

Figura 19. El tensiómetro principio de funcionamiento.

El extremo de la cápsula de cerámica saturada permitirá el paso de agua sin desaturarse mientras la presión de entrada del aire en la cerámica no sea excedida. Cuando el tensiómetro es colocado en el suelo, el agua se mueve a través de la cerámica hasta que la presión fuera y dentro de la cerámica sean iguales. A medida que el suelo se seca, el agua se mueve hacia afuera del tensiómetro como respuesta al incremento de la presión capilar del agua en el suelo manteniendo el equilibrio de presión. La cantidad de fluido que se mueve a través de la cápsula es pequeña. El lapso entre los cambios en la presión del agua en el suelo y la manifestación de las lecturas en el tensiómetro es causado por la baja permeabilidad de la cápsula de cerámica y el tiempo requerido para que el flujo de salida de la cápsula sea absorbido y redistribuido en el suelo. El lapso puede ser reducido usando tensiómetros con paredes más rígidas y medidores que requieren pequeños cambios en volumen para registrar la presión.

El agua fluye dentro o fuera de la cápsula a través de sus paredes mientras haya gradiente de tensión de humedad. Cuando el tensiómetro lleno de agua se coloca en un suelo no saturado, el tubo empieza a perder agua debido a la atracción que ejerce el suelo seco sobre el agua, e instantáneamente se registra en el manómetro. Por estas características el tensiómetro es un medio adecuado para conocer la humedad del suelo y su relación con los aspectos del riego con ayuda de las curvas de esfuerzo de humedad.

El secado del suelo provoca un aumento en la fuerza con la que las partículas del suelo retienen el agua. El tensiómetro " tiende " a llegar a un equilibrio con esta fuerza, y así sale el agua desde el interior del tensiómetro a través de la cápsula de cerámica al suelo. La medida del vacío producido se realiza por medio de la columna de mercurio o el vacuómetro, y es igual a la fuerza por la cual el agua es retenida por las partículas del suelo.

Por el contrario, un aumento de la humedad del suelo (que puede darse por el riego o lluvias) hace que la tensión disminuya, debido a que se invierte el sentido de la succión y el agua fluye hacia adentro de la cápsula porosa; y el manómetro registra una disminución de tensión (Véase Figura 20).

Es claro que en el funcionamiento del tensiómetro el agua de la cápsula de barro porosa queda hidráulicamente en contacto (por medio de los poros) con el agua del suelo, y el consiguiente flujo bidireccional a través del barro pone en equilibrio hidráulico el agua de ambos lados.

Las lecturas del tensiómetro, trazadas como una función de tiempo, proporcionan un registro útil de las condiciones del suelo en la vecindad de la cápsula de cerámica. La experiencia ha demostrado que para muchas condiciones del suelo y del agua, las lecturas en los tensiómetros siguen los cambios que ocurren en los sistemas de agua de la zona de raíces dentro de límites establecidos.

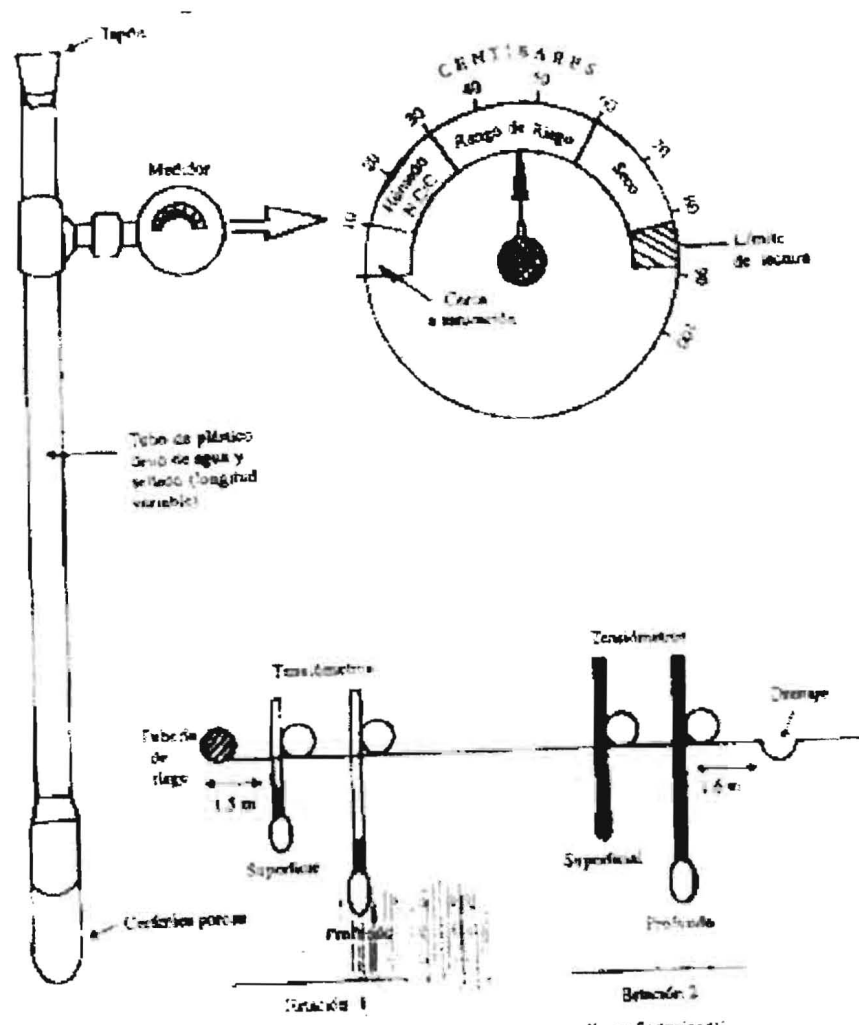


Figura 20. Tensiómetro y su localización por medio de "estaciones"

- Tipos

Existen dos tipos de tensiómetros, los de manómetro de vacío y los de mercurio. Los cuales se muestran en la Figura 21.

- Tensiómetro de mercurio. En éstos la presión negativa no se mide en un manómetro de vacío, sino por la elevación que provoca en una columna de mercurio. Para transformar esa elevación en cm de columna de agua, hay que multiplicar los cm. de mercurio por la densidad de éste, $13,6 \text{ g/cm}^3$. En condiciones de saturación del suelo, la columna de mercurio indica cero, con la disminución de la humedad en el suelo, sube la tensión de agua en el suelo y la lectura se expresa con la suba de la columna de mercurio. Este tensiómetro es preciso pero sensible a ruptura.
- Tensiómetro con vacuómetro. En éstos las fluctuaciones del estado de humedad del suelo ó tensión de humedad influyen sobre la aguja del vacuómetro. Este tensiómetro es menos preciso en bajas tensiones.

- Escalas manométricas.

La mayoría de las escalas manométricas en los tensiómetros se encuentran en centíbares, cb, ($1 \text{ cb} = 1 \text{ kilopascal, Kpa}$). Debido a que la columna de agua ejerce vacío adicional sobre el lector o sensor, la lectura en éste será 1.0 cb más alto que el vacío registrado en la cápsula por cada 10.00 cm de columna de agua. Así, un tensiómetro de 90 cm indicará 9.0 cb a presión capilar cero; o sea cuando la cápsula de cerámica está sumergida en agua.

La unidad métrica decimal empleada para medir la tensión del agua en el suelo es el bar. Se puede expresarla también en unidad de presión negativa (cm de agua).

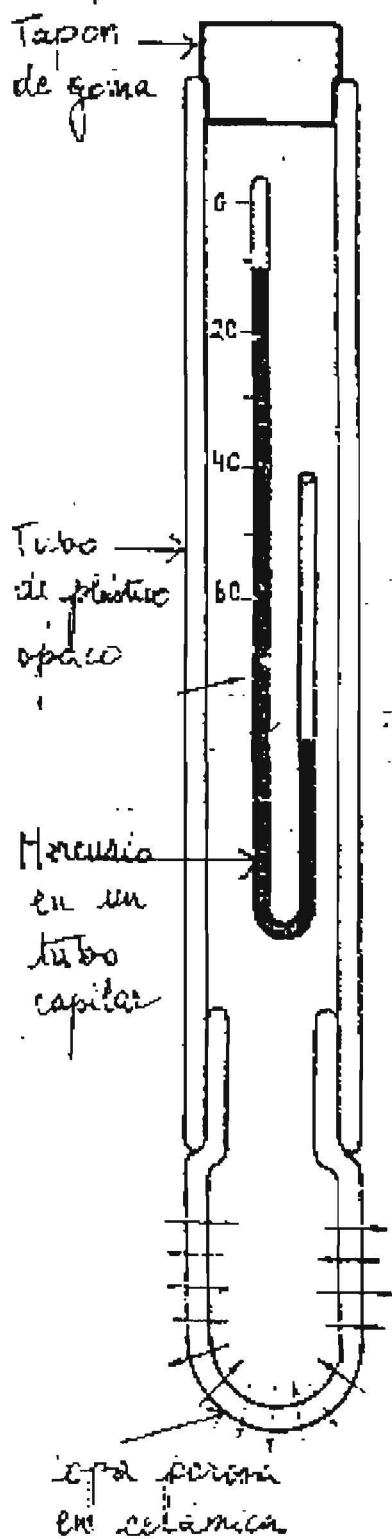
Un bar es igual a 0.987 atmósfera = 100 centíbares. Los tensiómetros son calibrados en centíbars.

1 centíbar = 0.01 atmósfera, equivale a la aspiración ejercida por una columna acuosa de 10 cm. de alto.

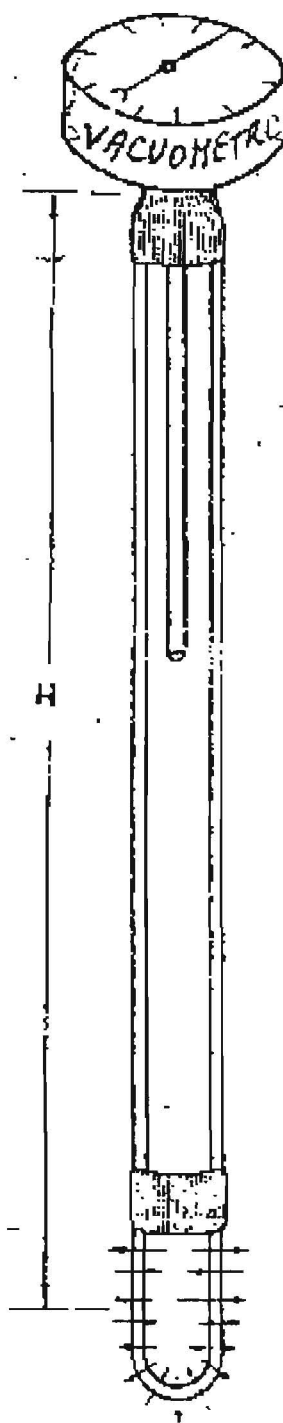
- Lecturas del tensiómetro.

Como se menciono antes el tensiómetro se llena de agua y se introduce en el terreno, colocando la cápsula a la profundidad del perfil a medir. El que la cápsula sea porosa permite que el agua salga de ella o entre, lo que hace que al cabo de un cierto tiempo se establezca el equilibrio entre el agua del interior de la cápsula y el agua del suelo. Cuando éste se seca succiona agua de la cápsula provocando una presión negativa que es indicada por el manómetro. Si la humedad del suelo aumenta, pasa agua del suelo a la cápsula. disminuyendo el valor absoluto de la presión del manómetro.

"MOTES"



"TAL"



"Servicio de Extensión"

