

¿CÓMO HACER PRUEBAS DE INFILTRACIÓN?

Ing. Elías Rosales Escalante

Ante la aplicación de sistemas individuales para el tratamiento de las aguas saliendo de una vivienda, a veces no se presta la correcta atención, porque al ser unidades relativamente "pequeñas", se asume que son simples y que "siempre" deben funcionar. Sin embargo, como cualquier otro sistema para el tratamiento de aguas residuales, deben dimensionarse para las condiciones bajo las que estarán trabajando. Y para que funcionen bien, esos sistemas individuales o semi-colectivos, es necesario respetar varios principios técnicos, muy sencillos, pero que se han venido dejando de lado.

Es importante entender que al querer aplicar una técnica para el tratamiento de aguas residuales, lo que se propone es "quitarle" cosas al agua y no "reducir" el volumen de agua usada saliendo del proyecto que nos interesa.

Ahora, en relación con lo que se pretende con este artículo, es importante resaltar que al aplicar la técnica del Tanque Séptico se demandan 4 aspectos fundamentales:

1) Contar con capacidad en el terreno, para recibir "toda" el agua que la vivienda o edificación producirá. Así como, el nivel subterráneo de agua, propio del sitio, se encuentre por lo menos 2 metros más profundo que el fondo propuesto para el campo de infiltración a utilizar.

2) Dimensionar el tanque de acuerdo a la producción de agua contaminada, tomando en cuenta su función de sedimentador, de unidad para la biodigestión y para el almacenamiento de "lodos". Los tanques deben ser impermeables, herméticos y tener colocadas también en forma correcta las figuras de entrada y salida. Si los tanques están contruidos de concreto, es importante proteger el cemento del deterioro que le pueden provocar las aguas en tratamiento.

3) Establecer la necesidad de dar mantenimiento al sistema. Así, contar con el procedimiento correcto para remover y luego dar tratamiento a los lodos que periódicamente se producen (de acuerdo a las dimensiones y cantidad de contribuyentes), y no simplemente sacarlos para botarlos. No realizar en forma correcta la operación y el mantenimiento, hará que se pierdan los cuidados enfatizados para los aspectos anotados en los puntos 1 y 2 anteriores.

4) Tomar en cuenta aspectos culturales. Por razones de la modernidad, ahora se acostumbra utilizar "mayores" volúmenes de agua, solo en el fin de semana (concentración en el lavado de ropa, lavado de los baños, uso de la tina en el baño, etc.). Y esa situación, de mucha agua en un tiempo muy corto, hace que el proceso de tratamiento se distorsione, porque se provocan "lavados" o expulsión de los microorganismos del tanque. Si esto ocurre en el proyecto que se atiende, se deben tener sistemas adicionales y separados para el tratamiento de solo las aguas grises.

Con este artículo, la atención se concentra en lo referido a definir esa capacidad del terreno para recibir "toda" el agua a producir, al hacer llegar a los lectores, un procedimiento simple, fácil de ejecutar, para la realización de la prueba de infiltración o de percolación, como también se le conoce.

Procedimiento

En adelante se presenta, de acuerdo a varias referencias y a lo planteado en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del CFIA, un procedimiento para la realización de las pruebas de filtración:



El Ingeniero Civil Elías Rosales es Especialista en Ingeniería Sanitaria del Instituto de Hidráulica y Ambiental de Delft, Holanda.

Actualmente es catedrático del Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO - ITCR).



a. Número y localización de las pruebas. Existen diferentes criterios sobre este aspecto, sin embargo, dependiendo del proyecto y la importancia que el mismo signifique, deben realizarse como mínimo cuatro o más pruebas en sitios uniformemente espaciados sobre el campo de absorción propuesto. En situaciones de exploración, para un proyecto de viviendas, cuando se trabaja con los terrenos en verde, los sitios de prueba deben estar separados 30 metros pero nunca más de 50 metros. Para el caso de viviendas unifamiliares, es conveniente la realización de dos pruebas.

b. Tipo de agujero. Esta etapa se divide en dos, primero se hace una "trinchera" y luego se hace el agujero para la prueba. La trinchera se excava de 80 centímetros a 1 metro de lado. Esta "gaveta" como comúnmente se le conoce, debe permitir que una persona pueda inclinarse y hacer las correspondientes lecturas de profundidad de agua; esta excavación se puede hacer de una profundidad entre 30 y 60 centímetros.

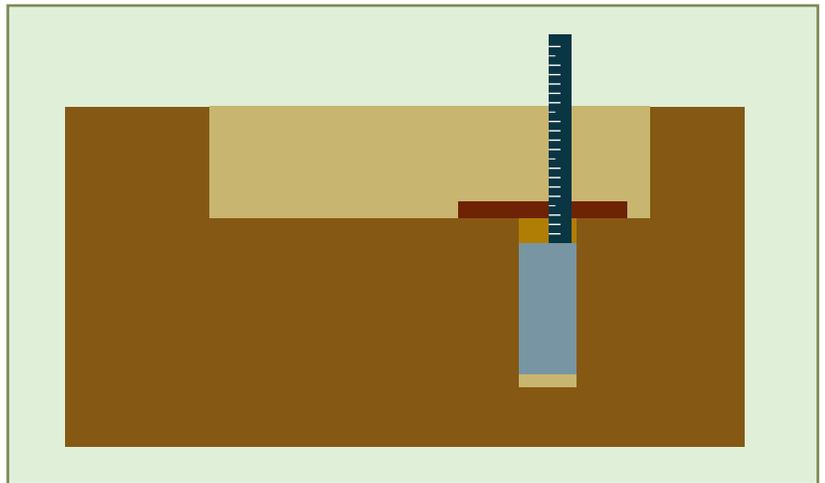
En un extremo de la gaveta, no en el centro, se perfora el agujero de prueba de 10 a 30 centímetros de diámetro, con una profundidad adicional mínima de 30 centímetros, de forma tal que el fondo de este segundo agujero coincida con la profundidad de la zanja de absorción propuesta (normalmente entre 60 centímetros y 1,10 metros). Esa perforación se puede hacer con un "auger" manual o mecánico, así como con la ayuda de una "macana".

Cuando se vayan a utilizar pozos de infiltración y no zanjas de infiltración, el fondo de los agujeros de prueba se hace a diferentes profundidades. Por ejemplo, si se estima que el pozo tendrá 3 m de profundidad es necesario ejecutar al menos tres pruebas de infiltración; esto será a 1 metro, a 2 metros y a 3 metros. Porque se debe conocer la capacidad de infiltración en cada uno de los diferentes estratos.

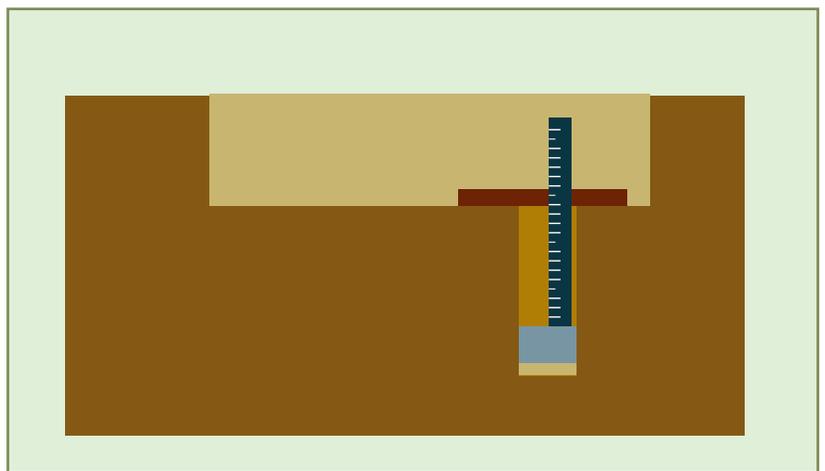
c. Preparación del agujero de prueba. Se raspa cuidadosamente el fondo y las paredes del agujero perforado con el filo de un cuchillo o un instrumento punzocortante, para remover cualquier superficie de suelo remoldeado y proporcionar una interfase natural del suelo en el cual pueda filtrarse el agua. Se retira todo material suelto del agujero; se agregan 5 centímetros de arena gruesa, grava fina o piedra quintilla para proteger el fondo contra socavaciones y sedimentos.

Es muy importante registrar el tipo de suelo que se extrae de ese agujero. Con ello, se aproxima otra apreciación de las posibles condiciones filtrantes del sitio.

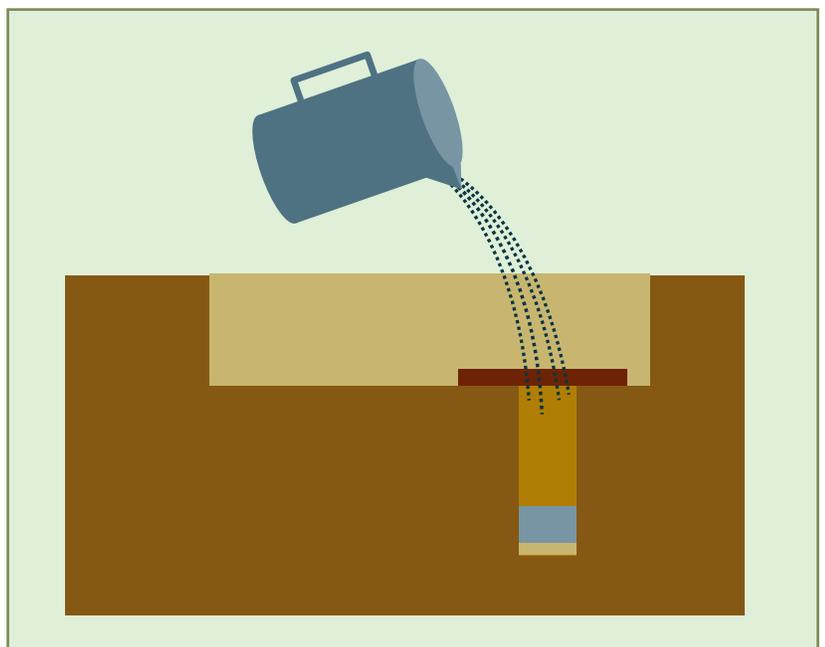
d. Saturación y expansión del suelo. Para asegurar una completa saturación y expansión del suelo, se mantiene el agujero menor (el cilíndrico) lleno de agua durante un período conveniente de 24 horas consecutivas, previo a la prueba o



Ajustar el nivel de agua en el agujero. Con una regla establecer un nivel de referencia, la cual se mantendrá durante todas las lecturas a partir del mismo punto.



Tomar la primera lectura del nivel del agua en el agujero de prueba; pasados 30 minutos se hace una segunda lectura.



Si es necesario, se ajusta o reestablece el nivel del agua en el agujero y se hace una nueva lectura del nivel. El arenón o quintilla, debe estar cubierto con por lo menos 15 centímetros de agua al inicio de cada lectura.

toma de lecturas. La saturación del suelo es muy importante porque los sistemas de infiltración deben funcionar correctamente en las épocas de lluvia. Con esta etapa se pretende simular ese hecho. Y si no se realiza en forma correcta, los sistemas que se dimensionen con datos errados, no funcionarán cuando las personas requieran utilizar los sistemas de saneamiento en los períodos de alta precipitación y saturación natural de los terrenos.

Velocidad de infiltración

(Tabla AyA, en Normas de presentación, diseño y construcción para urbanizaciones y fraccionamientos)

T (min/cm)	Vp (m/seg)
2	$1,00 \times 10^{-6}$
3	$8,20 \times 10^{-7}$
4	$7,10 \times 10^{-7}$
5	$6,35 \times 10^{-7}$
6	$5,80 \times 10^{-7}$
7	$5,37 \times 10^{-7}$
8	$5,02 \times 10^{-7}$
9	$4,73 \times 10^{-7}$
10	$4,49 \times 10^{-7}$
11	$4,28 \times 10^{-7}$
12*	$4,10 \times 10^{-7}$
14	$3,80 \times 10^{-7}$
16	$3,55 \times 10^{-7}$
18	$3,35 \times 10^{-7}$
20	$3,18 \times 10^{-7}$
22	$3,03 \times 10^{-7}$
24**	$2,90 \times 10^{-7}$
25	$2,84 \times 10^{-7}$

* Resultado mayor, inadecuado para pozos de absorción

** Resultado mayor, inadecuado para sistemas de absorción

e. Medición de la tasa de filtración. Pasado el período de saturación, indicado en el punto anterior, se ajusta la profundidad del agua a por lo menos 15 centímetros sobre la grava o arena gruesa colocada en el fondo. Desde un punto de referencia fijo, se mide el nivel de agua a intervalos de 30 minutos durante un período entre 2 y 4 horas, añadiendo agua sobre la grava cuando sea necesario (se agrega agua cuantas veces se requiera dentro del período establecido para la toma de datos). El descenso que ocurra en los últimos 30 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración, usualmente expresada en minutos/cm.

f. Datos. La diferencia de lecturas, al inicio y al final del último período de 30 minutos, es la que se utiliza para definir la tasa de infiltración (T), la cual se expresa generalmente en minutos/centímetro.

Siempre es conveniente obtener el promedio de todas las lecturas realizadas y compararlo con el dato encontrado durante el último período. Si se dieran diferencias significativas, se tendrá evidencia de errores cometidos durante las lecturas o el efecto de una deficiente saturación previa.

Ejemplo

En los siguientes párrafos se presenta un ejemplo de cómo manejar los datos obtenidos con una prueba de infiltración. Se muestran algunos datos tal y como deben ser obtenidos en una prueba de campo y se inicia el proceso de cálculo requerido por el procedimiento, con el que se determina la forma (las dimensiones) de las zanjas y la longitud requerida.

Datos de Campo

	Hora "inicial"	Hora "final"	Lectura "i" (cm)	Lectura "f" (cm)	Diferencia (cm)
1	6:00	6:30	20	35	15
2	6:30	7:00	15	29	14
3	7:00	7:30	18	31	13
4	7:30	8:00	22	35	13
5	8:00	8:30	20	32	12
6	8:30	9:00	19	30	11
7	9:00	9:30	10	21	11
8	9:30	10:00	21	32	11

Características del sitio de prueba

a. Profundidad de gaveta = 51 cm; profundidad del agujero cilíndrico de 10 cm de diámetro = 50 cm.

b. Tipo de suelo: suelo amarillento fino, con arenas, posible limo arenoso.

c. Ubicación del Sitio: 250 m del punto 1 del plano catastrado por el lindero SE y 50 m perpendicular a ese eje.

Cálculos

Tasa de infiltración (T)

$$T = 30/11$$

(30 minutos entre lecturas y 11 cm, como última diferencia)

$$= 2.73 \text{ min/cm}$$

-Velocidad de infiltración (Vp)

Este valor, con base en el anterior, se obtiene de tablas o fórmulas; para este caso se puede aproximar al valor de $V_p = 8,20 \times 10^{-7} \text{ m/seg}$ (de la tabla del AyA) o se interpola para una magnitud más exacta.

- Caudal o gasto (Q) de agua por día que recibirá el suelo.

Para este ejemplo, se estima que una persona representa una descarga de 162 litros/día. (Es muy importante definir este dato teniendo en cuenta, por ejemplo "usos" de agua que a veces se tienen tan altos como 400 litros por persona por día, o en forma contraria es posible contar con la utilización, en el proyecto, de artefactos de bajo consumo y reglas claras para un uso racional del agua).

==> Una casa con 6 personas producirá $(162 \times 6) = 972 \text{ lt/día}$ por lo que haciendo las conversiones ese valor representa:

$$Q = 972 \text{ lt/día} = 0,972 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$= 0,000\ 011\ 25 \text{ m}^3/\text{seg} = 1,112\ 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$= 0,011\ 25 \text{ litros / segundo}$$

- Cálculo del Área de infiltración que se requiere en zanjas o pozos

$A_i = Q/V_p$; obteniéndose el dato en metros cuadrados

$$A_i = 1,125 \times 10^{-5} / 8,20 \times 10^{-7} = 13,72 \text{ m}^2$$

Este valor debe ser afectado por otros factores, siendo los más importantes:

- Precipitación (Fp) (Se recomienda un valor no menor a 2,5, sin embargo, debe definirse con claridad para qué zona del país es ese valor. Ya que si el patrón fuese San José, ese dato deberá ajustarse de acuerdo a las diferencias de precipitación media que se registran para otros lugares más lluviosos).

- El revestimiento superior (rc)

("0" con nada cubriendo la superficie del terreno y casi 1, al cubrirse) No puede ser 1, ya que la ecuación se indetermina).

Entonces,

Superficie del terreno o área verde requerida: $A'c = A_i (F_p)$

$$A'c = 13,72 (2,5) = 34,3 \text{ m}^2$$

Superficie total requerida para el campo de infiltración:

$$A_c = A'c / (1 - rc)$$

$A_c = 34,3 / (1 - 0) = 34,3 \text{ m}^2$ (mismo valor para este caso del ejemplo, donde no se colocará NADA encima. Nótese con la ecuación

que si se va "tapando" ya sea colocando losetas u otros revestimientos superiores, la superficie de terreno requerida para ubicar el campo de infiltración será mayor).

Este cálculo es muy importante, porque de esta forma se determina la parte del lote que se debe destinar al campo de infiltración. El detalle a resaltar es que siempre se ha asumido darle importancia solo al cálculo de la "longitud de drenaje" y, el proceso correcto no es solo eso. Es necesario también tener claro que para un buen proyecto se debe saber qué tan grande debe ser la superficie requerida para colocar ahí toda esa longitud de drenaje que se calculó.

Longitud del drenaje

Características de la sección transversal (estas las define la persona que realiza los cálculos):

1 - Se fija un valor para el ancho (W) de la zanja

2 - Se fija una distancia (D) de grava bajo el tubo

3 - Se calcula el perímetro efectivo: $(P_e) = 0,77 (W+56+2D) / (W+116)$. Con W y D en centímetros (ó se toma de tablas existentes)

Para este ejemplo, fijando $W = 60 \text{ cm}$ y $D = 60 \text{ cm}$

$$P_e = 0,77 (60+56+120) / (60+116) = 0,77 (236) / (176) = 1,03$$

- Cálculo entonces de la longitud total de las zanjas

$$L_z = A_i / P_e = \Rightarrow L_z = 13,72 / 1,03 = 13,32 \text{ m}$$

-Separación entre zanjas, ancho de la superficie de infiltración

$$L_s = A_c / L_z = 34,3 / 13,32 = 2,56 \text{ m}$$

(esta dimensión pudo ser mayor si se hubiese colocado "cubierta" sobre el campo de infiltración. Longitud a centros, debe ser mayor o igual a 2,0 m)

La superficie requerida de ese terreno para colocar el campo de infiltración debe ser al menos de $2,56 \times 13,32 \text{ m} = 34,3 \text{ m}^2$. Así en este caso, para un lote de 120 m^2 , casi 35 m^2 de él serán para el vertido de efluentes tratados. Debe tomarse en cuenta que en ese dato no está el área requerida por el tanque séptico y ni por las separaciones recomendadas a linderos o estructuras. §

Colaboró: Lic. Jeffrey Zúñiga

Referencias bibliográficas

-Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (1996). Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. San José, Costa Rica: CFIA.

-Rosales Escalante, Elías (2003). Tanques Sépticos: conceptos teóricos base y aplicaciones. Cartago, Costa Rica: ITCR.