

# DRENAJE DE SUELOS PARA USO AGRÍCOLA

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

- ¿Qué es el drenaje?
  - ¿A qué se debe que se produzcan problemas de drenaje?
- 

## 01. Drenaje de suelos para uso agrícola.

- ¿Cómo es su comportamiento en el tiempo?
  - ¿Qué efecto produce sobre los suelos y los cultivos?
  - ¿Qué investigaciones de drenaje se han desarrollado hasta el presente?
- 

## 02. Problemas de drenaje a nivel finca.

- Relevamiento.
  - Construcción de frentímetros.
  - Medición de niveles.
  - Mapas.
  - Conductividad hidráulica (K).
  - Topografía.
  - Determinación de espaciamientos.
- 

## 03. Drenes.

Manual de capacitación : drenaje de suelos para uso agrícola / Mario Liotta ...  
[et al.]. - 1a ed. edición especial. - Rivadavia : Marta Laura Paz, 2015.  
22 p. ; 23 x 17 cm.

Edición para UCAR. Unidad para el cambio rural  
ISBN 978-987-33-8777-7

1. Ingeniería de Drenaje. I. Liotta, Mario  
CDD 631.62



# INTRODUCCIÓN

## ¿QUÉ 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, facilita la remoción de sales y evita la resalinización de los suelos. Tales condiciones mejoran y devuelven la productividad a tierras potencialmente fértiles que se encuentran marginadas del proceso productivo.

## ¿A QUÉ SE DEBE QUE SE PRODUZCAN PROBLEMAS DE DRENAJE?

La saturación del suelo y formación de freáticas superficiales, pueden tener varios orígenes: que se genere directamente en el lugar; que proceda de zonas topográficamente más altas o por influencia de la presión artesiana proveniente de acuíferos profundos en años de abundancia hídrica.

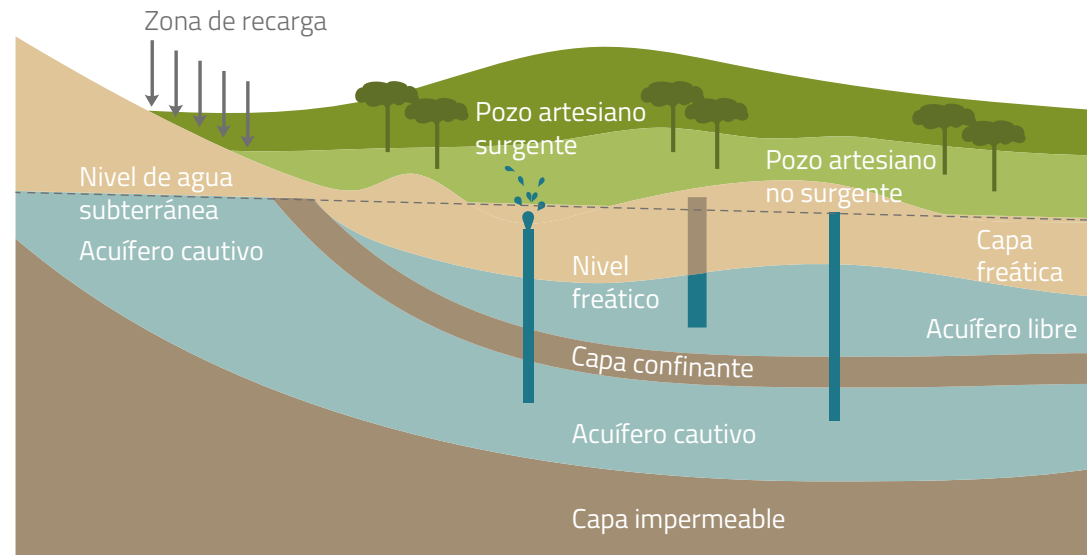
Se puede producir localmente en el lugar por la baja eficiencia de riego y filtración de acequias y canales no impermeabilizados. Los riegos prolongados con lámina excesivas o en el momento inadecuado producen acumulación sobre estratos arcillosos de baja permeabilidad en que los niveles ascienden y se forman freáticas superficiales. En la *foto 01* se muestra un riego excesivo en una viña espaldera aplicado en invierno.



**FOTO 01**  
Riego excesivo en viña espaldera efectuado en invierno.

En el ejemplo que se muestra el volumen de agua es muy abundante, aplicado fuera de época y sin ningún beneficio para el cultivo. La mayor parte percola en profundidad alimentando la napa freática a nivel local y zonal.

La freática también puede provenir por recargas de cursos de agua y zonas bajo riego ubicadas en zonas topográficamente más altas. El agua infiltra en profundidad y se dirige por capas permeables hacia las zonas bajas. Ejemplo de este fenómeno es la zona revenida y pantanosa en el sector este de Zonda generada por el río San Juan y el dique de Ullum y cuya descarga es el estero de Zonda. 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 más altos producen excesos de riego que afectan terrenos ubicados en las zonas más bajas *Fig. 01*.



**Fig. 01** Generación de freática superficial desde zonas más elevadas.

Otro factor es la presión artésiana proveniente de acuíferos libres o semiconfinados 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 *foto 02*.



**FOTO 02**  
Médano de Oro (San Juan). Niveles freáticos superficiales formando lagunas.

# 01. DRENAJE DE SUELOS PARA USO AGRÍCOLA

¿CÓMO ES SU COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO?

Cuando el origen de la formación de napas freáticas es el exceso de riego, los niveles no se mantienen estables en el tiempo sino que, por el contrario, son muy dinámicos y fluctúan. A partir de agosto, cuando comienzan a incorporarse mayores volúmenes de riego en la red, los niveles freáticos comienzan a ascender paulatinamente. Luego, en la medida que se avanza en la temporada (septiembre–octubre) se producen ascensos importantes, debido a que 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 vuelven a ser más profundos. En la Fig. 02 se muestra esta variación estacional para el Valle del Tulum.

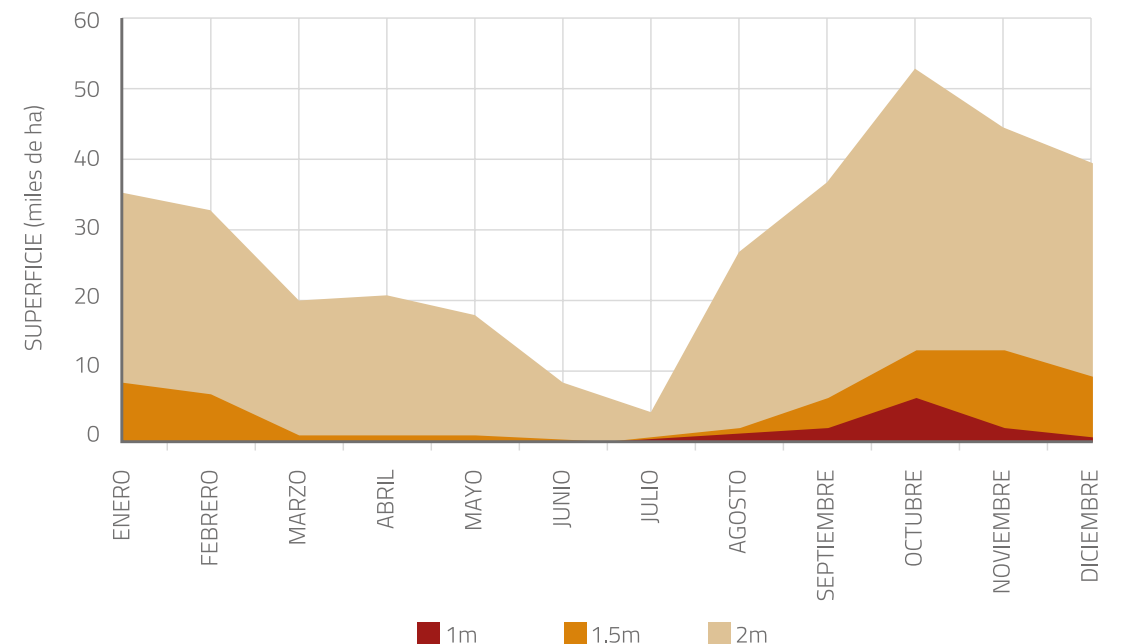
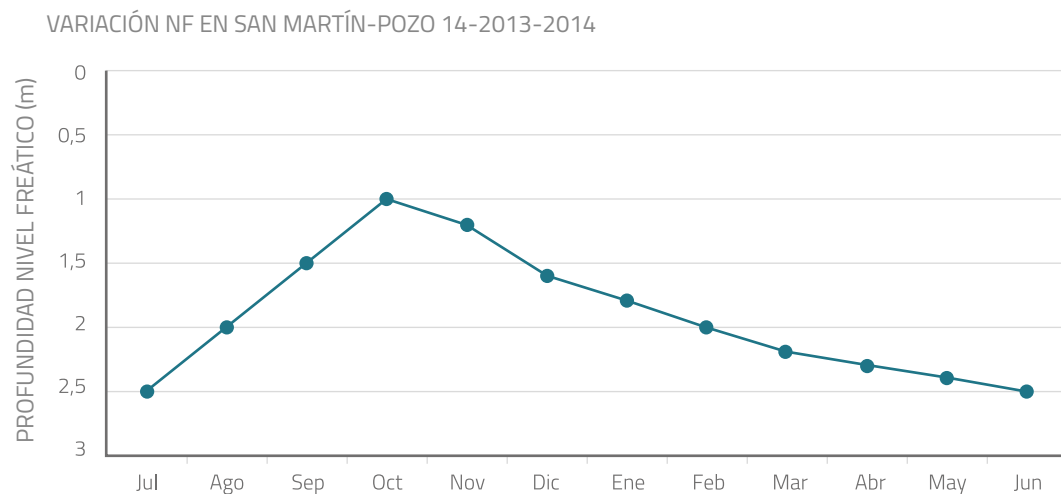


Fig. 02 Valle del Tulum. Superficie afectada por freática en diferentes meses del año.

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.

En el hidrograma de la *Fig 03* se puede ver la variación de la profundidad freática en el tiempo registrada en un freatímetro del departamento San Martín en un año completo. Se puede ver claramente que las mayores profundidades (2,50 m) se presentan en el invierno (junio-julio) y corresponde a períodos en que la entrega de agua es reducida o nula. En cambio, a partir de agosto, conforme a que la entrega de agua y las necesidades de riego aumentan, se incrementa también el nivel freático llegando a un máximo de 1 m en el mes de octubre. En adelante se produce un paulatino descenso al aumentar la evapotranspiración (consumo de agua) por lo cultivos.



**Fig. 03** Variación anual del nivel freático en un pozo de observación.

**¿QUÉ EFECTO PRODUCE 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. En estos casos, es necesaria la recuperación a través del lavado de suelos y obras de drenaje para evacuar el exceso de sales. La *foto 03* muestra un terreno que fue cultivado y posteriormente abandonado y se resalinizó por presencia de freática superficial.



**FOTO 03**  
Salinización secundaria en un terreno afectado por freática superficial.

▪ **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, amarillamiento de hojas, intoxicación por sales, (cloruros, boro), fallas en el crecimiento, poco vigor, 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 sistema radicular mayor (vid, olivo y frutales).



**FOTO 04**  
Amarillamiento de hojas en olivo por sintomatología de asfixia radicular.

En el caso de la *foto 04* se trata de un monte de olivos afectado por freática a 0,80 m de profundidad limitando la disponibilidad de oxígeno en la zona radicular, restringiendo el crecimiento y el acceso a nutrientes del suelo.

Cuando el agua freática es de mala calidad (salina), se produce además intoxicación por cloruros y boro como puede verse en las fotos 05.a y 05.b. 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 explora y 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.



**FOTO 05.a**  
Intoxicación en hojas de vid por cloruros.

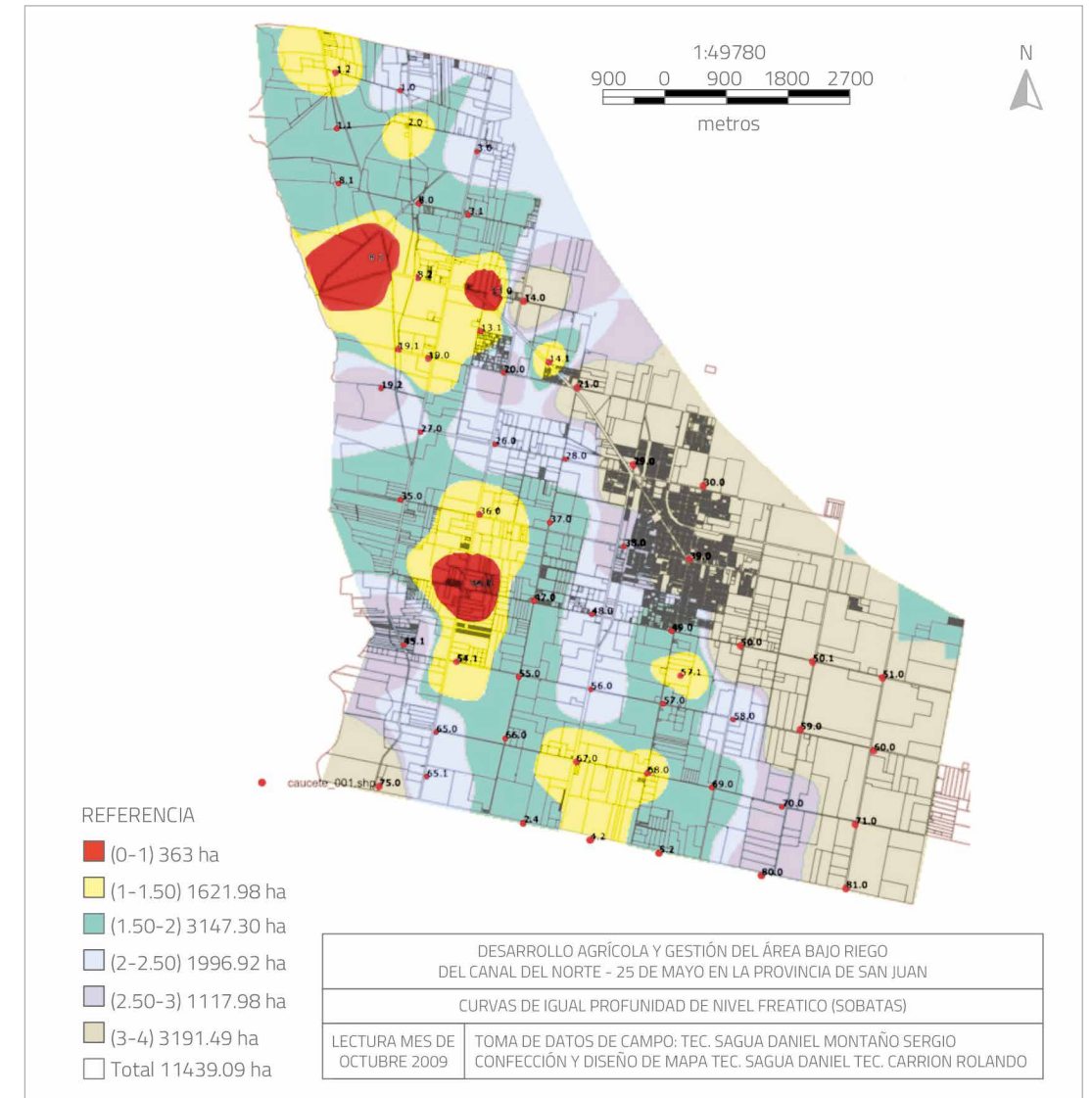


**FOTO 05.b**  
Intoxicación en hojas de vid con boro.

**¿QUÉ INVESTIGACIONES DE DRENAJE SE HAN DESARROLLADO HASTA EL PRESENTE?**

Las investigaciones sobre drenaje comenzaron a desarrollarse en la década del 70. Entre 1973 y 1980, el INTA realizó el relevamiento de los niveles freáticos en todos los departamentos del Valle del Tulum. 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 con una superficie afectada de alrededor 50.000 ha. Como consecuencia de esos proyectos de investigación el Gobierno de San Juan, a través de los organismos involucrados, ejecutó y mejoró diversas obras de drenaje a nivel de colectores en el valle. No obstante, los problemas de drenaje fueron parcialmente solucionados. La problemática se retomó a partir de 2005 con la acción conjunta del Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), el Departamento de Hidráulica y el INTA, reponiendo en gran parte la red de freatómetros y continuando los estudios de drenaje localizados en los Departamentos Albardón, Angaco, San Martín, Caucete, 25 de Mayo y Sarmiento.

La información generada permite determinar aquellas zonas con mayores problemas que se denominan de "revenición crónica" o "riesgo freático". En la Fig. 04 se presenta, a modo de ejemplo, un mapa del Depto Caucete para el mes de octubre de 2009, en donde se identifican las áreas con mayores problemas de freáticas superficiales que afectan cultivos. Los sectores en color rojo corresponden a zonas afectadas hasta 1 m, en amarillo hasta 1,50 m y en verde hasta 2 m de profundidad. El resto está libre de riesgo freático ya que la mayoría de los cultivos permanentes (vid, olivo, frutales) poseen la mayor parte del sistema radicular hasta 1,50 m como máximo.



**Fig. 04** Dpto Caucete. Áreas de igual profundidad freática (Isobatas) – Octubre 2009.

## 02. PROBLEMAS DE DRENAJE A NIVEL FINCA

### ¿CÓMO SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS DE DRENAJE A NIVEL DE FINCA?

La saturación del suelo y freáticas cercanas a la superficie por ser un fenómeno que se produce en el subsuelo no es fácilmente detectable y no se le da la suficiente importancia hasta que aparecen sintomatologías de amarillamiento, intoxicación, crecimiento restringido y disminución de la productividad en general. A continuación se resume a manera de guía los pasos necesarios para la solución del problema a través de un proyecto de drenaje.

- **Relevamiento:** Consiste en determinar la posibilidad de evacuar los excedentes hacia zonas topográficamente más bajas y depresiones que se denominan áreas de descarga. Para ello es necesario 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 colectora general y drenes secundarios o terciarios que descargan en los colectores.
- **Construcción de freatímetros:** Se utilizan para determinar donde se ubican las zonas más afectadas. Consisten en tubos de PVC de 50 mm de diámetro que se instalan en sectores representativos de la finca.

### Crterios para su instalación

- Ubicado en un sector de fácil acceso.
- Alejado de acequias, drenes y desagües.
- Que no se encuentre en zonas altas o bajas.
- Ubicado en un sector que se conserve y tenga una duración prolongada.

Los lugares adecuados para que perduren en el tiempo son en esquineros de parrales, en línea con alambrados (lo más cerca posible), cerca de construcciones u obras permanentes, en cabecera o pie de cultivos en línea, etc.

El pozo se realiza con pala de barreno de un diámetro de 12-13 cm a la que se agregan extensiones roscadas de 1m hasta conseguir la profundidad deseada

(FOTO 06.a y 06.b). Por lo general es suficiente 3 m. En la parte inferior (unos 80 cm), son ranurados y el tubo se protege con una tela o membrana permeable y material filtrante (arena gruesa, ripio fino) que permitirá la entrada/salida del agua y evitará el ingreso de partículas de suelo al interior del tubo (foto 6.c y 6.d).



FOTO 06.a  
Pala barreno.



FOTO 06.b  
Perforación en la línea de cultivo.



FOTO 06.c  
Ranurado del tubo.



FOTO 06.d  
Protección con tela permeable.

Conforme a la realización del pozo, es conveniente la descripción del perfil del suelo por capas, ya que aporta información de las características texturales y hasta la profundidad explorada. En particular, a los fines de drenaje importan las texturas que se presentan en el subsuelo (por debajo de 1 m y hasta los 3-4 m). La textura se determina al tacto y para ello es necesaria la experiencia de un reconocedor de suelos. No obstante, en caso de duda es conveniente extraer una muestra y enviarla a laboratorio para determinación por el método de volumen de sedimentación. Las texturas que más predominan en los suelos son las que figuran en el cuadro a continuación.



TIPOS DE SUELO	TEXTURA	SÍMBOLO
LIVIANOS	Arenoso	a
	Arenoso Franco	aF
MEDIOS	Franco Arenoso	Fa
	Franco	F
	Franco Limoso	FL
	Franco Arcilloso Arenoso	FAa
PESADOS	Franco Arcilloso	FA
	Franco Arcillo Limoso	FAL
	Limoso	L
	Arcillo Arenoso	Aa
	Arcillo Limoso	AL
	Arcilloso	A

**Cuadro 01** Principales texturas para diferentes tipos de suelo.

Para la terminación en la parte superior hay diferentes formas para proteger el freatímetro. La más sencilla es la colocación de una tapa a rosca o un tapón de la misma medida. Cuando el freatímetro está instalado en sectores poco seguros se utiliza una base de hormigón.



**FOTO 07.a**  
Terminación con tapa roscada.



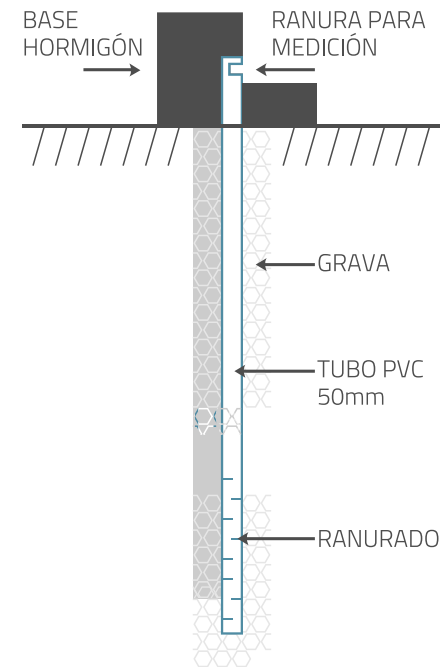
**FOTO 07.b**  
Terminación con tapón de 50 mm.



**FOTO 07.c**  
Base de hormigón y tapa plástica.



**FOTO 07.d**  
Freatímetro terminado.



**Fig. 05**  
Esquema de instalación de un freatímetro.

Una vez instalado se procede a la georreferenciación con GPS en coordenadas Gauss-Kruger (WGS 84) o geográficas (WGS 84) y se completa una ficha con los datos del freatímetro y del lugar.

En la Fig. 06 se puede observar una red de siete freatímetros que se han instalado en una propiedad de 60 ha, en el departamento 25 de Mayo, que presenta problemas de freáticas superficiales y afecta a sectores cultivados generando un aumento paulatino de salinidad en el tiempo y disminuyendo los rendimientos. Se puede

ver que la ubicación de los mismos se encuentra en sectores representativos abarcando toda el área afectada. Se destaca además, un dren colector zonal (color rojo) con una profundidad de 2,50 m que evacúa excedentes de drenaje en el sentido norte-sur con una pendiente del 0,25 %. En la finca predominan suelos de tipo franco arenoso y la profundidad a la barrera impermeable (suelo arcilloso) se detectó a los 6 m.



**Fig. 06**  
Red de freáticos instalados en una propiedad.

▪ **Medición de niveles:** La lectura de los freáticos se puede realizar pasadas 48 hs de instalado una vez que se estabilizó el nivel freático. Los métodos que se utilizan son dos. Con una sonda graduada que posee un sensor en su extremo inferior, el cual al momento de ponerse en contacto con el agua se enciende un *display* y emite un sonido. En ese momento se hace la lectura directa de la profundidad del agua *Fig. 08.a*. El otro método es sencillamente con una cinta

métrica que se introduce hasta el final del pozo y luego se descuenta el tramo en que la cinta se encuentra mojada *Fig. 08.b*.



**FOTO 08.a**  
Base de hormigón y tapa plástica.



**FOTO 08.b**  
Freático terminado.

En los casos que la cabeza del freático sobresale del nivel del terreno deberá descontarse esa altura a los efectos de obtener la profundidad real.

### Ejemplo

Profundidad freático: 3,00 m  
 Altura sobre el terreno  $h=0,30$  m  
 Lectura (cinta mojada) = 1,15 m  
 Nivel freático:  $3,00 \text{ m} - 1,15 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = 1,55 \text{ m}$

Es importante tener en cuenta que pueden ocurrir situaciones que signifiquen que el nivel freático no es representativo para una situación puntual. Por ejemplo, es muy frecuente en áreas bajo riego que en un determinado momento el suelo se encuentre saturado por efecto del riego al momento de la lectura, que incrementa el nivel freático a un nivel superficial, pero al cabo de unos días descienda por

drenaje natural hasta estabilizarse nuevamente. En estos casos, en la planilla de lectura de campo debe consignarse como "Regado". Para corregir el valor cuando se presenta esta situación, la opción es medir a los 2-3 días una vez que se estabilizó el nivel. Otra opción es cuando se hayan realizado lecturas con anterioridad, el técnico que procesa y analiza los datos, puede revisar el historial del comportamiento de los niveles en ese frea'tímetro y estimar una profundidad normal o bien desestimar el dato.

## Ejemplo

Seguindo el ejemplo de la finca en cuestión, en la Fig. 07 se muestran los valores de profundidad freática en los frea'tímetros cuya lectura se hizo en el transcurso de 2 horas. Se puede ver que la profundidad varía según sector desde 0,95 m en la esquina noroeste hasta 2,77 m en el límite sur.



**Fig. 07**  
Lectura en una red de frea'tímetros instalados en una propiedad.

▪ **Mapas:** Con la información de las lecturas, el primer mapa posible de confeccionar es de curvas de igual profundidad freática (isobatas) interpolando los valores entre pozos de observación. En el ejemplo de la Fig. 08 se han trazado curvas a las profundidades de 1, 1,50, 2 y 2,50 m. Este mapa es de gran importancia, ya que identifica la zona con mayor riesgo freático que, en este caso, se presenta desde el centro hacia el norte con una afectación de 45 ha con niveles freáticos desde 1 hasta 2 m que representa el 75 % del área y en donde es necesario el drenaje parcelario para deprimir y controlar los niveles freáticos hasta 2 m como mínimo.



**Fig. 08**  
Curvas de igual profundidad freática (Isobatas).

▪ **Conductividad Hidráulica (K):** También conocida como permeabilidad, indica el grado o facilidad con que el agua fluye y se desplaza a través del manto saturado. Depende de las características del suelo (forma, tamaño y disposición de los poros). Es un parámetro básico y fundamental para determinar el espaciamiento entre drenes. En la práctica se realizan ensayos a campo por el método del "pozo barrenado" que se considera como uno de los más confiables. Se puede realizar también en un frea'tímetro construido. 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 y se grafican mediante un software específico.



**FOTO 09**  
Determinación de conductividad hidráulica en un freático.

La conductividad hidráulica varía según la composición de la textura y la estructura del suelo pudiendo ser muy lenta ( $< 0,02$  m/día) en suelos de textura fina (arcillosos) hasta muy elevada ( $> 6$  m/día) en los de tipo esquelético (arenoso con gravas y gravillas). En el Cuadro 2 se presenta para diferentes rangos de K su clasificación para diferentes clases texturales.

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (K) -m/día-	INTERPRETACIÓN	TIPO DE SUELO
>6,00	Muy elevada	Arenoso con gravas y gravillas
3,00 a 6,00	Elevada	Arenoso, Arenoso franco
1,56-3,00	Moderadamente elevada	Franco arenoso
0,48-1,56	Moderada	Franco, Franco limoso, Franco arcilloso
0,12-0,48	Moderadamente lenta	Franco arcillo limoso, Franco arcillo arenoso
0,02-0,12	Lenta	Arcilloso, Arcillo limoso
<0,02	Muy lenta	Arcilloso densos

**Cuadro 02**  
Principales texturas para diferentes tipos de suelo.

Fuente: Servicio de Conservación de Suelos. USA (1994).



**A TENER EN CUENTA**

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 relacionan la conductividad hidráulica con las propiedades del suelo.

▪ **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 freáticos, del terreno, fondo de drenes colectores, puentes, pasantes, zonas deprimidas, etc. En el caso del ejemplo se obtuvo información de curvas de nivel del departamento en donde la cota en la esquina noroeste es de 566 m y en las esquinas noreste y sureste es de 564 m de lo que surge una pendiente topográfica muy suave del orden del 0,2 % (20 cm por cada 100 m) y una diferencia de nivel de 2 m.

▪ **Determinación de espaciamientos:** Para el cálculo del espaciamiento son utilizadas fórmulas de flujo no permanente con recargas de riego, espaciadas en el tiempo en función de las necesidades y la eficiencia. La más conocida y utilizada es la de Glover-Dummn que se adapta en zonas bajo riego con régimen no permanente. Para el proyecto que se presenta, los cálculos se realizaron con el programa ESPADREN para zanjas abiertas en donde los datos que se ingresan son: profundidad a la barrera impermeable, profundidad de dren, conductividad hidráulica, porosidad efectiva y otros parámetros referidos a profundidad del nivel inicial y al descenso requerido a la distancia media entre drenes, zanjas y dimensiones de las mismas.

**Datos:**

- Profundidad estrato impermeable (PEI): 6 m
- Profundidad del dren (PD): 2 m
- Profundidad de la tabla de agua inicial, después del riego (PTAho): 1,2 m
- Profundidad de la tabla de agua, t días después (PTAht): 1,5 m
- Tiempo necesario para deprimir la tabla de agua de  $h_0$  a  $h_t$  (t): 2 días
- Conductividad hidráulica (K): 1 m/día
- Tirante (y): 0,30 m
- Ancho de solera (b): 0,40 m
- Talud (Z): 1
- Espacio poroso drenable (fi): 0,2 %

**Resultados:**

- Espaciamiento entre drenes (L): 197,29 m
- Carga de agua inicial ( $h_0$ ): 0,5000 m
- Carga de agua t días después ( $h_t$ ): 0,2000 m
- Espesor estrato con flujo horizontal (D): 4,3000 m
- Estrato equivalente Hooghoudt (d): 4,0238 m

Botones: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal

**Fig. 09**  
Determinación de espaciamiento de drenaje usando ESPADREN.

Fuente: Villón Bejar M. Instituto Tecnológico de Costa Rica (2002).

Los datos de salida (resultados), determinan un espaciamiento entre drenes del orden de los 200 m para lo cual será necesario trazar un sistema de drenaje que se adapte de la mejor manera posible a esa distancia entre drenes. A los fines prácticos, se debe evitar atravesar lotes cultivados y aprovechar callejones amplios que no dificulten el tránsito interno de la finca. En la Fig. 10 se puede ver en color blanco el trazado de drenaje parcelario.



**Fig. 10**  
Trazado del sistema de drenaje parcelario.

Los drenes que parten de la esquina noroeste son interceptores, es decir, que reciben aportes que puedan venir extrafinca desde la zona norte y del oeste. Los restantes están dispuestos a distancias que varían entre 210 y 180 m cumpliendo en buena medida con el cálculo realizado. Asimismo, se aprovechan las pendientes en el sentido oeste-este y norte-sur del orden del 0,25 % (25 cm por cada 100 m) con una profundidad media de 2,20 m.

## 03. DRENES

### ¿QUÉ TIPOS DE DRENES EXISTEN?

Existen dos tipos de drenes, los de zanjas a "cielo abierto" y los subterráneos. En ambos casos lo más conveniente es su excavación con máquina 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 profundo 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.

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



**FOTO 10**  
Dren parcelario a cielo abierto.

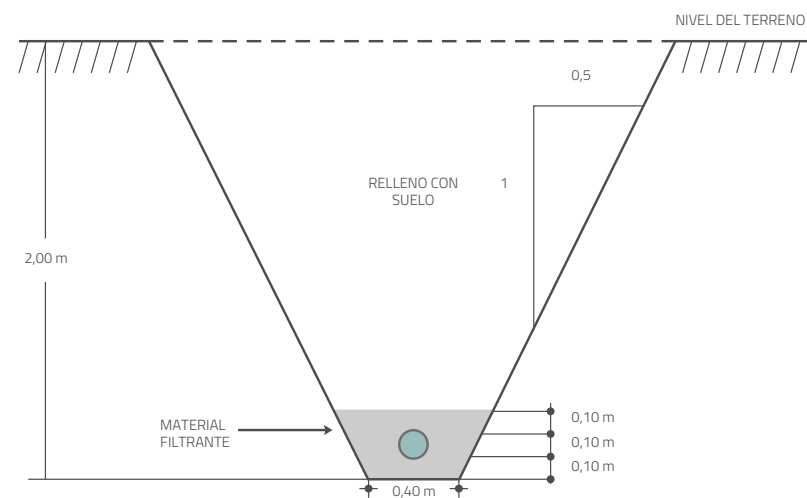
Los drenes subterráneos pueden ser de hormigón, cerámica o tubería plástica perforada de PVC. Se recubren con material filtrante (ripió), cuya granulometría debe impedir el paso de sedimentos hacia la tubería y que no se obstruya con el tiempo *Foto 11*. Si bien tienen una inversión inicial mas costosa, presenta varias ventajas respecto a los descubiertos. Estando bien diseñados y construídos, el mantenimiento es mínimo, no ocupan espacio ni interfieren con las labores culturales. Además, no interrumpen el tránsito de vehículos ni es necesaria la construcción de pasantes y puentes.



**Foto11** Construcción de un dren entubado.



**Foto12** Tubería plástica corrugada de PVC.  
Fuente: Tigre Argentina.



**Fig. 13** Detalles constructivo de un dren entubado.



Este manual ha sido realizado y producido en el marco de los proyectos de riego que la Provincia de San Juan lleva adelante a través del Ministerio de Producción y Desarrollo Económico, en articulación con el Departamento de Hidráulica y el INTA, con el financiamiento del Programa de Servicios Agrícolas Provinciales, PROSAP/UCAR.

## **AUTORES**

Tec. Hidráulico Mario Liotta INTA: Resp Riego y Drenaje INTA, Tec. Daniel Sagua PROSAP: Resp drenaje, Ing. Juan Gioja PROSAP: Equipo de Riego y Drenaje, Tec. Sergio Montaña PROSAP: Equipo de Drenaje.

## **EQUIPO PROSAP/INTA**

Ing Hector Llera PROSAP: Coordinador Unidad Ejecutora Central Provincial de Proyectos Agropecuarios- UECPPA - MPyDE San Juan. Ing. Marta Paz, Ing. Orlando González, Ing. Nicolás Ciancaglini, Ing. Maximiliano Delgado, Ing. Mauro Cippitelil, Ing. Diego Molina; Lic. Luisa Graffigna; Lic. Lourdes Reggio, Esp. Rolando Carrión, Lic. Renata Campi, Lic. Natalia Casadidio, Lic. Gabriela Tomsig, Tec. Daniel Sagua, Tec. Gabriel Navarro, Ing. Agr. Juan M Gioja, Tec. Sergio Montaña, Tec. Federico Romero, Tec. Federico García, Tec. Alfredo Reyes, Tec. Luis González, Tec. Mariela Morales, Tec. Fabián Abad. **Técnicos INTA:** Ing. German Babelis; Esp. en RyD Mario Liotta, Ing. Alfredo Olguín, Tec. Pedro Gil e Ing. Débora Lavanderos.

