

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PELOIDES

Francisco ARMIJO CASTRO*

RESUMEN

Se han estudiado tres parámetros físicos, no térmicos, que son característicos de cada peloide y que pueden utilizarse para su rápida caracterización.

Estos parámetros son la plasticidad, la capacidad de intercambio iónico y la sorción de agua.

Se propone un método, ya adoptado en los suelos, para medir la plasticidad.

RESUMÉ

On a étudié trois paramètres, physiques, pas thermiques, spécifiques de chaque peloïde et qu'on peut utiliser pour son immédiate caractérisation.

Ces paramètres sont la plasticité, la capacité d'échange ionique et la sorption de l'eau.

On vous propose une méthode, adoptée déjà dans les sols, a fin de mesurer la plasticité.

SUMMARY

We have studied three physical parameters (not thermal), characteristic of each peloide and which can be used for its quick characterization.

These parameters are: Plasticity, capacity of ionic exchange and water sorption.

We propose a method already adapted in soils for measurement of plasticity.

●

En un trabajo precedente sobre las propiedades de los peloides los considerábamos como sistemas heterogéneos compuestos por fases sólidas de origen orgánico e inorgánico y una fase líquida formada por una solución de solutos orgánicos e inorgánicos cuyo disolvente, y principal componente, es el agua (1).

El agua, como especie química, por sus peculiares características estructurales, reflejadas en sus propiedades físicas, proporciona al peloide sus cualidades más

notables, actuando las sustancias sólidas como coadyuvantes o modificadoras para poder conseguir las aplicaciones terapéuticas.

De alguna manera podemos decir que los sólidos que forman parte de los peloides actúan como los excipientes en las formas farmacéuticas, que no sólo son necesarios para proporcionar un vehículo adecuado a la sustancia activa, sino que en muchos casos mejoran su acción y tolerancia.

Ya dijimos, de acuerdo con otros autores, que las propiedades térmicas de los peloides eran las más importantes desde el punto de vista terapéutico, pero también existen otras, derivadas de las características físicas de los componentes sólidos del sistema, que son propias y representativas de cada peloide, la plasticidad, la capacidad de retención de agua y la capacidad de intercambio iónico.

La PLASTICIDAD fue definida por Bingham (2) como una propiedad de los sólidos en virtud de la cual ciertos cuerpos no manifiestan deformación permanente en tanto la tensión ejercida sobre ellos se mantenga por debajo de un cierto valor límite, pero pueden ser deformados, amasados y moldeados por la acción de tensiones mayores.

La rama de la Física que estudia los fenómenos de la deformación y flujo de la materia se denomina Reología y de acuerdo con ella, bajo la acción de determinadas fuerzas, los sólidos elásticos se deforman temporalmente, los sólidos plásticos se deforman permanentemente y los líquidos fluyen.

De una forma elemental podemos decir que un material es plástico cuando se puede deformar hasta adquirir una nueva forma, de manera permanente, sin romperse.

Las fuerzas capaces de poner de manifiesto las distintas propiedades reológicas de los materiales han de ser de distinta naturaleza que la presión isotrópica, es decir, han de tener diferente intensidad en las distintas partes del cuerpo. Son las llamadas fuerzas de cizalla, que hacen que los distintos materiales se comporten reológicamente de muy distinta manera (3).

En el cizallamiento simple el efecto producido es un deslizamiento de unas capas del material con respecto a otras de forma paralela pero sin variación del volumen ni de la densidad.

* Profesor Asociado Cátedra de Hidrología Médica.

De acuerdo con la ley de Hooke la distorsión de un cuerpo es proporcional a la tensión de cizalla que la produce. La ecuación que la describe es:

$$\tau = \mu \gamma$$

en la que τ es la *tracción tangencial* o tensión de cizalla, γ es el *gradiente de desplazamiento*, y μ es el llamado *módulo de rigidez*, de cizalla o de elasticidad de forma, un coeficiente característico de cada material. Cuanto mayor es μ , más rígido es el material, un cuerpo que no cambia su forma bajo la acción de una tensión de cizalla es un cuerpo rígido.

Si consideramos ahora un prisma hecho de un sólido plástico, al aplicarle una pequeña tensión de cizalla, se deforma de manera elástica, al principio, pero τ no puede aumentarse tanto como en el caso de un sólido elástico, pues cuando se alcanza un cierto valor límite θ , permanece prácticamente constante, cualquiera que sea la magnitud alcanzada por la deformación.

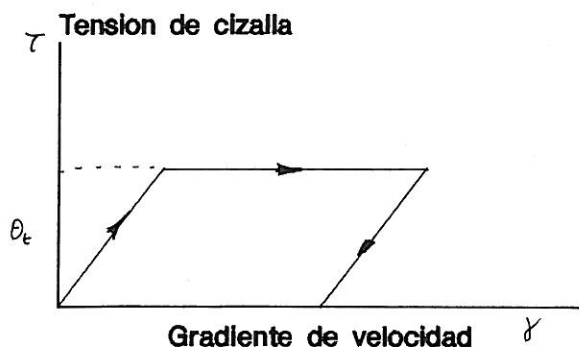
Las dimensiones de los coeficientes μ y θ pueden deducirse de las ecuaciones anteriores y son:

$$\text{MÓDULO DE RIGIDEZ } \mu: M L^{-1} T^{-2}$$

$$\text{TENSIÓN LÍMITE } \theta: M L^{-1} T^{-2}$$

Podemos representar el diagrama reológico de un material plástico mediante la figura siguiente:

DIAGRAMA REOLÓGICO Material plástico.



En ella puede comprobarse cómo el material plástico muestra un comportamiento elástico hasta que se alcanza la tensión límite θ , permaneciendo esta constante, al cesar la tensión vuelve a recuperarse sólo la parte elástica de la deformación.

En función de estas características de cuerpo plástico, los peloides pueden amasarse y moldearse adap-

tándose perfectamente a las variadas formas del cuerpo humano en general o de una región concreta a tratar, permitiendo una aplicación homogénea del calor (4).

Se han dado numerosas teorías para explicar el mecanismo de plasticidad de los barro. De manera general podemos considerar que estos materiales están formados por partículas laminares separadas por capas o láminas de agua.

Uno de los componentes mayoritarios de los peloides son los llamados minerales de la arcilla. Su estructura atómica consiste en tetraedros de sílice y octaedros de alúmina. Los tetraedros de sílice presentan un átomo de oxígeno en cada vértice equidistantes del silicio central.

Los tetraedros forman un retículo hexagonal de tipo laminar, compartiendo los átomos de oxígeno de los vértices basales de los tetraedros. En cuanto a los octaedros de alúmina, un átomo de aluminio, o de los posibles átomos sustitutorios hierro o magnesio, equidista de los seis oxígenos de los vértices (5).

Estos tipos de unidades dan lugar también a capas laminares y la repetición bidimensional de unidades tetraédricas y octaédricas y el apilamiento de estas laminas originan la forma de escamas de los minerales de la arcilla que facilitarán el cizallamiento y, por tanto, la plasticidad de los peloides.

Para cuantificar de una manera concreta la plasticidad de un peloide creemos que se debe utilizar alguna norma de ensayo oficial, suficientemente contrastada, que sea de fácil realización y no necesite un equipamiento muy sofisticado.

La Norma de ensayo NLT 106/72 dedicada al cálculo del llamado *Límite plástico* de los suelos, puede resultar, en nuestra opinión, muy adecuada. Esta norma define el *límite plástico* como la humedad más baja con la que se pueden formar cilindros de material, de unos 3 mm. de diámetro, rodando dicho material entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos cilindros se desmoronen.

Para realizar esta técnica se toman unos 20 gramos de material del peloide que deben desecarse en estufa o al aire, o amasarse con agua, según su textura original, hasta que se pueda formar con facilidad una bola, sin que se pegue demasiado a los dedos.

Se moldea esta muestra en forma de elipsoide y se rueda entre la mano y la superficie lisa, utilizándose la presión estrictamente necesaria para dar forma a los cilindros.

Si al obtener un cilindro de unos 3 mm. de diámetros no se ha desmoronado, se hace un nuevo elipsoide y se repite el proceso el número de veces necesario, hasta conseguir un cilindro que no se desmorone.

En esta muestra se determina el contenido en agua, mediante la técnica de pérdida por secado a 105-110 °C. El límite plástico se expresa por el tanto por ciento de humedad referido a peloide desecado o componentes sólidos (6).

Hay que tener en cuenta, tal y cómo dice la propia norma, que el secado previo en estufa o al aire puede variar el límite plástico de los peloides que presenten mucha materia orgánica, aunque este cambio no suele ser importante.

Esta sencilla prueba nos permite comparar de una manera rápida y sencilla, pero con adecuada precisión y repetitibilidad, la plasticidad de los peloides. Los peloides muy plásticos desmoronarían el cilindro en trozos de unos 5 a 7 mm. de longitud, los poco plásticos lo harán en porciones menores, mientras que otros se romperán dando porciones en forma de lajas.

Hace casi dos siglos y medio que el minerologista sueco barón Axel Constedt, observó que ciertos minerales al calentarse burbujearan como si estuvieran hirviendo, los denominó zeolitas de las palabras griegas «zeo», hervir, y «lithos», piedra.

Estas piedras hirvientes están formadas principalmente por silicio, aluminio y oxígeno, formando cristales muy porosos surcados por canales submicroscópicos, que contienen agua, esto explica su ebullición a altas temperaturas. Los elementos presentes en las zeolitas son los mismos y en una disposición similar a los minerales de la arcilla existentes en los peloides (7).

Además estas estructuras son portadoras de cargas eléctricas negativas que se compensan con un catión de un metal alcalino, sodio, potasio, calcio o magnesio. Estos cationes no forman parte del armazón, y en condiciones adecuadas pueden intercambiarse por otros cationes.

La capacidad de intercambio iónico de estos compuestos fue descubierta en la década de 1850 y es una propiedad que muestran en mayor o menor grado los minerales de la arcilla, y en los peloides pueden dar lugar a cambios iónicos con los elementos de las aguas mineromedicinales empleadas en la maduración.

Así los minerales del grupo de la montmorillonita, nombre que proviene de la ciudad francesa de Montmorillon, con microcristales de dimensiones muy pequeñas formando láminas muy delgadas, tienen una capacidad de intercambio iónico comprendida entre 80 a 90 miliequivalentes por 100 gramos de arcilla seca. La caolinita tiene una capacidad de sólo 10 miliequivalentes por 100 gramos.

Otra propiedad de los peloides es su capacidad de retención de agua debida a la estructura coloidal de sus componentes. Se puede calcular mediante la fórmula de Stokfisch y Benede:

$$C = \frac{\text{peso de peloide saturado de agua} - \text{peso peloide seco}}{\text{peso de peloide seco}} \times C$$

La capacidad de retención de agua de los minerales de la arcilla, que forman el principal substrato inorgánico de los peloides, está comprendida entre el 15 al 50 por 100 del peso seco (8).

La sorción de agua se consigue por la acción de fuerzas moleculares que forman monocapas de cierto espesor sobre la superficie de coloides y cristales. También actúan fenómenos de absorción en las paredes de los capilares.

La retención de agua por fenómenos, que denominaremos de una manera general, de sorción, es una propiedad característica de cada peloide derivada de la estructura fisicoquímica de sus componentes sólidos. Juntos con la plasticidad, forman una pareja de propiedades físicas que pueden ayudar a definir los diferentes tipos de peloides.

En la bibliografía consultada no hemos encontrado valores cuantitativos de estos parámetros y menos datos que los relacionen con la eficacia terapéutica de los peloides.

Esperamos que este pequeño trabajo, puramente teórico, estimule a los hidrólogos que utilizan esta terapia para que aporten datos cuantitativos de los peloides españoles, para así poder contar en breve plazo con datos cuantitativos fisicoquímicos que ayuden a conocer mejor la causa de la eficacia de este remedio terapéutico.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARMIJO CASTRO, Francisco (1991): «*Propiedades térmicas de los peloides*». Bol. Soc. Esp. Hidrol. Md. Vol. VI, n.º 3, 151-157.
2. MARTÍN GUZMÁN, G. (1963): «*Fundamentos de Reología*». Revista de plásticos modernos. Enero n.º 79.
3. CABRERA y FELIPE, Juan (1958): «*Introducción a la Física teórica*». Zaragoza Librería General.
4. LARY, André (1980): «*La Pelotherapie*». Presse thermique et climatique, 117 n.º 1, págs. 1-11.
5. MILLOT, Georges (1979): «*La arcilla*». Investigación y Ciencia. Junio n.º 33, págs. 46-57.
6. PRAT, Silvester y BROZEK, Bohumil (1963): «*Biology and physics of peloids*». Medical Hydrology S. Lich Editor, Baltimore.
7. KERR, George (1989): «*Zeolitas sintéticas*». Investigación y Ciencia. Septiembre n.º 156, págs. 72-78.
8. MESSINA, B. y GROSSI, F. (1989): «*Elementi di idrologia medica*». Roma Societa Editrice Universo.