

## Riego de los terrenos inclinados en los EE. UU.

El «Bureau of Reclamation» dependiente del «Department of the Interior» en Estados Unidos, tiene más o menos el mismo fin que el Departamento de Riego del Ministerio de Fomento en Chile.

Comisiones de ingenieros estudian las necesidades de las diversas regiones del país en cuanto a la agricultura se refiere y aquéllas que aparecen susceptibles de ser beneficiadas por obras de regadío, se ven favorecidas por estudios definitivos.

El proceso que sigue el «Bureau of Reclamation» desde que concibe la idea o desde el momento en que le es sugerida por los futuros beneficiados, es análogo en casi todas sus fases a lo que hace el Departamento de Riego en nuestro país. A los estudios climatéricos e hidrográficos, siguen los topográficos y la elaboración de un ante-proyecto, basado en el cual los futuros usufructuarios del agua consideran los beneficios del negocio en proyecto.

La Asociación de Canalistas formada, aprueba por una cierta mayoría la ejecución de los trabajos y se compromete a hacerse cargo de la deuda que se amortizará en un cierto período de años.

La ejecución de los trabajos se hace con la rapidez y con la audacia que caracteriza a los norteamericanos. Para ellos, no hay problema sin solución. El sitio escogido para la ejecución de un tranque se ve al poco tiempo de aprobado el decreto gubernamental, invadido de camiones, campamentos, tractores, grúas, palas mecánicas, bombas, compresores, motores Diesel, generadores de corriente eléctrica, dinamos, decauville... ingenieros, superintendente, médicos, mecánicos, choferes... y algunos trabajadores de pala y picota...; pero, más que nada se ven automóviles. El Ingeniero Jefe tiene el suyo; sus ayudantes tienen cada uno su coche propio. Todo el «staff» de trabajadores «intelectuales» tiene cada uno su auto propio.

Generalmente la garganta que será cerrada por un terraplén o por un muro de concreto, está cruzada por algún camino y la variante de éste es lo primero que se acomete en esta clase de obras, pues el movimiento de vehículos en los caminos es casi sagrado. Cuando una parte de la variante está hecha, se ve siempre cubierta de automóviles... que son de propiedad de los trabajadores de pala y picota.

La maquinaria pesada es movida exclusivamente por motores Diesel. Los Catterpillar de 80 y 100 HP. tiran carros de fondo móvil que después de cargados con la pala mecánica, depositan en el terraplén 20 o más toneladas de material.

En la construcción de caminos, los Catterpillar y los carros son reemplazados por otras máquinas de forma especial, con la característica de las ruedas neumáti-

cas. Ya no sólo se observa una «tendencia» a suprimir el rodado metálico, sino que la «goma» inflada es de uso universal. Los tractores «estradales», los agrícolas y todos los implementos de remolque están provistos de grandes neumáticos, a veces de más de 1.50 metros de diámetro de la rueda y de 30 y 40 centímetros de diámetro del toro.

Estos neumáticos tienen profundas y fuertes acanaladuras dispuestas en forma especial, según las ideas de los diversos fabricantes que aseguran una adherencia muy perfecta y una duración muy larga.

En las máquinas muy pesadas, las ruedas van siempre en parejas, por grandes que sean. Cletrac, y Allis Chalmers parecen ser los fabricantes, cuya popularidad es mayor.

La ejecución de los canales derivados de los tranques y de todas las obras de arte, se efectúa en lo posible también por medios mecánicos. Las curvas cerradas de los canales se suprimen, empleando canoas metálicas o de concreto armado. Para esto se usa mucho la media caña de fierro galvanizado, acanalado.

El revestimiento con concreto de los canales no es una excepción. En realidad, es raro ver un trozo de canal sin revestir. Los túneles también los revisten o pistolean con concreto.

Los sifones son metálicos generalmente para cargas superiores a 100 pies y en estos casos, la construcción se hace invariablemente con soldadura eléctrica. Los tubos, construídos en fábricas, se sueldan entre sí eléctricamente en la faena. Los puntos terminales y juntas de dilatación son soldados y colocados, respectivamente teniendo en vista las observaciones de la temperatura hechas a lo largo de toda la ejecución de la obra.

Aun cuando no se trate de un trabajo de grandes proporciones, el cuadro de una obra terminada es en conjunto una obra de arte. La estética se da la mano con las necesidades técnicas en los sifones plateados con pintura de aluminio. El coronamiento de los tranques son paseos con sus jardines, con sus barandas y con sus espacios para estacionamiento de vehículos. El vertedero tiene muchas veces formas técnicamente superfluas, pero que agradan a la vista.

Mientras se ejecutan estas obras, algunos agricultores se preparan para aprovechar desde el primer momento la riqueza que el agua traerá a sus tierras. Algunos tienen sus ideas propias de cómo efectuarán el riego y emprenden la tarea por su cuenta y riesgo. Otros siguen los consejos y aprovechan la ayuda de los ingenieros del «Bureau of Reclamation». Por último, otros no hacen ni lo uno ni lo otro y claman desesperados que todo va a ser un fracaso. Luego veremos como el «Bureau of Reclamation», con ayuda del C.C.C. (Civilian Conservation Corps), pone un remedio a estos agricultores histéricos que los hay en U.S.A. como los hay en todas partes del mundo... según creo...

Un agricultor de «Pine New Valley», cerca del pueblo llamado Ogden en el estado de Utah, trabaja la propiedad que le dejó en herencia su padre. Su hermano trabaja la parcela colindante cuyos faldeos son de mayor pendiente que los suyos.

Detiene los caballos y abandona el asiento del arado cuando me ve y mientras camina hacia mi encuentro, se saca los guantes para estrecharme la mano con la suya fornida, cariñosa y sincera.

Comprende en seguida el problema que le planteo, pues él mismo sufrió las consecuencias de ver un día su pequeño canal sacado por su padre del riachuelo vecino, ofreciéndole grandes cantidades de agua que el nuevo tranque vertió en él.

«Cayó en la debilidad...» son sus palabras; cantidades grandes de agua y abarcar más terrenos en el mismo tiempo de trabajo de riego; pero viendo cómo se lavaba su tierra, volvió a lo que la experiencia le había antes indicado.

Sólo, o a veces con ayuda de alguno de sus niños, hace el riego de 5 ó 6 acres en una jornada de ocho horas.

La acequia principal la traza por la línea de mayor pendiente en su terreno, cuya inclinación varía del cinco al veinte por ciento de pendiente.

Corta la velocidad del agua con champas, palos y ramas y con lonas, si es necesario, y evita así el ensanchamiento y profundización del cauce.

Como precaución ineludible, la cantidad de agua que deja correr por la acequia principal derivada del canal, nunca es superior a un pie cúbico por segundo—28 litros—.

Las acequias regadoras derivadas perpendicularmente a la acequia principal, las traza lo más horizontalmente posible y la experiencia le ha indicado la pendiente para cada parte de su propiedad, en la cual el agua no acarrea material y no se embanca la acequia.

Cuando en la mañana temprano llega con su pala al hombro para proceder a regar su tarea de 5 ó 6 acres, lo primero que hace es distribuir en cierta proporción el agua en las acequias regadoras que ha trazado al ojo el día anterior con ayuda de un arado especial provisto de paletas normales a la punta.

Para 5 acres, ha trazado tres acequias regadoras y de los 28 litros por segundo de agua que tiene en la acequia principal, da 14 litros a la acequia más alta y 7 litros a las otras dos.

Esto lo hace por medio de tacos hechos con un palo horizontal que cruza la acequia principal sobre el nivel del agua y varios palos verticales con una punta enterrada en el fondo y con el otro extremo apoyado en el palo horizontal. La graduación más perfecta de la distribución de los canales se completa con ramas y tierra.

Las acequias regadoras las ha trazado a una distancia tal que le permita manejar el agua entre ellas. En el caso de un terreno de una pendiente de un 10%, deja entre una y otra acequia regadora una distancia de 20 metros.

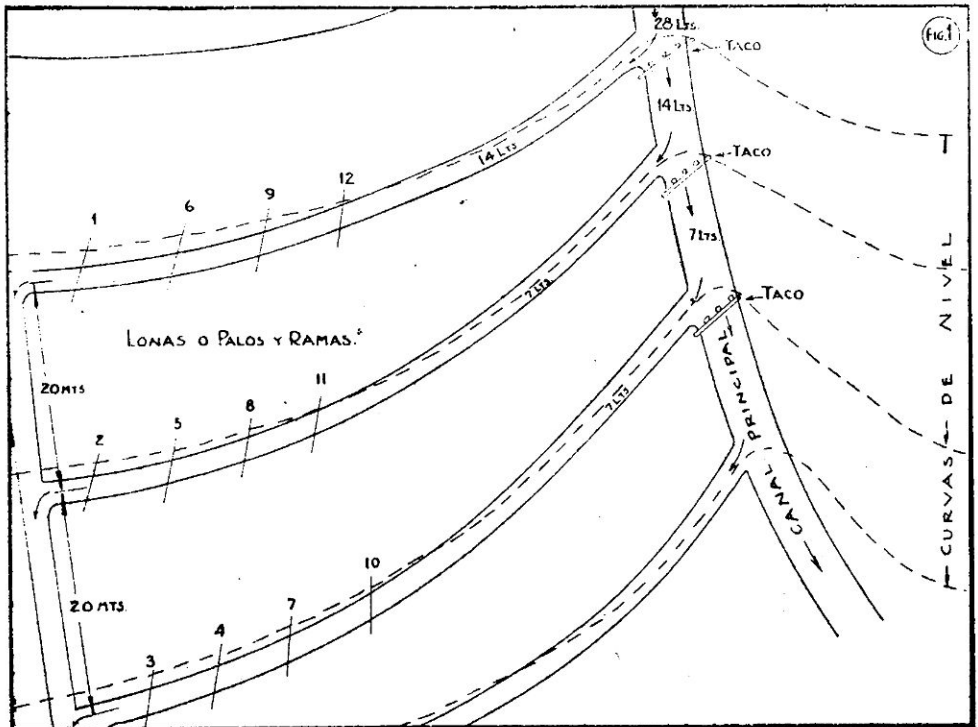
Hechos los tacos en la acequia principal, se va sucesivamente a los puntos 1, 2 y 3 de la fig. 1 y coloca pedazos de lona para vaciar las acequias regadoras.

La operación se prosigue, haciendo cambios en las lonas según el orden de la numeración del croquis.

Demás está decir que este sistema de riego es «de abajo hacia arriba», menos en el comienzo y que en las líneas generales es el mismo sistema que usamos en Chile, con la diferencia que para cubrir con riego el espacio comprendido entre los números 5-6-9-8, por ejemplo, no se hace otra operación que colocar las lonas en las acequias regadoras. No se toca con la pala este espacio, sino cuando hay alguna protuberancia muy marcada del terreno. Las lonas se van colocando a unos 5 metros de distancia.

En pendientes muy fuertes, de 20% o poco más, este agricultor varía su sistema un poco. Acorta la distancia entre las acequias regadoras y las lonas las coloca

cada sesenta a noventa centímetros de distancia. Esto último, como veremos más adelante, es un paso hacia el sistema «corrugation» que trataré de explicar más tarde. Una precaución original que toma cuando el terreno es liviano y la pendiente fuerte, es la de esparcir toda la paja de establo que tenga a su disposición antes de su primera aradura. La paja, después de arado el terreno, forma una trama que impide o disminuye el lavado del terreno.



Este agricultor, hace su aradura sin riego previo; siembra en seco y riega en seguida.

Esto da una idea de la calidad del terreno que cultiva y es una indicación de lo suelta que está la tierra y por lo tanto de lo susceptible de ser lavada.

Sus métodos, a mi juicio, no tienen nada de novedad; son casi los mismos que usamos en Chile. Pero su padre y su abuelo regaron esas tierras y esas tierras todavía están ahí y no en el lecho del río...

La atención, el cuidado y *el uso de poca agua* son las razones de mayor peso para comprender el éxito de este hombre. Su modo tranquilo y su precisión para describir sus métodos me hace admirar lo cuidadoso que es. La demostración de su éxito está en el aspecto de su casa y en el regío auto que diviso dentro de su garage.

Decía más arriba que algunos agricultores históricos se echaban a morir con los problemas de regadío que el Tío Sam les ponía por delante.

Para resolver estos, se ha creado el Civilian Conservation Corps, al que entran muchachos que antes pululaban en las calles de Nueva York; Chicago, Los Angeles etc. cuyas edades fluctúan entre los 17 y los 21 años. El Ministerio de Defensa los equipa, en todo el sentido de la palabra; el C. C. C. Headquarters los distribuye y el «Department of the Interior» los ocupa e instruye hasta que hayan enterado 21 años de edad.

Problema muy interesante que valdría la pena describir; pero que fuera de ser aquí inoportuno, tiene una conclusión triste, la cual es que descontando los beneficios que acarrea el empleo de los C.C.C. en obras de interés público, su mantención le cuesta al Gobierno la suma de 4 dólares al día por cada muchacho.

Los trabajos a que dedican estos muchachos son de preferencia trabajos delicados y no de pura pala y picota. Uno de ellos es la distribución de las aguas de riego para aquellos agricultores que no están capacitados mentalmente para hacerlo por sí mismos.

Cerca de Ogden, fué donde vi con más detenimiento una distribución subterránea.

La derivación del canal se hace por tubos de 6" de cemento, que siguen la línea de máxima pendiente del terreno y van enterrados a una profundidad de unos 40 o 50 centímetros.

Cada 30 ó 50 metros, dependiendo esta distancia de la pendiente del terreno, estos tubos tienen una chimenea de descarga provista de su válvula y vertedero de derrame.

Las fotografías 2 y 3 adjuntas muestran la disposición de las diversas partes de las chimeneas y la disposición general del sistema.

Este sistema, que a mi juicio es demasiado bueno y cuyo costo aun en el caso de ser hecho por los C.C.C. es muy elevado, lo emplean aún en pendientes de terreno inferior a 10%.

Los terrenos que visité y que están trabajados en esta forma, tenían una pendiente de más de 4%.

El sistema, inadecuado para nosotros, no lo consideré como una enseñanza por el hecho mismo de ser demasiado costoso. Pero el hecho de haber visto que gastaban tantos esfuerzos y tanto dinero en impedir el lavado de los terrenos, me hizo comprender y pensar una vez más el valor que tiene para un agricultor precavido cada grano de tierra que pueda ser lavado por el agua.

---

## CORRUGATION SYSTEM

Las causas del lavado de las tierras con el riego son dos:

- 1.º El uso de cantidades desmesuradas de agua.
- 2.º El descuido del regador.

El sistema de «corrugation» elimina estas causales en una forma que a primera vista parece difícil, pero que a la larga es sumamente sencilla.

El uso de cantidades grandes de agua se hace imposible.

El cuidado y atención del regador se reduce a un minimum.

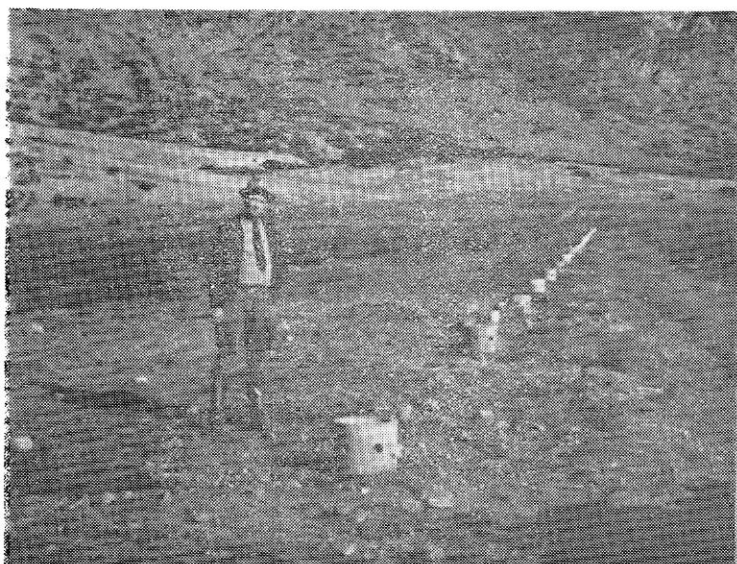


Fig 2

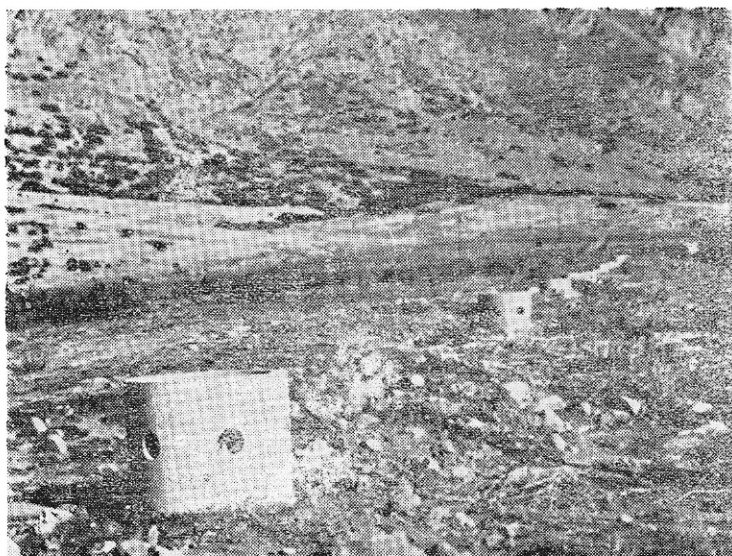
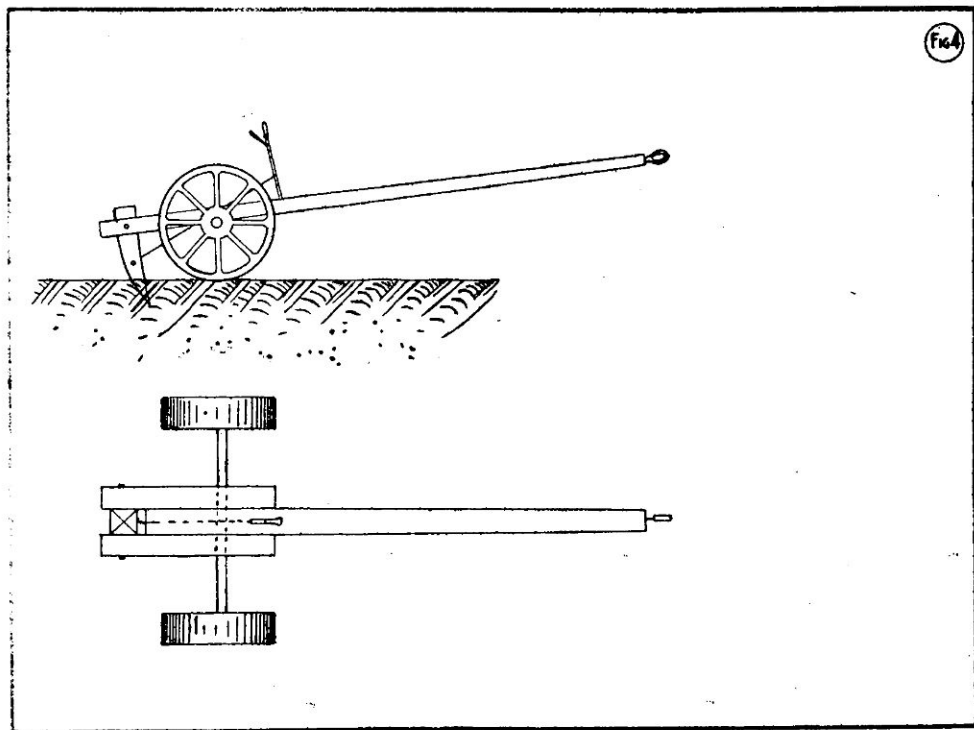


Fig 3

Lo anterior se consigue preparando el terreno en forma que puedan derramarse sobre él, hilitos de agua que corran paralelamente entre sí y a pequeña distancia. Se empapa así el terreno lentamente y se logra que el riego profundice lo necesario.

Los cauces de los hilitos de agua son pequeñas acequias que se trazan con un aparato como el indicado en la figura 4. Estas acequias son llamadas por los americanos «furrows» (surcos)



Según los cultivos, los «surcos» pueden durar uno o más años y cuando un potrero de alfalfa, por ejemplo, debe comenzar a regarse en primavera, los «surcos» deben limpiarse para facilitar la circulación del agua. Para esta operación, se usa un aparato como el indicado en la figura 5.

Lo representado en la fig. 4 no es más que un especie de arado provisto de ruedas y de una punta móvil para hacer los surcos a la profundidad que se desee.

La fig. 5 es una especie de rastra sentada sobre un palo semicircular provisto de punta de fierro de la dimensión de los surcos. Con este aparato se repasan y se limpian de las irregularidades que pudieran haberse producido durante el invierno. Los surcos deben hacerse según las líneas de *máxima pendiente* y espaciados conforme a la clase de cultivos de que se trate y tomando en cuenta la permeabilidad del terreno.

En forma general, se puede decir que para la alfalfa, la distancia entre los surcos puede ser de unos 40 centímetros y para cereales, de 20 centímetros.

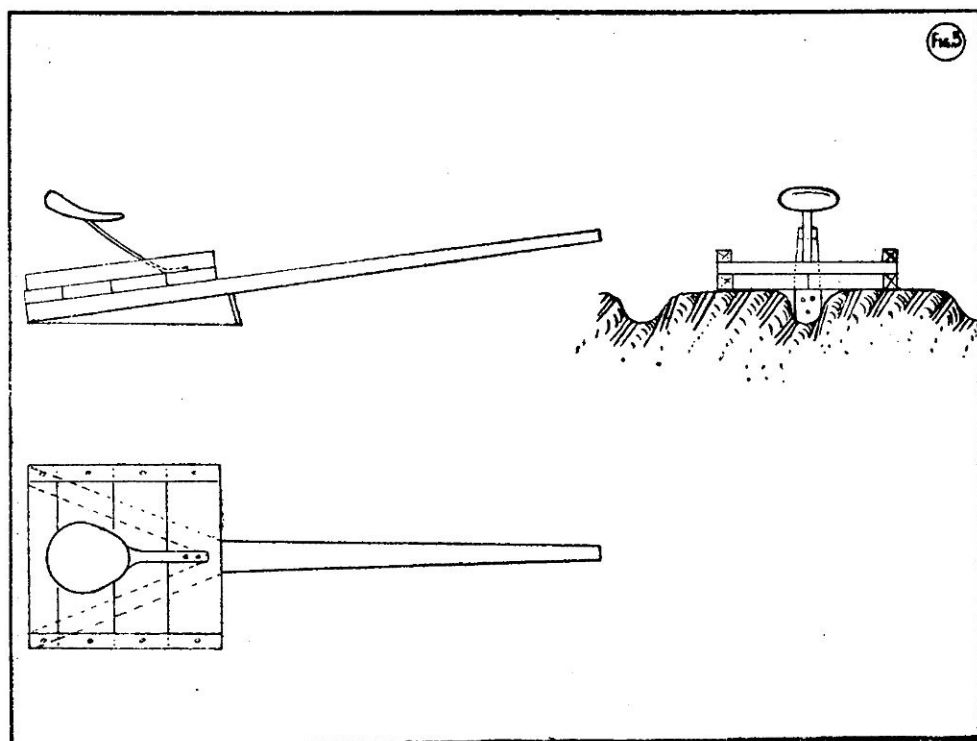
La razón para escoger la distancia de 20 centímetros es que hechas las siembras



a máquina, conviene dejar surcos cada dos hileras, lo que determina una distancia de 20 centímetros.

En realidad, la separación de los surcos es algo que la misma práctica debe aconsejar y se puede llamar «corrugation system» aun con surcos distanciados de uno o más metros, cuando la permeabilidad del terreno lo permita.

Cuando se siembra grano a máquina, los surcos pueden ser trazados antes de



sembrar y posteriormente ellos sirven para guiar las ruedas de la máquina sembradora.

Algunos agricultores trazan, sin embargo, sus surcos después de depositado el grano sobre el terreno.

Cuando se trata de alfalfa, trazan siempre los surcos después de haber sembrado.

Hechos éstos, se procede a unirlos con la acequia alimentadora o a trazar ésta si aun no lo ha sido.

Esta acequia ha de ser trazada lo más horizontalmente posible a fin de reducir el número de «compuertas igualadoras de nivel».

#### I.er caso. PENDIENTE NO MUY FUERTE

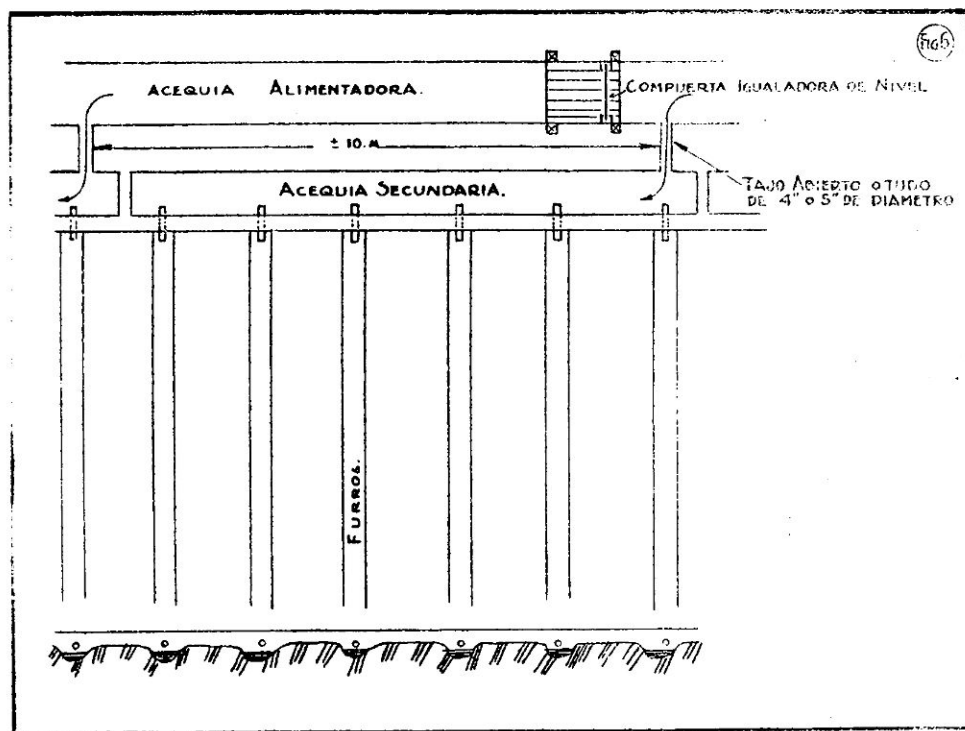
En este caso, se traza paralelamente a la acequia alimentadora, una acequia secundaria pequeña, cortada por tacos hechos inmediatamente antes de la compuerta



de la acequia alimentadora que alimenta el trozo de acequia secundaria de aguas abajo de ésta.

En esta forma, cada sección de acequia secundaria comprendida entre dos tacos, alimenta un cierto número de surcos y esta alimentación puede ser suprimida en un momento dado en cualquiera sección sin alterar apreciablemente el riego en el resto del terreno.

La cantidad de agua que recibe cada surco es más o menos la misma, en cada sección, y la graduación del caudal de ésta se hace fácilmente, modificando las tablas de su compuerta alimentadora.



La tarea del regador al iniciarse el riego consiste en alimentar igualmente los surcos en cada sección al romper con la pala la intersección de ellos con la acequia secundaria.

Esta operación será necesaria en el primer riego. Para los siguientes, la tarea del regador se reducirá solamente a graduar las compuertas de alimentación.

El largo de las secciones de acequia secundaria es generalmente del orden de los 10 metros; pero a veces, como en el caso de la alfalfa, se puede llegar al doble de esta distancia.

Se comprende que mientras más cortas son las secciones, más fácil es conseguir que todos los surcos estén alimentados igualmente y que el riego sea más eficiente.

Por otro lado, un largo pequeño de las secciones de la acequia secundaria, im-

plica un mayor número de compuertas alimentadoras y por lo tanto un encarecimiento del sistema.

La práctica misma lleva a estas dos variables a sugerir un largo adecuado que satisfaga ambas condiciones en la forma más económica.

El croquis de la fig. 6 indica la disposición general del sistema.

## 2.º caso. PENDIENTE MUY FUERTE

Para el caso de pendientes muy fuertes y cuando el terreno es marcadamente fácil de lavar, el uso de una cantidad mínima de agua es un punto indispensable, aun cuando se emplee el sistema de «corrugation».

Esto se consigue en la forma siguiente:

En vez de alimentar los surcos por secciones y con ayuda de una acequia secundaria, se alimentan directamente de la acequia alimentadora, pero esta vez no a «tajo abierto», sino que por medio de tubitos de madera o de otro material.

Se colocan los tubitos normalmente a la acequia alimentadora en forma que el extremo interior (dentro de la acequia alimentadora) quede «entre aguas», cuando la acequia esté en trabajo. El otro extremo debe dar al comienzo de cada surco.

La sección de los tubos es generalmente la equivalente a la de un círculo de  $\frac{1}{2}$ " ó  $\frac{3}{4}$ " de diámetro. El largo de los tubos debe ser el necesario para que sobresalga unas dos pulgadas a cada lado del borde de la acequia alimentadora. El hacer sobresalir los tubos por el lado de los surcos tiene por objeto evitar la destrucción del talud exterior de la acequia alimentadora.

La carga de agua debe ser lo más parecida posible para todos los tubos y esto se consigue con las compuertas igualadoras de nivel. Se colocan todos los tubos comprendidos entre dos compuertas sucesivas en una línea lo más horizontal posible y con esto y con la colocación de tablas en las compuertas se consigue tener una carga prácticamente igual para todos los tubos comprendidos entre dos compuertas.

Esta carga se regula generalmente a una altura de 10 á 20 centímetros y con la sola variación de esta carga se consigue dotar a los surcos de distintas cantidades de agua conforme a las necesidades y a las dificultades del riego.

Los tubos los hacen en U. S. A., generalmente con cuatro tablitas clavadas entre sí, formando un tubo rectangular o cuadrado.

El croquis de la figura 7 indica la disposición general del sistema y las fotos dan una idea más o menos clara de los detalles.

El trabajo del regador se reduce en este caso a regular la altura de cada una de las compuertas, comenzando por la de más hacia aguas arriba.

\* \* \*

Tanto en el caso de alimentación de los surcos por acequia secundaria como en el caso de alimentación por tubos, la cantidad de agua que debe circular por cada surco, es lo que gráficamente se describe por «un hilito de agua». La sección de los tubos y la carga de agua que se les da, dan una idea de la cantidad de agua que debe usarse.



Fig. 8



Fig. 9

Vista de los surcos en un trabajo con acequia secundaria. Nótese la cantidad de agua en los surcos.



Fig. 10

Vista de la acequia alimentadora con acequias secundarias a cada lado. El largo de las secciones de acequia secundarias está indicado por la distancia entre compuertas alimentadoras.

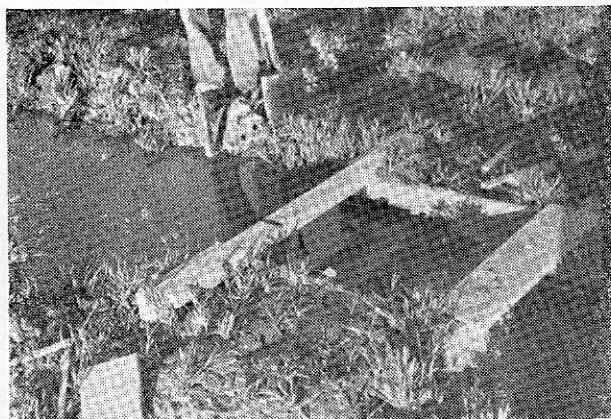


Fig. 11

Detalle de compuerta alimentadora. La alimentación se distingue inmediatamente aguas arriba de la compuerta.



Fig. 12

Tablito alimentador de un surco

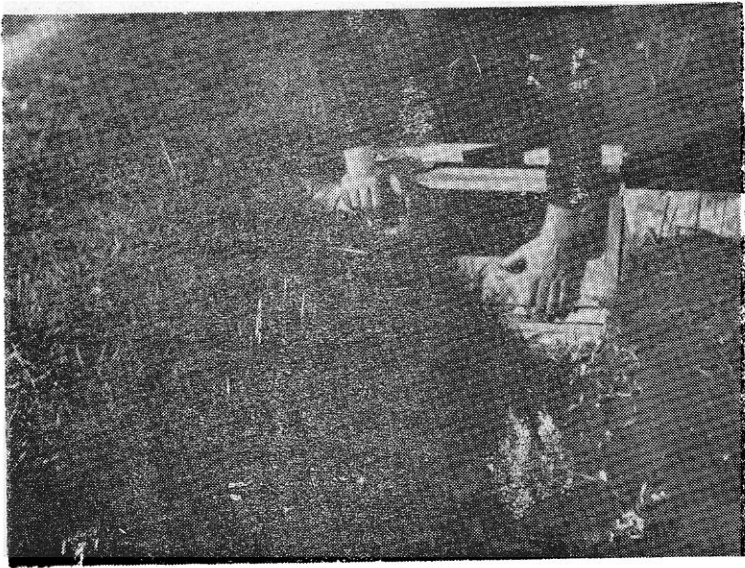
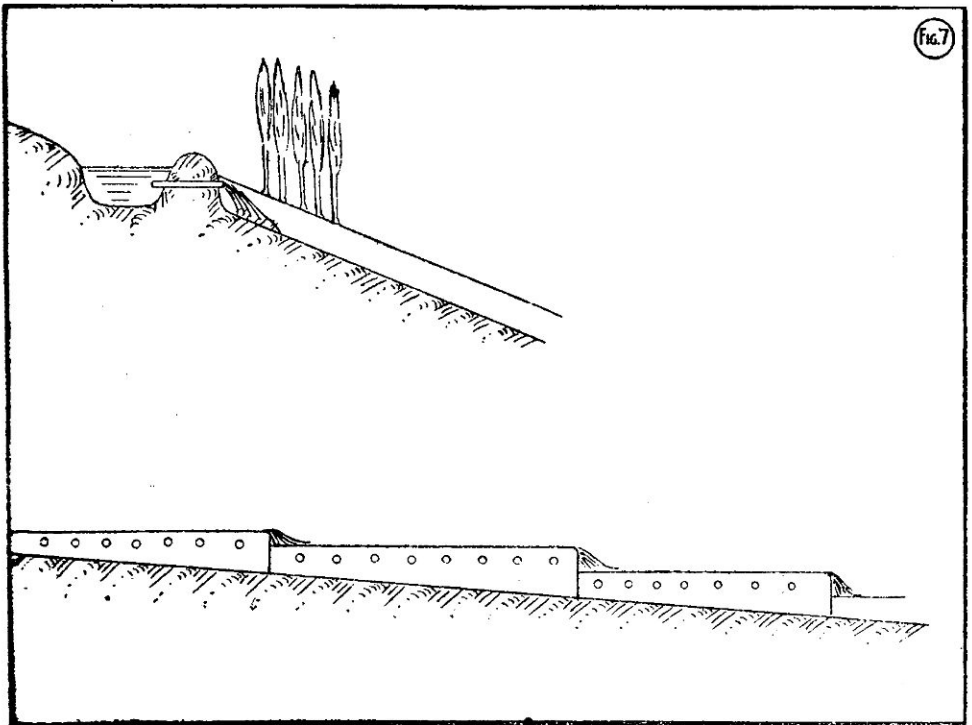


Fig. 13

Colocación de tablas en una compuerta igualadora de nivel.

En el primer caso, que es a tajo abierto, puede esta cantidad ser mayor; pero las circunstancias en que se aplica, hemos partido de la base de que lo permite.

Pero aun siendo la cantidad de agua mayor que con los tubos, se considera como un desarrollo ideal del riego cuando, al comenzar a alimentar los surcos, el agua en ellos no alcanza a mojar más de un par de metros en los primeros momentos, pues se «consume» en ese recorrido.



No porque esto sucede, se debe echar una cantidad mayor de agua en los surcos, pues se produciría el lavado y se creería terminado el riego, cuando el terreno todavía no estuviera completamente empapado, (soaked-in).

El regador americano gradúa sus compuertas en forma que el agua se consuma en el primer tiempo a unos dos metros de distancia de la acequia alimentadora.

Si va a emplear el día regando un espacio de terreno que necesita el empleo de unas diez compuertas igualadoras de nivel a 10 metros de distancia cada una, posiblemente que después de regular la última compuerta, encuentre que los surcos dependientes de la primera tienen el agua todavía a la misma distancia. En ese caso, con ayuda de un trozo de alambre verifica la limpieza de algunos tubos, cuyo gasto le parezca pequeño y no antes de una media hora se decide a aumentar el caudal de los surcos, agregando una tabla a las compuertas igualadoras de nivel.

Durante el transcurso del día, el agua en los surcos avanzará poco a poco; quizás pocos centímetros por minuto y cuando la espuma blanquecina llegue a la acequiecita colectadora al final de los surcos habrá llegado el momento en que el regador pueda proceder a cortar el agua que surte a la acequia alimentadora.

En algunas partes de su terreno en que han hecho los surcos de más de 50 metros de largo, la espuma blanquecina no ha llegado al final durante el día. Comienza su trabajo al día siguiente y a veces al cabo del tercer día lo da por terminado.