

Permeabilidad

Permeabilidad es la capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se dice que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

La velocidad con la que el fluido atraviesa el material depende de tres factores básicos:

- La porosidad del material.
- La densidad del fluido considerado, afectada por su temperatura.
- La presión a que está sometido el fluido.

Para ser permeable un material debe ser poroso, es decir, debe contener espacios vacíos o poros que le permitan absorber fluido. A su vez tales deben estar interconectados para que el fluido disponga de caminos a través del material.

Tabla de contenidos

- 1 Unidades
- 2 Determinación de la permeabilidad intrínseca
- 3 Permeabilidad del suelo
 - 3.1 Tabla de permeabilidad intrínseca de algunos tipos de suelos
 - 3.2 Incidencia de los factores químicos
 - 3.3 Permeabilidad y drenaje
 - 3.4 Recomendaciones
- 4 Referencias
- 5 Véase también
- 6 Enlaces externos

Unidades

La permeabilidad en el SMD se mide en cm². o m². La unidad derivada de la Ley de Darcy ^[1] es el Darcy, utilizándose habitualmente el miliDarcy:

Conversión: $1 \text{ Darcy} = 9,86923 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2$

Determinación de la permeabilidad intrínseca

La permeabilidad intrínseca de cualquier material poroso, se determina mediante la fórmula de Darcy:

$$\kappa_I = C \cdot d^2$$

donde

κ_I = permeabilidad intrínseca [L^2]

C = constante adimensional relacionada con la configuración del fluido.

d = diámetro promedio de los poros del material [L]

La permeabilidad se puede determinar directamente mediante la Ley de Darcy o estimarla utilizando tablas empíricas derivadas de ella.

La permeabilidad es una parte de la constante proporcional en la Ley de Darcy, que se relaciona con las diferencias de la velocidad del fluido y sus propiedades físicas (por ejemplo su viscosidad) en un rango de presión aplicado al promedio de porosidad. La constante proporcional específica para el agua atravesando una porosidad media es la conductividad hidráulica. La permeabilidad intrínseca es una función de la porosidad, no del fluido.

Permeabilidad del suelo

En geología la determinación de la permeabilidad del suelo tiene una importante incidencia en los estudios hidráulicos portante del sustrato (por ejemplo previo a la construcción de edificios u obras civiles), para estudios de erosión y para mineralogía, entre otras aplicaciones.

Permeabilidad relativa	Permeable				Semi-Permeable					Impermeable			
	<u>Arena o grava</u> no consolidada	Grava continua (o redondeada)		Arena continua o mixta		Arena fina, cieno, <u>Loess</u> , <u>Loam</u>							
Arcilla no consolidada y materia orgánica					<u>Turba</u>		Estrato <u>arcilloso</u>			Arcilla expansiva			
Roca consolidada	Rocas muy fracturadas				Roca <u>petrolífera</u>			Piedra arenisca		Roca sedimentaria, <u>Dolomita</u>		<u>Granito</u>	
κ (cm ²)	0.001	0.0001	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹³	10 ⁻¹⁴	10 ⁻¹⁵

κ (miliDarcys)	10^{+8}	10^{+7}	10^{+6}	10^{+5}	10,000	1,000	100	10	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
--------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------	-------	-----	----	---	-----	------	-------	--------

La permeabilidad del suelo suele aumentar por la existencia de fallas, grietas, juntas u otros defectos estructurales. Algunos ejemplos de roca permeable son la caliza y la arenisca, mientras que la arcilla o el basalto son prácticamente impermeables.

Tabla de permeabilidad intrínseca de algunos tipos de suelos

Incidencia de los factores químicos

También los factores químicos tienen una influencia directa en la permeabilidad. La estructura del suelo se ve influenciada por la naturaleza y la cantidad de iones presentes, es decir de los elementos que participan directa o indirectamente en todas las actividades hidrodinámicas, químicas y biológicas del suelo.

En el cuadro siguiente se presenta la cantidad en cm^3 de agua filtrada en una hora en un mismo terreno arcilloso saturado con diversos cationes, sin modificar el gradiente hidráulico o diferencia de presión:

Catión	<u>H</u>	<u>Ba</u>	<u>Ca</u>	<u>K</u>	<u>Na</u>	<u>Li</u>
cm^3	51	44	37	18	14	13

Permeabilidad y drenaje

De la mencionada ley de Darcy se deriva también una fórmula que relaciona el volumen de agua que atraviesa una muestra con su permeabilidad teniendo en cuenta el diferencial de presión:

$$Q = K * I * A$$

Donde:

- Q = Cantidad de agua drenada a través de la muestra por unidad de tiempo, (cm^3/h)
- K = Conductividad hidráulica o coeficiente de permeabilidad. Se expresa generalmente en (cm/h).
- I = gradiente piezométrico disponible; (m/m)
- A = Sección transversal por donde se filtra el agua en la muestra (cm^2).

Cuando se mide la filtración tanto en el campo como en laboratorio, al inicio de la prueba los valores son mayores y progresivamente se estabilizan en los valores finales que son los que interesan para caracterizar un suelo desde este punto de vista. La velocidad final de infiltración se denomina V_f .

Para la medición de la velocidad final de infiltración, en el campo, sobre el suelo inalterado, se utiliza el infiltrómetro de doble cilindro.

Los valores finales de infiltración (V_f) para los diversos suelos son presentados en la tabla siguiente.

Textura	V_f (cm/h)
SC, SiC, C	0,25 – 0,75
SCL, CL, SiCL	0,65 – 1,90
SL (finísimo), L, SiL	1,25 – 3,80
SL	2,50 – 7,50
LS	5,00 – 10,0
S	> 7,5

Recomendaciones

Según recomendación del "Soil Conservation Service"^[21] de los Estados Unidos la permeabilidad se clasifica de la siguiente forma:

	Muy lenta	Lenta	Moderadamente lenta	Moderada	Moderadamente elevada	Elevada	Muy elevada
K (cm/h)	< 0,1	0,1 – 0,5	0,5 – 2,0	2,0 – 6,5	6,5 – 12,5	12,5 – 25,0	> 25,0

Para efecto del riego, se recomiendan generalmente los siguientes límites:

- Suelos con valores de $K < 10^{-6}$ m/sec ó $V_f < 0,5$ cm/h, es decir que son casi impermeables, no pueden ser regados sin mejorarle previamente la estructura.
- Suelos con valores $10^{-6} < K < 5 \times 10^{-6}$ m/sec ó $0,5 < V_f < 1,5$ cm/h, son muy poco permeables y deben ser regados con mucha precaución.
- Suelos con valores $5 \times 10^{-6} < K < 5 \times 10^{-5}$ m/sec ó $1,5 < V_f < 7,5$ cm/h, son moderadamente permeables hasta permeables, se adaptan al riego superficial por escurrimiento, por bordes o surcos.
- Suelos con valores de $K > 5 \times 10^{-5}$ m/sec ó $V_f > 7,5$ cm/h, son muy permeables y se prestan a ser regados por aspersión.