

## EL DRENAJE DE LOS SUELOS AGRICOLAS

Mario A Liotta(\*)

### **Origen del agua freática. La situación en el Valle del Tulúm.**

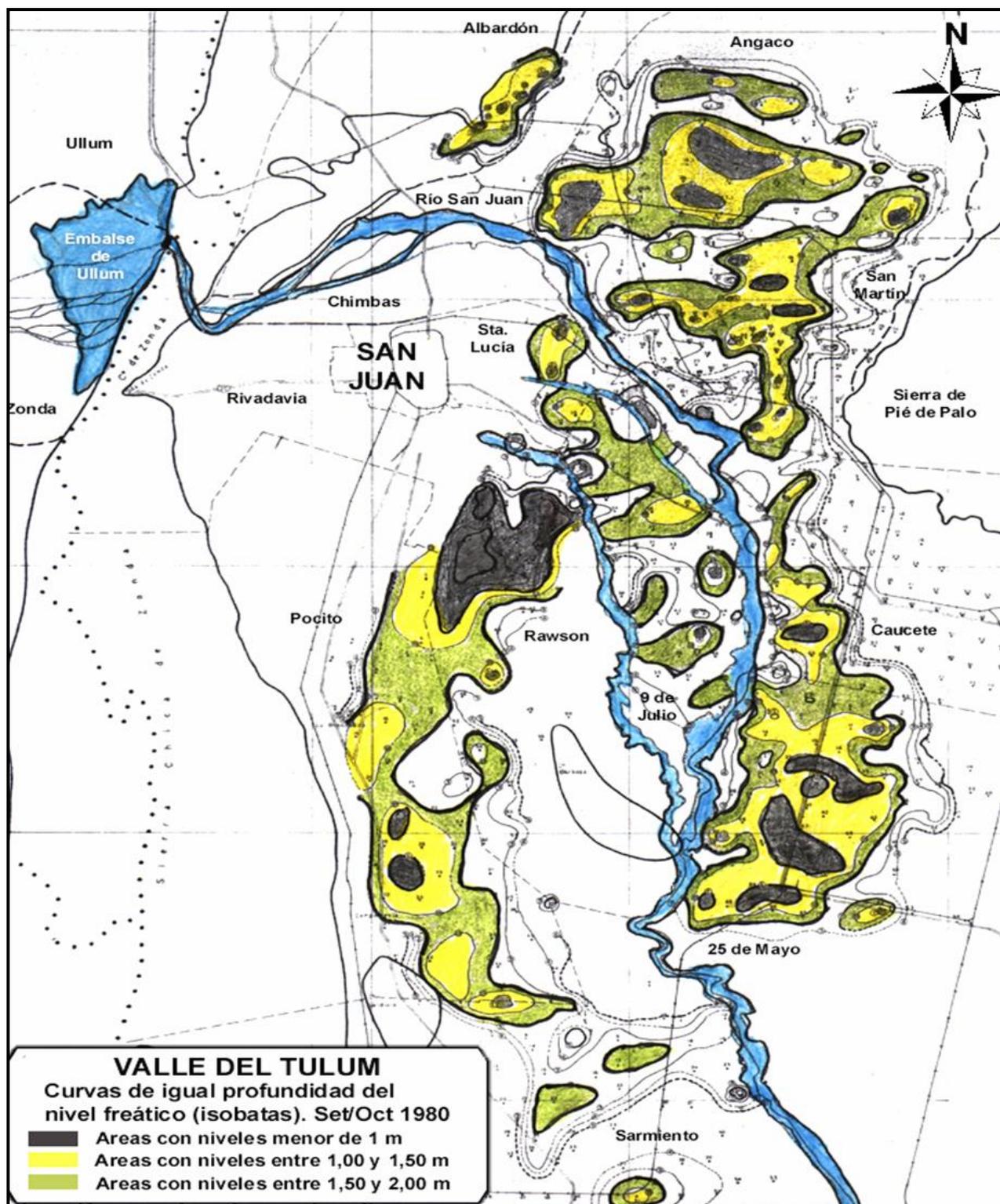
*La acumulación de agua en el suelo y formación de freáticas superficiales, pueden tener varios orígenes: Que se genere directamente en el lugar, proceder de zonas topográficamente mas altas, o por influencia de la presión artesisiana provenientes de acuíferos profundos en años de abundancia hídrica.*

*Se puede producir localmente en el lugar por la baja eficiencia de riego y filtración de acequias y canales no impermeabilizados. Los riegos prolongados y lámina excesivas producen acumulación sobre estratos arcillosos de baja permeabilidad, los niveles ascienden y se forman freáticas superficiales.*

*En el valle del Tulúm, se presentan extensas zonas afectadas por este fenómeno. Durante 1973 y 1980 el INTA realizó el relevamiento de los niveles freáticos en todos los departamentos. Del análisis de la información surgió que existen extensas zonas afectadas, de las que se destacan los departamentos. Albardón, Angaco, San Martín, Rawson, 25 de Mayo y Sarmiento. La superficie afectadas con niveles a 2 m o menos oscila entre 30.000 y 70.000 ha en todo el valle, dependiendo de la época del año y de los ciclos de abundancia de agua. En la Fig. 1 se presenta un mapa general del valle con una superficie afectada de 55.000 ha hasta 2 m de profundidad o menos para el mes de octubre de 1980.*

*La freática también puede provenir por recargas de cursos de agua, acequias no revestidas y propiedades bajo riego ubicadas en zonas topográficamente mas altas. El agua percola en profundidad y se dirige por capas permeables hacia las zonas bajas. Ejemplo de este caso es la zona revenida y pantanosa en el sector Este de Zonda generada por el río San Juan y el dique de Ullúm y cuya descarga es el estero de Zonda. También gran parte del Dpto Albardón y el oeste de Angaco se presentan ascensos de los niveles por recarga desde el lecho del rio San Juasn en años de abundancia de agua. Otros casos son la zona de Carpintería en el Dpto. Pocito y Colonia Fiscal en el Dpto. Sarmiento, que presentan cultivos en terrazas .y pendiente pronunciada en el sentido Oeste-Este. En estos casos, las propiedades ubicadas en los sectores mas altos producen excesos de riego que afectan terrenos ubicados en las zonas mas bajas*

*.(\*) Investigador en Suelo, riego y drenaje. INTA San Juan.*



*Figura 1 Superficie afectada con niveles freáticos hasta 2 m o menos. Oct 1980*

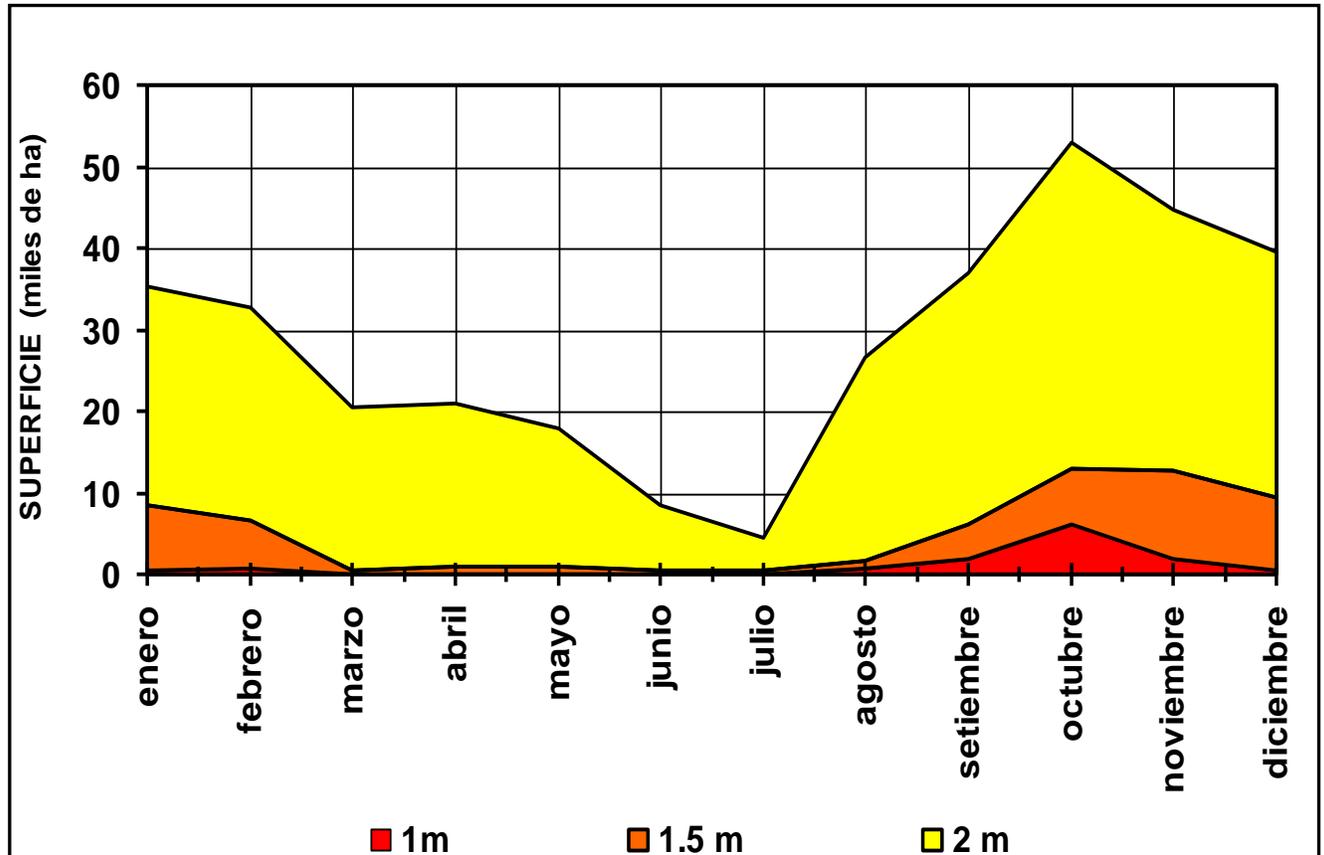
Otro factor es la presión artesiana proveniente de acuíferos profundos en áreas de descarga como consecuencias de un periodo de abundancia hídrica que colma el acuífero incrementando los niveles del agua subterránea. Caso típico de este fenómeno es la zona de Médano de Oro en el Dpto. Rawson (**Figura 2**).



**Figura 2.** Médano de Oro (San Juan). Niveles freáticos superficiales por efecto de ascenso de acuífero subterráneo

### **Comportamiento estacional de la napa freática**

Cuando el origen de la formación de napas freáticas es el exceso de riego, los niveles no se mantienen estables en el tiempo, sino por el contrario son muy dinámicos y fluctúan durante la temporada. A partir de agosto, donde comienza a incorporarse el riego en la red, los niveles freáticos comienzan a ascender paulatinamente. Luego en la medida que se avanza en la temporada (setiembre–octubre) se producen ascensos importantes, debido a la tendencia es aplicar riegos con baja eficiencia (grandes volúmenes de agua en relación a las necesidades de riego). En cambio en el periodo estival, de gran consumo por los cultivos y la vegetación natural, los niveles comienzan a descender, aproximadamente desde mediados de noviembre hasta marzo. De igual modo al suspenderse el suministro del agua en los canales (junio-julio) los niveles se profundizan aun más. En la figura 3 se muestra esta variación estacional



**Figura 3.** Valle del Tulúm. Superficie afectada por freática en diferentes meses del año

Por otra parte, si la recarga no está relacionada al riego sino al acuífero subterráneo, los niveles ascienden en el periodo de menos consumo de la masa vegetal (a partir de abril y durante el invierno). Esta situación se presenta en el área central del valle en localidades como Las Chacritas, Bajo Segura, Médano de Oro, etc.

### **Efecto sobre los suelos y los cultivos.**

#### **Salinización**

En terrenos que dejan de cultivarse por varias temporadas y ante la presencia de freáticas superficiales se produce resalinización (ascenso de sales por capilaridad) y pierden su productividad. (Figura 4) Es necesaria la recuperación a través del lavado de suelos y obras de drenaje para evacuar el exceso de sales.

#### **Intoxicación por sales y asfixia radicular**

El efecto sobre los cultivos depende de la especie, del tipo de suelo y de la magnitud del fenómeno. Los síntomas propios son asfixia radicular, intoxicación por sales, (Cloruros, Boro), fallas en el crecimiento, poco vigor, amarillamiento de hojas, bajos rendimientos y en casos extremos, pérdidas del cultivo y salinización del perfil del suelo. La afectación es mayor en cultivos permanentes que desarrollan un mayor sistema radicular en profundidad (Vid, olivo, frutales, etc).



**Figura 4** Efectos de salinización del suelo por presencia de freáticas superficiales

Algunos cultivos como el olivo son sensibles a la saturación del suelo y a las napas freáticas cercanas, principalmente si los ascensos son bruscos. Los síntomas son amarillamiento y defoliación afectando el desarrollo y la productividad. Se producen además condiciones favorables para la aparición de diversas enfermedades.(Figura 5)



**Figura 5.** Olivo con hojas amarillentas afectado por asfixia radicular.

*Cuando el agua freática es de mala calidad (salina), se produce además intoxicación por cloruros y boro como puede verse en la Figura 6. Las sales son absorbidas por las raíces en momentos en que la capa freática asciende o bien por falta de humedad en el suelo en donde el sistema radicular más profundo absorbe de la napa. El efecto sobre los cultivos es necrosado en el borde de las hojas, marchitez y muerte de plantas en caso de intoxicaciones severas.*



**Figura 6.** *Intoxicación por cloruros y boro en vid.*

### **Que es el drenaje?**

*“La función del drenaje es eliminar el exceso de agua deprimiendo los niveles freáticos, mejorando la aireación, la exploración radicular y el acceso a nutrientes” Asimismo facilitar la remoción de sales y evitar la resalinización de los suelos. Tales condiciones devuelven la productividad a tierras potencialmente fértiles que se encuentran marginadas del proceso productivo.*

### **Investigación con fines de drenaje. Proyectos**

*Ante las condiciones mencionadas el productor debe recurrir a la acción beneficiosa del drenaje artificial para la eliminación de los excedentes e impedir la degradación de los suelos*

*El primer paso de un proyecto es determinar la posibilidad de evacuar los excedentes hacia zonas de descarga. Se deben relevar drenes colectores, desagües y lugares bajos que permitan la evacuación de los excedentes de agua de la zona a drenar. En general en todos los departamentos con problemas de drenaje existe una red de drenaje colectora general y drenes secundarios o terciarios que descargan en los colectores. Sin embargo, no son comunes los drenes a nivel parcelario.*

**Instalación de red de freaímetros y medición:** Para conocer la profundidad de la napa y su comportamiento en el tiempo es necesaria la instalación de una red de freaímetros en lugares representativos. Consisten en tubos de PVC de 40 mm de diámetro y se instalan hasta una profundidad mayor de lo que se quiere medir. Por lo general es suficiente 3 m. En la parte inferior (unos 80 cm), son ranurados y protegidos con material filtrante (arena gruesa, ripio fino). La terminación en la parte superior es con una base de hormigón y se coloca un tapón de protección. Colocados en lugares protegidos y seguros su duración es prolongada

Las lecturas se realizan con una cinta métrica común. (Figura 7) Se mide y se registra la profundidad del agua en cada sitio consignando la fecha, hora e información de interés, como ser ascensos por influencia de un riego, anegamiento, etc. Son suficiente dos a tres lecturas durante un periodo de 60 días.



**Figura 7.** Medición de la profundidad del agua con cinta en freaímetros.

**Relevamiento de suelos:** Tiene como finalidad conocer las características y tipos de suelos, textura, estructura, disposición de las capas, saturación, etc. Los pozos de los freaímetros son aprovechados también para describir el perfil del suelo. En general es necesaria una observación por cada 2-3 ha y algunos pozos mas profundos para determinar la profundidad a la que se encuentran capas arcillosas poco permeables (barrera de drenaje). En sectores salinos e incultos también puede ser necesaria extracción de muestras para análisis de salinidad.

**Conductividad hidráulica:** También conocida como permeabilidad indica el grado o facilidad con que el agua fluye y se desplaza a través del manto saturado y es un parámetro básico y fundamental para determinar el espaciamiento entre drenes. En la práctica se determina mediante ensayos a campo por el método del “pozo barrenado” en los que se puede utilizar los mismos hechos para los freatómetros y de observaciones de suelo. Consiste en el abatimiento del nivel freático y observar la recuperación del agua (ascenso vertical) en el tiempo. A través de fórmulas establecidas se calculan los valores en gabinete. En función de la Conductividad hidráulica se determina la porosidad efectiva que se define como el volumen de agua que fluye del espacio poroso y se desaloja del suelo cuando desciende el nivel freático. Para su determinación existen tablas que la relacionan con la Conductividad hidráulica.

**Topografía:** Para poder determinar la profundidad y cota del nivel del agua en relación al terreno, es necesario enlazar topográficamente todos los puntos de interés. Se realiza la altimetría de los freatómetros, del terreno, fondo de drenes colectores, puentes, pasantes, zonas deprimidas, etc

**Mapas:** Con la información más representativa de las lecturas de profundidad del nivel freático se confeccionan en primer lugar un mapa con curvas de igual profundidad freática (isobatas). En la figura 8 se presenta una propiedad en donde se instaló una red de 8 freatómetros en sectores representativos y se midió la profundidad del nivel freático. Posteriormente se trazaron las curvas a las profundidades de 1, 1,50 y 2 m. La información permite ver con claridad cual es el sector más afectado con freática.



**Figura 8.** Red de freatómetros y curvas de igual profundidad freática

Otros mapas que se pueden obtener son el de topografía y de curvas equipotenciales (de cota de agua), que indican el gradiente hidráulico y permiten trazar las líneas de flujo, que definen como se desplaza el agua, o sea la dirección, el sentido y las zonas de descarga.

**Determinación de espaciamentos:** Para el cálculo del espaciamiento son utilizadas formulas de flujo no permanente con recargas de riego espaciadas en el tiempo en función de las necesidades y la eficiencia. Para establecer las necesidades de riego para el o los cultivos a realizar se confecciona un calendario de riego para toda una temporada. Para el cálculo de la recarga a la que se verá sometido el sistema, se determinará la elevación de la freática que produce un riego por las perdidas en profundidad. En la práctica esto también se puede obtener determinando en freatómetros el ascenso real al momento de efectuar un riego, Con todos esos datos, mas los de conductividad hidráulica, porosidad efectiva, y profundidad a la barrera impermeable se calcula por tanteos , determinando para diferentes espaciamentos el incremento que se produce por cada intervalo de riego. La solución es cuando se verifica que al final de la temporada el valor del nivel freático es similar al del inicio.

**Trazado de la red:** El trazado de drenes parcelarios se realiza sobre las áreas más afectadas manteniendo en lo posible los espaciamentos calculados. Se deben aprovechar las máximas pendientes del terreno y callejones amplios (en el caso de drenes a cielo abierto).

En la figura 9, el sistema de drenaje esta constituido por tres drenes parcelarios paralelos, distanciados 120 m entre si que desembocan a un dren secundario y este a su vez en un dren colector



**Figura 9.** Trazado de una red de drenaje parcelario

## **Tipos de drenes**

Existen dos tipos de drenes, los descubiertos o a “cielo abierto” y los subterráneos. En ambos casos pueden ser excavados manualmente o con maquina retroexcavadora. En cualquiera de los dos sistemas el agua comienza a fluir hacia y por la zanja (o los tubos), creando una depresión que se manifiesta por una curva. Un sistema de drenaje estará bien diseñado cuando el punto central entre dos drenes se encuentre lo suficientemente profunda para no afectar al cultivo.

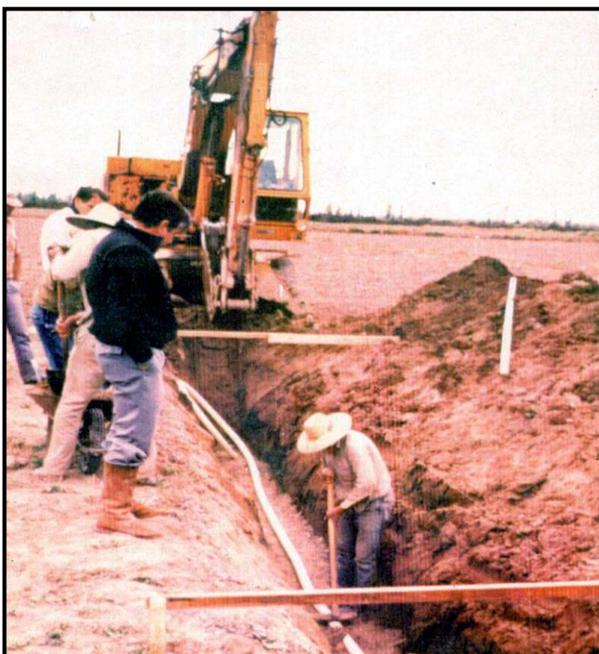
Por lo general poseen una forma en V, con un talud que varía de acuerdo al tipo de textura y estructura del perfil del suelo. El más común es 1:0,5, es decir 0,50 m de ancho por cada metro de profundidad (ángulo de 60 °). Cuando el talud es muy vertical se torna inestable y se producen desmoronamientos (Figura 11)

En cuanto a la pendiente lo más recomendable es entre el 0,15 % (15 cm/100 m) hasta 0,30 % (30 cm/100 m).

Los drenes abiertos pierden eficiencia de trabajo al poco tiempo debido a que pierden profundidad y a proliferación de malezas acuáticas. Para un óptimo funcionamiento es necesario limpiarlos y reprofundizarlos al menos una vez al año..

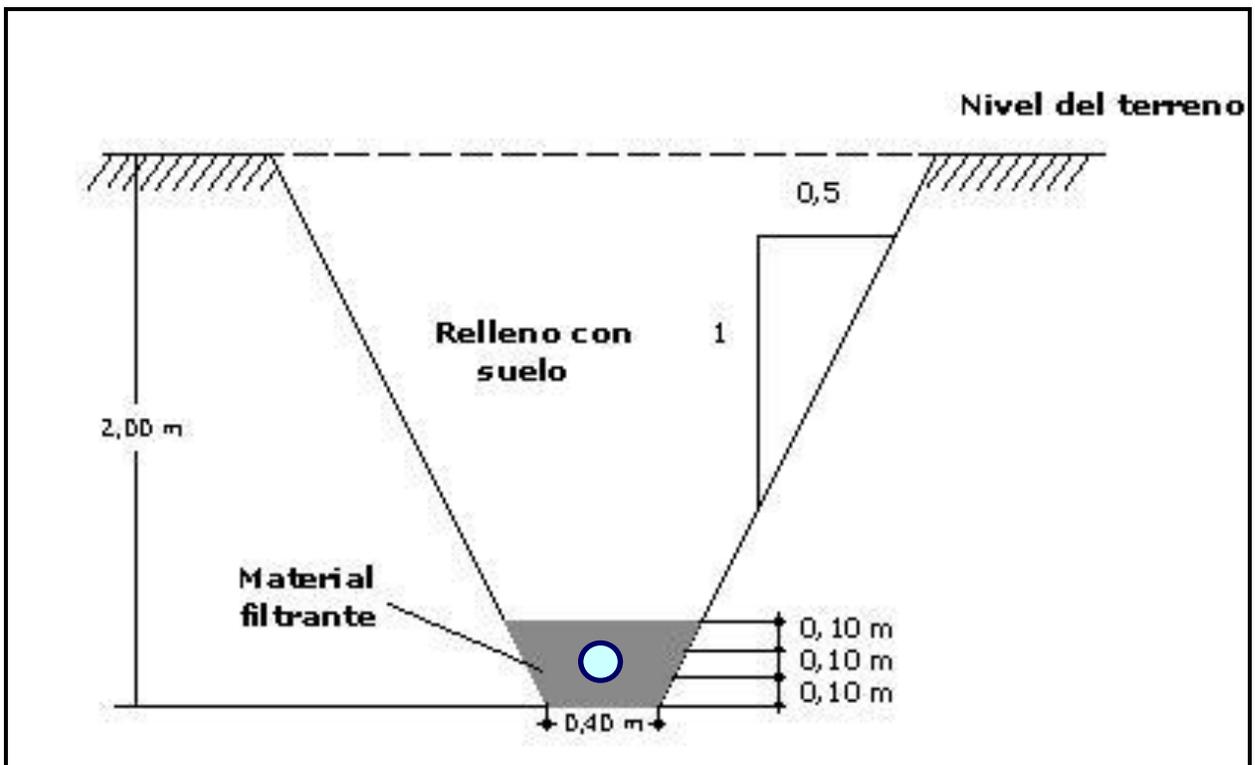


**Figura 11.** Dren con talud vertical inestable.



**Figura. 12.** Construcción de dren entubado

Los drenes subterráneos pueden ser de hormigón, cerámica o tubería plástica perforada de PVC. Se recubren con material filtrante (ripio), cuya granulometría debe impedir el paso de sedimentos hacia la tubería y que no se obstruya con el tiempo. (Fig. 13). Si bien tienen una inversión inicial mas costosa, presenta varias ventajas respecto a los descubiertos. Estando bien diseñados y contruidos, el mantenimiento es mínimo, no ocupan espacio ni interfieren con las labores culturales. Además no interrumpen el transito de vehículos dentro de la propiedad ni es necesaria la construcción de pasantes y puentes.



**Figura 13.** Esquema de dren subterráneo