

1A**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA****1. TIPOS DE SUELO. RECONOCIMIENTO VISUAL**

Desde un punto de vista geotécnico, existen cuatro grandes tipos de suelos: gravas, arenas, limos y arcillas, caracterizados principalmente por el tamaño de sus partículas y su plasticidad. Dentro de estos tipos se establecen a su vez subdivisiones atendiendo a diversos criterios.

Las características de cada tipo de suelo son:

- Las gravas y arenas tienen sus partículas visibles a simple vista, no poseen características plásticas y no muestran cohesión, salvo la ligera cohesión por desecación que pueden presentar los terrones secos de arena.
- Los limos, visibles al microscopio, suelen ser algo plásticos, con permeabilidad media y poseen cohesión apreciable.
- Las arcillas son visibles únicamente al microscopio electrónico, tienen comportamiento plástico, son poco permeables y muestran cohesiones altas, sobre todo cuando están secas.

Generalmente, las clasificaciones que se establecen son fenomenológicas por lo que se llama “arcilla” al suelo que “se comporta como una arcilla”. Por ello la fijación de los límites entre los distintos grupos resulta un tanto arbitraria y no existe una clasificación universalmente aceptada, aun cuando todas coinciden en lo básico.

Como ejemplo de clasificación se incluye la propuesta por el M.I.T., que es probablemente la más difundida.

M.I.T. y NORMAS BRITÁNICAS

ARCILLA	LIMO			ARENA			GRAVA
	Fino	Medio	Grueso	Fino	Medio	Grueso	
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2

Tamaños (mm).

Por ello, con una muestra de suelo, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- Las partículas de grava y arena son las únicas visibles, y se pueden diferenciar fácilmente entre sí por el tamaño.
- Los limos en estado pulverulento presentan tacto áspero y manchan los dedos. Las arcillas son suaves al tacto.
- Los terrones de limo, una vez secos, se pueden desmenuzar con los dedos, cosa que no sucede con las arcillas.
- En estado húmedo los limos se secan con más rapidez que las arcillas y no se pegan a los dedos, mientras que las arcillas sí.
- Con humedades muy altas se puede realizar la “prueba de los golpes”, observándose que los limos rezuman agua.
- Los suelos que contienen materia orgánica se pueden distinguir por su olor y por tener generalmente color negruzco.

2. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN

Un suelo en su estado natural no corresponderá, generalmente, a un solo tipo de los antes mencionados, sino que contendrá partículas con características de arenas, limos y arcillas. Su descripción y clasificación serán más complejas y sobre todo a efectos de clasificarlo, resultarán útiles los ensayos de identificación que permiten cuantificar su curva granulométrica y sus propiedades plásticas.

Los ensayos más comunes, que pueden considerarse como los más elementales a realizar en un laboratorio de Mecánica del Suelo, son los ensayos granulométricos y los de determinación de los límites de Atterberg.

3. EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tiene como finalidad establecer los tamaños de las partículas y conocer el porcentaje de ellas que corresponden a cualquier rango de tamaños.

La separación de las partículas por tamaños es realizable por medios mecánicos siempre que dichas partículas superen un cierto tamaño mínimo. Para tamaños inferiores se determina la granulometría por medios indirectos

3.1 ANÁLISIS POR TAMIZADO

Se puede realizar sobre partículas de tamaño superior a una décima de milímetro, viniendo este tamaño fijado por la máxima finura de tamiz comercial disponible.

Para el ensayo se debe tomar una porción de suelo que resulte representativo, por lo que la cantidad necesaria de éste aumenta con el tamaño de sus partículas.

El suelo se ha de desmenuzar para individualizar sus partículas y dejarlo secar, puesto que el análisis se refiere a suelo seco. Para ello se separan inicialmente las gravas de las partículas menores (finos), tamizando por el tamiz adecuado.

La muestra gruesa se pasa y se lava para eliminar las partículas finas adheridas a los gruesos, secando a continuación. De la fracción fina se toma una porción representativa y se

procede a disgregar los terrones. Para ello se recurre a medios de dispersión físicos (agitado energético) y químicos (adición de dispersantes). Una vez finalizado el proceso se separan los materiales más finos, no analizables por tamizado, y se seca el resto.

Acabado el secado de los gruesos y los finos, se tamiza y se pesa el material retenido en cada tamiz. Posteriormente se realizan los cálculos, dibujando la curva granulométrica.

3.2 ANÁLISIS POR SEDIMENTACIÓN

3.2.1. Fundamento teórico

La curva granulométrica de los materiales no analizables por tamizado se puede obtener por los métodos de sedimentación. Estos se basan en la ley de STOKES que relaciona la velocidad máxima de caída de una partícula en un medio viscoso con su diámetro:

$$V = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\eta} D^2 \quad (1)$$

Para realizar el ensayo se parte de una suspensión de suelo en agua con su concentración conocida. A partir del instante inicial, las partículas empezarán su caída de tal forma que, pasado un tiempo “t”, a una profundidad determinada “z” sólo habrá partículas de tamaño inferior a:

$$D_t = \sqrt{\frac{18\eta}{\gamma_s - \gamma_w}} \cdot \sqrt{\frac{z}{t}} \quad (2)$$

y la cantidad de esas partículas se puede determinar con la medida de la concentración de la suspensión en ese momento y a esa profundidad, de tal forma que el porcentaje de partículas de diámetro inferior a D_t resulta ser, por comparación con la concentración inicial:

$$N_t \% = \frac{C_t}{C_0} \times 100 \quad (3)$$

Según esto, los métodos de sedimentación consistirán en determinar a profundidades y tiempos conocidos la concentración de la suspensión. Con ello se conocerán una serie de pares de valores (D_t , N_t) que permitan dibujar la curva granulométrica.

3.2.2 Métodos de ensayo

Para la realización del ensayo se pueden seguir dos técnicas distintas:

- Método de la pipeta: Consiste en extraer, naturalmente por medio de una pipeta, muestras de la suspensión a profundidades y tiempos determinados. La medida de concentración se realiza por secado de las muestras extraídas.

- Método del densímetro: En este caso, la concentración se mide por medio de un densímetro, y en forma indirecta. La profundidad a la que se realiza la medida de densidad depende de dicha medida y está tabulada para cada densímetro.

De ambas técnicas, la de la pipeta es la más exacta, pero resulta más sencilla la del densímetro, por lo que es más utilizada.

3.2.3. Comentarios

En primer lugar, se ha de tener en cuenta que la magnitud que ahora se mide como diámetro o tamaño de la partícula no coincide con la medida en los ensayos de tamizado. Se trata ahora de un diámetro específico que rige la velocidad de caída según la ley de STOKES, y que sólo coincidirá con el real en el caso de partículas esféricas.

Por otra parte, es preciso conocer el peso específico del suelo, lo que no resulta sencillo y hace necesario un ensayo auxiliar para determinarlo. Esta determinación es, en el caso de arcillas, particularmente incierta.

Otro problema nace de que la ley de STOKES está enunciada en el supuesto de régimen de caída laminar, por lo que las velocidades que pueden alcanzar las partículas están limitadas, y con ellas el máximo tamaño de partícula a ensayar.

Por el otro extremo, se supone que el movimiento de las partículas se debe a la acción de las fuerzas gravitatorias, por lo que no son ensayables tamaños comparables a los de las moléculas del líquido, ya que aparecerían movimientos de tipo browniano.

Por último, aunque sólo en el caso del método del densímetro, la introducción de éste provoca una alteración en el régimen de caída de las partículas, lo que altera las medidas. Para evitarlo, durante la fase inicial en que las medidas se hacen a intervalos cortos, el densímetro permanece en la disolución. Adoptar esta norma para todo el tiempo de duración del ensayo tampoco sería aconsejable debido a que parte del suelo se adheriría a las paredes del densímetro, falseando las lecturas.