

## Escalas para el Método del Perfil Cuadrático

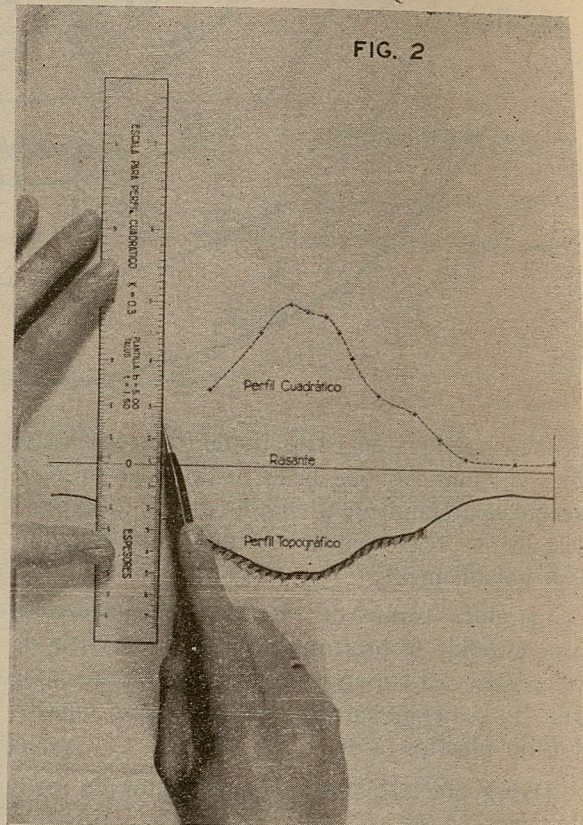
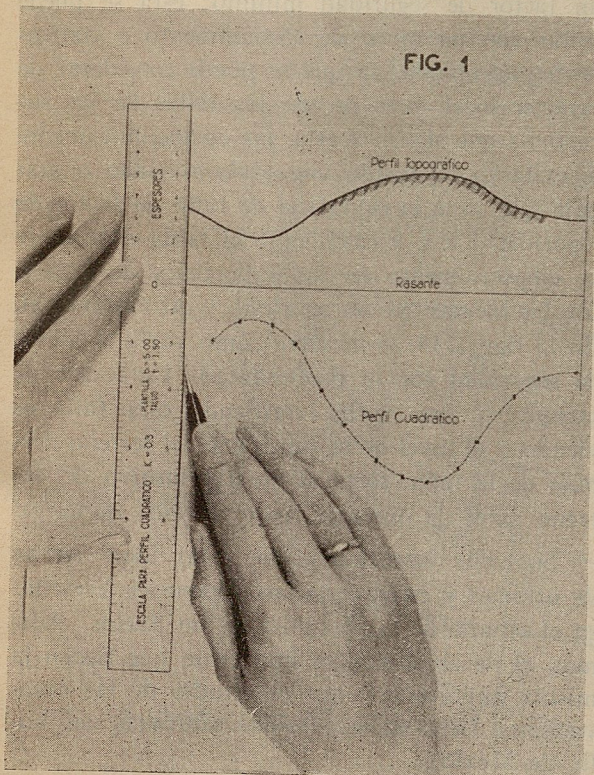
POR EL INGENIERO

JEHOVA GUERRERO TORRES,

DEL DEPTO. DE PROYECTOS DE LA C. N. I.

CONTINUANDO los artículos sobre cubicación que pueden verse en *Irrigación en México*, números de mayo-junio y julio-agosto de 1942, presentamos ahora un juego de escalas para la aplicación inmediata del método que hemos llamado del Perfil Cuadrático, así como ejemplos de aplicación tanto para los casos comunes de excavaciones y rellenos como para otros especiales que se presentan con cierta frecuencia en las cubicaciones.

Se ha procurado reproducir las escalas precisamente con las dimensiones que deben tener para aplicarse directamente al tamaño en que, por lo general, se dibujan los perfiles, en el que un centímetro representa un metro en el espesor. Las escalas van marcadas con las constantes que corresponden a las plantillas más usuales y al talud 1.5 : 1; usando la escala correspon-



diente puede hacerse la cubicación mediante una sola operación de planímetro (véase la explicación en el número de mayo-junio). Cualquier escala puede usarse para cualquier plantilla y con cualquier talud, pero ésto implica el tener que hacer dos operaciones de planímetro.

Puede observarse que cada escala tiene graduaciones en los dos bordes; esto tiene por objeto facilitar su manejo, evitando el tener que leer números invertidos, ya que la escala debe invertirse cuando se pasa de corte a relleno o viceversa.

La figura 1 muestra la forma de usar las escalas para construir el perfil cuadrático en el caso de un corte. La figura 2 corresponde al caso de un relleno o terraplén.

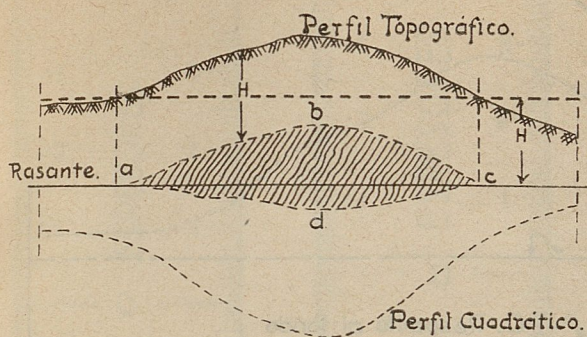


Fig. 3.

Un caso especial que se presenta con frecuencia es el que consiste en cubicar por separado el volumen a partir de cierto espesor fijado por variación del costo, alcance de los útiles de ataque, etc. Supongamos que esto sea necesario a partir de un espesor  $H$ . La figura 3 muestra el caso de un corte; con auxilio de una paralela a la rasante que diste  $H$  de ésta, pueden determinarse las secciones entre las que se necesita esta cubicación por separado; bajando la ordenada  $H$  de los puntos característicos del perfil topográfico se puede construir la línea  $a, b, c$ , de la cual también se construirá un perfil cuadrático que será la línea  $a, d, c$ ; la zona hachurada entre esas dos líneas, cuando se usa la escala adecuada, representará, a la misma escala del resto de la cubicación, el volumen que debe considerarse por separado a partir del corte  $H$ . La figura 4 corresponde al caso de un terraplén.

En los canales de riego se presenta a menudo un caso en el que se deben combinar las estimaciones en volúmenes para corte y para relleno o bordos. Cuando se diseña la sección del canal, queda figurada la altura de los bordos que es el desnivel entre la plantilla y la corona de los bordos; si la plantilla queda a una profundidad tal, respecto al terreno, que el material excavado sea suficiente o sobre para formar los bordos, bastará con cubicar la excavación. Si el corte es insuficiente y el material excavado no alcanza para formar los bordos, éstos deben ser terminados a base de préstamos que es necesario cubicar; para esto, cuando no hay que tomar en cuenta el factor de abundamiento, basta con restar el volumen excavado al de los bordos, o mejor, restar el volumen correspondiente al trapecio de la sección total de la caja, del volumen de un bordo cuya plantilla sea la separación entre las aristas exteriores de los bordos, ya que lo mismo hay que hacer en los tramos en que la plantilla quede arriba del terreno. Si se necesita considerar el abundamiento habrá que cubicar la excavación y restar el porcentaje de ésta que constituya el abundamiento, a la cubicación hecha como se explicó antes.

A veces es importante, cuando la plantilla va arriba del terreno, descontar el volumen de relleno que corresponde únicamente a la plantilla, pues por lo general dicho relleno es trabajo que la misma Naturaleza ejecuta gratuitamente al funcionar el canal y por consiguiente no debe hacerse. El volumen de dicho relleno puede obtenerse restando el volumen correspondiente al perfil cuadrático respecto al fondo, del que toca al perfil topográfico. Sin embargo de que en dichos casos es más fácil encontrar simplemente el volumen de los bordos, conviene hacer el cálculo como se ha descrito cuando hay variaciones de corte a relleno para no variar la secuela de un tramo a otro. Si se prefiere encontrar el volumen de los bordos deberá hacerse lo mismo cuando haya excavación restando ésta, afectada o no por el abundamiento.

Estos últimos casos que se han descrito merecen estudiarse con todo cuidado, pues los proyectos de canales en los que la plantilla va arriba del terreno tendrán que irse imponiendo cada vez más debido a que los métodos modernos de ataque de terracerías, especialmente con el empleo del bulldozer, han logrado que la construcción sea mucho más rápida y económica, haciendo bordos mediante préstamo y evitando las excavaciones. De este modo se consigue que las excavaciones puedan ser más anchas con el mismo costo que si fueran estrechas (y aún menor, dado que puede reducirse el tirante), y esto permite disminuir la pendiente dominándose más superficie de riego y ahorrando en los gastos de operación correspondientes a desazolve.

En la figura 5 aparecen los perfiles y secciones de un tramo de canal en el que hay una parte de excavación cuyo volumen no basta para formar los bordos y otra parte en la que la plantilla va sobre el terreno. Como está fijada la altura de los bordos sobre la plantilla o fondo, hay dos rasantes: una correspondiente a la corona de los bordos y la otra al fondo.

Se han construido los perfiles cuadráticos respectivos a ambas rasantes; con ayuda de ellos pueden ob-

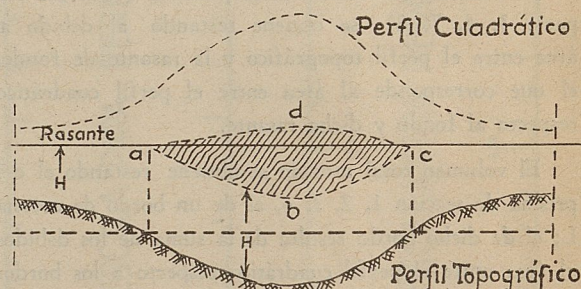


Fig. 4.

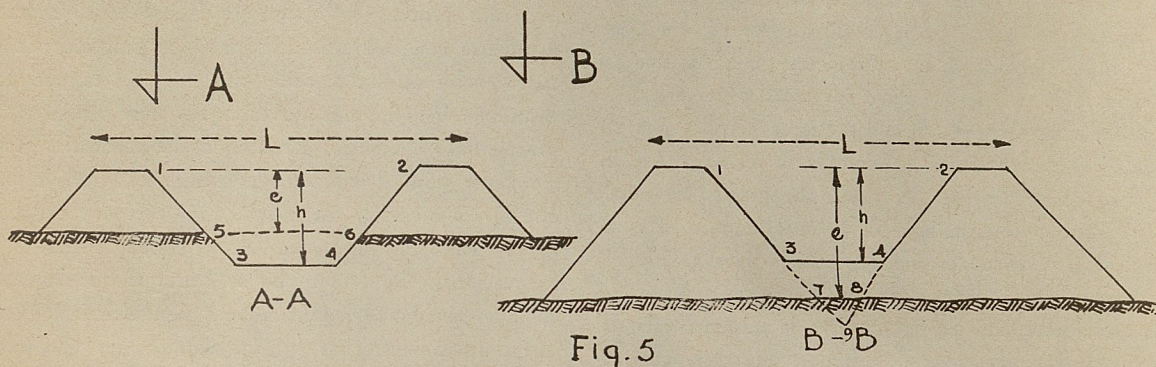
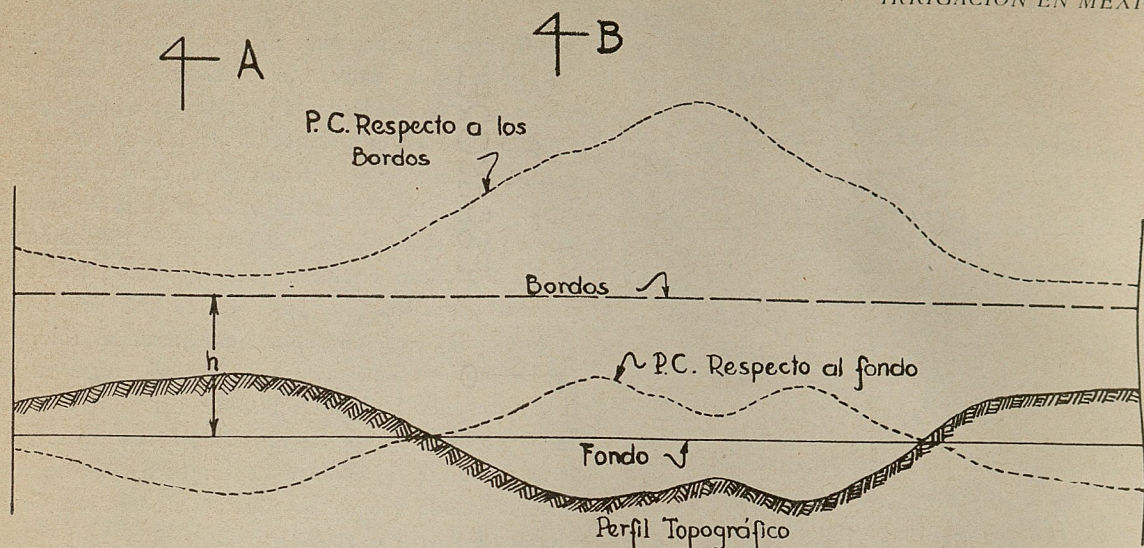


Fig. 5

tenerse los volúmenes correspondientes a todos los elementos que muestran las secciones, independientemente o en conjunto, como en seguida se explica:

El volumen de los bordos se obtiene agregando al que corresponde al área entre el perfil topográfico y la rasante de bordos, el debido al área entre el perfil cuadrático respecto a los bordos y la misma rasante de bordos.

El volumen excavado corresponde a la suma de los dos de las áreas entre el perfil topográfico y el perfil cuadrático respecto a la rasante de fondo y esa misma rasante, en las partes en que el terreno quede sobre ella.

El volumen de relleno de la plantilla (área del trapecio 3, 4, 7, 8) se obtiene restando al debido al área entre el perfil topográfico y la rasante de fondo, el que corresponde al área entre el perfil cuadrático respecto al fondo y dicha rasante.

El volumen total movido se obtiene restando el del prisma de sección 1, 2, 3, 4, al de un bordo de corona L; el de dicho bordo resulta de la suma de los debidos al área entre el perfil cuadrático respecto a los bordos y dicha rasante y al área entre la misma rasante y el perfil topográfico. Esto se ve inmediatamente en las

partes en que hay relleno de la plantilla, pero amerita explicación para las partes en que hay excavación.

En la sección A-A de la figura 5, la sección del volumen total movido V es igual a la de los bordos que llamaremos B, menos la de excavación 3, 5, 6, 4, cuyo material forma parte de ellos; a la excavación le llamamos E. Por otra parte, el área de los bordos es igual a la del trapecio de base menor L, área que llamaremos T menos el área 1, 2, 6, 5, que es igual a la del trapecio 1, 2, 3, 4 que llamaremos S, menos la de excavación E. De manera que tendremos:

$$V = B - E$$

Pero  $B = T - (S - E) = T - S + E.$

Substituyendo:  $V = T - S + E - E = T - S.$

En los casos en que haya abundamiento deberá descontarse éste al volumen total movido, y para ello es indispensable cubicar la excavación.

Cuando en los tramos de relleno no sea indicado hacer el de la plantilla, éste deberá descontarse al volumen total, y por tanto también deberá ser cubicado.

Si el espesor de relleno es tal que los taludes interiores llegan a encontrarse, bastará restar al volumen del trapecio de base menor L, el del prisma de sección triangular 1, 2, 9.

