

Arcilla vs Turba. Fase sólida de peloides

Francisco ARMIJO⁽¹⁻²⁾, Francisco MARAVER⁽¹⁻²⁾

⁽¹⁾Escuela Profesional de Hidrología Médica, Facultad de Medicina,
Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

⁽²⁾Departamento de Radiología, Rehabilitación y Fisioterapia, Facultad de Medicina,
Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España
farmijoc@med.ucm.es

Recibido: 18-10-18

Aceptado: 29-10-18

Resumen

Desde un punto de vista fisicoquímico podemos definir a los peloides como sistemas heterogéneos, con fases sólidas formadas por una mezcla de sólidos inorgánicos y/o, orgánicos suspendidas o humectadas con una fase líquida, formada por una disolución de iones y moléculas de origen inorgánico y orgánico cuyo solvente es el agua. Las fases sólidas más importantes son las arcillas y las turbas. En este artículo estudiaremos primero las propiedades físicas de arcillas y turbas como materias primas para la preparación de peloides, para hacerlo después con las propiedades mecánicas y térmicas de peloides cuyas fases sólidas son arcillas y turbas.

Palabras claves: peloide, arcilla, turba, textura instrumental, propiedades térmicas

Clay vs Peat. Solid phases of peloids

Abstract

From a physicochemical point of view we can define peloids as heterogeneous systems, with solid phases formed by a mixture of inorganic or organic solids suspended or wetted with a liquid phase, formed by a solution of ions and molecules of inorganic and organic origin whose solvent is the water. The most important solid phases are clays and peat. In this article we will first study physical properties of clays and peat as raw materials for preparation peloids, to do it later with the mechanical and thermal properties of peloids whose solid phases are clays and peats.

Key words: peloid, clay, peat, instrumental texture, thermal properties

REFERENCIA NORMALIZADA

Armijo F, Maraver F. Arcillas vs Turbas. Fases sólidas de peloides. Bol Soc Esp Hidrol Med, 2019; 34(1): 35-50. DOI: 10.23853/bsehm.2019.0954

INTRODUCCIÓN

La definición más moderna del término peloide dice que: “Peloide es un lodo madurado o una suspensión o dispersión de barro con propiedades curativas o propiedades cosméticas, compuesto de una mezcla compleja de materiales de grano fino de origen geológico y /o biológico, agua mineral o agua de mar, y compuestos orgánicos comúnmente originados por una actividad metabólica biológica”¹.

Desde un punto de vista fisicoquímico podemos definir a los peloides como sistemas heterogéneos, con fases sólidas formadas por una mezcla de sólidos inorgánicos u orgánicos suspendidas o humectadas con una fase líquida, formada por una disolución de iones y moléculas de origen inorgánico y orgánico cuyo solvente es el agua².

La tantas veces citada y expuesta tabla que incluyó la clasificación de los peloides preparada en el Congreso de Dax, ya utilizó como primer criterio clasificador de los peloides los sólidos que forman el producto; dividiéndolos en minerales, orgánicos y mixtos³.

Las fases solidas más importantes en España son las minerales, arcillas y las orgánicas, turbas. M^a Isabel Carretero y Manuel Pozo definen a los minerales como: “Compuestos químicos sólidos y homogéneos, de origen natural, formado como consecuencia de un proceso generalmente inorgánico, dotado de una composición química definida pero no fija y con una estructura interna ordenada”⁴.

Las Arcillas son rocas sedimentarias constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados de formula general $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Están constituidos por láminas de tetraedros unido por sus esquinas a otros tres formando una red hexagonal. Átomos de Al y Fe pueden reemplazar parcialmente al Si en la estructura. Los átomos de oxígeno ubicados en los ápices de los tetraedros de estas láminas pueden formar parte de otra lámina paralela compuesta por octaedros que suelen estar coordinados por cationes de Al, Mg, Fe y más infrecuentemente por átomos de Li, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn⁵.

En el caso de sólidos de tipo orgánico resultan bien definidas las turbas, materiales de color que va del pardo al negro, siendo relativamente ricos en carbono. La formación de turba constituye la primera etapa del proceso por el que la vegetación se transforma en carbón mineral debido a la putrefacción de la vegetación en el agua de pantanos, marismas y humedales. Están formadas por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. La formación de una turbera es generalmente lenta como consecuencia de una escasa actividad microbiana, debida a la acidez del agua o la baja concentración de oxígeno. El paso de los años va produciendo una acumulación de turba que puede alcanzar varios metros de espesor, a un ritmo de crecimiento que se calcula de entre medio metro y diez centímetros cada cien años⁶.

Función de las fases sólidas

En un peloïde debemos considerar al agua como el principio activo responsable de su acción termoterápica, La fase sólida podemos considerarla como el excipiente que le sirve de vehículo, mejorando su eficacia y tolerancia por el paciente⁷.

El elevado calor específico del agua, el mayor de todos los líquidos y sólidos con excepción del amoníaco líquido, y su también elevado coeficiente de conductividad térmica, hace imposible aplicarla directamente a un paciente a una temperatura de 45°C.

La acción de las fases sólidas consiste en moderar la transmisión de calor. Podemos concluir que las fases sólidas de los peloïdes también actúan como elementos modificadores que permiten aplicar el calor en zonas muy concretas y con un ritmo de cesión determinado.

MÉTODOS

Se determinaron los porcentajes de sólidos y cenizas por gravimetría, previa desecación en estufa a 105°C e incineración en horno mufla a 800°C. Se consideran como sólidos a la materia que deja el peloïde cuando se deseca a 105 °C en estufa hasta peso constante, se expresan en tanto por ciento con respecto al peloïde total. Por agua se entiende a la diferencia a 100 con el porcentaje de sólidos. Las cenizas son el residuo de los componentes sólidos después de su incineración a 850 °C, en horno mufla hasta peso constante⁸.

La textura instrumental se determinó con el equipo Texture Analyzer modelo 1000 de la marca Brookfield LFRA⁹.

El tamaño de partícula se midió por difracción de láser con el equipo modelo Mastersize3000 de Malvern Instruments¹⁰.

El mayor ó menor grado de hinchabilidad de una arcilla mide la capacidad de retención de agua entre sus partículas. Para medir el Índice de hinchabilidad se utiliza el método descrito en la Norma ASTM D 5890-06218¹¹.

El calor específico de arcillas y turbas, materias primas, se ha medido con el equipo de calorimetría de Barrido modelo DSC1, enfriado por aire de la marca Mettler Toledo dotado del software STARe para la toma y tratamiento de datos¹².

Los valores de las propiedades térmicas, calor específico, conductividad térmica y la retentividad de los peloïdes se obtuvieron por cálculo. Basándonos en los ábacos de Prát & Brožek¹³, en función de su contenido en agua y cenizas se obtuvo la ecuación siguiente para calcular el calor específico².

$$C_p(P) = 1,26023 + 0,02926(W) - 0,00628 (C) + 0,000063 (W) (C)$$

$C_p(P)$ es el calor específico del peloïde
 (W) el porcentaje de agua en el peloïde
 (C) el porcentaje de cenizas

La conductividad térmica (λ), la velocidad de transferencia de calor a través de una lámina de sustancia de área y espesor la unidad, con un gradiente de temperatura de 1°C entre ambas caras, se calculó utilizando otra ecuación basada en los ábacos citados que proporciona el valor de la conductividad térmica en función del contenido en agua y cenizas del peloïde².

$$\lambda = 2,85 \cdot 10^{-2} + 7,74 \cdot 10^{-3} (C) + 5,11 \cdot 10^{-3} (W) - 7,74 \cdot 10^{-5} (C)(W)$$

La retentividad térmica se define como el tiempo que tarda la unidad de volumen de un peloïde en disminuir un grado su temperatura, cuando la pérdida de calor por segundo es numéricamente igual al coeficiente de conductividad térmica. Las unidades de medida son $(10^4 \text{s/m}^2)^2$. Los valores de este parámetro se obtuvieron también por cálculo.

Para la obtención de las curvas de enfriamiento se siguió la técnica de Rambaud¹⁴ utilizando baños termostáticos de la marca Lauda modelos Lauda RA Alpha 8 y E-100 y una sonda termostática Cole-Parmer, modelo 91100-50. Las gráficas de la curva experimental y las ecuaciones que mejor se ajustan se obtuvieron utilizando el programa ORIGIN 8.

Estas curvas nos proporcionarían el llamado tiempo de relajación t_r que se define como el tiempo necesario para que una magnitud en decrecimiento exponencial disminuya su valor inicial, T_i , 45°C en un 63,22 %, de la amplitud A , nueve grados de 45 a 36 °C¹².

La temperatura T_r , alcanzada al llegar al tiempo de relajación será:

$$T_r = T_0 + A/e$$

Para una Temperatura inicial de 45°C y una T_0 de 36°C, la amplitud será 9°C y el tiempo de relajación será el que tarde en bajar de 45°C hasta 39,3°C.

RESULTADOS

ARCILLAS Y TURBAS COMO MATERIAS PRIMAS

Composición centesimal

En la tabla 1 se muestran los resultados de los sólidos y cenizas de turbas y arcillas, clasificados en función de su relación cenizas arcillas de forma creciente.

Las turbas (materia prima) presentan una concentración de sólidos y cenizas inferior a las arcillas, destacando que la relación cenizas/sólidos en las primera presentan valores muy pequeños, cercanos cero, mientras que las arcillas tienen valores de esta relación cercanos a uno. Como comparación incluimos un producto total-

mente orgánico, como es la celulosa microcristalina y otro inorgánico, arena lavada, con valores de esta relación de cero y 0,99 respectivamente.

Tabla 1 - Composición centesimal de Turbas y Arcillas

TURBAS	Sólidos %	Cenizas %	Cenizas/Sólidos
Celulosa microcristalina	95,9	0	0
Turba rubia Plantobalt	76,1	2,31	0,03
T2 Pukhovichi	66,6	11,8	0,17
T1 Pukhovichi	57,9	12,2	0,21
Turba negra	68,0	39,4	0,57
ARCILLAS			
Caolin	99,0	88,1	0,89
Palygorsquita	90,5	81,32	0,90
Sepiolita	89,9	82,2	0,91
Bentonita	88,4	82,7	0,93
Arena	99,5	98,7	0,99

Tamaño de partícula

En las tablas 2 y 3 se muestran los resultados de los estudios granulométricos de arcillas y turbas.

Tabla 2 - Resultados granulométricos de las arcillas

	ATOX	B Al	B Mg	<u>Volcangel</u>	Caolin	Kerolita	PALYGEL	SPLF
Moda μm	10,7	11,3	11,7	8,45	20,1	36,1	14,0	11,0
D [3.2] μm	5,56	5,42	6,17	6,27	7,08	9,07	6,74	8,95
D [4:3] μm	18,0	13,8	14,1	17,2	19,6	27,1	15,3	17,0
Dv 10 μm	2,5	2,42	2,89	2,91	3,25	3,55	3,00	4,44
Dv 50 μm	11,2	9,49	10,3	10,2	14,9	21,6	11,2	11,5
Dv 90 μm	43,2	31,4	30,8	42,0	42,8	59,6	33,7	34,1
Dv 100 μm	143	86,2	86,0	141,0	103	126	86,1	163
Uniformidad	1,132	0,949	0,845	1,164	0,819	0,819	0,850	0,879
ASE m^2/kg	1080	1107	972,5	957,3	847,6	661,4	890,0	670,5

Tabla 3 - Resultados granulométricos de las turbas

	T1 Pukhovichi	T2 Pukhovichi	Plantobalt	Turba negra
Moda μm	692	758	474	81
D [3.2] μm	109	183	95,7	11,5
D [4:3] μm	585	664	416	139
Dv 10 μm	40,0	75,7	57,5	4,35
Dv 50 μm	380	446	288	68,4
Dv 90 μm	1460	1590	945	403
Dv 100 μm	3600	3600	3460	970
Uniformidad	1,186	1,050	0,981	1,690
ASE m ² /kg	55,16	32,81	63,72	519,9

La Moda de las turbas (81 a 758 μm) mucho mayor que la de las arcillas (10,7 a 36,1 μm). El Dv 50 μm de las turbas (68,4 a 446 μm) mayor que el de las arcillas (9,49 a 21,6 μm). La Uniformidad de las turbas (0,981 a 1,690) es peor que la de las arcillas (0,819 a 1,164) La superficie específica es mucho mayor en las arcillas (661 a 1107 m²/kg/ que en las turbas (32 a 519).

Hinchabilidad

En las tablas 4 y 5 se muestran los resultados de los índices de hinchabilidad de arcillas y turbas.

Tabla 4 - Índice de hinchabilidad de las arcillas en ml/2g

ATOX	B-Al	B-Mg	Volcangel	Caolin	Kerolita	PALYGEL	SPLF
30	11,5	12	30	5	5,5	9,5	40

Tabla 5 - Índice de hinchabilidad de las turbas en ml/2g

AVICEL PH	Plantobalt	Turba negra
9,5	15	5

Capacidad calorífica

En las tablas 6 y 7 se muestran los resultados de Las capacidades caloríficas de arcillas y turbas.

La capacidad calorífica media de las arcillas determinadas a temperaturas comprendidas entre 39 y 45 °C es inferior a la de las turbas medidas en idénticas condiciones.

Tabla 6 - Capacidad calorífica de Arcillas

Producto	Capacidad calorífica J/g K
Bentonita Mg	0,981
Bentonita Al	0,859
Caolín G-40/7M	0,972
Kerolita	0,870
PALYGEL	0,765
SPLF	1,253

Tabla 7 - Capacidad calorífica de Turbas

Producto	Capacidad calorífica J/g K
PLANTOBALT	1,291
Turba Negra	1,148

Textura instrumental

Las arcillas y las turbas como productos sólidos no tienen parámetros de textura instrumental, cuando preparamos peloides con agua destilada utilizando estos materiales citados como fases sólidas, las representaciones gráficas de sus texturas indican un comportamiento diferente en las pruebas de penetrometría (Figuras 1 y 2).

Los gráficos de la textura instrumental de las turbas presentan un segundo pico muy distinto del primero, esto no ocurre en las arcillas y no tiene apenas pico de adhesividad.

Variación de la textura instrumental con el contenido en agua

En las figuras 3 y 4 se muestra el comportamiento de la dureza instrumental cuando aumenta el contenido en agua de los peloides preparados con arcillas y agua destilada.

Las arcillas disminuyen su dureza y adhesividad al aumentar el contenido en agua de manera exponencial decreciente. Cada arcilla presenta un comportamiento diferente debido a su estructura lo que permitiría elegir la más adecuada para su utilización terapéutica o cosmética.

Figura 1 - Curva de textura instrumental de Bentonita Mg

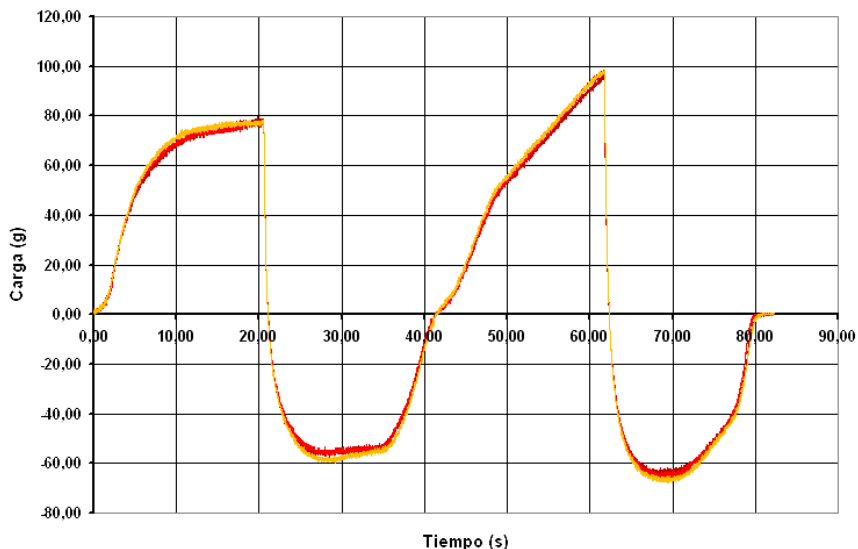
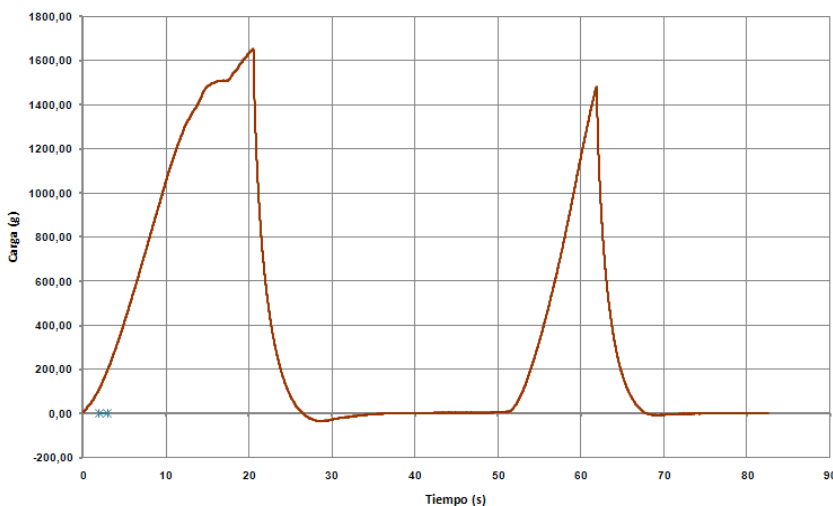


Figura 2 - Curva de textura instrumental de turba Plantobalt



La variación de la dureza de los peloides preparados con Turbas no ajustan su comportamiento a una ecuación exponencial decreciente presentando un maximo de dureza cuando contienen aproximadamente un 80% de agua

Figura 3 -Variación de la dureza de la arcilla Bentonita Magnésica con el contenido de agua

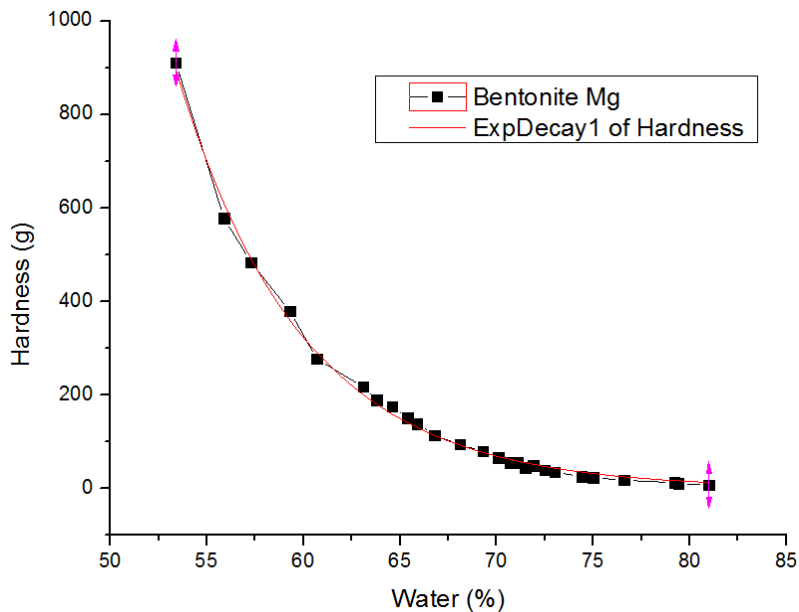


Figura 4 - Variación de la dureza de arcillas con el contenido de agua

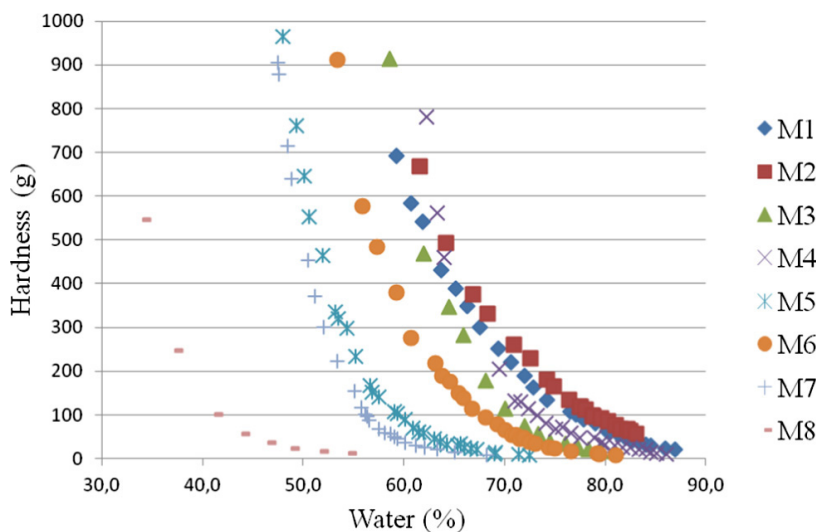
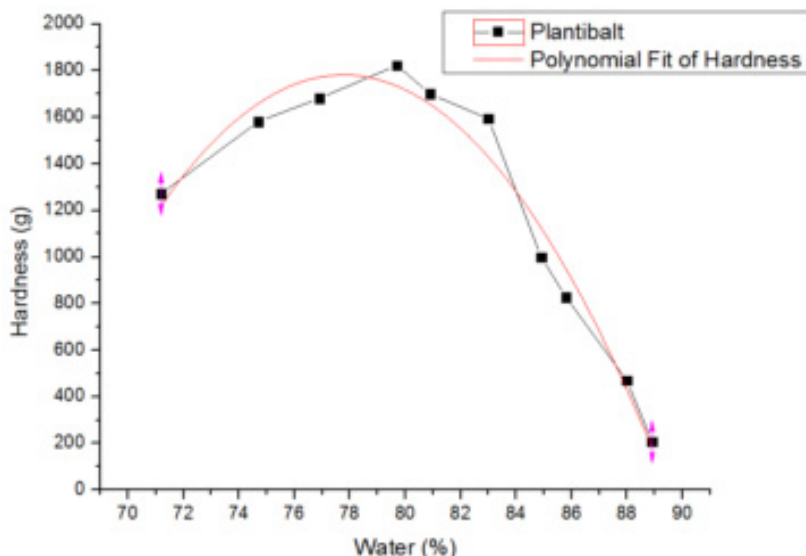


Figura 5 -Variación de la dureza de turba Plantobalt con el contenido de agua

PRIMAS PELOIDES CON ARCILLAS Y TURBAS COMO FASES SÓLIDAS

Composición centesimal

En la tabla 8 se muestran los resultados de los sólidos y cenizas de peloides basados en turbas y arcillas clasificados en función de su relación cenizas arcillas de forma creciente.

Encontramos que los peloides basados en turbas tienen valores más bajos de sólidos y cenizas que los basados en arcillas, mostrando que los primeros tienen valores pequeños de la relación cenizas/sólidos como corresponde al tipo de material que constituye su fase sólida, mientras que los segundos presentan valores cercanos a la unidad propios de materiales inorgánicos.

Textura instrumental

En las tablas 9 y 10 se muestran los resultados de los parámetros de Textura instrumental de peloides basados en arcillas y turbas en función creciente de la dureza.

Estas determinaciones de la textura instrumental nos permiten conocer la utilización de los peloides, aquellos con valores de la dureza y adhesividad pequeños se utilizarán en baños e individuales o colectivos, mientras que los que presenten valores elevados permitirán aplicaciones locales en zonas concretas.

Tabla 8 - Composición centesimal de peloides basados en Turbas y Arcillas

Peloide	Sólidos %	Cenizas %	Cenizas/Sólidos
Polanczyk	12,88	0,61	0,04
Karlovy Vary	16,98	0,61	0,04
Peloide Boí	15,6	1,58	0,1
Bad Bayersoien	14,45	1,93	0,13
Héviz	22,3	1,93	0,13
Pukhovichi	22,71	3,71	0,16
Lopagan	65,7	56,2	0,85
Thalasia	40,1	35,8	0,88
El Raposo	60,4	53,2	0,88
Peruibe	41,2	37,6	0,91
Archena	25,4	23,3	0,92
Terdax	53,8	50,24	0,93
Arnedillo	68,6	64,5	0,94

Tabla 9 - Parámetros de textura instrumental de peloides basados Arcillas

Producto	Dureza (g)	Adhesividad (gs)	Cohesión
Peloide Mar Menor	32	291	0,79
Peloide Copahue	44	416	0,52
Peloide Thalasia	45	548	0,96
Peloide de Carhué	65	696	0,96
Peloide Archena	132	2491	0,80
Peloide Terdax	138	2645	0,65
Peloide Mar Muerto	350	3097	0,86
Peloide El Raposo	394	7102	0,80
Peloide Lopagan	461	6966	0,50
Peloide Arnedillo	462	4962	0,50

Tabla 10 - Parámetros de textura instrumental de peloides basados Turbas

Peloide	Dureza (g)	Adhesividad (gs)	Cohesión
Pukhovichi	12	64	0,73
Karlovy Vary	104	708	0,56
Caldas de Bohí	106	908	0,61
Héviz	139	1272	0,70
Polanczyk	924	763	0,30
Bad Bayersoien	1163	1409	0,23

Capacidad calorífica

En las tablas 11 y 12 se muestran los resultados de las capacidades caloríficas calculadas de peloides basados en fases solidas con arcillas y turbas.

Tabla 11 - Capacidad calorífica de peloides con arcillas y compuestos inorgánicos como fases sólidas

Producto	Capacidad calorífica J/g K
Peloide Mar Muerto	1,901
Peloide Arnedillo	1,902
Peloide Lopagan	2.033
Peloide Mar Menor	2,170
Peloide El Raposo	2.217
Peloide Terdax	2,440
Peloide de Carhué	2,771
Peloide Copahue	2,861
Lama Peruibe	2,884
Peloide Thaliasia	2.924
Peloide Archena	3,407

La capacidad calorífica calculada de los peloides con turbas como fases solidas es superior a la dos basados en arcillas, debido a que los primeros tienen una mayor concentración de agua en su composición.

Tabla 12 - Capacidad calorífica de peloides con turbas como fases sólidas

Producto	Capacidad calorífica J/g K
Polanczyk	3808
Bad Bayersoien	3761
Caldas de Bohí	3720
Karlovy Vary	3688
Héviz	3520
Pukhovichi	3516

En las tablas 13 y 14 se muestran los resultados de las conductividades térmicas calculadas de peloides basados en fases solidas con arcillas y turbas.

Tabla 13 - Conductividad térmica de peloides con arcillas como fases sólidas

Producto	Conductividad Térmica W/(m K)
Peloide Copahue	0,37
Peloide de Carhué	0,45
Peloide Mar Menor	0,45
Peloide Thalasia	0,45
Lama Peruibé	0,45
Peloide Archena	0,46
Peloide Terdax	0,47
Peloide Mar Muerto	0,48
Peloide El Raposo	0,48
Peloide Lopagan	0,49
Peloide Arnedillo	0,53

La Conductividad térmica calculada de los peloides con fases solidas arcillas y turbas es muy similar destacando únicamente el peloide de Copahue en el que la fase solida inorgánica no es una arcilla.

En las tablas 15 y 16 se muestran los resultados de la retentividad calculada y del tiempo de relajación medido, en orden creciente de este último, de peloides basados en fases solidas con arcillas y turbas.

Los tiempos de relajación y las retentividades de los peloides basados en turbas como fases solidas son superiores a los basados en arcillas, es decir cederán el calor de una manera más lenta.

Tabla 14 - Conductividad térmica de peloides con turbas como fases sólidas

Producto	Conductividad Térmica W/(m K)
Pukhovichi	0,43
Héviz	0,44
Karlovy Vary	0,45
Caldas de Bohí	0,46
Polanczyk	0,47
Bad Bayersoien	0,47

Tabla 15 - Retentividad y tiempo de relajación de peloides con arcillas como fases sólidas

Producto	Retentividad (10 ⁶ s/m ²)	Tiempo de relajación (s)
Peloide de Arnedillo	5,6	276
Peloide Lopagan 2002	6,2	299
Peloide Mar Muerto	6,3	354
Peloide Mar Menor	6,9	378
Peloide El Raposo	6,6	390
Peloide Terdax	7,0	420
Peloide Thalasia	7,9	456
Lama Peruibe	7,9	486
Peloide de Carhué	7,7	524
Peloide de Archena	8,3	594

Tabla 16 - Retentividad y tiempo de relajación de peloides con turbas como fases sólidas

Producto	Retentividad (10 ⁶ s/m ²)	Tiempo de relajación (s)
Héviz	8,6	618
Bad Bayersoien	8,4	636
Caldas de Bohí	8,5	654
Polanczyk	8,4	684
Karlovy Vary	8,6	684
Pukhovichi	8,9	780

DISCUSIÓN-CONCLUSIONES

Las fases solidas en los peloides actúan como los excipientes galénicos permitiendo ejercer el efecto terapéutico en una zona bien localizada, aumentando el tiempo de acción y asegurando una mejor aceptación por parte del usuario.

Las turbas (materia prima) presentan una concentración de sólidos y cenizas inferior a las arcillas. La relación ceniza/sólidos en las primeras presenta valores muy pequeños, cercanos cero, mientras que las arcillas tienen valores de esta relación cercanos a uno.

Las arcillas (materia prima) tienen menor tamaño de partícula, más superficie específica y son más uniformes en su distribución de tamaño.

Las capacidades caloríficas de las turbas (materia prima) son superiores a la de las arcillas.

Las arcillas (materia prima) tienen mayor índice de hinchabilidad que las turbas.

La relación cenizas/sólidos de los peloides basados en turbas son cercanos a cero y la de los peloides basados en arcillas cercano uno.

Los gráficos de la textura instrumental de peloides basados las turbas presentan en un segundo pico muy distinto del primero, esto no ocurre en las arcillas en la que ambos tienen formas similares aunque distinto valor.

Las variaciones de la dureza de los peloides preparados con arcillas ajustan su comportamiento a una ecuación exponencial decreciente. Los basados en turbas presentan un máximo de dureza cuando contienen aproximadamente un 80% de agua.

La capacidad calorífica calculada de los peloides con turbas como fases solidas es superior a la de los basados en arcillas.

La conductividad térmica calculada de los peloides con fases solidas arcillas y turbas es muy similar.

Los tiempos de relajación y las retentividades de los peloides basados en turbas como fases solidas son superiores a los basados en arcillas, ceden más lentamente el calor.

BIBLIOGRAFIA

1. Gomes C, Carretero MI, Pozo M, Maraver F, Cantista P, Armijo F, Legido JL, Teixeira F, Rautureau M, Delgado R. Peloids and Pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science*. 2013; 75-76. 28-38.
2. Armijo, F. Fases sólidas de los peloides. *Propiedades térmicas y mecánicas*. *Balnea*. 2015; 10: 143-162
3. Société Internationale d'Hydrologie Médicale. Decisions prises au cours de la Session 1949. *Proceedings of the IVE Conférence Scientifique Internationale de Dax; 1949 Oct 13-16; Dax, France*. Imp. Larrat, 1949. 156-157.

4. Carretero MI, Pozo M. *Mineralogía Aplicada: Salud y Medio Ambiente*. Madrid: Thompson, 2007, 406 pp.
5. Martínez-Cortizas A, Pontevedra X, García-Rodeja E, Nóvoa JC. Turberas. Mercurio y cambio climático. *Investigación y Ciencia*. 2000; 289: 30-33.
6. Fernández-Torán MA. *Propiedades físico-químicas de materiales susceptibles de ser utilizados en la preparación de peloides*. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 2014.
7. Holgado MA. *Excipientes en formulación magistral*. Sevilla. Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Universidad de Sevilla; 2008.
8. Armijo F. Propiedades térmicas de los peloides. *Bol Soc Esp Hidrol Med*. 1991; 6: 151-158.
9. Armijo F, Maraver F, Carretero MI, Pozo M, Ramos M, Fernandez-Torán MA, Corvillo I. The wáter effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for pelotherapy. *Appl Clay Sci*. 2015; 114: 395-401.
10. Armijo F, Maraver F. Granulometría y textura de los Peloides españoles. *An Hidrol Med*. 2006; 1: 79-96.
11. ASTM D 5890-06. 2006. Copyright ASTM International. 100 Barr Harbor Drive. PO Box C700. West Conshohococ. PA 19428-2959. United States.
12. Armijo F, Maraver F, Pozo M, Carretero MI, Armijo O, Fernandez-Torán MA, Fernández-González MV, Corvillo I. Thermal behaviour of clays and clay-water mixtures for pelotherapy. *Appl Clay Sci*. 2016; 126: 50-56
13. Prat S, Brozek B. Biology and physics of peloids. In: Licht S, (Ed.). *Medical Hydrology*. Baltimore: Waverly Press; 1963: 273-90.
14. Rambaud A, Rambaud J, Berger G, Pauvert B. Mesure et étude du comportement thermique des boues thermales. *Journal Français d'Hydrologie*. 1986; 17: 293-302.