ángulos que en el campo formaban los ejes ópticos de las cámaras, que supondremos horizontales (1), se dibujan las imágenes Oo y $O'o'$ de estos ejes.

Las magnitudes Oo y $O'o'$ son, en verdadera magnitud, las distancias focales de las cámaras (2); po y $p'o'$ las trazas, con el del dibujo, de los planos de las dos placas.

Sobre estas trazas proyectaremos normalmente las imágenes de los puntos que las tengan bien definidas en ambas vistas.

Para obtener sobre el plano horizontal del dibujo la proyección de un punto M , bastará unir el centro O con la proyección horizontal m_1 de la imagen m correspondiente, y el O' con la m'_1 .

(1) En la práctica sólo se emplean para esta clase de trabajos fotografías en placas verticales.

(2) Claro es que en lugar de emplear dos cámaras simultáneamente, puede, para trabajos topográficos, hacerse uso de una sola, colocada sucesivamente en las dos estaciones.

(1) Véase el núm. 2015.

el punto M_1 , de intersección de las rectas Om_1 y $O'm'_1$, es la proyección buscada. Repitiendo para los demás puntos elegidos en los planos las construcciones explicadas para el M , tendremos dibujada la parte planimétrica del plano topográfico. La altimétrica no es más difícil.

Supongamos abatido sobre el plano del dibujo el vertical que pasa por el eje óptico Oo de la cámara de la izquierda; este eje óptico vendrá á la posición O_2o_2 , y la traza de la placa p con el nuevo plano de proyección, será la recta p_2o_2 . Sobre ésta podemos proyectar las imágenes de los diferentes puntos del terreno en m_2 , como antes lo hicimos sobre la perpendicular á ella en m_1 .

La magnitud om_1 es la abscisa, y la o_2m_2 la ordenada de la imagen m del punto M en la placa de la izquierda, referidas á la vertical y la horizontal de ésta, que pasan por su centro o ; estas dos coordenadas las designaremos, respectivamente, por x é y .

Dispuesto el dibujo como indica la figura 1.^a, las construcciones para obtener todos los elementos que precisan para el plano topográfico son bien sencillas.

Primeramente se eligen los puntos cuyas imágenes en las dos placas aparezcan bien definidas. En éstas tendremos determinadas, por disposiciones automáticas de las cámaras que han servido para obtenerlas, la horizontal y vertical que pasan por el centro: las designaremos por los nombres de rectas de horizonte y principal, respectivamente. Sobre las rectas de horizonte de ambas placas proyectaremos las imágenes m y m' de los puntos elegidos, y obtendremos así las proyecciones m_1 y m'_1 , y podremos medir sus abscisas.

$$om_1 = x \dots, \quad o'm'_1 = x' \dots,$$

que llevaremos en el sentido correspondiente, sobre las trazas p y p' de las placas con el dibujo, á partir de los puntos o y o' . La intersección de cada par de rayos m_1o y m'_1o' es, como sabemos, la proyección M_1 del punto M sobre el plano topográfico, que así completará su parte planimétrica.

Volviendo ahora de nuevo á una de las placas, la de la izquierda, por ejemplo, tomaremos las imágenes de los puntos que en ella elegimos anteriormente, y proyectaremos sobre su recta principal, trasladándolas luego á la traza p_2 en m_2 ... La intersección de cada recta m_2o_2 con la perpendicular M_1d_1 trazada al eje Oo por la proyección M_1 , nos da en d_2M_2 la ordenada ó altura del punto M sobre la estación O . Esta altura relativa, ó la absoluta que se obtiene agregándole la cota constante de la estación citada, se escribe junto á la proyección respectiva de cada punto, y tenemos así preparado el plano para el trazado de curvas de nivel.

Las anteriores construcciones pueden simplificarse empleando diferentes disposiciones, tales como el *tablero y transportador fotográficos*, *intersectógrafo* y otros, en cuyo examen no nos detenemos, por caer fuera de los reducidos límites que á este esbozo de la fotogrametría no estereoscópica hemos marcado (1).

El Coronel Laussedat lograba, como acabamos de ver, abreviar considerablemente con su método el tiempo que los trabajos de campo exigían; multitud de aplicaciones prácticas realizadas en Europa y América garantizan las ventajas de éste, entre las cuales citaremos las siguientes:

1.^a Economiza notablemente el tiempo que en el campo se opera, cosa que en todos los casos es conveniente, y de modo es-

pecial en regiones elevadas, por las molestias y esperas que los fríos y las brumas imponen.

2.^a Teniendo el paisaje á la vista durante los trabajos de gabinete, pueden verificarse éstos con gran seguridad, evitar errores graves é indecisiones al trazar las curvas de nivel y elegir entonces, y no en el campo, los puntos que para la caracterización del terreno son necesarios.

3.^a Se disminuye considerablemente el número de observaciones que hay que hacer en el campo, y, tanto, los errores que en ellas pueden cometerse; errores que, por otra parte, son los más graves por no poderse corregir ni comprobar al ser sospechados.

4.^a En las mismas placas se contienen los datos para planos dibujados á escalas diferentes; cosa que en los levantamientos taquimétricos no sucede, toda vez que se observan sólo los puntos precisos para la escala á que se piensa trabajar.

5.^a Los datos del plano que, como hemos visto, se contienen en las fotografías, no pueden amañarse, como los procedentes de los aparatos topográficos ordinarios, para ocultar un error cometido en el campo y descubierto en el gabinete.

II. *Fotogrametría estereoscópica*.—Las proyecciones de los puntos de un plano topográfico, deducido de pares de fotografías por el método de Laussedat ó de «intersecciones», se definen, como este mismo nombre indica, por intersección de dos visuales ó proyectantes. Claro es que, fijados en el plano los dos puntos O y O' por que han de pasar las visuales procedentes de cada estación, habrá en el plano una zona bastante reducida, única en la que se cortarán los pares de rectas correspondientes, formando ángulos aceptables. Y fácil es ver que no podrá definirse gráficamente ningún punto cuyas distancias á las dos estaciones no sean comparables con la que separa á éstas una de otra, es decir, con la base fotográfica.

Esta condición reduce considerablemente la aplicación de la Fotogrametría ordinaria; y para librarse de ella y aumentar el radio de acción del método sin hacerle perder exactitud, sino por el contrario, aumentándolo, es para lo que se ha ideado la Fotogrametría estereoscópica ó Estereofotogrametría.

El origen de ésta es mucho más reciente que el de su predecesora.

Hacia 1893 concibió Héctor de Grousilliers la posibilidad de aplicar la visión estereoscópica á la medición de distancias, idea que seis años más tarde realizó la casa Carlos Zeiss, de Jena (Alemania), por medio de sus «telémetros estereoscópicos», casi al mismo tiempo que comenzaba á realizarse prácticamente la aplicación de la fotografía estereoscópica á la construcción de planos topográficos.

El fundamento de la fotogrametría estereoscópica es quizá más sencillo, y desde luego más natural que el de la ordinaria.

Se reduce á lo siguiente:

La visión binocular nos permite apreciar la distancia y relieve de los objetos; por ella realizamos instintivamente la medición de las desigualdades del terreno por el que marchamos, observación fácil de comprobar cerrando uno de los ojos y notando lo inseguro y hasta peligroso de nuestra marcha si en estas condiciones la realizamos por suelo muy quebrado.

A simple vista la percepción del relieve tiene lugar solamente en una zona comprendida entre distancias de pocos centímetros y unos 450 metros. Para aumentar esta zona hay que acudir á combinaciones de espejos y lentes, como los estereoscopios y telémetros binoculares, que amplifican la base estereoscópica, es decir, producen el mismo efecto que si los ojos del observador, en lugar de 0,065 metros (que es su separación normal), distaran uno de otro magnitudes muy superiores á ésta.

(1) El que desee profundizar en esta materia, puede consultar las obras: Mas y Zaldúa, *Foto-topografía práctica*, Barcelona, 1902, y J. M. Torroja, *Foto-topografía teórica y práctica*, Zaragoza, 1911.

El límite de percepción estereoscópica procede del de agudeza visual ó aptitud de la vista para apreciar diferencias entre los aspectos de un cuerpo observado desde los dos ojos. Siempre que las visuales que de éstas parten y corresponden á un cierto punto, formen un ángulo superior á $30''$, el punto se hallará en la zona de visión estereoscópica; los puntos exteriores á esta zona aparecen todos en un plano.

De lo que llevamos expuesto se deduce que si de un terreno obtenemos una vista estereoscópica de gran base, es decir, dos vistas situadas en un mismo plano, pero sacadas desde puntos que distan entre sí medio kilómetro, por ejemplo, y las colocamos en un estereoscopio, apreciaremos el relieve y podremos distinguir las diferentes profundidades hasta una distancia que vendrá dada por la proporción

$$\frac{0,065}{450} = \tan 30'' = \frac{500}{x},$$

de donde deducimos para la incógnita el valor de 3.492.307 metros, ó sea, en números redondos 3.500 kilómetros, enormemente superior á la distancia á que, por la curvatura de la tierra, se hace imposible la visión. Claro es que, á pesar de ser visibles desde puntos elevados otros muy lejanos, no será aplicable el método estereoscópico á distancias mayores de unos 15 ó 20 kilómetros, por falta de detalle suficiente en las placas, aun empleando los mejores objetivos fotográficos que en el día se construyen; pero no lo es menos que en esta zona la determinación estereoscópica de los puntos del terreno se realizará con gran exactitud, siempre que para elloelijamos bases suficientemente grandes. La práctica demuestra que la longitud de éstas debe oscilar entre $\frac{1}{20}$ y $\frac{1}{30}$ de la distancia á que se halle el más alejado de los puntos que hayan de fijarse en el plano.

Conociendo ya el fundamento en que descansa el método estereoscópico, pasaremos á hacer de su teoría un estudio algo detallado, y en él justificaremos el nombre de método de los paralelajes con que, al mismo tiempo que con el citado, se le designa generalmente.

II

DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN DE UN PUNTO

III. *Estudio teórico de sus diferentes casos.*—Comenzaremos por suponer, en los cuatro primeros, que los dos centros de estación se hallan á la misma altura, ya que á uno de éstos se reducen, como veremos en lugar oportuno, aquellos en que tal condición deje de cumplirse.

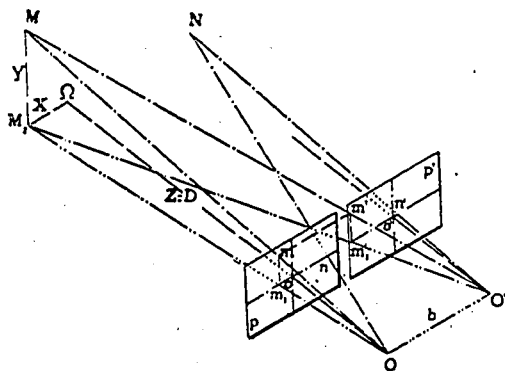


Fig. 2.^a

a) *Caso en que las dos placas se hallen en el mismo plano.*—Sean en este supuesto $p - p'$ (fig. 2.^a), el plano que ha de contener las perspectivas, O y O' los centros de proyección (los ojos del

observador ó los objetivos de las dos cámaras fotográficas), o y o' sus proyecciones ortogonales sobre aquel plano, y oo' , por tanto, la intersección de éste con el horizontal que pasa por O y O' , es decir, la recta de horizonte de las perspectivas.

Las imágenes de un punto cualquiera M serán las trazas m y m' de p y p' , respectivamente, con las rectas OM y $O'M$, y por hallarse éstas en planos que pasan por OO' (cualquiera que sea el punto M), los pares de imágenes m y m' estarán á alturas iguales sobre la recta del horizonte oo' .

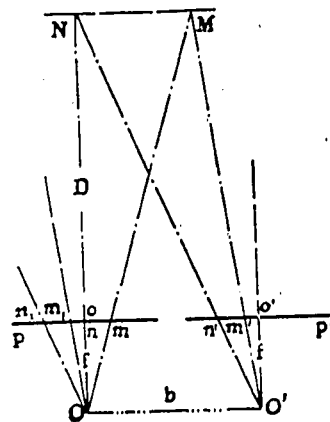


Fig. 3.^a

Consideremos ahora un punto M , situado á la misma altura que los O y O' : sus imágenes m y m' estarán en la recta de horizonte, y podremos fácilmente determinar la separación mm' de éstos, conociendo la distancia D de aquél á la vista del observador, con sólo comparar los triángulos semejantes OMO' y mMm' (fig. 3.^a) en los que se conocen la distancia D , la separación b entre los puntos O y O' y la distancia f (que será la de la visión distinta ó la focal de la cámara, según el género de perspectiva que supongamos). En efecto; de la proporción

$$\frac{D}{b} = \frac{D-f}{mm'}$$

deducimos

$$mm' = b \frac{D-f}{D}.$$

Pero notemos que si trazamos por O una paralela $O'M$, la distancia m_1m' es igual á b , y la diferencia entre la separación mm' correspondiente á cada punto y la magnitud constante b , es la m_1m , que recibe el nombre de «paralaje» y designamos por π . Si el punto M se mueve en un plano que, pasando por su primitiva posición, es paralelo al de p y p' , la razón $\frac{D-f}{D}$, de semejanza entre los dos triángulos citados, se conserva constante (por ser segmentos de rectas de un haz cortadas por dos planos paralelos) y son, por tanto, también constantes la magnitud mm' y la paralaje

$$\pi = m_1m.$$

Los puntos todos de cada plano de frente están, pues, caracterizados por tener la misma paralaje. Además, la semejanza de los triángulos OMO' y mOm_1 nos permite determinar inmediatamente la distancia D de este plano al de p y p' en función de la paralaje de una cualquiera de sus puntos y de las constantes del aparato que produce la perspectiva, por la fórmula

$$D = bf \frac{1}{\pi},$$

que sin dificultad se deduce de la consignada más arriba.

Si observamos que por ser iguales los ángulos OMO' y mOm_1 ,

para un punto cualquiera, lo serán también para el pie N de la perpendicular trazada por el punto O' al plano de paralaje π , y que para esta posición especial las razones $\frac{b}{D}$ y $\frac{\pi}{f}$ representa la tangente trigonométrica del ángulo correspondiente ONO' ó de su oOn , y, finalmente, que podemos hacer $f = 1$ tomando el plano de las imágenes estereoscópicas á distancia unidad de los centros O y O' , en cuyo caso aquella tangente viene representada por la paralaje lineal π , ya definida, podremos fácilmente darnos cuenta de la equivalencia que existe entre ésta y la paralaje angular de que se sirven los astrónomos para determinar las distancias á que de nosotros se encuentran algunos astros.

Defínese esta paraleja, para cada astro, como ángulo bajo el cual se vería desde su centro un diámetro de la tierra ó el eje mayor de la órbita elíptica que ésta recorre. Los extremos de una ú otra de estas magnitudes son, respectivamente, los extremos de la base OO' que se elige para la observación estereoscópica de aquellos astros en la revolución diurna ó en la anua de nuestro planeta.

Y como en Astronomía los valores de esta paralaje angular son casi siempre muy pequeños, podemos sustituirlos por las respectivas tangentes trigonométricas ó paralajes lineales.

Conocida ya, por los anteriores razonamientos, la distancia á que el plano de frente que pasa por el punto en cuestión M se encuentra en los puntos de estación, podemos determinar la posición de éste en aquel plano, referida á las trazas que en él producen el plano de horizonte y el perpendicular á él por el punto central de la placa p , que llamaremos plano principal de ésta, como ejes de abscisas y ordenadas. Los valores de las coordenadas X ó Y del punto M resultan sencillamente de la semejanza de las pirámides triangulares $O \cdot OM_1$ y $O' \cdot om_1$, que nos da

$$\frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{OM}{Om} = \frac{D}{f},$$

y como, según hemos visto,

$$\frac{D}{f} = \frac{b}{\pi},$$

resulta que basta medir las magnitudes b y f , y en la placa p las coordenadas x ó y de la imagen m , para tener completamente conocida la posición del punto elegido M .

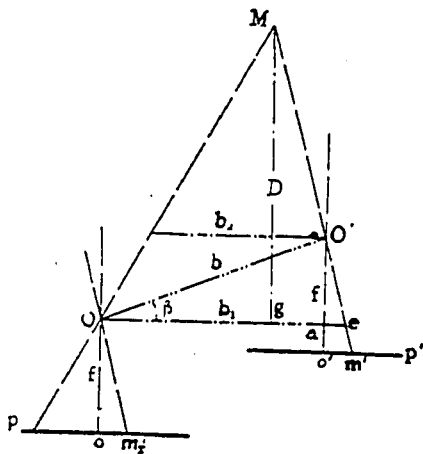


Fig. 4.ª

b) Caso en que las dos placas están en planos paralelos.—En la figura 4.ª vemos las dos placas p y p' , la base b y la paralela Oe á las rectas de horizonte de éstas. Tracemos por O una paralela á MO' , proyectante del punto M ; los triángulos mOm' , y OMe son semejantes, por tener sus lados paralelos, y sus alturas homólo-

gas son, respectivamente, la distancia focal de la cámara f , y la distancia del centro O al plano de frente que pasa por M . La base mm' es la paralaje de M , luego su homóloga Oe será

$$Oe = D \frac{\pi}{f}$$

expresión que nos dice que si tomamos esta magnitud como base estereoscópica, podremos, por las fórmulas del caso anterior, obtener las coordenadas del punto M .

Pero esta base es esencialmente variable de un punto á otro, como segmento comprendido entre las proyectantes MO y MO' de éste, de la paralela trazada por O á la recta de horizonte de las placas.

Para conocer en cada caso el valor de esta base basta observar que

$$Oe = Oa + ae = b \cos \beta + ae,$$

y que en los triángulos semejantes $O'ae$ y $O'o'm'$ tenemos

$$\frac{ae}{o'm'} = \frac{O'a}{O'o'}$$

además, $o'm'$ es la abscisa de m' , que podemos llamar x' , y

$$O'a = b \sin \beta \text{ y } O'o' = f;$$

luego

$$ae = b \sin \beta \frac{x'}{f},$$

y sustituyendo este valor en el de la base buscada

$$Oe = b \cos \beta + b \sin \beta \frac{x'}{f}.$$

Más adelante veremos que este valor de la base ficticia que para cada punto hay que considerar, se obtiene automáticamente, sin necesidad de cálculo alguno, con el último modelo del Estereautógrafo de Orel.

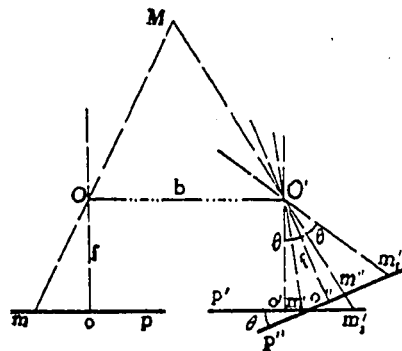


Fig. 5.ª

c) Caso en que las dos placas, conservándose siempre verticales, no sean paralelas entre sí, pero una de ellas lo sea á la base.—Siendo práctico el carácter de esta exposición, y su principal objeto el preparar la inteligencia del fundamento y empleo del estereautógrafo, comenzaremos por dar un medio mecánico de reducir este caso al primero de los anteriores, tal como lo efectúa el aparato citado.

Sean p y p'' (fig. 5.ª) las dos placas, O y O' los centros de estación y OO' la base estereoscópica, paralela á la placa p . Consideremos, además, otra placa ficticia p' en el plano de la p .

Un punto cualquiera M tiene sus imágenes m y m'' en p y p'' : su imagen en p' sería m' .

Si para poder medir abscisas y paralajes en las placas hiciéramos girar la p'' hasta colocarla en la posición p' , veríamos

que, en lugar del punto m' , al que habría venido á parar el m'' después del giro, sería el m' , el que habríamos de considerar como imagen de M en la placa p' .

Es decir, que la teoría del caso a) sería aplicable al que nos ocupa si la imagen del punto M , en lugar de formarse en m'' , lo hubiera hecho en m' , (siendo $o'm'' = o'm'$), ó sea que el rayo $MO'm''$ se hubiera quebrado en O' , convirtiéndose en el $MO'm'$. El ángulo $M'O'm''$, en que este rayo se ha quebrado, es, por la identidad de los triángulos $O'o'm'$, y $O'o'm''$, igual al $o'O'o''$, que es el de las placas p' y p'' , ó, lo que es igual, de las placas estudiadas p y p'' . Este ángulo es constante para todos los puntos M que se consideren.

Luego si materializamos el rayo proyectante MO en una varilla recta, giratoria alrededor de O , y el $MO'm''$, en otra varilla que gire alrededor de O' , quebrándose en este punto en un ángulo igual al que forman las placas, podremos colocar éstas en un plano paralelo á la base b y medir las paralajes de los diversos puntos y obtener de éstas las distancias de aquéllas.

Con lo anterior basta, como hemos dicho, para la realización mecánica del problema en el caso que nos ocupa.

Para su solución analítica, basta observar que en la placa p' hay que tomar la abscisa

$$x_1 = o'm' = f \tan o'O'm'.$$

El ángulo $o'O'm'$, es suma de los $o'O'o''$ y $o''O'm'$; el $o'O'm'' = \theta$ es el ángulo constante que forman las dos placas, y el $o''O'm'$, tiene por tangente el valor $\frac{x'}{f}$. Aplicando la fórmula de la tangente del ángulo suma de otros dos, tendremos:

$$\begin{aligned} x_1 &= f \tan \left(\theta + \arctan \frac{x'}{f} \right) = \\ &= f \frac{\tan \theta + \frac{x'}{f}}{1 - \frac{x'}{f} \tan \theta} = f \frac{\frac{x'}{f} + f \tan \theta}{f - x' \tan \theta}. \end{aligned}$$

Tomando como paralaje el valor

$$\pi = x - x_1,$$

en que x_1 es la función de x' que acabamos de hablar; serán aplicables á este caso las fórmulas del primero que hemos estudiado.

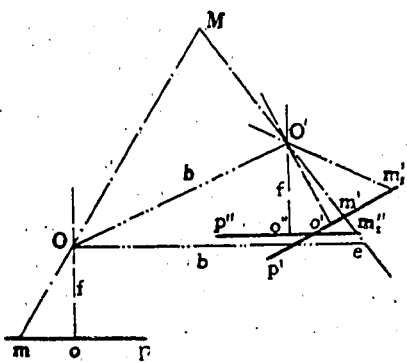


Fig. 6.^a

d) Caso en que las dos placas no son paralelas entre sí ni á la base.—Sean p y p' las dos placas (fig. 6.^a) y O y O' los correspondientes centros de proyección.

Dando á la placa p' un giro alrededor de O' hasta colocarla paralela á la p , efectuaremos la corrección del caso c) en las abscisas de la placa p'' , y con esto tendremos ya reducido el caso que nos ocupa al caso b).

e) Caso en que, estando los planos de las placas en cualquier posición relativa, los centros de estación se hallan á alturas diferentes.—Observaremos, en primer lugar, que la determinación de las coordenadas X é Y de los diferentes puntos depende sólo de elementos que se miden en la placa de la izquierda, que por esto llamaremos en lo sucesivo directora (1). La única diferencia entre este caso y el anterior estará, pues, en la determinación de la distancia $Z = D$, en función de la paralaje.

Pero ésta depende exclusivamente, según hemos visto, de la distancia que separe las verticales de las proyecciones m y m' , de la base b y de la distancia f .

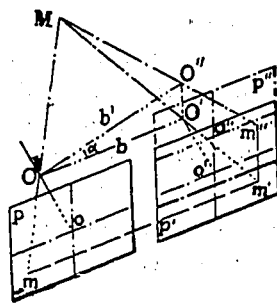


Fig. 7.^a

Ahora, si quedando fija una de las placas, la p , por ejemplo, se corre la otra verticalmente, sin salirse de su plano, y ocupa diversas posiciones p' , p'' ..., tanto f como la paralaje π permanecen constantes, y sólo varía la base b , que tiene, no obstante, invariable en proyección horizontal (fig. 7).

La expresión de la distancia

$$D = bf \frac{1}{\pi}$$

puede aplicarse á cualquiera de las posiciones de la placa móvil, sustituyendo b por sus valores

$$b' \cos \alpha' = b'' \cos \alpha'' = \dots$$

Es decir, que el caso en que las dos estaciones no están á la misma altura es idéntico á uno de los anteriores, con tal de sustituir el verdadero valor de la base por el de su proyección horizontal.

Los reyes de los ferrocarriles americanos

HARRIMAN Y HILL

POR EL

Dr. Ernst Schultze, de Grossborstel.

(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnerverwaltungen.)

Durante los diez primeros años de este siglo, para conseguir la supremacía en los ferrocarriles, se ha desarrollado en los Estados Unidos una lucha épica entre las dos potencias financieras más formidables que pudieran ponerse frente á frente. Harriman y Hill, los dos reyes de los ferrocarriles, que cuando venían á las manos trastornaban hasta los cimientos de todo el edificio económico de los Estados Unidos. Los pánicos más desastrosos presenciados en Wall Street desde principios del siglo XX fueron los de los días 9 de Mayo de 1901 y 13 de Marzo de 1907, siendo el

(1) Por extensión daremos igualmente el nombre de directora á la estación de la izquierda.