

Fig. 3 EQUIPO COLOCADOR DE CONCRETO DE OPERACION MANUAL ARRASTRADO POR UN TRACTOR, SE UTILIZA PARA EL COLADO DEL REVESTIMIENTO DE CANALES DE SECCION PEQUEÑA.

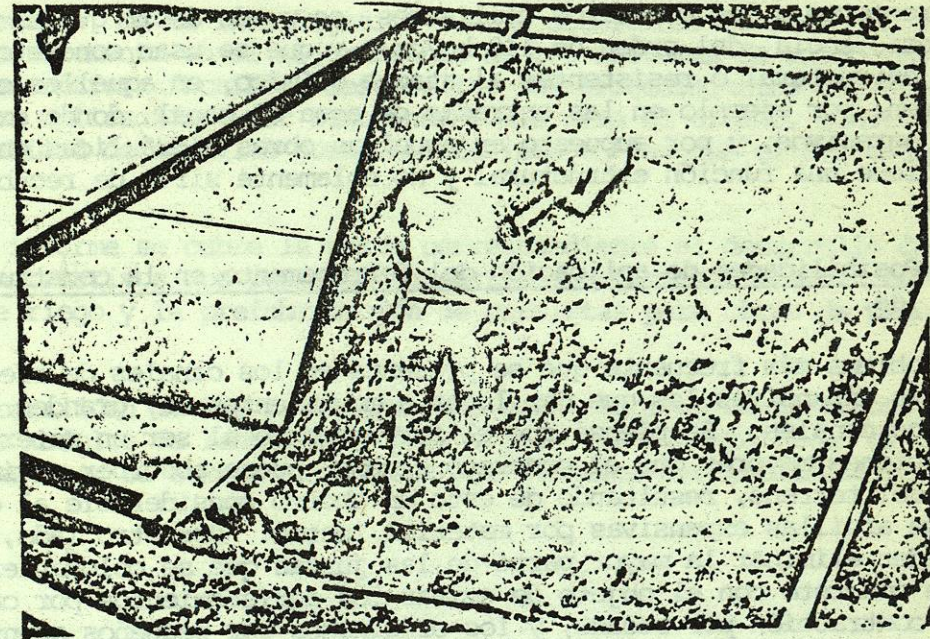


Fig. 4 AFINE DEL TALUD A MANO

En general se puede decir que los métodos que actualmente se siguen no ofrecen por sí mismos problemas y son rápidos, sencillos y económicos.

Las dificultades que llegan a presentarse se deben principalmente a fallas del terreno, ocasionadas por errores u omisiones en el proceso constructivo.

Esto sucede por ejemplo, en el caso de las zonas sobreexcavadas, en las que se hace un relleno en el momento de afinar el talud; el relleno no siempre alcanza la compactación requerida, originando en estos casos asentamientos del terreno que ocasionan fallas en el concreto.

Con respecto a los concretos utilizados, se puede decir que en general son de baja resistencia, del orden de 140 kg/cm<sup>2</sup>, y que se usan concretos de mayor resistencia estructural o resistentes al ataque químico, en aquellos casos que así lo requieren; por ejemplo en las entradas de agua al canal, donde existen suelos altamente agresivos, y por supuesto en aquellas obras hidráulicas en las que el concreto tiene una función estructural y no solamente sirve de recubrimiento impermeable.

1.2 Posibilidades de aplicación del ferrocemento en la construcción de canales.

El problema más frecuente que se presenta en los canales de riego es el de las arcillas expansivas las que dan lugar a movimientos muy grandes que dejan inoperantes los canales. Se piensa que el ferrocemento al ser un material que admite deformaciones mayores que el concreto simple, puede absorber movimientos diferenciales del terreno, resultando de esto un ahorro considerable al evitar la sustitución de arcillas expansivas por material inerte. Por otro lado, se piensa que se pueden eliminar la mayor parte de las juntas que se colocan en los revestimientos de concreto con el objeto de evitar los agrietamientos por cambios de temperatura, contracción por secado, y los originados por pequeños asentamiento en los taludes del canal. Con el uso de ferrocemento esto puede evitarse, ya que a pesar de tener espesores pequeños los porcentajes de refuerzo son relativamente altos, del orden del 3 por ciento distribuido en varias capas de mallas muy cerradas, con lo cual es posible detener el agrietamiento.

Por otra parte la Secretaría de Recursos Hidráulicos ha venido utilizando un tipo de canal prefabricado denominado canaleta para obras de pequeña irrigación, el cual se considera eficiente en cuanto a capacidad de conducción de agua, hasta para un gasto máximo de 400 lts/seg.

Las canaletas consisten en una serie de piezas de concreto vibrocomprimido, en forma de U, las que después de fabricadas y curadas se transportan al frente de trabajo uniéndolas a tope con un mortero de arena-cemento. Para lograr la impermeabilidad se requiere de la utilización de material de sello en las juntas de las piezas que tienen una separación de 25 cm entre sí.

La construcción de canales con estos elementos se efectúa, ya sea colocando y nivelando las piezas directamente sobre el terreno o bien, cuando se emplean como canales aéreos, reforzándolos con alambres o barras de acero que pasan por unas muescas localizadas en la parte superior e inferior de las canaletas. Estos canales descansan sobre pilas y cubren claros hasta de tres metros. En ambos casos se presentan problemas de pérdidas de agua; en el primero, por aberturas en las juntas debido a movimientos del terreno y en el segundo, debido a que las de-

formaciones por flexión sumadas a las deformaciones por cambios de temperatura -- abren la junta ocasionando filtraciones. También se ha observado que con este método se tiene un porcentaje elevado de piezas rotas no utilizables, lo que incrementa los costos del sistema.

Debido a los inconvenientes antes señalados, las canaletas de ferrocemento puede tener posibilidad de sustituir al sistema actual con grandes ventajas tanto en costo como en eficiencia, ligereza, facilidad y rapidez de construcción.

1.3 Objetivos de la investigación.

Los objetivos de la investigación fueron determinar la posibilidad de aplicación del ferrocemento en el mejoramiento de los sistemas de riego; en caso de que esto se encontrara factible, desarrollar los procedimientos constructivos que permitiesen su aplicación y dar recomendaciones para el diseño, construcción y control de calidad de aquellas obras hidráulicas en las que el ferrocemento sea aplicable.

En este informe se cubre la parte correspondiente al desarrollo de dos procedimientos constructivos que permiten construir con ferrocemento el revestimiento de canales de riego y la prefabricación de canaletas para obras de pequeña irrigación.

La aplicabilidad de los procedimientos constructivos se corroboró a través del ensayo de modelos de laboratorio y de tramos experimentales en el campo que permitieron estimar el comportamiento de los sistemas desarrollados y el costo de los mismos.

2. MATERIALES

2.1 Mortero.

Con objeto de seleccionar un mortero de cemento Portland que tuviera las características adecuadas para la fabricación del revestimiento impermeable de canales de riego, se estudiaron varias mezclas en las que se emplearon materiales disponibles en la zona del Alto Ixmiquilpan.

Paralelamente al estudio de morteros, se realizaron varios colados en el terreno de prueba, con el fin de observar el comportamiento de las mezclas sobre el terreno, aprovechando esto para entrenar a los obreros en la colocación y manejo de las mallas, así como familiarizarlos con el métodos de colocación del mortero.

Los principales requisitos exigidos a este mortero fueron:

- a) Resistencia a compresión a 28 días mayor de 250 kg/cm<sup>2</sup>.
- b) Manejabilidad adecuada para las condiciones de trabajo.
- c) Alta impermeabilidad.
- d) Baja contracción.

2.1.1 Características de la mezcla.

Tomando en cuenta que en el campo las mezclas de mortero no tendrían las características del que se fabrica en laboratorio, fue necesario preparar mezclas cuya consistencia les permitiera ser homogeneizadas y colocadas en las condiciones ambientales existentes. Esta circunstancia obligó a elaborar mezclas de consistencia plástica y eliminó la posibilidad de usarlas muy secas, como hubiera sido deseable para la aplicación propuesta.

La consistencia de las mezclas de prueba se midió con la mesa de fluidez -- (ASTM C-230) representando condiciones de laboratorio y con un cono de revenimiento de tamaño reducido, fig. 5, que puede ser utilizado como medio de control en el campo.

2.1.2 Variables estudiadas.

Debido a que las características de la zona, tanto del ambiente como del suelo, eran muy desfavorables, se hizo necesario ensayar diversas variantes en cuanto a relaciones arena-cemento y agua-cemento, efecto del curado con membrana y uso alternativo de aditivo retardante, fluidizante y una combinación de ambos.

Las pruebas realizadas, se llevaron a cabo por duplicado, en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería y en el laboratorio de campo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Lo anterior tuvo por objeto determinar las diferencias entre los resultados de pruebas hechas en la zona de construcción y los obtenidos en el laboratorio de la ciudad de México para tomarlos en cuenta al momento de hacer las recomendaciones.

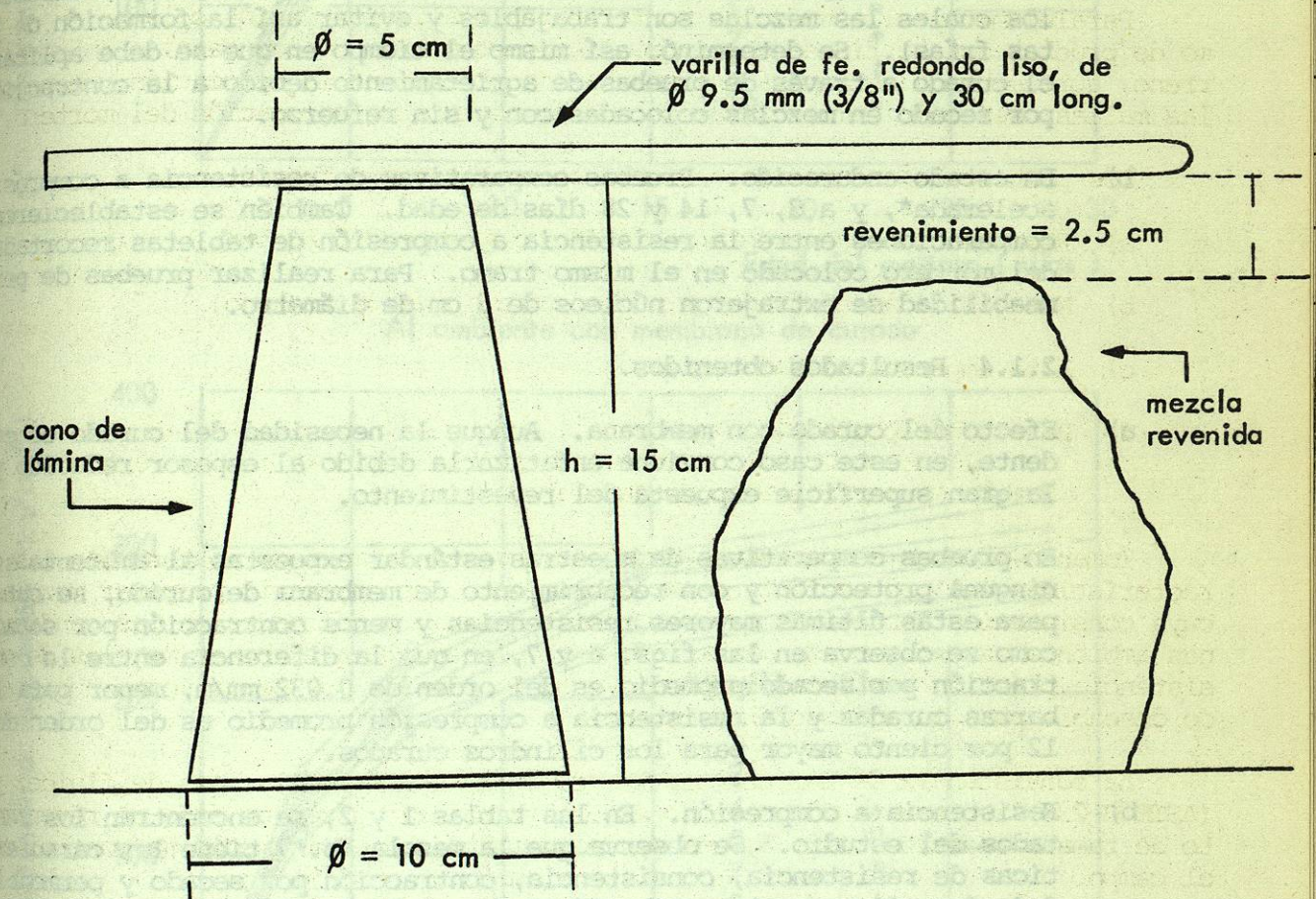


Fig 5. CONSISTENCIA DE LA MEZCLA DE MORTERO, MEDIDA EN CONO DE REVENIMIENTO DE TAMAÑO REDUCIDO