

# Caracterización geotécnica y mineralógica de bentonitas. Comparativa de distintos métodos de análisis de tamaño de partícula

Marcos Miangolarra Delgado (1\*), Mariano Yenes Ortega (1), Adrián Lorenzo (1), Emilia García-Romero (2,3), Mercedes Suarez Barrios (1)

(1) Departamento de Geología. Universidad de Salamanca, 37008, Salamanca (España)

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid (España)

(3) Instituto de Geociencias (UCM-CSIC), C/ Doctor Severo Ochoa 7, 28040 Madrid (España)

\* corresponding author: [mamiango@usal.es](mailto:mamiango@usal.es)

**Palabras Clave:** Bentonita, Geotecnia, Granulometría, Difracción láser. **Key Words:** Bentonite, Geotechnics, Granulometry, Laser diffraction.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los suelos arcillosos destacan por su interés los suelos expansivos, principalmente en el ámbito de construcción y geotecnia debido a su comportamiento generalmente anómalo y al amplio abanico de problemas que pueden ocasionar, más aún en contacto con agua causando movimientos de expansión y retracción típicos de dichos materiales. Entre estos suelos expansivos encontramos las bentonitas, rocas arcillosas formadas principalmente por minerales del grupo de la esmectita.

Este trabajo presenta resultados preliminares de un estudio más amplio en el que se pretende realizar la caracterización geotécnica y mineralógica completa de distintas bentonitas, para conocer la influencia de factores microestructurales de la roca y cristaloquímicos de las esmectitas (carga laminar y el origen de la misma, el catión interlaminar, o el carácter tri-/di-octaédrico...) en el comportamiento geotécnico de estos materiales.

## METODOLOGÍA

Se estudian tres muestras de bentonitas de alta pureza procedentes de dos canteras próximas a la localidad de Esquivias (Toledo), dos de ellas (CEV-2, CAE-V2) correspondientes a los niveles de Arcillas Verdes y la otra (CAE-R2) a las Arcillas Rosas de los sedimentos miocenos de la Cuenca del Tajo.

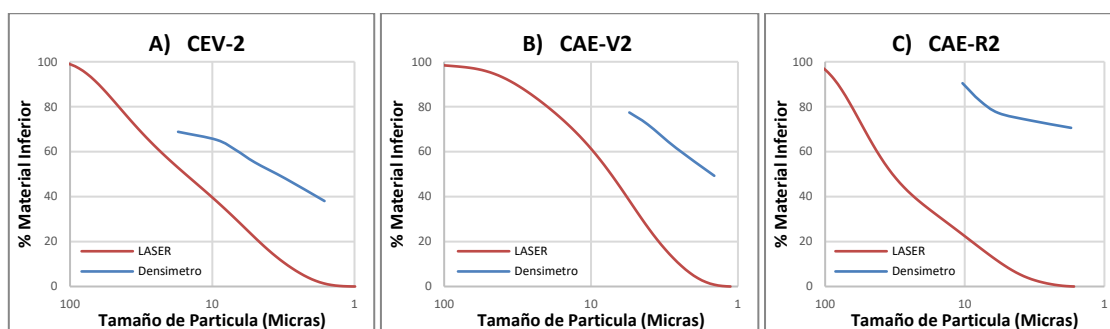
La caracterización mineralógica se ha realizado por difracción de rayos X y por microscopía electrónica de barrido (MEB). Para la caracterización geotécnica se ha realizado una batería de ensayos siguiendo las normas UNE EN-ISO 14688 y UNE EN-ISO 17892. Además, se ha realizado el análisis del tamaño de partícula por láser preparando la suspensión en las mismas condiciones que para el análisis granulométrico normalizado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las bentonitas están compuestas mayoritariamente por esmectitas tri-octaédricas junto con pequeñas cantidades de cuarzo e illita como impurezas, más abundantes en las muestras CEV-2 y CAE-V2. Por otra parte, la microestructura observada mediante MEB muestra una mayor porosidad en la muestra CAE-R2. Tras los primeros ensayos de caracterización se observaron ciertas diferencias entre los dos tipos de arcillas estudiados. El primero y más llamativo es la densidad de las partículas (UNE EN-ISO\_17892\_03), situándose en un rango de valores entre 2,2 y 2,3 g/cm<sup>3</sup>, para el nivel de Arcillas Verdes y, aproximadamente, un 20 % menor (1,8 g/cm<sup>3</sup>) en las Arcillas Rosas, un hecho que ya en el campo se puede apreciar. Continuando con la caracterización, se determinaron los Límites de Atterberg (UNE EN-ISO\_17892\_12), muy importantes al tratar los suelos arcillosos, y en los tres casos encontramos un tipo de suelo MH (limos de alta plasticidad) según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (UGCS). Aunque la

clasificación sea la misma, se observa una clara diferencia entre ambos niveles siendo el porcentaje de humedad, en ambos límites, bastante más elevado en la muestra CAE-R2.

Finalmente se realizó el ensayo de granulometría, por sedimentación con densímetro (UNE EN-ISO\_17892\_04) y por difracción láser. El ensayo normalizado no pudo realizarse completamente ya que no se pudieron tomar las medidas necesarias, al comienzo del ensayo, al no sumergirse el menisco lo suficiente y perdiendo así una gran cantidad de información. En el análisis del tamaño de partícula por difracción láser se obtuvieron unas curvas de distribución de tamaño de partícula diferentes. En las muestras CEV-2 y CAE-R2 se obtienen distribuciones bimodales, mientras que la CAE-V2 presenta un único máximo para medidas de 6,80  $\mu\text{m}$ . Mediante el ensayo normalizado se consiguieron menores tamaños de partícula para la muestra CAE-R2, sin embargo, por láser la muestra CAE-V2 es la que presenta valores menores. No obstante, en los tres casos hay una clara diferencia entre las dos curvas obtenidas, con menores tamaños para los datos parciales obtenidos por densímetro (Fig. 1).



*Fig 1. Gráficas comparativas de las curvas granulométricas de cada una de las muestras según el método empleado para conseguir las. Las curvas azules se han realizado bajo la norma y las rojas por difracción láser.*

## CONCLUSIONES

Hay una importante diferencia en las propiedades de las Arcillas Verdes y Rosas. La muestra de Arcillas Rosas, CAE-R2, tiene menor densidad y mayores valores de límites de Atterberg y, por tanto, mayor capacidad de absorción de agua, lo que no implica una mayor expansividad en posteriores ensayos edométricos o de hinchamiento libre. Esto está relacionado con la microporosidad observada mediante MEB debida a la disposición cara-borde que presenta, mientras que en las muestras verdes es una estructura laminar más cerrada.

Gracias también a la MEB se concluye que, ninguno de los resultados de granulometría es fiable ya que no se estaría midiendo el tamaño de agregados naturales, ni el de cristales individuales, sino de fragmentos y/o agregados cuyo tamaño dependerá de la energía de molienda y de la suspensión de las partículas, y posterior agregación de las mismas. El análisis de los resultados cuestiona la validez y representatividad de los mismos, independientemente del método, y pone de manifiesto la dificultad de obtener un dato fiable de distribución de tamaño de partícula en muestras de naturaleza arcillosa.

## REFERENCIAS

- UNE EN-ISO 14688. Investigación y ensayos geotécnicos. Identificación y clasificación de suelos.
- UNE EN-ISO 17892. Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos.