

IX CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES

IX CIBAP 2025

LIBRO DE RESÚMENES



Del 7 al 9 de mayo de 2025
Balneario de Arnedillo, La Rioja
España



IX Congreso Iberoamericano de Peloides

Balneario de Arnedillo, La Rioja, España
Del 7 al 9 de mayo de 2025

Sociedad Iberoamericana de Peloides
SIPeT

TERMAEUROPA
BALNEARIO DE ARNEDILLO

IX CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES

IX CIBAP 2025

LIBRO DE RESÚMENES

Del 7 al 9 de mayo de 2025
Balneario de Arnedillo, La Rioja
España



IX Congreso Iberoamericano de Peloides

Balneario de Arnedillo, La Rioja, España
Del 7 al 9 de mayo de 2025

sociedad Iberoamericana de Peloides Termae
SIPeT

TERMAE
EUROPA
BALNEARIO DE ARNEDILLO

Editora: Carmen P. Gómez Pérez

Ilustración de la portada: Ana Legido

ISBN: 979-13-87631-91-8

Fecha de edición: abril 2025

COMITÉ CIENTÍFICO

Presidente

José Luis Legido Soto (España)
Presidente de la Sociedad Iberoamericana de Peloides

Miembros

Francisco Maraver (España)
Francisco Armijo (España)
M^a Isabel Carretero (España)
José Luis Legido (España)
Rafael Delgado (España)
Celso Gomes (Portugal)
Zeki Karagülle (Turquía)
Rosa Meijide (España)
María Lorena Vela (Argentina)
Lourdes Mourelle (España)
Manuel Pozo (España)
M^a Virginia Fernández (España)
Fernando Rocha (Portugal)
Joao Baptista Silva (Portugal)
Eduardo Ortega Rincón (España)
José Manuel Sousa-Lobo (Portugal)
Carmen Paula Gómez (España)
Miria Baschinni (Argentina)
Federico Texeira (Portugal)
Ana M^a Monasterio (Argentina)
Miguel Ángel Fernández Torán (España)
Marcos Untura (Brasil)
Paulo Flavio Gouvea (Brasil)
Fabrizio Caldara (Italia)
Karine Dubourg (Francia)
Éder Peña Quimbaya (Colombia)
Marta M^a Mato Corzón (España)
Dr. Juan Manuel Martín García (España)

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidentes

- José Luis Legido Soto (Universidade de Vigo).
- José Miguel Guzmán Rodríguez (Director del Balneario de Arnedillo).

Miembros

- M^a Lourdes Mourelle Mosqueira (Doctora en Farmacia y experta en termalismo).
- Carmen P. Gómez Pérez (Doctora Universidad de Vigo).
- Rocío Martínez (Directora Comercial del Balneario de Arnedillo).
- Alicia García Perona (Responsable Dpto. de Balneario del Balneario de Arnedillo).
- Patricia Muñoz Solana (Subdirectora y responsable de eventos del Balneario de Arnedillo).

ÍNDICE

1. Prólogo.....	11
2. Programa del congreso.....	13
3. Conferencias invitadas.....	17
3.1. Duración del tratamiento en la aplicación de peloides terapéuticos.....	19
F. Maraver.	
3.2. Evolución de la investigación de la peloterapia en los últimos treinta y cinco años.....	21
M.I. Carretero.	
3.3. Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) en suelos y otros materiales.....	25
R. Delgado Calvo-Flores y J. M. Martín García.	
3.4. Últimas experiencias del uso de peloide en el Balneario de Arnedillo.....	29
A. García Perona.	
3.5. Evaluación para su aplicación en Peloterapia de la composición y propiedades de los minerales constituyentes de peloides termales.....	31
M. Pozo.	
3.6. Efectos biorreguladores de la respuesta innata e inflamatoria por peloterapia.....	35
E. Ortega.	
3.7. Reflection on Public Health Policy and Thermal/Balneal Medicine.....	37
O. Surdu.	
3.8. Absorção percutânea de peloides terapêuticos sulfurosos: realidade ou “utopia”?.....	39
F. Rocha.	
3.9. Diving into Balneotherapy: Does it Work and is it Safe?.....	43
L. Rapoliene.	
4. Comunicaciones orales.....	45
4.1. Propiedades térmicas y reológicas de un peloide natural obtenido en una laguna costera mediterránea	47
F. Armijo, J. M. Carbajo, L. Vela, A. Martin, F. Maraver.	
4.2. Características físicas de dos peloides extemporáneos preparados con las aguas termales de Salto (Uruguay).....	51
F. Armijo, L. Vela, E. Alvareda, A. Ernst, M. Sánchez, M. Baschini, F. Maraver.	
4.3. Características físicas de un peloide natural inédito situado en el Valle Cofrentes Ayora (Valencia).....	55
F. Armijo, L. Vela, J. M. Ejeda, M. Baschini, M. Sánchez, A. Martín, F. Maraver.	
4.4. Microscopía electrónica de barrido (SEM) en el estudio de la fábrica de peloides	59
M. V. Fernández-González, M ^a I. Carretero, M. Pozo, C. Gomes, F. Maraver, R. Delgado.	

4.5. Unravelling the therapeutic efficacy of biomolecules from the Euganean Thermal District's microbiota.....	63
M. Caichiolo, R. Margherita Zampieria, F. Caldara, L. D. Valle, N. La Rocca.	
4.6. Mud pack therapy research in Hungary.....	69
I. K. Tefner, T. Bender.	
4.7. History of the knowledge of peloids, their classification and use in the Czech Republic.....	71
P. Kalina.	
4.8. Biochemical analysis of Techirghiol sapropelic mud before and after therapeutic intervention.....	75
T. V. Surdu, O. Surdu, M. Surdu, A. I. Tucmeanu, R. E. Tucmeanu.	
4.9. Peloids from Serbian Spas - preliminary characterization.....	77
C. Candeias, N. Burazer, L. Almeida, A. Šajnović, G. Gajica, G. Veselinović, B. Jovančičević, F. Rocha.	
4.10. The crystallochemical and thermophysical characterization of residual soils mixtures with water.....	83
A. Valente, F. Rocha, J. L. Legido, M. L. Mourelle, E. Silva.	
4.11. Uso de peloides na reabilitação física de equinos atletas	87
C. M. Bastos, F. Rocha.	
4.12. Characterization of salts from Portuguese saltpans for therapeutic applications.....	93
L. Almeida, F. Rocha, J. Fortunato, R. Neto, C. Candeias.	
5. Comunicaciones en formato póster.....	99
5.1. Nuevas aportaciones al estudio reológico de peloides termales	101
L. Casas, M. Pozo, J. L. Legido.	
5.2. The chemical and mineralogical composition of the natural black mud of the East Kazakhstan lakes.....	105
A. Sabitova, K. Akimzhanova, B. Mussabayeva.	
5.3. AQUAPRED un sistema de control de aguas mineromedicinales mediante Inteligencia Artificial.....	111
E. Hernández-Pereira, D. Correia, F. Maraver, M.J. Alves, O. Eloy-Tran Van Chuoi, L. Casás, L. Delpy, M.A. Fernández-Torán, I. Cortés-Moro, L. Vela, L. Mourelle, J.L. Legido.	
5.4. Determinación de la calidad inorgánica y radiológica de peloides comerciales selectos de México	113
J. J. Piña Leyte-Vidal, A. M. Neyra Suárez, C. Melian Rodríguez, P. González Hernández, O. Diaz Rizo, N. V. Martínez Villegas.	
5.5. Caracterización del peloide de las Termas Cañón del Blanco de Chile.....	115
L. Rodríguez García, C. Parra Oyarce, L. Mourelle.	
5.6. Cinéticas de adsorción de fármacos sobre peloides y arcillas.....	119
M. Sánchez, M. Pozo, M. Baschini.	
5.7. Diseño de peloides a partir de mezclas de arcillas enriquecidas con vino de la D.O. Ribeira Sacra (Galicia).....	123
N. Legido, C.P. Gómez, L. Mourelle.	
5.8. Gran Canaria. Referente nacional e internacional sobre Climatoterapia.....	127
E. Navarro, C. Navarro, L. S. Fernández, F. Hernández.	

5.9. Estado actual de las propiedades termofísicas de Peloides Termales.....	131
M. D. Fernández-Marcos, M.M. Mato, T. P. Iglesias, S. García-Garabal, C.P. Gómez.	
5.10. Les perceptions des curistes de Dax et Saint-Paul-lès-Dax sur les qualités du péloïde et du soin de pélothérapie.....	137
F. Esnault, I. Saint-Martin-Duchêne, S. Ramon Dupuy.	
5.11. Comportamiento viscoelástico de mezclas de alginato sódico con peloide Terdax® y agua mineromedicinal de Dax.....	141
A. Knorst-Fouran, K. Dubourg, L. Casás, J.L. Legido.	
5.12. Aplicación de peloides en Balneario de Archena.....	145
M. C. Valenzuela Rico, G. Martínez Hernández, X. Espinilla.	
5.13. Avances en el estudio de un sistema remoto para la determinación del calor específico de peloides en un microcalorímetro Calvet.....	147
J. Franco, C. P. Gómez, M. Mª Mato.	
5.14. Innovación en el diseño de peloides en el Balneario de Laias.....	151
Mª D. Fernández Marcos, A. Kashyap, C. P. Gómez.	
5.15. Peloides de México.....	155
J. J. Piña Leyte-Vidal, L. Mourelle, N. V. Martínez Villegas.	
5.16. Estudio del barro del Balneario de El Raposo con microalgas y ácido rosmarínico.....	157
P. Pereiro, L. Mourelle, Mª C. Martín de la Cruz, I. Cortés.	
5.17. Comparación de las propiedades termofísicas de los peloides de América Latina.....	161
É. Peña, C.P. Gómez, M. Mato, T. P. Iglesias.	
5.18. Aplicaciones de peloides marinos en el Talaso Atlántico.....	165
V. Seoane, S. Ramos, L. Mourelle, M. Mato, T. P. Iglesias.	
6. Resumen de los CIBAPs desde su inicio hasta 2025.....	169
7. Imágenes del congreso.....	177

1. Prólogo

La Sociedad Iberoamericana de Peloides Termales, la Sociedad Española de Peloides Termales y el Balneario de Arnedillo organizan el IX Congreso Iberoamericano de Peloides, evento que se celebra de forma ininterrumpida desde 2007, cuando tuvo lugar el congreso inaugural en el Talaso Atlántico (Baiona), organizado por la Universidad de Vigo. Los congresos posteriores se han llevado a cabo en Lanjarón (2010), Azores (2013), Caldes de Boí (2015), El Raposo (2017), Copahue (2019), Manizales (2021) y Vizela (2023). En todas estas ediciones se han presentado los avances más recientes en las investigaciones sobre los peloides termales, destacando el creciente interés de la comunidad científica vinculada al campo del termalismo, así como, las experiencias compartidas por responsables de centros termales en torno al uso de los peloides. Es por ello, que queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los organizadores de los congresos y a los participantes por su valiosa contribución.

En mayo de 2025 celebramos la novena edición del Congreso en la región de La Rioja, concretamente en Arnedillo, donde seremos acogidos en su prestigioso Balneario, conocido por sus baños de barro, los cuales se han empleado durante muchos años dentro de las distintas técnicas del Balneario. Los orígenes del balneario se remontan a la época romana y, con el tiempo, se convirtió en uno de los destinos favoritos de la burguesía del siglo XIX. Hoy en día, las reminiscencias de este espíritu histórico siguen presentes, conviviendo con unas instalaciones termales modernas y renovadas.

El Balneario de Arnedillo está situado en el valle del Cidacos, una zona de gran valor ecológico declarada Reserva de la Biosfera por la UNESCO en 2003. Sus conocidas aguas termales, su clima templado y su variada fauna y vegetación conceden a este municipio un encanto especial que estimulan los sentidos del visitante.

Este Libro de Resúmenes recoge todas las contribuciones presentadas en el congreso, incluyendo las conferencias invitadas, las comunicaciones orales y los diferentes pósteres, provenientes de países como Portugal, España, Argentina, Francia, Lituania, Italia, México, Colombia, Chile, Rumanía, Turquía, Hungría, Kazajistán y la República Checa. En total, se recopilan aquí alrededor de 40 trabajos científicos relacionados con las diversas temáticas del Congreso, en un esfuerzo de participación e implicación por parte de los autores, que merece ser destacado y agradecido.

El Comité Organizador del Congreso da una cordial bienvenida al Balneario de Arnedillo a todos los participantes y acompañantes.

Esperamos que disfruten del evento científico y de las actividades sociales que hemos preparado.

El Comité Organizador

2. Programa

Martes, 6 de mayo

Llegada de los participantes al Balneario de Arnedillo, La Rioja (ES).

Miércoles, 7 de mayo

- 09:00 Presentación del IX Congreso Iberoamericano de Peloides**
D. José Miguel Guzmán Rodríguez (director del Balneario de Arnedillo)
Prof. José Luis Legido Soto (presidente de SIPET)
D. Pedro Montalvo Íñigo (Alcalde de Arnedillo)
- 10:00 Conferencia inaugural**
“Duración del tratamiento en la aplicación de peloides terapéuticos”
Prof. F. Maraver. Universidad Complutense de Madrid
- 10:30 Sesión de preguntas**
- 11:00 Pausa/Café**
- 11:30 Ponencia 2: “Evolución de la investigación de la peloterapia en los últimos 35 años”.**
Prof. I. Carretero. Universidad de Sevilla
- 12:00 Sesión de preguntas**
- 13:30 Pausa almuerzo**
- 16:00 Ponencia 3: Presentación del libro: Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) en suelos y otros materiales.**
Prof. Rafael Delgado. Universidad de Granada
Dr. Juan Manuel Martín García. Universidad de Granada
- 16:30 Comunicaciones orales**

Propiedades térmicas y reológicas de un peloide natural obtenido en una laguna costera mediterránea. Dr. F. Armijo

Características físicas de dos peloides extemporáneos preparados con las aguas termales de Salto (Uruguay). Dr. F. Armijo

Características físicas de un peloide natural inédito situado en el Valle Cofrentes Ayora (Valencia). Dr. F. Armijo

Microscopía electrónica de barrido (SEM) en el estudio de la fábrica de peloides. Dra. M^a V. Fernández-González

- 17:30 Sesión de preguntas**
- 18:00 Ponencia 4: Peloide de Arnedillo**
Dña. Alicia García Perona. Balneario de Arnedillo
- 19:00 Cata de queso del valle del Cidacos maridada con vino de Rioja**
- 20:00 Piscina termal Activa**
- 21:00 Cena libre**

Jueves 8 de mayo

- 09:00 Ponencia 5: “Evaluación para su aplicación en Peloterapia de la composición y propiedades de los minerales constituyentes de peloides termales”.**
Prof. M. Pozo. Universidad Autónoma de Madrid
- 09:40 Ponencia 6: “Efectos biorreguladores de la respuesta innata e inflamatoria por peloterapia”**
Prof. E. Ortega. Universidad de Extremadura
- 10:15 Sesión de preguntas**
- 10:30 Pausa/Café**
- 11:00 Ponencia 7: “Reflection on Public Health Policy and Thermal/Balneal Medicine”**
Dra. Olga Surdu. Techirghiol Balneal & Rehabilitation Sanatorium
- 11:30 Sesión de preguntas**
- 11:45 Comunicaciones orales**

Unravelling the therapeutic efficacy of biomolecules from the Euganean Thermal District’s microbiota. Mrs. M. Caichiolo

Mud pack therapy research in Hungary. Mrs. I. K. Tefner

History of the knowledge of peloids, their classification and use in the Czech Republic. Ing. P. Kalina

Biochemical analysis of Techirghiol sapropelic mud before and after therapeutic intervention. Dr. T. V. Surdu
- 12:45 Sesión de preguntas**
- 13:00 Reunión de la SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE**

PELOIDES

14:00	Pausa almuerzo
16:00	Comunicaciones orales y experiencias con peloides
	Peloids from Serbian Spas - preliminary characterization. Dra. Candeias
	The crystallochemical and thermophysical characterization of residual soils mixtures with water. Mr. Valente
	Uso de peloides na reabilitação física de equinos atletas. Dra. Bastos
	Characterization of salts from Portuguese saltpans for therapeutic applications. Mrs. Almeida
17:00	Sesión de preguntas
17:30	Visita villa termal de Arnedillo
21:00	Cena oficial

Viernes, 9 de mayo

09:00	Ponencia 8: “Absorção percutânea de peloides terapêuticos sulfurosos: realidade ou “utopia”? ”
	Prof. F. Rocha. Universidade de Aveiro
09:40	Ponencia 9: “The Importance of Monitoring and Controlling Microbial Aspects of Peloids Used for Spa Procedures”
	Dra. Lolita Rapoliené. Klaipėdos University
10:15	Sesión de preguntas
10:30	Pausa/Café
11:00	Sesión de posters
12:00	Acto de clausura del congreso

3. Conferencias invitadas

Duración del tratamiento en la aplicación de peloides terapéuticos

Francisco Maraver^{a,b}

^a*Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia, Facultad de Medicina, UCM, Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, España*

^b*Grupo UCM-911757 Hidrología Médica del Departamento de Radiología, Rehabilitación y Fisioterapia, Facultad de Medicina, UCM, Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, España*
fmaraver@ucm.es

Palabras clave: balneoterapia, peloterapia, técnica de aplicación, duración del tratamiento

No son numerosos los trabajos que se ocupan de la duración de la cura balnearia, si bien en aquellos países en los que la medicina termal está incluida en los sistemas de salud se consideran imprescindible un número de días comprendido entre los diez a los dieciocho.

En España tradicionalmente antes de implantarse los programas sociosanitarios de termalismo, mayoritariamente los agüistas hacían el novenario, pero sin evidencia científica en estas pautas de comportamiento.

Son los trabajos de Hernandez Torres desarrollados en los balnearios de Archena (Murcia) y Jaraba (Zaragoza) con termalistas sociales del IMSERSO, los que demostraron que la acción antioxidante de las aguas mineromedicinales era evidente a partir del noveno día de tratamiento termal y se incrementaba aún más con significación estadística cuando se alcanzaban los quince días de cura.

Con estas precedentes nos planteamos estudiar cual debe ser la duración de los tratamientos en la aplicación de los peloides terapéuticos. Para ello hicimos una búsqueda en Medline (PubMed) con las siguientes premisas: término de entrada (Mud Therapy) del MeSH para identificar ensayos clínicos (CT), ensayos clínicos aleatorizados (RCT), publicados en inglés desde 1990 a 2024 actualidad. De esta manera obtuvimos 52 ensayos clínicos, de los que 33 (63, %) se desarrollaron durante al menos dos semanas; 22 (42, 3 %) y 14 (27 %) se aplicaron en 12 y 10 sesiones respectivamente, y la gran mayoría 36 (69,3 %) con una duración por sesión de 20 minutos.

Referencias

- [1] Gutenbrunner, C., Bender, T., Cantista, P., Karagülle, Z. (2010). A proposal for a worldwide definition of health resort medicine, balneology, medical hydrology and climatology. *International journal of biometeorology*, 54(5), 495–507. <https://doi.org/10.1007/s00484-010-0321-5>
- [2] Françon, A., Jeambrun, P., Forestier, R. (2008) Thoughts about medical duration of spa therapy: foring countries experiences and scientific levels of evidence. *Presse Therm Clim* 145:41–59.
- [3] Hernandez-Torres A, Cuenca E, Ramon JR, Casado A, Lopez-Fernandez E (2004) Minimum duration of spa treatment with bicarbonated-sulfated waters to obtain an antioxidant effect in persons aged more than 65 years. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 39, 166–173. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(04\)74951-3](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(04)74951-3)

- [4] Hernandez-Torres A, Ramon JR, Casado A, Cuenca E, Polo MM (2006) Duración del Tratamiento balneario. Cronobioterapia del Termalismo. En: AETS – Agencia de Evaluación de Tecnología Sanitaria. *Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia*, Madrid, AETS-Instituto de Salud Carlos III, 2006: 43-50.
- [5] Maraver, F., Armijo, F., Fernandez-Toran, M. A. (2021). Importance of the duration of treatment in Balneotherapy. *International journal of biometeorology*, 65(4), 631–635. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02041-5>
- [6] Massardier M, Danan JL, Fioravanti A, Françon A, Kanny G. (2024) Crénobalnéothérapie en France et en Italie. Étude comparative sur l’efficacité des cures thermales dans la gonarthrose. *Presse Therm Clim* 161:13-47.
- [7] SNMTh – Sindicato Nacional de Médicos de las Estaciones Termales, Marinas y Climáticas de Francia (2007). Guía de buenas prácticas termales, *An Hidrol Med*, 2, 95-150.
- [8] Özkuk, K., Uysal, B. (2019). Is the Duration of Spa Cure Treatment Important in Knee Osteoarthritis? A Randomized Controlled Study. *Complementary medicine research*, 26(4), 258–264. <https://doi.org/10.1159/000498890>

Evolución de la investigación en peloterapia en los últimos 35 años

M. Isabel Carretero

Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, C/ Prof. García González nº 1, Sevilla 41012, España
E-mail: carre@us.es

Palabras clave: peloides, peloterapia, arcillas para uso en peloterapia, investigación

Introducción

Los peloides se han utilizado desde tiempos remotos con finalidad terapéutica, sin embargo, no fue hasta el año 1949, durante la “IVème Conférence Scientifique Internationale” que tuvo lugar en Dax (Francia), cuando la Asamblea General de la International Society of Medical Hydrology (ISMH) aprobó la definición del término “peloide” y la clasificación de los mismos [1]. Fue durante el siglo XX y fundamentalmente en la segunda mitad de dicho siglo, cuando la investigación sobre peloides y peloterapia fue en aumento y comenzaron a estudiarse, no sólo las aplicaciones terapéuticas de los peloides, sino también su composición mineralógica y química, y sus propiedades físicas y fisicoquímicas. Sin embargo, no ha sido hasta el siglo XXI cuando el avance en estas investigaciones ha sido más notable.

En este trabajo se indican los avances alcanzados en la investigación en peloterapia en los últimos 35 años.

Investigación en peloterapia

Sobre investigación en peloterapia hay que destacar la revisión llevada a cabo recientemente por Carretero [2] [3]. Debido a su longitud, la revisión se estructuró en dos publicaciones. La primera de ellas incluye las publicaciones relacionadas con mineralogía, composición química y propiedades físicas y fisicoquímicas; además de estudios sobre presencia de isótopos radioactivos, estudio del líquido intersticial de los peloides, transferencia de cationes y toxicidad. Una revisión histórica sobre los peloides, su definición y clasificación, métodos de aplicación y procesos de maduración también son considerados en este primer trabajo. La segunda publicación recoge la revisión de publicaciones relacionadas con la presencia de compuestos orgánicos, microbiología y aplicaciones médicas de los peloides. Más de 300 publicaciones incluidos artículos, libros y capítulos de libro publicados entre 1990 y 2019 fueron revisadas. De ellas, un total de 198 se eligieron para ser referenciadas en los dos trabajos. Solo se consideraron publicaciones en inglés. Se revisaron publicaciones de 62 revistas, así como libros, pertenecientes a editoriales como Elsevier, Springer, Taylor & Francis Group, Lippincott Williams & Wilkins, John Wiley & Sons, y Blackwell Publishing, Inc., entre otras. Se incluyeron peloides usados con finalidad terapéutica de 18 países. En el presente trabajo se ha extendido la revisión anterior hasta el año 2024.

Cuando se revisa toda la documentación existente sobre la investigación en peloterapia, lo primero que llama la atención es que algunos títulos de los trabajos de investigación llevan a equivocación, porque no se especifica claramente si la investigación que contiene el trabajo es sobre peloides que ya se están aplicando con finalidad terapéutica, o es sobre materiales que se estudian para su posible uso en peloterapia. Por tanto, lo primero

que hay que señalar es que es necesario clasificar las investigaciones realizadas en peloterapia en dos grandes grupos: a) aquellos estudios sobre peloides que se aplican con finalidad terapéutica y b) estudios sobre arcillas y otros materiales para su posible uso como peloides en balnearios u otros centros, pero que en la actualidad aún no se están utilizando (Fig. 1).



Figura 1. Clasificación de la investigación en peloterapia

Teniendo en cuenta el número de publicaciones por año, se observa un incremento de las publicaciones en los últimos 15-20 años (Fig. 2), tanto en los trabajos relacionados con peloides utilizados con finalidad terapéutica, como en el estudio de arcillas y otros materiales para su posible uso en peloterapia.

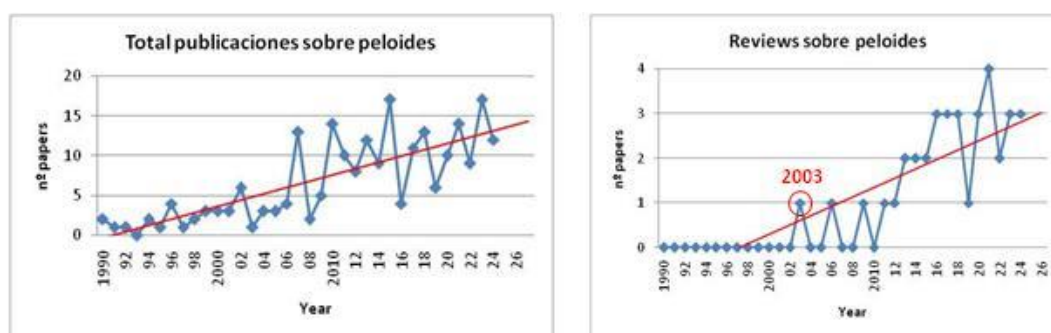


Figura 2. Evolución de la investigación en peloterapia en los últimos 35 años.

Investigación sobre peloides utilizados con finalidad terapéutica

Se han revisado las publicaciones relacionadas con un total de 73 peloides diferentes, procedentes de 18 países, fundamentalmente de Italia seguido de Turkía. Los estudios relacionados con la composición mineralógica indican que los peloides están compuestos principalmente de filosilicatos, cuarzo y feldespatos. Muchos de ellos tienen también calcita y algunos, dolomita. Los principales filosilicatos encontrados son esmectitas, caolinita, illita, interestratificados illita-esmectita, y clorita. Como fases minerales minoritarias suelen aparecer yeso, halita, aragonito y zeolitas. Peloides procedentes de un ambiente volcánico poseen piritita, alunita, óxidos de Fe, sulfuros y ópalo.

Con relación a las propiedades físicas y fisicoquímicas, aparecen datos en 25 publicaciones sobre peloides de 14 países, aunque no es posible establecer un rango de variabilidad porque no hay suficientes publicaciones donde se determinen las mismas propiedades (ver tabla 3 en [2]). Además, es muy sorprendente el hecho de que no exista ningún estudio que relacione la composición mineralógica, química y propiedades de los peloides con sus propiedades terapéuticas.

Los principales microorganismos encontrados en los peloides usados con finalidad terapéutica fueron microalgas, diatomeas y cianobacterias, formando parte de la llamada “bioglea” que se desarrolla en peloides de manantiales termales, dependiendo de la composición del agua mineromedicinal y de la fase sólida. Muchos autores indican una acción antimicrobiana de los peloides que incluye un efecto inhibitor de potenciales patógenos de la piel, lo que explicaría parcialmente el efecto beneficioso de algunos peloides en enfermedades dermatológicas. Hay que destacar que existen pocos estudios sobre los microorganismos presentes en los peloides que los relacionen con las propiedades terapéuticas de los mismos.

Los principales compuestos orgánicos presentes en los peloides están asociados a los microorganismos citados anteriormente, como sulfoglicolípidos, glicoglicerolípidos, diacilglicerolípidos, etc., que poseen propiedades antiinflamatorias. En este caso también existen pocos estudios sobre el tipo de compuestos orgánicos presentes en los peloides y su relación con las propiedades terapéuticas de los mismos.

Los ensayos *in vitro* e *in vivo* y ensayos en personas realizados con peloides usados tradicionalmente con fines terapéuticos, indican que los peloides mejoran las dolencias de algunas enfermedades. Sin embargo, en la mayoría de los estudios en personas los ensayos van combinados con otras técnicas, por lo que la eficacia terapéutica de los peloides no queda totalmente demostrada. Hay que poner de manifiesto también en este caso que sólo algunos de los peloides usados en estos ensayos están caracterizados desde el punto de vista mineralógico, químico y de propiedades físicas y fisicoquímicas (sólo en 7 trabajos de 44 revisados), y en ningún caso se relacionan con las propiedades terapéuticas de los peloides.

Investigación sobre materiales para su posible uso en peloterapia

En el campo de la investigación de arcillas y otros materiales para su posible uso en peloterapia hay que destacar que en la mayoría de los trabajos publicados el título de dicho trabajo no coincide con el contenido de los mismos, ya que citan de forma genérica los peloides y la peloterapia sin especificar claramente lo que en realidad se estudia en el mismo. En la revisión realizada por Carretero [2] todos estos trabajos se han clasificado en 4 grandes grupos: a) Arcillas y otros materiales sin maduración para su posible uso en peloterapia; b) Materiales madurados de manera natural con agua del mar o de lagos salados no utilizados hasta el momento con finalidad terapéutica; c) Arcillas maduradas con agua mineromedicinal o agua del mar a diferentes tiempos; y d) Peloides ya usados en spas y sus materias primas maduradas con el agua mineromedicinal de esos balnearios a diferentes tiempos.

Las arcillas más estudiadas para su posible uso en peloterapia son arcillas especiales como bentonitas y caolín. También se estudian arcillas comunes constituidas por esmectitas, illita, interestratificados, clorita, etc. Algunos autores estudian los materiales arcillosos próximos al balneario que aporta el agua mineromedicinal.

Los principales resultados de estos estudios indican que las esmectitas (filosilicatos que componen las bentonitas) presentan mejores propiedades para su uso en peloterapia porque proporcionan mejores propiedades térmicas y mayor capacidad de intercambio catiónico al peloide formado. Así, el calor específico, propiedad muy importante en los peloides, depende de la cantidad de agua que contenga la mezcla sólido-agua y por tanto de la capacidad de absorción de las arcillas utilizadas. Por lo que las esmectitas, que poseen una mayor capacidad de absorción que las otras arcillas utilizadas en esos trabajos, presentan mejores resultados.

Cuando se utiliza la maduración de la mezcla arcilla-agua mineromedicinal en los estudios realizados, se obtiene que las modificaciones mineralógicas, cristal químicas y de propiedades físicas y fisicoquímicas con el tiempo de maduración dependen del tipo de agua

mineromedicinal y de la composición mineralógica del sólido (tipo de filosilicato que componen las arcillas), así como de la solubilidad de las fases minerales minoritarias. El periodo óptimo de maduración está comprendido entre 2 y 3 meses (máximo 6 meses) teniendo en cuenta los cambios mineralógicos, químicos y de propiedades físicas y fisicoquímicas.

El esquema general que debería llevarse a cabo en el estudio de la eficacia de las arcillas y otros materiales para su posible uso en peloterapia queda resumido en la figura 3 [4]. Sin embargo, muy pocos trabajos realizan todas las determinaciones descritas en el mismo, y lo que ninguno ha hecho hasta el momento es la determinación de la eficacia terapéutica del peloide mediante su aplicación en personas, obtenido con la arcilla que mejores resultados haya mostrado de las utilizadas en cada trabajo.

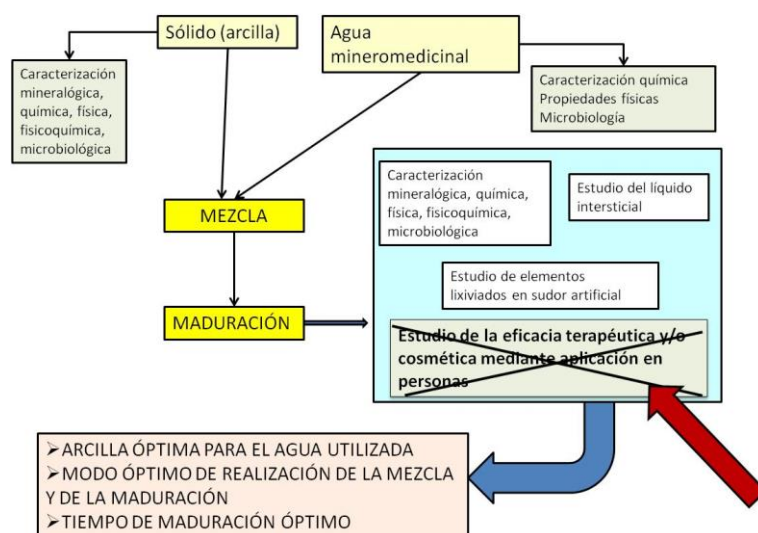


Figura 3. Esquema general de la metodología a seguir en el estudio de la eficacia de un material para su uso en peloterapia

Conclusiones

Las futuras investigaciones sobre peloides y peloterapia deberían considerar estudios multidisciplinarios que incluyeran la caracterización mineralógica, química, y propiedades físicas y fisicoquímicas, junto con presencia de compuestos orgánicos y microbiología de los peloides ya aplicados con finalidad terapéutica, o de las mezclas arcillas-agua mineromedicinal realizadas para determinar su posible uso en peloterapia. Es además imprescindible el estudio a su vez de la eficacia terapéutica mediante su aplicación en personas de dichos peloides o mezclas. Con estos estudios se podrían relacionar las propiedades del peloide aplicado con su eficacia terapéutica, con lo que se conseguiría un mayor avance en el conocimiento de la peloterapia.

Referencias

- [1] Gomes, C., Carretero, M.I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., Legido, J.L., Teixeira, F., Rautureau, M., Delgado, R. (2013). Peloids and pelotherapy: historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science*, 75–76, 28–38. <https://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008>
- [2] Carretero, M.I. (2020a). Clays in pelotherapy. A review. Part I: Mineralogy, chemistry, physical and physicochemical properties. *Applied Clay Science*, 189, 105526. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105526>.
- [3] Carretero, M.I. (2020b). Clays in pelotherapy. A review. Part II: Organic compounds, microbiology and medical applications. *Applied Clay Science*, 189, 105531. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105531>
- [4] Carretero, M.I. (2013). Metodología aplicada a la preparación del peloide óptimo. *Libro de Actas del III Congreso Iberoamericano de Peloides*, J.C. Nunes, J.B. Silva, C.F. Gomes (Eds.). 19-24.

Microscopía electrónica de barrido (SEM) en suelos y otros materiales. Atlas de imágenes

Rafael Delgado Calvo-Flores, Juan Manuel Martín García

*Departamento de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada.
Campus de Cartuja, 18071, Granada (España).*

E-mail: rdelgado@ugr.es

Palabras clave: Ultramicrofábrica de materiales, suelos, peloides, materias primas minerales farmacéuticas y cosméticas, técnicas SEM.

INTRODUCCIÓN

Es relativamente escasa la bibliografía específica de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) de materiales y más en concreto, de suelos. No obstante, la fábrica SEM de peloides ha sido establecida [1], aunque se puede decir similarmente a los suelos que su estudio sistemático se ha acometido de manera muy limitada. El SEM se emplea así mismo en la detección de partículas fibrosas tóxicas de materias primas minerales farmacéuticas y cosméticas [2], prohibidas por Farmacopea [3]. Los biominerales han sido estudiados con SEM como técnica preferente, pues su morfología y estructura interna guardan un prodigioso mundo de formas justificativas de sus funciones biológicas [4]. En microtexturas SEM de granos de cuarzo, también existe un mayor avance [5,6], aunque poco aplicable al cuarzo atmosférico [7]. En todos los ámbitos enunciados, se detecta, no obstante, un vacío sobre la metodología específica de descripción, análisis e interpretación de la información obtenida con SEM.

El objetivo de la presente comunicación es dar a conocer la publicación de un libro de la Editorial Universidad de Granada (Delgado y Martín-García, 2024) [8] (Figura 1), recogiendo trabajos temáticos sobre los tópicos antes referidos a cargo de especialistas de reconocido prestigio de las universidades de Granada (UGR), Sevilla, Autónoma de Madrid, Complutense de Madrid, Barcelona, Jaén, Almería y Santiago de Compostela (España); Aveiro y Coímbra (Portugal); Údine (Italia), y Oslo (Noruega). Está presentado por quien fuera director del Centro de Instrumentación Científica-UGR entre 2008 y 2023, el catedrático Javier Romero Mora. Además, se dedica a una figura señera de la microscopía de la UGR, el catedrático Miguel Delgado Rodríguez (1921-2003), experto inicialmente en microscopía de lámina delgada y a partir de la década de 1970 introductor de la técnica de microscopía electrónica de barrido (SEM) e impulsor del estudio de materiales minerales de aplicación farmacéutica y cosmética en el Departamento de Edafología, Química Agrícola y Geofarmacia.

Al tratarse de un texto con vocación internacional, se ofrece bilingüe en español e inglés, facilitando el posible uso de este texto en docencia internacional. Por la profusión de imágenes SEM incluidas, unas 350, se ha subtitulado *Atlas de imágenes*.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

El libro está escrito a partir de abundante material inédito junto al de revisión/metaanálisis de trabajos en las revistas mejor indexadas de los rankings. Se ha organizado en dos partes: I.- Aspectos generales y técnicos y II.-Aplicaciones. Atlas de imágenes; con apartados (o

subpartes) de títulos respectivos: I.1.-Fundamentos, I.2.-Aspectos técnicos, II.1.-Aproximación a la ultramicrofábrica del suelo, II.2.-Fracciones granulométricas del suelo, II.3.-Materiales minerales de interés sanitario e industrial, II.4.-Biomíneralizaciones, II.5.-Partículas atmosféricas y atmosferogénesis mineral. Cuarenta capítulos en total. Los capítulos de la Parte I desarrollan primero las bases de la técnica SEM, su metodología de empleo y las de otras técnicas asociadas (i.e. EDX, RAMAN, CL, Análisis de Imagen); incluyendo capítulos de fundamentos (I.1.1), de descripción de las técnicas y equipos usados (I.2.1), o de aplicación de falso color a las imágenes SEM (I.1.2). Prosigue la parte I con el método (original) de descripción de la ultramicrofábrica del suelo (I.3.1), el papel de los minerales en la salud (I.1.6) (Figura 2), o los biominerales (I.1.7); de interés directo todos ellos para la comprensión del complejo mundo de los peloides. Sin olvidar el capítulo que recoge una relación detallada de las microtexturas de cuarzo del suelo y la atmósfera (I.1.5).

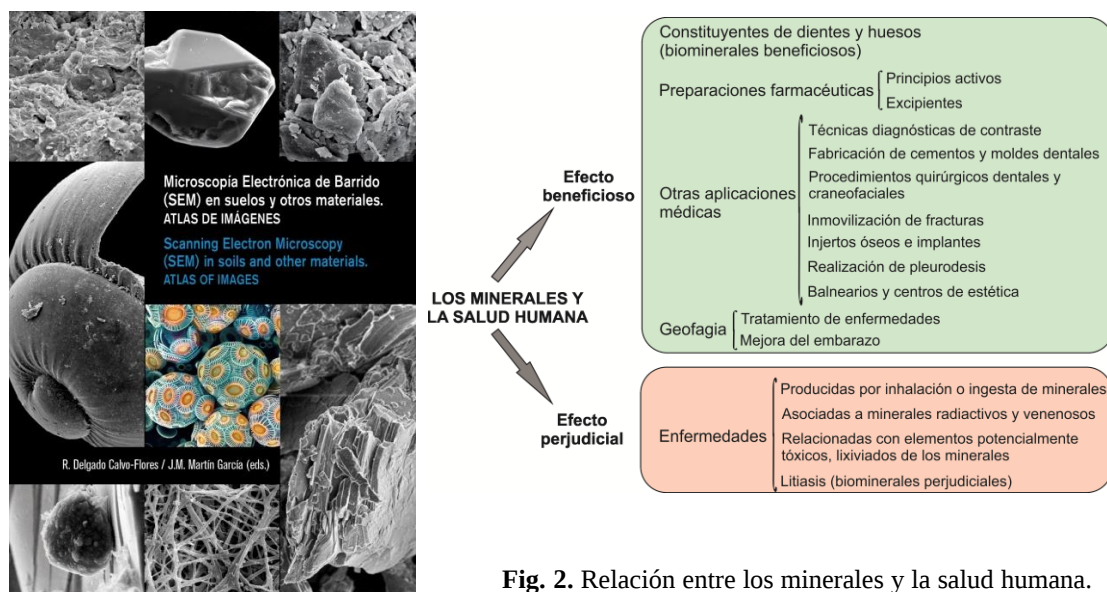


Fig. 2. Relación entre los minerales y la salud humana. Carretero (2024) [9]. Efectos beneficiosos: Biominerales de huesos y dientes, Preparaciones farmacéuticas en principios activos y excipientes, Otras aplicaciones médicas y Geofagia. Efectos perjudiciales: Enfermedades por inhalación e ingesta, radiactividad, toxicidad y litiasis.

Fig. 1. Cubierta delantera del libro *Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en suelos y otros materiales. Atlas de imágenes*. Delgado y Martín-

De la parte II (Aplicaciones) hay que destacar para el presente congreso los tres capítulos dedicados a peloides, los cuatro a biomineralizaciones (bacterianas, humanas y del mundo animal), o los seis sobre materias primas minerales farmacéuticas y cosméticas.

ATLAS DE IMÁGENES

Como ejemplo de los hallazgos singulares recogidos en el libro, incluimos a continuación una selección de figuras SEM. En el libro hemos cuidado que los pies de figura sean lo más auto-explicativos/descriptivos posible, incluyendo en paralelo en las imágenes símbolos (Figura 3a, c, d, e, g, h) que fueron sistematizados en una clave recogida en las páginas iniciales del libro. También, cuando lo creímos necesario, a las imágenes se les añadieron diseños heurísticos (binarios) delineados manualmente o por ordenador destacando rasgos interpretados de ellas (Figura 3f). La observación microscópica de detalle de áreas seleccionadas es otro recurso empleado (Figura 3b). E incluso, formaría parte del interés por la interpretación, la inclusión de espectros EDX ilustrando la composición elemental de zonas destacadas (Figura 3a, e, h).

Hemos pretendido, con esta batería de recursos interpretativos poner en valor la comprensión de la información visual, como algo esencial en el estudio SEM de los diversos materiales.

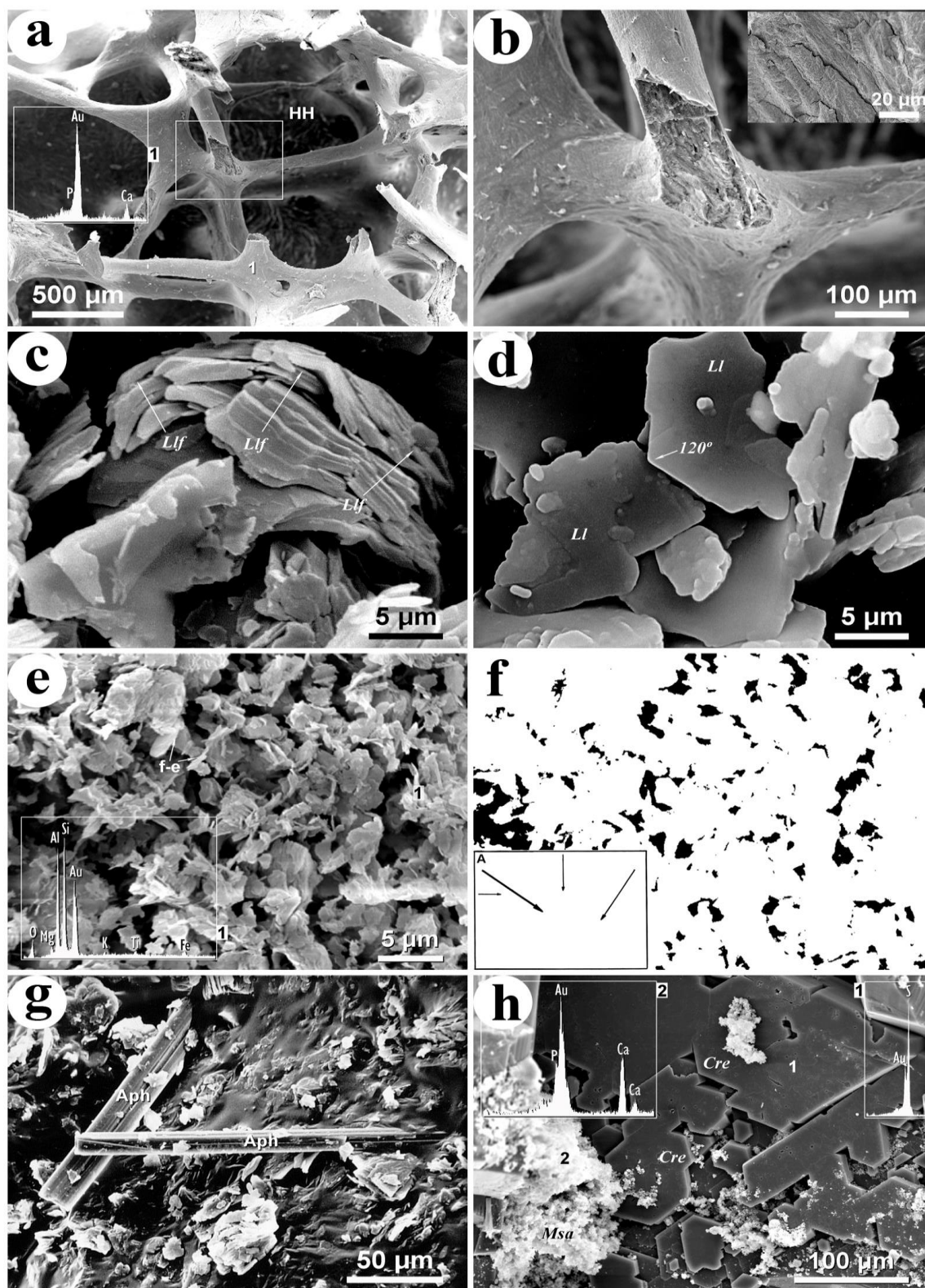


Figura 3.- Atlas de imágenes. Selección. **3.a.-** Interior de una vértebra humana con osteoporosis. La descalcificación del tejido óseo trabecular ha ensanchado sus huecos (HH), volviéndose más poroso. Por el

mismo proceso, la calidad del material se ha reducido considerablemente haciéndolo más susceptible a la rotura, tal como puede observarse fácilmente en la imagen. EDX (1) con picos de P y Ca, correspondiente a un fosfato. El recuadro señala el área estudiada en la siguiente figura. **3.b.-** Zona ampliada de **a**, señalada allí con un recuadro. La pérdida de uno de los pilares de hueso, en el proceso de preparación de la muestra, desvela el interior, cuya ampliación (esquina superior derecha) muestra el aspecto laminado, con distintas orientaciones de las láminas, además de las abundantes fisuras que lo recorren, fruto de la mala calidad del hueso. **3.c.-** Polvo de talco de Reino Unido. Agregado de láminas de talco de ~30 µm de diámetro. Forma pseudoesférica subredondeada y microestructura interna laminar en “hojas de cebolla”. Las láminas (*Llf*), de espesor entre 1-2 µm se curvan y se apilan gracias a su exfoliabilidad y exhibilidad. Efecto de la molienda. **3.d.-** Caolín con relativa buena cristalinidad. Láminas de caolinita de tamaño limo (2-50 µm) (*Li*) con diseño pseudoexagonal: frecuentes ángulos de sus bordes a 120°. **3.e.-** Pelloide con agua de Graena (Granada) (sulfatada cálcica y magnésica, de elevada mineralización, salinidad 2,91 g.L⁻¹), madurado tres meses. Fábrica laminar dispersa-reticulada, uniones cara-borde (f-e). EDX característico de caolinita con algo de saponita (1). **3.f.-** Diseño binario (B/N) de la porosidad (N) de la imagen anterior (**3.e**), con análisis de imagen. Porosidad, 14.35%. El patrón reticulado de la fábrica se delinea gráficamente, de manera aproximada, con la distribución de las manchas que representan a los poros, siguiendo direcciones preferentes señaladas por flechas en diseño HEUR (A). **3.g.-** Polvo de talco de Colombia. Partículas fibrilares de anfíboles (Aph), L:A > 20, L > 100 µm. **3.h.-** Zona interior de cálculo de cistina, superficie de fisura. Capas apiladas de cistina (pico S, EDX-1) con siluetas de diseño hexagonal (*Cre*) (bases de hexágonos de 50-100 µm de diámetro) y apariencia de neoformadas. Material con aspecto amontonado (*Msa*) y composición fosfato cálcico (picos P, Ca; espectro EDX-2).

CONCLUSIONES

La microscopía electrónica de barrido (SEM) y sus técnicas asociadas han demostrado ser esenciales para el estudio de materiales, desvelando aspectos relevantes de índole organizativa, compositiva y/o funcional. El libro objeto de esta comunicación, al abordar *in extenso* y de manera sistemática tanto las temáticas como los procedimientos de estudio, puede considerarse un avance significativo en el campo del SEM.

Agradecimientos. A la Editorial UGR y al Vicerrectorado de Investigación (Plan propio) y Transferencia de la UGR.

Referencias

- [1]Gámiz, E., Martín-García, J.M., Fernández-González, M.V., Delgado, G. y Delgado, R. (2009). *Influence of water type and maturation time on the properties of kaolinite-saponite peloids*. Applied Clay Science 46, 117-123.
- [2]Gordon, R.E., Fitzgerald, S. y Millette, J. (2014). *Asbestos in commercial cosmetic talcum powder as a cause of mesothelioma in women*. International Journal of Occupational and Environmental Health 20(4), 318-332.
- [3]European Pharmacopoeia (EP) (2014). The European Directorate for the Quality of Medicines & Healthcare (EDQM), Ed 8 (1). Council of Europe, Strasbourg Cedex, France.
- [4]Márquez, R., Arrebola, J.R. y Delgado, R. (2005). *Un avance sobre la composición y microestructura de la concha de Iberus gualterianus morfotipo gualterianus (Linnaeus,1758) (Gastropoda: Helicidae)*. Iberus 23, 15-24.
- [5]Mahaney, W.C. (2002). Atlas of sand grain surface textures and applications. Oxford, Oxford University Press
- [6]Vos, K., Vandenberghe, N. y Elsen, J. (2014). *Surface textural analysis of quartz grains by Scanning Electron Microscopy (SEM): from sample preparation to environmental interpretation*. Earth-Science Reviews, 128, 93-104.
- [7]Molinero-García, A., Martín-García, J.M., Fernández-González, M.V. y Delgado, R. (2022). *Provenance fingerprints of atmospheric dust collected at Granada city (Southern Iberian Peninsula). Evidence from quartz grains*. Catena, 208, 105738.
- [8]Delgado, R. y Martín-García, J.M. (Editores) (2024). Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en suelos y otros materiales. Atlas de imágenes (texto bilingüe). Editorial Universidad de Granada. Granada, España.
- [9]Carretero, M.I. (2024). *Minerales y salud*. En: Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en suelos y otros materiales. Atlas de imágenes (R. Delgado y J.M. Martín-García, Editores). Pp. 161-169. Editorial Universidad de Granada. Granada, España.

Historia, maduración y aplicación de Peloides en Balneario de Arnedillo (La Rioja), España

Alicia García Perona

Balneario de Arnedillo (La Rioja)

Departamento Balneario

Joaquín Velasco, s/n. Arnedillo 26589 (La Rioja)

balnearioarnedillo@termaeuropa.com

Palabras clave: Historia, aguas termales de Arnedillo, peloides, maduración, aplicación

Exposición sobre la historia del Balneario de Arnedillo, sus aguas termales, instalaciones, proceso de maduración y distintos usos en la aplicación con Peloides procesados en el Balneario de Arnedillo (España).

La situación entorno a la antigüedad de estos baños se sitúa en torno al siglo XI, primer documento escrito que hace referencia a “la casa de los Baños”

Balneario perteneciente al pueblo, gestionado durante años por la orden de Castilla, se vende en el año 1847 a Don Florencio Martínez de Pinillos, siendo aún propiedad de sus herederos, aunque gestionado en la actualidad por Terma Europa.

Las primeras aplicaciones con Peloides vienen aplicándose en el Balneario de Arnedillo desde inicios del siglo XX, estando ya documentado los tratamientos dados anuales desde 1917 y dada su gran demanda, es necesario construir un recinto para aplicarlos tras una visita por parte de su propietario en el 1920 al balneario de Dax (Francia)

El proceso de maduración consiste en la inmersión en las aguas termales de un material recogido del antiguo cauce del río Ebro, una vez tamizado y dejado reposar se traslada a las instalaciones del balneario y se introduce en los senos de maduración para quedar sumergido durante un periodo de entre 6 meses y 1 año, procediendo al rellenado de agua periódicamente según necesidades hasta conseguir una textura adecuada para aplicación en cuanto a características termofísicas y plásticas.

Tras esta primera fase, el peloide se recoge en cubos de aproximadamente 20kg para introducirlos nuevamente en agua termal (52,5°C temperatura de surgencia del agua) durante al menos 24 horas, a esta fase le denominamos “Activación”.

Posteriormente el peloide ya está listo y sale a la galería a una temperatura superior a los 40° y diferenciando “Los Barros” y “Los Lodos” de Arnedillo según modo de aplicación.

El primero, consiste en una aplicación en capa gruesa (en torno 4-5 cm) en todas las articulaciones (salvo contraindicaciones médicas) y “El lodo” se aplica en capa fina por toda la epidermis del paciente, teniendo una gran superficie de absorción epidérmica pero menos calor local que “los barros” y reforzando en áreas indicadas por la prescripción médica.

En ambas aplicaciones se envuelve al paciente en sábanas plásticas recubiertas por sábanas de tela para mantener el calor estable durante 20 minutos. Seguidamente se procede al retirado del peloide e inmersión en bañera con agua termal para facilitar la termorregulación del paciente y ayudar a la retirada del peloide.

Posteriormente el paciente se queda reposando (resudor) e ingiriendo agua o infusiones, en torno a 30’.

El proceso termina desechando el sólido junto con el envoltimiento plástico a contenedores para posterior transporte a centro de recogida de detritus y reciclaje plástico y la fase líquida se deriva a balsas de decantación para proceder a eliminar el agua a la red de alcantarillado pública y la fase sólida se va recogiendo para llevarla igualmente a áreas para repoblación vegetal.

Aunque tradicionalmente el peloide es usado para patologías degenerativas del aparato locomotor llegando a dar en torno a las 20.000 aplicaciones anuales, se ha comprobado que, tras el COVID hay una nueva tendencia y preferencia del paciente en la demanda de los tratamientos con peloide buscando un uso relajante, estético y de bienestar por lo que se han introducido nuevos tratamientos exclusivos del balneario de Arnedillo como son los: “Masajes con Barro”, “Corporal de Lodo y Argán” y “Aplicaciones con Lodo y Gel frio”.

Evaluación para su aplicación en peloterapia de la composición y las propiedades de los minerales constituyentes de peloides termales

Manuel Pozo^a

^a Departamento. de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid
E-mail: manuel.pozo@uam.es

Palabras clave: Peloides, Arcillas, Minerales de la arcilla, Propiedades, Bentonita.

En peloterapia la aplicación de barros terapéuticos (peloides) se considera un método preventivo y curativo, en el tratamiento de enfermedades fundamentalmente del aparato locomotor, enfermedades de tipo reumático, de tipo dermatológico y enfermedades crónicas, lo que provoca una disminución en la dosis requerida en la administración de fármacos. El peloide está compuesto por una mezcla compleja de materiales naturales de grano fino de origen biológico y/o geológico, agua de diversa mineralización y compuestos orgánicos procedentes de la actividad metabólica biológica [1]. Para la formación del peloide se necesita de un periodo de contacto entre ambas fases, denominado maduración. Sus características dependerán de la composición de la fase sólida y del tipo de agua empleada, pero también del procedimiento seguido en la maduración [2]. Las características deseables de un fango termal o peloide están relacionadas con la granulometría, mineralogía, composición química y propiedades físicas y fisicoquímicas del material de grano fino utilizado para su formulación [3].

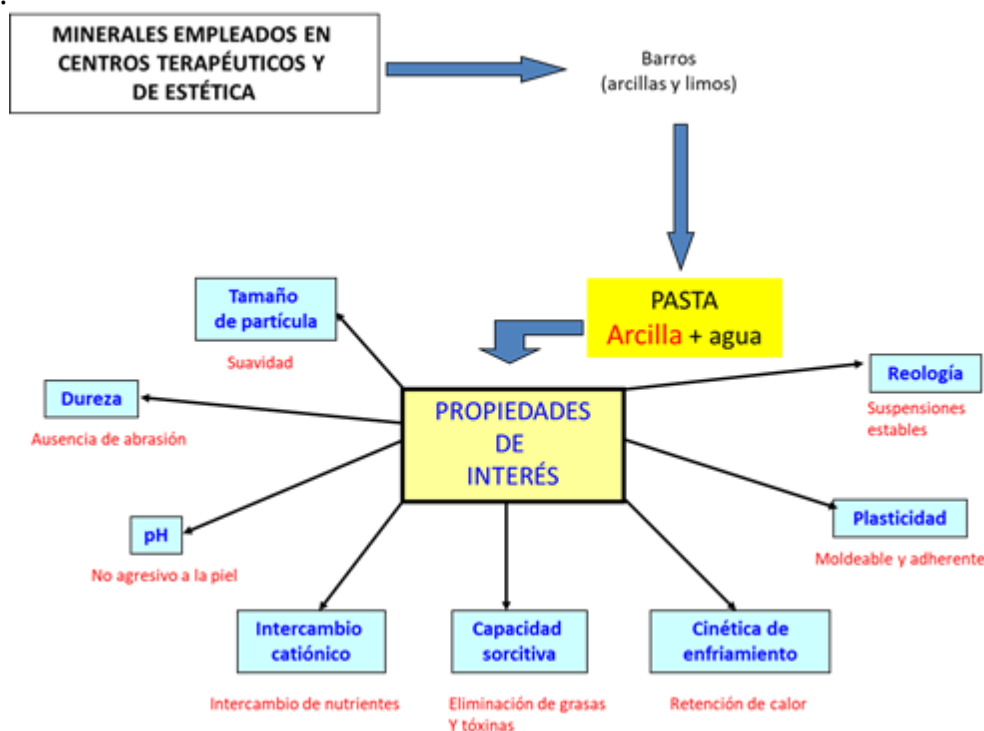


Figura 1. Propiedades físicas y fisicoquímicas de interés en las mezclas de materiales arcillosos y aguas para la preparación de filopeloides.

Teniendo en cuenta la composición del material sólido empleado se pueden diferenciar tres tipos principales de peloides: organopeloides, sulfopeloides y filopeloides [1,4]. Los organopeloides están formados mayoritariamente por materiales orgánicos como la turba, en ocasiones mezclados con arcilla como sucede en el balneario español de Boi. Los sulfopeloides están constituido por barros ricos en compuestos de azufre, como el azufre elemental y la piritita, pudiendo presentar diversa proporción de arcilla, el ejemplo representativo es el balneario de Copahue (Argentina). Los filopeloides son los más ampliamente utilizados, se caracterizan por el elevado contenido en filosilicatos (minerales de la arcilla), pudiendo estar acompañados de una proporción variable de cuarzo, calcita, dolomita, yeso, halita, aragonito y/o feldespato. En España se utilizan en los balnearios de Arnedillo, El Raposo y Archena [5].

Dentro de los minerales de la arcilla presentes en los filopeloides se diferencian las arcillas comunes formadas por una mezcla con proporciones variables de esmectita, caolinita y/o illita acompañadas de minerales no arcillosos. Las arcillas especiales están constituidas por un mineral de la arcilla predominante, dentro de ellas se incluyen la sepiolita, palygorskita y bentonita. El estudio comparativo de las propiedades de diversos tipos de arcillas pone de manifiesto que aquellas compuestas por esmectita (bentonitas) son las que presentan mayores valores de superficie específica y capacidad de intercambio catiónico, también mejor comportamiento mecánico (plasticidad, reología) y térmico y [6,7,8,9]. La evaluación de materiales arcillosos empleando la textura instrumental, en mezclas de los minerales de la arcilla especiales con aguas de diversa salinidad ha puesto también de manifiesto el mejor comportamiento de la bentonita, tanto para la dureza como para la adhesividad instrumental [10,11,12]. El contenido en minerales no arcillosos deberá ser bajo y/o formado por minerales de baja dureza y pequeño tamaño, que no provoquen un efecto abrasivo durante las aplicaciones a los pacientes, es importante controlar la proporción de cuarzo, feldespatos y minerales pesados [5].

Desde el punto de vista composicional y de propiedades, una pasta o suspensión con predominio de esmectitas (bentonita) es la que mejor se ajusta a los requisitos para su empleo en centros termale. El orden de las arcillas más favorables sería el siguiente: bentonita magnésica > bentonita aluminica > sepiolita > caolín > arcilla illitica [6,10].

La bentonita es una roca industrial constituida por minerales del grupo de las esmectitas, con propiedades físicas y físico-químicas muy interesantes desde el punto de vista de las aplicaciones [13]. Las esmectitas son filosilicatos 2:1 que presentan en el espacio interlamina cationes hidratados intercambiables, y una carga permanente que procede de sustituciones, tanto en la capa tetraédrica como en la octaédrica de su estructura. Dentro de las esmectitas es posible diferenciar dos tipos en función del catión octaédrico predominante, dando lugar a las esmectitas dioctaédricas (aluminicas) y trioctaédricas (magnésicas). Dentro de las dioctaédricas los dos minerales más importantes son la montmorillonita y la beidellita, que se diferencian básicamente en el origen de la carga, octaédrica en el primero y tetraédrica en el segundo. La principal esmectita trioctaédrica es la saponita, que presenta una carga neta negativa principalmente tetraédrica.

Una característica común que tienen todas las esmectitas, además del intercambio catiónico, es su capacidad para aumentar de volumen (hinchabilidad) por absorción de agua o compuestos orgánicos polares. Las bentonitas son por lo tanto arcillas absorbentes e hinchables que industrialmente se comercializan como bentonitas naturales o activadas. Dentro de las naturales se diferencian bentonitas cálcicas y sódicas, en función del catión interlamina predominante. Las bentonitas cálcicas, también denominadas tipo “Cheto”, se caracterizan por su alta carga y baja hinchabilidad. Las bentonitas sódicas, también conocidas

como tipo “Wyoming”, presentan alta hinchabilidad y baja carga. De forma sintética las propiedades que confieren interés industrial a las bentonitas son [3,13]: 1. Comportamiento reológico. 2. Elevada superficie específica. 3. Alta capacidad de intercambio catiónico. 4. Capacidad de hinchamiento. 5. Elevada plasticidad. 6. Interacción con compuestos orgánicos.

Sintetizando todo lo mencionado anteriormente, las bentonitas presentan unas propiedades físicas y fisicoquímicas excepcionales que las hacen muy interesantes para las aplicaciones dentro del campo de la peloterapia, tanto formando pastas como suspensiones. No obstante, la mezcla de varias arcillas es aconsejable ya que con ello se permite optimizar las propiedades físicas y fisicoquímicas resultantes, especialmente cuando la arcilla se va a madurar con aguas de composición química conocida.

Referencias

- [1] Gomes, C., Carretero, M.I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., Legido, J.L., Teixeira, F., Rautureau, M. y Delgado, R., 2013. Peloids and pelotherapy: historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science* 75-76, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008>
- [2] Carretero, M.I., Pozo, M., Sánchez, C., García, F., Medina, J.A., Bernabé, J.M., 2007. Comparison of saponite and montmorillonite behaviour during static and stirring maturation with seawater for pelotherapy. *Applied Clay Science* 36, 161-173. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.05.010>
- [3] Pozo, M. (2007). Propiedades físicas y fisicoquímicas de las arcillas de interés en centros termales. Investigaciones en el ámbito Iberoamericano sobre Peloides Termales. Servicio de publicaciones de la Universidad de Vigo, pp 61. ISBN: 978-84-8158-385-4.
- [4] Pozo, M., Carretero, M.I., Maraver, F., Pozo, E., Medina, J.A., 2009. Study of potential availability of trace elements from compositionally different therapeutic muds used in spas. Book of Abstracts, International Symposium on Mineralogy, Environment and Health, Champs-sur-Marne 32–33.
- [5] Pozo, M., Carretero, M.I., Pozo, E., Maraver, F., Gómez, I., Armijo, F., Martín-Rubí, J.A. (2013). Composition and physical-physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Applied Clay Science*, 83-84, 270-279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034>.
- [6] Legido, J.L., Medina, C., Mourelle, M.L., Carretero, M.I., Pozo, M., 2007. Comparative study of the cooling rates of bentonite, sepiolite and common clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science* 148–160. doi: 10.1016/j.clay.2006.06.014.
- [7] Armijo, F., Maraver, F., Pozo, M., Carretero, M.I., Armijo, O., Fernández-Torán, M.A., Fernández-González, M.V., Corvillo, I., 2016. Thermal behavior of clays and clay-water mixtures for pelotherapy. *Applied Clay Science* 126, 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.02.020>
- [8] Casas, L.M., Legido, J.L., Pozo, M., Mourelle, L., Plantier, F., Bessieres, D., 2011. Specific heat of mixtures of bentonitic clay with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *Thermochim. Acta* 524, 68–73. doi: 10.1016/j.tca.2011.06.016
- [9] Casas, L.M., Pozo, M., Gómez, C.P., Pozo, E., Bessieres, D., Plantier, F., Legido, J.L., 2013. Thermal behaviour of mixtures of bentonitic clay with different salinity waters. *Appl. Clay Sci.* 72, 18–25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009>.
- [10] Armijo, F., Maraver, F., Carretero, M.I., Pozo, M., Ramos, M., Fernandez-Toran, M.A., Corvillo, I., 2015. The water effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for Pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 114, 395–401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2015.06.019>.
- [11] Pozo, M.; Armijo, F.; Maraver, F.; Ejeda, J.M.; Pozo, E.; Corvillo, I. (2018). Texture profile analysis (TPA) of clay/seawater mixtures useful for peloid preparation: Effects of clay concentration, pH and salinity. *Appl. Clay Sci.* 165, 40. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.08.001>.
- [12] Pozo, M.; Armijo, F.; Maraver, F.; Zuluaga, P.; Ejeda, J.M.; Corvillo, I. (2019). Variations in the Texture Profile Analysis (TPA) Properties of Clay/Mineral-Medicinal Water Mixtures for Pelotherapy: Effect of Anion Type. *Minerals*, 9, 144. doi:10.3390/min9030144.
- [13] Bustillo, M., Calvo, J.P., Crespo, E., Pozo, M. (2018). *Minerales industriales*. Editorial FUEYO. 512 pp. ISBN: 978-84-942-420-5-2.

Efectos biorreguladores de la respuesta innata e inflamatoria por peloterapia

Eduardo Ortega^a

^a*Grupo de Inmunofisiología. Instituto Universitario de Investigación Biosanitaria de Extremadura (INUBE), Universidad de Extremadura. Avda de Elvas s/n 06006 Badajoz, España.*

E-mail: orincon@unex.es

Palabras clave: balneoterapia, peloides, sistema inmunitario, estrés, hormesis.

Las investigaciones realizadas por nuestro grupo de investigación en los últimos años han demostrado que la peloterapia tiene efectos antiinflamatorios en pacientes con patologías inflamatorias musculoesqueléticas, particularmente en la osteoartritis (OA), disminuyendo así el dolor y aumentando la movilidad y su calidad de vida (1). Estos efectos se producen a través de una mejor interacción de la regulación inmunoneuroendocrina, o lo que es lo mismo de la interacción entre las respuestas de estrés e inflamatoria. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la respuesta inflamatoria forma parte integral de la respuesta inmunitaria innata, por lo que no se podía descartar que los efectos antiinflamatorios de la balneoterapia con peloides pudieran comprometer a la respuesta inmunitaria innata frente a patógenos como potencial efecto secundario. Por lo tanto, es fundamental desarrollar estrategias balneológicas que reduzcan la inflamación estéril en patologías inflamatorias, pero sin comprometer la respuesta inmunitaria innata contra patógenos, evitando así una mayor susceptibilidad a infecciones en los pacientes.

La mayoría de los beneficios clínicos de la balneoterapia, incluida la que utiliza peloides, se han atribuido a la hiptermia, considerada también una forma de estrés hormético. La hormesis es una relación bifásica dosis-respuesta, en la que una dosis baja de un factor ambiental o químico induce efectos beneficiosos, mientras que dosis más altas resultan en efectos inhibitorios o tóxicos. Este tipo de respuesta ante dosis bajas de estrés desencadena un proceso adaptativo compensatorio, tras una alteración inicial de la homeostasis (2). El calor se clasifica como una hormetina física, es decir, un factor que puede inducir efectos fisiológicos horméticos activando diversas vías relacionadas con respuestas protectoras ante el estrés. En este contexto, varios estudios ofrecen evidencia sólida de que los efectos beneficiosos de la balneoterapia en general y la peloterapia en particular se alinean con el concepto de hormesis, respaldando el papel de la hormesis en los tratamientos hidrotermales, que no solo implican hormetinas físicas, como el calor, sino también los componentes químicos de las aguas mineromedicinales junto a los peloides y los efectos psicológicos (3).

Uno de los efectos importantes inducidos por las respuestas de estrés fisiológico hormético es una mejora en la interacción biorreguladora y adaptativa entre las respuestas inflamatoria y de estrés, especialmente cuando éstas se encuentran desreguladas, como ocurre en patologías asociadas con inflamación de bajo grado, como la OA. Las respuestas biorreguladoras de la respuesta innata e inflamatoria implican principalmente la supresión de estados inflamatorios basales elevados o inflamación estéril, al tiempo que estimulan o, al menos, no afectan negativamente la respuesta inmunitaria innata frente a patógenos. Estas respuestas se han demostrado que son inducidas por condiciones óptimas de estrés fisiológico hormético, como la peloterapia en pacientes con OA (3, 4).

En este contexto hay que reseñar que el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HPA) se activa en respuesta tanto a agentes estresantes endógenos (como el mediado por la inflamación) como a agentes estresantes exógenos (como la hipertermia), lo que finalmente lleva a la liberación de cortisol. El cortisol liberado es particularmente importante debido a sus efectos antiinflamatorios y su capacidad para inhibir la producción de citocinas pro-inflamatorias que, como por ejemplo la IL-8, tienen gran relevancia en el dolor, previniendo así la inflamación estéril (3, 5).

Por tanto, la peloterapia con aguas mineromedicinales hipertermales induce una estabilización inmuno-neuroendocrina, mediada por un aumento de la liberación fisiológica de cortisol, desencadenada por la respuesta al estrés hormético, y una disminución en la concentración de citocinas inflamatorias; todo ello junto con una estimulación de la respuesta innata frente a patógenos, la cual se podría potenciar utilizando enriquecedores de los peloides como por ejemplo el ácido rosmarínico (6). Estas respuestas bio reguladoras contribuyen claramente a los beneficios clínicos (disminución del dolor y aumento de la movilidad) inducidos por la peloterapia en pacientes con OA, lo cual también puede reflejarse en una reducción en el uso de analgésicos por parte de los pacientes y en una potencial menor susceptibilidad a patologías infecciosas.

Referencias:

- [1] Ortega E, Gálvez I, Hinchado MD, et al (2017) Anti-inflammatory effect as a mechanism of effectiveness underlying the clinical benefits of pelotherapy in osteoarthritis patients: regulation of the altered inflammatory and stress feedback response. *Int J Biometeorol* 61:1777–1785
- [2] Calabrese EJ, Bachmann KA, Bailer AJ, et al (2007) Biological stress response terminology: Integrating the concepts of adaptive response and preconditioning stress within a hormetic dose-response framework. *Toxicol Appl Pharmacol* 222:122–128. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2007.02.015>
- [3] Gálvez I, Torres-Piles S, Ortega-Rincón E (2018a) Balneotherapy, immune system, and stress response: a hormetic strategy? *Int J Mol Sci* 19:1687
- [4] Gálvez I, Torres-Piles S, Ortega E (2018b) Innate/inflammatory bioregulation and clinical effectiveness of whole-body hyperthermia (balneotherapy) in elderly patients with osteoarthritis. *Int J Hyperth* 35:340–347
- [5] del Rey A, Besedovsky HO (2000) The cytokine-HPA axis circuit contributes to prevent or moderate autoimmune processes. *Z Rheumatol* 59 Suppl 2:II/31-5. <https://doi.org/10.1007/s003930070015>
- [6] Ortega-Collazos E, Hinchado MD, Otero E, et al (2024) Balneotherapy (Mud-Bath Therapy) with a Peloid Enriched with Rosmarinic Acid Enhances Clinical Outcomes and Innate Immune Benefits in Elderly Patients with Osteoarthritis: A Pilot Study. *Appl Sci* 14:12017

Reflection on Public Health Policy and Thermal/Balneal Medicine

Olga Surdu^{1,2}, Roxana – Elena Tucmeanu^{1,3}, Monica Surdu⁴, Alin Iulian Tucmeanu⁵, Traian – Virgiliu Surdu^{1,3}

¹ Techirghiol Balneal & Rehabilitation Sanatorium

² World Federation of Hydrotherapy and Climatotherapy

³ Constanta Ovidius University

⁴ Constanta County University Clinical Emergency Hospital “St Andrew

⁵ Bucharest Titu Maiorescu University

Thermal/balneal Medicine is as old as humankind is. In the last century the huge scientific and technological progress diminished the importance of thermal/balneal medicine within the therapeutic arsenal. Pandemic made the authors revisit the holistic aspects of the thermal/balneal medicine and reflect on ways to move from the concepts and definitions to the therapeutic intervention in real life aiming to improve healthcare outcomes and recover after illness.

Objective –exposing the therapeutic value of thermal/balneal medicine (evidenced based) in connection with the concepts and definitions of public health, health policies and decision making.

Materials and Methods – search on public documents of public health, health policy and decision making (concepts, definitions and actions) and on scientific databases, the effects of thermal/balneal medicine on health and quality of life of peoples undergoing thermal/balneal course;

Results – the documents searched evidenced similarities between public health, health policies and thermal/balneal medicine approaches: definition, concepts, objectives, actions, natural environment protection;

Conclusions –1. Most of conceptual content of health policies can be set in place by thermal/balneal medicine through public health governance.

2. A collaborative, multisectoral, and transdisciplinary approach, evidence based, working at the local, regional, national, and global levels could improve the health outcomes.

REFERENCES

1. Bender, T., Bálint, G., Prohászka, Z., Géher, P., & Tefner, I. K. (2017). Evidence-based hydro- and balneotherapy in Hungary—a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Biometeorology*, 61(10), 1765–1780. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1374-y>
2. Gálvez, I., Torres-Piles, S., & Ortega-Romero, J. (2018). Balneotherapy, immune system, and stress response: A hormetic strategy? *International Journal of Molecular Sciences*, 19(6), 1687. <https://doi.org/10.3390/ijms19061687>
3. Gutenbrunner, C., Bender, T., Cantista, P., & Karagülle, Z. (2010). A proposal for a worldwide definition of health resort medicine, balneology, medical hydrology, and climatology. *International Journal of Biometeorology*, 54(5), 495–507. <https://doi.org/10.1007/s00484-010-0321-5>
4. Karagülle, M., & Karagülle, Z. (2019). Effectiveness of balneotherapy and spa therapy for the treatment of chronic low back pain: A review on latest evidence. *Frontiers in Physiology*, 10, 1367. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01367>

5. World Health Organization. (2018). *Health policy and systems research: A methodology reader*. WHO Press. <https://www.who.int/all-publications>
6. Becker, B. F. (2016). Thermal medicine and cardiovascular health: A review of hydrotherapy benefits. *Journal of Thermal Biology*, 60, 155–165. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.08.003>
7. Fioravanti, A., Cantarini, L., Bacarelli, M. R., De Angelis, M., & Galeazzi, M. (2011). Effects of spa therapy on serum biomarkers in osteoarthritis patients: A systematic review. *Rheumatology International*, 31(7), 845–852. <https://doi.org/10.1007/s00296-011-1912-4>
8. Haro, E., Aycart, J., & León, R. (2018). Balneotherapy in the context of public health and preventive medicine: An integrative approach. *Public Health Reviews*, 39, 19. <https://doi.org/10.1186/s40985-018-0091-2>
9. Nasermoaddeli, A., & Kagamimori, S. (2005). Balneotherapy in medicine: A review. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 10(4), 171–179. <https://doi.org/10.1007/BF02897707>
10. Strauss-Blasche, G., Ekmekcioglu, C., & Marktl, W. (2002). Contribution of spa therapy to stress management. *Complementary Therapies in Medicine*, 10(1), 42–47. <https://doi.org/10.1054/ctim.2001.0470>

Absorção percutânea de peloides terapêuticos sulfurosos: realidade ou “utopia”?

Fernando Rocha^a, Carla Marina Bastos^{a, b},

^a Universidade de Aveiro. 3810-193 Aveiro. Portugal. tavares.rocha@ua.pt

^b Exatronic, Lda. 3800-373 Aveiro. Portugal.
tavares.rocha@ua.pt

Palavras-chave: Peloides. Absorção cutânea. Permeação. Suor artificial. Células de difusão de Franz.

Introdução

Nos tratamentos de peloterapia é crucial a realização de estudos que investiguem a presença e mobilidade de elementos químicos na mistura argila-água utilizada nos mesmos. A literatura científica tem explorado extensivamente a aplicação de minerais de argila nestes tratamentos, no entanto, existe relativamente pouca informação científica sobre a qualidade, conformidade regulamentar e eficácia dos pelóides como substância tópica [1]. A medida em que os elementos químicos podem penetrar e permear em camadas mais profundas da pele não está bem estabelecida [2].

Merece destaque o trabalho de Carretero e coautores [3] que utilizaram uma solução de suor artificial para avaliar a mobilidade de elementos essenciais e toxicológicos de quatro peloides espanhóis para a epiderme. Eles simularam a ação da terapia térmica para temperaturas de 45°C ($\pm$ 2°C) e identificaram um pelóide com a maior concentração de elementos lixiviados cuja toxicidade potencial era insignificante. Como os peloides são uma formulação semissólida, comparável a pomadas, géis ou cremes, o método de teste apropriado para o seu estudo de permeação é o sistema de células de difusão vertical (VDC).

O presente estudo tem como objetivo caracterizar a absorção percutânea de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e elementos potencialmente tóxicos (PTEs) em dois peloides terapêuticos sulfurosos. Numa primeira fase [2], a transpiração artificial estabilizada, pronta para uso, foi utilizada para simular a interação dos peloides com a pele. Trinta e um elementos do extrato lixiviado dos dois peloides preparados foram analisados por ICP-MS e os dados analisados e relacionados com a composição mineralógica (por DRX) da argila original e composição sobrenadante dos tanques de maturação. Numa segunda fase [4], o estudo investigou a disponibilidade e absorção *in vitro* de cálcio, magnésio e PTEs nos mesmos dois pelóides.

A investigação da absorção cutânea de PTEs foi considerada crucial para garantir o uso seguro desses materiais. Por outro lado, a avaliação do potencial de absorção cutânea de Mg e Ca teve como objetivo produzir novas evidências sobre o seu potencial papel nas propriedades terapêuticas dos peloides. O estudo abrange várias fases da investigação da permeação, incluindo a quantificação e a análise dos dados.

Materiais e Métodos

Foram utilizados dois peloides, resultantes de uma maturação experimental conduzida durante 90 dias, utilizando argila bentónica portuguesa (Benavila, distrito de Portalegre) e duas águas minerais-medicinais portuguesas diferentes [1]. As águas foram captadas na bacia hidrográfica que abastece o Hotel Cró e as Termas (Sabugal, distrito da Guarda) e o Hospital

Termal das Caldas da Rainha (Caldas da Rainha, distrito de Leiria). A água sulfurosa de Caldas da Rainha caracteriza-se pela sua mineralização hipersalina, com cloreto e sódio como iões predominantes; A água sulfurosa de Cró é caracterizada por fraca mineralização, com bicarbonato e sódio como iões predominantes. A argila bentonítica utilizada é quase pura esmectita e o principal catião trocável é o cálcio. Estes peloides apresentaram propriedades tecnológicas como boa aderência cutânea, fácil manuseio, grande capacidade de troca catiônica e baixa taxa de resfriamento, tornando-os adequados para a peloterapia [1].

Os mecanismos dos testes de transpiração artificial têm sido usados para imitar a transpiração humana natural. Foi selecionada uma formulação estabilizada de transpiração artificial pronta para uso, com pH 6,5, dos Laboratórios de Pickering (Lote nº 903026), para ser utilizada de acordo com a EN 1811:2011 + A1:2015. Esta norma proporciona um processo simples de comunicação de resultados para artigos metálicos em contacto direto ou prolongado com a pele, fornecendo resultados conclusivos sobre os valores de migração e clarificando os pressupostos e restrições relacionados com os critérios de conformidade e não conformidade.

O método de permeação cutânea selecionado baseia-se na utilização de membranas biológicas dentro das células de Franz à temperatura fisiológica. Amostras de pele foram retiradas da região abdominal de cinco mulheres caucasianas submetidas a cirurgia estética, especificamente abdominoplastia. O protocolo de recolha e manuseamento de amostras biológicas obteve aprovação prévia da Comissão de Ética do Hospital, localizado no Porto, Portugal. A instalação experimental envolveu uma câmara de difusão vertical (VDC), acoplada a um sistema biológico constituído por uma membrana cutânea humana. A fig. 1 apresenta uma representação das células de Franz utilizadas nos ensaios de permeação *in vitro*.

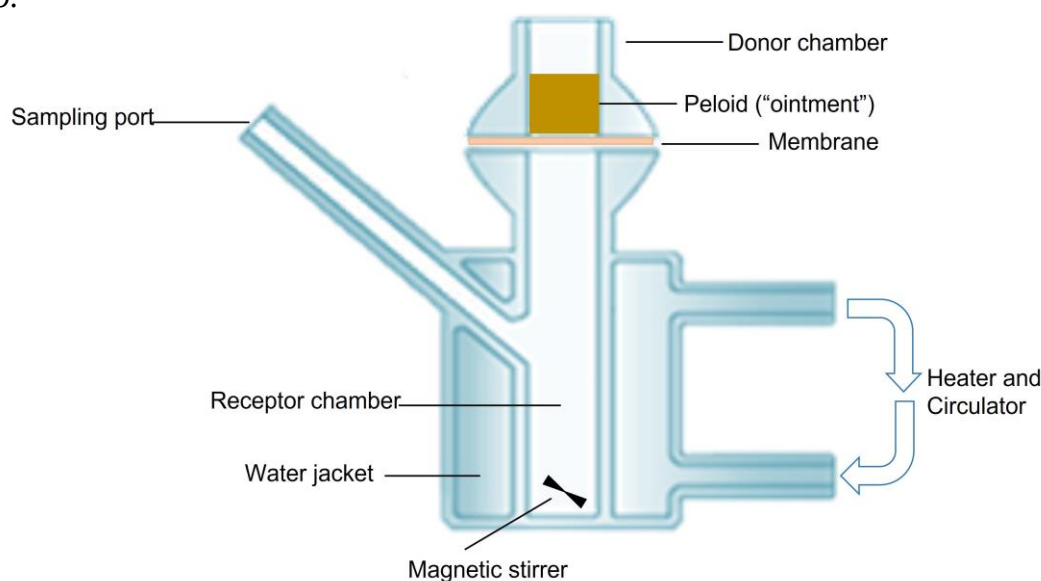


Fig. 1 Representação esquemática de células de Franz [4].

Resultados e Discussão

Na primeira etapa, a concentração de elementos lixiviados por transpiração artificial mostrou que Li, Mn, Fe, Al e Ba foram os elementos químicos mais relevantes, enquanto

Ca²⁺, Na⁺ e Mg²⁺ foram os principais cátions trocáveis; Cr e Ni também foram lixiviados, mas as quantidades extraídas foram extremamente baixas.

Os elementos que apresentaram menor variabilidade nas taxas de absorção dérmica, juntamente com valores mínimos de erro padrão em ambos os pelóides, foram Mo, Pb, Li, V e Ni. Isto sugere que estes elementos podem ter taxas de absorção dérmica mais fiáveis e consistentes. A variabilidade moderada, indicada pelos valores de erro padrão que mostram alguma dispersão em torno da média, foi encontrada em Co, Ba, Mn e Cr. Por outro lado, Al, Sr, Zn, Mg, Fe, Ca apresentaram maior variabilidade em suas taxas de absorção dérmica, com maiores valores de erro padrão, indicando uma maior dispersão dos pontos de dados em torno da média.

Embora as diferenças observadas nas taxas de permeação dos elementos entre os dois pelóides não tenham sido estatisticamente significativas ($p > 0,05$) para cada peloide, observou-se que o pelóide de Cró apresentou maior permeação para Al, Ba, Ca, Cr, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, V e Zn. Foram encontradas taxas de permeação relativamente próximas para Co, Mg, Pb e Sr.

Em termos de transferência de cálcio, o pelóide CRO apresentou maior quantidade total de permeação da membrana, atingindo 1051 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Isso contrastou com o pelóide CR, que apresentou um valor significativamente menor (435 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Por outro lado, em relação ao magnésio, não houve alterações significativas na transferência, com valores de 192 $\mu\text{g}/\text{cm}$ para CRO e 169 $\mu\text{g}/\text{cm}$ para CR. A interação desses pelóides com o suor artificial foi explorada [2] numa simulação que emula o efeito da transpiração e da vasodilatação concomitante experimentada durante a aplicação da peloterapia. A investigação revelou que a quantidade extraída de elementos potencialmente tóxicos era notavelmente baixa e, em certos casos, mesmo indetetável. No entanto, cálcio e magnésio estiveram presentes em concentrações mais elevadas no pelóide de Caldas da Rainha quando comparado com o peloide de Cró.

Estes resultados sugerem que os dois pelóides, Cró e Caldas da Rainha, apresentam propriedades distintas no que diz respeito à absorção dérmica de Ca e Mg. O peloide Cró parece ter maior capacidade de transporte de cálcio através da pele. Os resultados relacionados ao magnésio implicam que a pele não absorveu magnésio dos pelóides durante o experimento, o que é consistente com as informações existentes sobre a absorção dérmica de magnésio.

O magnésio desempenha um papel fundamental na formação do estrato córneo e é um dos catiões mais abundantes dentro das células. O interesse científico em facilitar o movimento transdérmico dos iões de magnésio (Mg^{2+}) está a aumentar devido ao seu potencial na promoção da regeneração tecidual. Várias abordagens podem ser consideradas para aumentar a migração percutânea de íons de magnésio; dispositivos especializados, tais como a iontoforese, que utiliza corrente elétrica controlada para conduzir o movimento iónico através da pele, representam uma abordagem [5] para libertação controlada de Mg^{2+} ao longo do tempo.

Os resultados do estudo revelaram que catiões e oligoelementos cambiáveis podem permear a membrana por difusão, mesmo em pequenas quantidades, sugerindo que a composição dos pelóides desempenha um papel significativo na difusividade dos elementos químicos. É importante reconhecer que o uso de diferentes doadores de membrana no mesmo ensaio pode ter contribuído para variações nos resultados. No entanto, prever com precisão a extensão desse efeito pode ser um desafio devido a fatores como idade do doador, espessura da pele, permeabilidade e composição, que podem variar entre indivíduos dentro da mesma faixa etária. Para minimizar essa potencial fonte de variabilidade, estudos futuros devem ter

como objetivo o uso de membranas de doadores de idades semelhantes ou, idealmente, a mesma membrana para todos os ensaios. Esta abordagem aumentaria a coerência e a comparabilidade dos resultados entre diferentes condições experimentais.

Conclusões

Os resultados do estudo de bioacessibilidade mimetizando o fenômeno do efeito de sudção e vasodilatação simultânea da pele em peloterapia mostraram sua importância para avaliar a lixiviação e a libertação química real dos pelóides.

Os parâmetros experimentais selecionados englobam as condições do ensaio de permeação *in vitro* de células através da membrana do dador e a metodologia de colheita de amostras. Estes parâmetros elucidam coletivamente a farmacocinética cutânea de pelóides aquecidos em contato com a pele, identificando variações de permeação entre os elementos químicos. Catiões cambiáveis e oligoelementos podem permear a membrana através da difusão, mesmo em pequenas quantidades. Isto sugere que as composições dos pelóides influenciam significativamente a difusividade dos elementos químicos.

Os resultados do estudo enfatizam as potenciais propriedades de transporte de elementos químicos de diferentes tipos de pelóides. Isso ressalta a importância de uma seleção cuidadosa de pelóides para aplicações específicas. Múltiplos fatores influenciam a administração transdérmica e a absorção de elementos pelóides, incluindo os atributos físico-químicos dos constituintes dos pelóides, as características da formulação, a condição da pele e a presença de substâncias coexistentes. Uma compreensão profunda desses condicionalismos é essencial para otimizar as formulações dos pelóides, garantindo a sua segurança e eficácia nas aplicações em peloterapia.

Referências

- [1] Bastos, C. M. & Rocha, F. (2023). Experimental Peloid Formulation Using a Portuguese Bentonite and Different Mineral-Medicinal Waters Suitable for Therapeutic and Well-being Purposes. *Clays and Clay Minerals*, 71(6), 684–706. <https://doi.org/10.1007/s42860-023-00260-6>.
- [2] Bastos, C.M., Rocha, F., Patinha, C. & Marinho-Reis, P. (2023). Bioaccessibility by perspiration uptake of minerals from two different sulfurous peloids. *Environ Geochem Health* 45, 6621–6641. <https://doi.org/10.1007/s10653-023-01639-z>
- [3] Carretero, M. I., Pozo, M., Martín-Rubí, J. A., Pozo, E. & Maraver, F. (2010). Mobility of elements in interaction between artificial sweat and peloids used in Spanish spas. *Appl. Clay Sc.* 48, 506-515. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.02.016>
- [4] Bastos, C.M., Rocha, F., Patinha, C. & Marinho-Reis, P. (2024). Characterization of percutaneous absorption of calcium, magnesium, and potentially toxic elements in two tailored sulfurous therapeutic peloids: a comprehensive *in vitro* pilot study. *Int J Biometeorol* 68, 1061–1072. <https://doi.org/10.1007/s00484-024-02644-2>
- [5] Bastos C.M., Rocha F., Gomes N. & Marinho-Reis P (2022) The Challenge in Combining Pelotherapy and Electrotherapy (Iontophoresis) in One Single Therapeutic Modality. *Appl. Sci.* 12, 1509. <https://doi.org/10.3390/app12031509>

Diving into Balneotherapy: Does it Work and is it Safe?

Lolita Rapolienė^{ab}, Marija Kataržytė^a, Greta Kalvaitienė^a, Aelita Bredelytė^a, Inga Dailidienė^a,

Arvydas Martinkėnas^a

^a *Klaipėda University, 92294 Klaipėda, Lithuania*

^b *Baltic Medics Clinic, 92334 Klaipėda, Lithuania*

E-mail: lolita.rapoliene@ku.lt

Keywords: balneotherapy, health, mineral water, peloid, safety.

It is estimated that only 1 in 20 people worldwide has no health problems, while one-third of the global population experiences more than five ailments [1]. Stress is a contributing factor in up to 90% of illnesses and is associated with emotional, physical, and financial consequences on both individual and societal levels [2]. Natural resources are the components of both living and non-living nature, encompassing solar and geothermal energy, minerals, air, climate, water, soil, herbs, forests, wildlife, and landscapes [3]. Lithuania is rich in natural resources, including forests, surface waters, thermal and widely used mineral waters, and peatlands [4]. Ensuring the safety of treatment resources is crucial, as the growing demand for alternative and complementary therapies highlights the need for evidence-based approaches that minimize risks while maximizing health benefits [5].

Methodology:

A multicenter, single-blind (for researchers), interventional, randomized, parallel-group controlled study with 373 participants with the stress level ≤ 3 (VAS) was conducted in six Lithuanian SPA centers: *Eglė*, *Draugystė*, *Tulpė*, *Versmė*, *Gradiali*, and *Atostogų parkas*. The study investigated the effects of a one- to two-week balneological treatment program on various human functional parameters while also assessing the self-perceived safety of the procedures. The program included mineral water baths, pools, therapeutic mud wraps, salt inhalations, and outdoor treatments. Additionally, the composition of the mineral waters and peloids used in the treatments, as well as the microbiome of the peloids, was analyzed to ensure their quality and safety.

Results:

It was found that both short-term and long-term treatments, regardless of the season or treatment regimen, reduce stress, anxiety, depression, and fatigue while improving sleep, skin condition, cardiovascular and respiratory health, musculoskeletal function, and certain metabolic indicators [6,7]. The positive effects of a two-week treatment course were observed to last up to six months. Adverse reaction rates varied by balneotherapy type, with the highest occurring after two-week mineral water treatments, lower rates after peloid therapy, and the lowest after salt procedures. Common, temporary ARs included drowsiness, fatigue, skin irritation, thirst, and redness [7]. Analysis of four peloid samples revealed distinct bacterial compositions with temperature-induced changes. Beneficial bacteria were identified, along with potentially contaminating fecal bacteria. Fungal diversity varied by source, with pathogens found in peatland-derived peloids [8-9].

Conclusion: The use of natural resources ensures a holistic impact on the human body and could be applied in the prevention of psychoneurological disorders, as well as in the complementary treatment and rehabilitation of various diseases [11]. The results highlight the need for monitoring microbial safety in peloid preparation and application, with further research needed on the role and risks of bacteria and fungi in pelotherapy.

References

- [1] Global Burden of Disease Study 2013 Collaborators. (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60692-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60692-4)
- [2] Shahsavarani, A., Abadi, E., & Kalkhoran, M. (2015). Stress: Facts and theories through literature review. *International Journal of Medical Reviews*, 2(2), 232.
- [3] Rapolienė, L., Taletavičienė, G., Kurienė, G., & Surdu, O. (n.d.). *The use of natural resources to improve mental and physical health related to stress: Methodology and practical recommendations*. (Electronic publication) Eglė Publishing. ISBN: 978-609-432-173-3.
- [4] Rapolienė, L., Vasiliauskiene, S., Šliaupa, S., Dailidienė, I., Valiukas, D., Martinkėnas, A., & Bredelytė, A. (2024). *Map of Lithuania's natural resources and centers and resorts using them for treatment and wellness* (Electronic publication). Klaipėda University Press.
- [5] WHO (2023). Patient safety. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>.
- [6] Rapolienė, L., Rapolis, D., Bredelytė, A., Taletavičienė, G., Fioravanti, A., & Martinkėnas, A. (2025). Balneotherapy as a Complementary Intervention for Stress and Cortisol Reduction: Findings from a Randomized Controlled Trial. *Brain sciences*, 15(2), 165. <https://doi.org/10.3390/brainsci15020165>.
- [7] Rapolienė, L., Taletavičienė, G., Martinkėnas, A. (2024). Natural resources can help reducing cardiovascular risk: randomized controlled study,” *Journal of Complexity in Health Sciences*, Vol. 7, No. 1, pp. 19–31, <https://doi.org/10.21595/chs.2024.24014>.
- [8] Rapolienė L., Rapolis D., Jočienė J, Taletavičienė G., Varžaitytė L.(2024). Efficacy and Safety of Balneotherapy using Diverse Natural Resources in Lithuania: A Multicenter Study Balneo and PRM Research Journal, 15(2): 682.
- [9] Kataržytė, M., Rapolienė, L., Kalvaitienė, G., & Picazo-Espinosa, R. (2024). Microbial Composition Dynamics in Peloids Used for Spa Procedures in Lithuania: Pilot Study. *International journal of environmental research and public health*, 21(3), 335. <https://doi.org/10.3390/ijerph21030335>
- [10] Kataržytė, M., Rapolienė, L., Espinosa, R. P., & Kalvaitienė, G. (2025). Fungal diversity in peat and sapropel peloids used in pelotherapy. *International journal of biometeorology*, 10.1007/s00484-025-02869-9. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00484-025-02869-9>
- [11] Rapolienė, L., Raulušonytė, J., Vasiliauskiene, E., Šaparnienė, D., Razbadauskas, A., Kurienė, G., Bredelytė, A., Dailidienė, I. 2024. Harnessing the distinctive qualities of Lithuanian natural mineral water for SPA services and human health. *Baltica* 37 (2), 98–109. Vilnius. ISSN 1648-858X.

4. Comunicaciones orales

Propiedades térmicas y reológicas de un peloide natural obtenido en una laguna costera mediterránea

Francisco Armijo^a, José Manuel Carbajo^a, Lorena Vela^a, Anabel Martín^a, Francisco Maraver^a

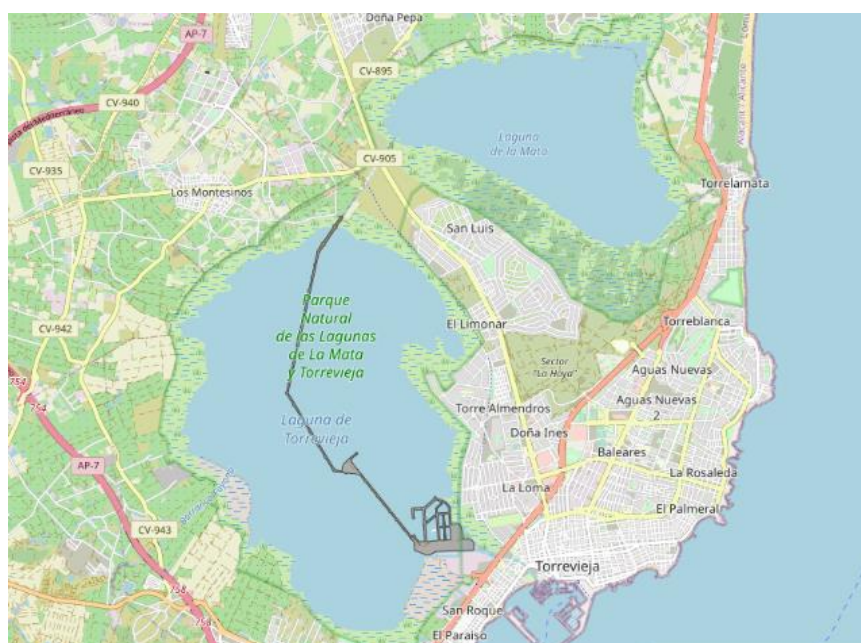
^a Escuela Profesional de Hidrología Médica. Facultad de Medicina. UCM Madrid

E-mail: farmijoc@ucm.es

Palabras clave: peloide natural, propiedades térmicas, propiedades reológicas, laguna costera

Introducción

La Laguna Rosa de Torrevieja se encuentra en la comarca del Bajo Segura de la provincia de Alicante (España). Esta laguna exorreica de origen sedimentario marino estuvo conectada con el mar Mediterráneo hasta el Cuaternario. En la actualidad actúa como salina, recibiendo agua de su vecina Laguna de La Mata y salmuera procedente de los lavaderos de El Pinoso.



Situación de la laguna Rosa

Materiales y métodos

El análisis del agua del peloide se realizó mediante cromatografía iónica con un equipo Dionex DX 120 Ion Chromatograph. La muestra de agua fue recogida directamente en el manantial.

El contenido en agua y ceniza del peloide se determinaron gravimétricamente por secado a 105 ° C e ignición a 800 ° C.

La curva de variación de la temperatura de los peloides con el tiempo se realizó con dos baños Lauda modelos Alpha RA 8 y E-100 y un termopar marca Cole-Parmer modelo 91100-50. A partir de la ecuación de la curva se calcula el tiempo de relajación.

La capacidad calorífica, el coeficiente de conductividad térmica y la retentividad calórica se calcularon siguiendo las ecuaciones de Armijo.

La textura instrumental se realizó con el texturímetro Brookfield modelo LFRA Texture Analyzer.

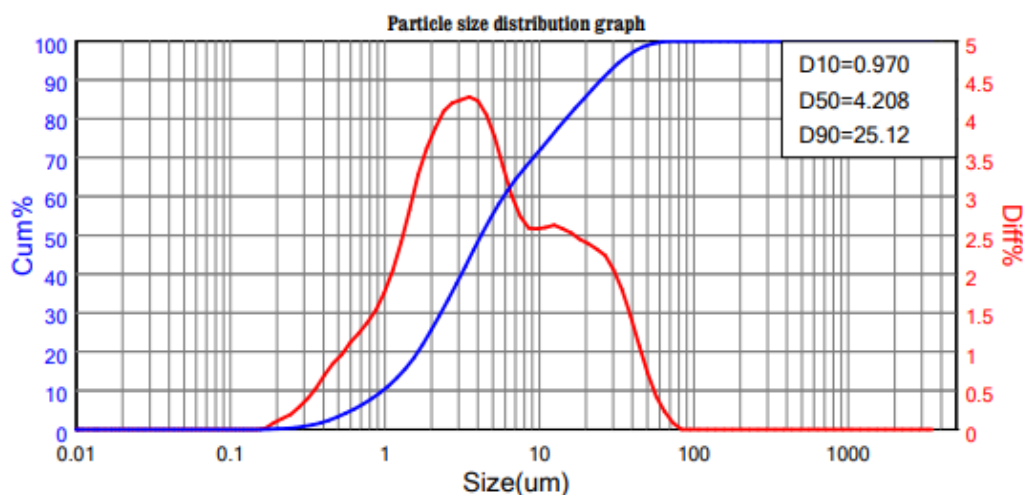
Resultados y discusión

La muestra de agua obtenida puso de manifiesto un agua hipotermal (28°C) de mineralización fuerte, clorurado sódica, magnésica.

Composición centesimal del peloide

Contenido en sólidos %	78,17
Contenido en agua %	21,83
Contenido en cenizas %	57,50
Relación cenizas/sólidos	0,74

Se trata de un producto con poco contenido en agua y una relación cenizas sólidos que indica la presencia principal de materiales inorgánicos y un 25 % de orgánicos y volátiles, esta composición resulta similar a la del peloide del Mar Muerto.



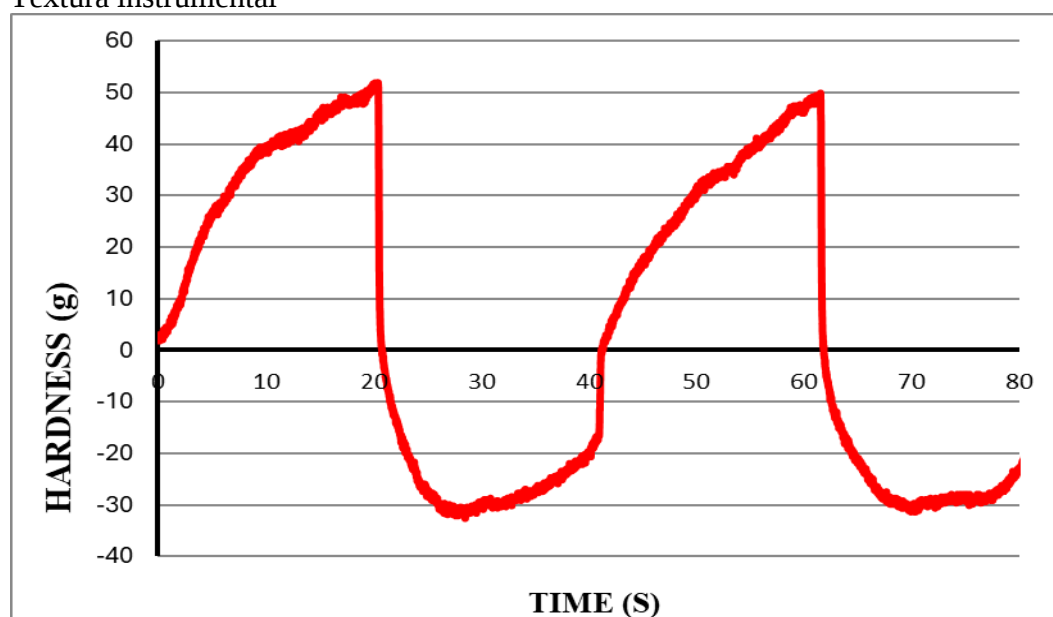
El tamaño de partícula de la fase sólida del peloide de Torrevieja resulta similar al de la lama de Peruibe (Brasil)

Las propiedades térmicas calculadas son:

Capacidad Calorífica (J/g K)	1,60
Conductividad Térmica (W/m K)	0,488
Retentividad Calórica 10^{-8} (s/m ²)	5,49

Se trata de un producto de baja capacidad calorífica, acorde con su pequeño porcentaje de agua y baja retentividad,. Estas características son similares a los peloides de Hakisor, Inder y Sorkol (Kazakhstan). El tiempo de relajacion de 350 segundos es similar al de Arnedillo

Textura instrumental



Valores de la textura instrumental:

Dureza (g)	52,2
Cohesión	0,88
Adhesividad	510,56

Se trata de un peloide blando, semejante a los de Peruibe (Brasil), Carhue (Argentina) y Thalassia (España), y con una cohesión similar a los del Mar Muerto, El Raposo y Archena.

Conclusiones

El agua de la Laguna por su composición mineral (hipersalina), tiene potencial para mejorar la salud en trastornos musculoesqueléticos y dermatológicos

Las aguas hipersalinas comparten numerosas características con las descritas para otros centros de medicina balnearia, que se utilizan por sus beneficios para la salud.

El peloide por sus características físicas (bajo contenido de agua, baja dureza y adhesividad y rápida transferencia de calor tiene propiedades para un posible uso como agente termoterapéutico.

Sus efectos sobre la salud aún deben definirse con precisión mediante ensayos clínicos adecuados.

Referencias

- Armijo, F. Propiedades térmicas de los peloideos. Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med. 1991, 6, 151–157, doi:10.23853/bsehm.1992.0837.
- Maraver, F.; Armijo, F.; Fernandez-Torán, M.A.; Armijo, O.; Ejeda, J.M.; Vázquez, I.; Corvillo, I.; Torres-Piles, S. Peloids as Thermotheapeutic Agents. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 1965. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041965>
- Armijo, F.; Maraver, F.; Pozo, M.; Carretero, M.I.; Armijo, O.; Fernández-Gonzales, M.; Corvillo, I. Thermal behaviour of clays and clay-water mixtures for pelotherapy. Appl. Clay Sci. 2016, 126, 50–56, doi: 10.1016/j.clay.2016.02.020.

- Pozo, M.; Armijo, F.; Maraver, F.; Zuluaga, P.; Ejeda, J.M.; Corvillo, I. Variations in the Texture Profile Analysis (TPA) Properties of Clay/Mineral-Medicinal Water Mixtures for Pelotherapy: Effect of Anion Type. *Minerals* 2019, 9, 144, doi:10.3390/min9030144
- Armijo, F.; Maraver, F.; Carretero, M.I.; Pozo, M.; Ramos, M.; Fernandez-Torán, M.A.; Corvillo, I. The water effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 2015, 114, 395–401, doi: 10.1016/j.clay.2015.06.019.
- Fernández-Torán, M.A. Propiedades Fisicoquímicas de Materiales Susceptibles de ser Utilizados en la Preparación de Peloides. PhD. Tesis, Complutense Universidad de Madrid, Madrid, Spain, 2014.
- Akhmedenov, K.M.; Khalelova, R.A. Salt lakes of the west Kazakhstan region as objects of medical tourism. *GeoJournal of Tourism and Geosites* 2021, 36(2spl), 637-645. doi:10.30892/gtg.362spl11-693
- [Baird, R.B.; Eaton, A.D. (Eds.) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23rd ed.; American Public Health Association: Washington, DC, USA, 2017.

Características físicas de dos peloides extemporáneos preparados con las aguas termales de Salto (Uruguay)

Francisco Armijo ^a, Lorena Vela ^a, Elena Alvareda ^b, Ana Ernst ^c, Micaela Sánchez ^d, Miria Baschini ^d, Francisco Maraver ^a

^a Escuela Profesional de Hidrología Médica. Facultad de Medicina. UCM Madrid. ^b Departamento del Agua Centro Universitario Región Litoral Norte. Universidad de la República, Uruguay Rivera 1350, Salto Uruguay. ^c Medicina Familiar Club Remaros Salto Uruguay. ^d Facultad de Ingeniería y PROBIEN (CONICET), Universidad Nacional del Comahue
E-mail: farmijoc@ucm.es

Palabras clave: Salto-Uruguay, Peloides extemporáneos, bentonita, caolín.

Introducción

Se han estudiado las características físicas, mecánicas y térmicas de dos peloides extemporáneos preparados con un agua termal de Salto (Uruguay) y dos fases sólidas uruguayas, una bentonita y un caolín comerciales, para conocer su posible uso terapéutico.

Materiales y métodos

El análisis del agua del peloide se realizó mediante cromatografía iónica con un equipo Dionex DX 120 Ion Chromatograph. La muestra de agua fue recogida directamente en el manantial.

El contenido en agua y ceniza del peloide se determinaron gravimétricamente por secado a 105 ° C e ignición a 800 ° C.

La difracción de rayos X se realizó con un equipo SmartLab Rigaku empleando radiación Cu K β de 20 mA y 40kV. Con un barrido de 3° a 65° 2 θ a una velocidad de escaneo de 1° 2 θ /min.

La textura instrumental se realizó con el texturímetro Brookfield modelo LFRA Texture Analyzer.

La curva de variación de la temperatura de los peloides con el tiempo se realizó con dos baños Lauda modelos Alpha RA 8 y E-100 y un termopar marca Cole-Parmer modelo 91100-50. A partir de la ecuación de la curva se calcula el tiempo de relajación.

La capacidad calorífica, el coeficiente de conductividad térmica y la retentividad calórica se calculan siguiendo las ecuaciones de Armijo.

Resultados y discusión

El agua utilizada es hipothermal (43,8 °C) de mineralización media (598 mg/l), blanda, con iones predominantes: Bicarbonato, Cloruro, Sodio y Calcio.

Del peloide preparado con **caolín**, a partir del análisis por difracción de rayos X, se deduce que la fase sólida esta formada por kaolinita, montmorillonita y oxido de titanio, esto sugiere que se trata de un producto obtenido por mezcla y no debería utilizarse para preparación del peloide.

La composición centesimal

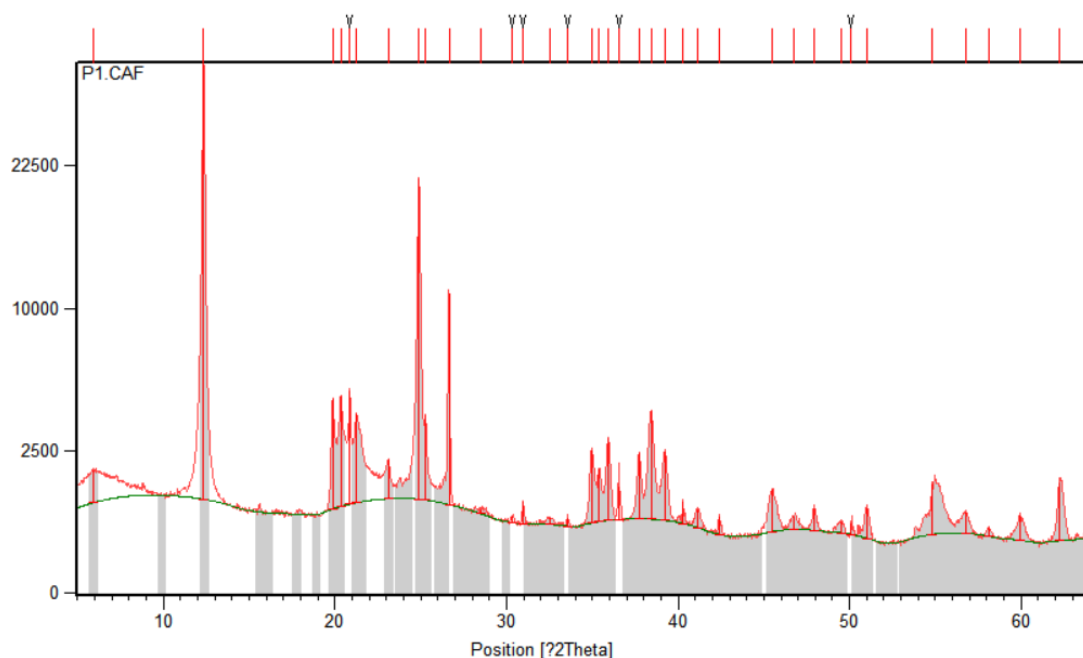
Contenido en sólidos %	68,0
Contenido en agua %	32,0
Contenido en cenizas %	59,6
Relación cenizas/sólidos	0,88

Se trata de un producto con poco contenido en agua y una relación ceniza solidos elevada que indica una composición inorgánica.

Las propiedades térmicas calculadas son:

Capacidad Calorífica (J/g K)	1,942
Conductividad Térmica (W/m K)	0,506
Retentividad Calórica 10^{-8} (s/m ²)	5,9

Se trata de un producto de baja capacidad calorifica acorde con su pequeño porcentaje de agua y baja retentividad coincidente con su tiempo de relajacion de 360 segundos.



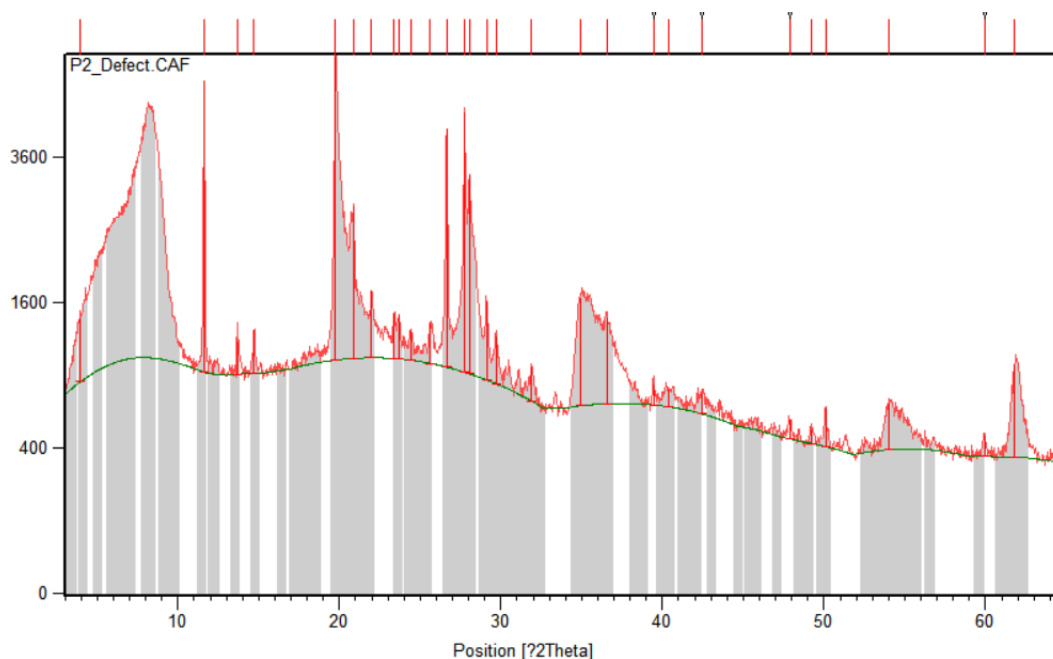
Difractograma del peloide preparado con caolín.

En cuanto a la textura instrumental el peloide tiene una dureza de 590 g, una adhesividad de 4100 gs y una cohesión de 0,7

El peloide preparado con una **bentonita** tiene como fase sólida un compuesto formado por saponita y montmorillonita con la siguiente composición centesimal

Contenido en sólidos %	26,22
Contenido en agua %	73,78
Contenido en cenizas %	23,64
Relación cenizas/sólidos	0,90

Se trata de un producto con alto contenido en agua y una relación ceniza solidos elevada que indica una composición inorgánica.



Difractograma del peloide preparado con bentonita

Las propiedades térmicas calculadas son:

Capacidad Calorífica (J/g K)	3,38
Conductividad Térmica (W/m K)	0,453
Retentividad Calórica 10^{-8} (s/m ²)	8,3

Se trata de un producto de alta capacidad calorífica debido a su elevado porcentaje de agua y alta retentividad acorde con su tiempo de relajación de 746 segundos.

En cuanto a l textura instrumental tiene una dureza de 200 g, una adhesividad de 2300 gs y una cohesión de 0,8.

Conclusiones

Debemos de considerar que estos productos son las primeras preparaciones realizadas con vistas a utilizar estas aguas minerales de Salto, por su termalidad y en busca de fases solidas existentes en la región.

El peloide preparado con caolín comercial presenta las propiedades que son usuales cuando se usa este tipo de fase sólida, un bajo contenido en agua, baja capacidad calorífica, y corto tiempo de relajación.

El peloide preparado con bentonita tiene un elevado contenido en agua, alta capacidad calorífica y un tiempo de relajación elevado. Características similares al peloide de Archena.

Referencias

Armijo, F. Propiedades térmicas de los peloides. Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med. 1991, 6, 151–157, doi:10.23853/bsehm.1992.0837.

- Maraver, F.; Armijo, F.; Fernandez-Torán, M.A.; Armijo, O.; Ejeda, J.M.; Vázquez, I.; Corvillo, I.; Torres-Piles, S. Peloids as Thermotherapeutic Agents. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 1965. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041965>
- Armijo, F.; Maraver, F.; Pozo, M.; Carretero, M.I.; Armijo, O.; Fernández-Gonzales, M.; Corvillo, I. Thermal behaviour of clays and clay-water mixtures for pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 2016, 126, 50–56, doi: 10.1016/j.clay.2016.02.020.
- Pozo, M.; Armijo, F.; Maraver, F.; Zuluaga, P.; Ejeda, J.M.; Corvillo, I. Variations in the Texture Profile Analysis (TPA) Properties of Clay/Mineral-Medicinal Water Mixtures for Pelotherapy: Effect of Anion Type. *Minerals* 2019, 9, 144, doi:10.3390/min9030144
- Armijo, F.; Maraver, F.; Carretero, M.I.; Pozo, M.; Ramos, M.; Fernandez-Torán, M.A.; Corvillo, I. The water effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 2015, 114, 395–401, doi: 10.1016/j.clay.2015.06.019.
- Fernández-Torán, M.A. Propiedades Fisicoquímicas de Materiales Susceptibles de ser Utilizados en la Preparación de Peloides. PhD. Tesis, Complutense Universidad de Madrid, Madrid, Spain, 2014.

Características físicas de un peloide natural inédito situado en el Valle Cofrentes Ayora (Valencia)

Francisco Armijo ^a, Lorena Vela ^a, José Manuel Ejeda ^a, Miria Baschini ^b, Micaela Sánchez ^b

Anabel Martín ^a, Francisco Maraver ^a

^a Escuela Profesional de Hidrología Médica. Facultad de Medicina. UCM Madrid

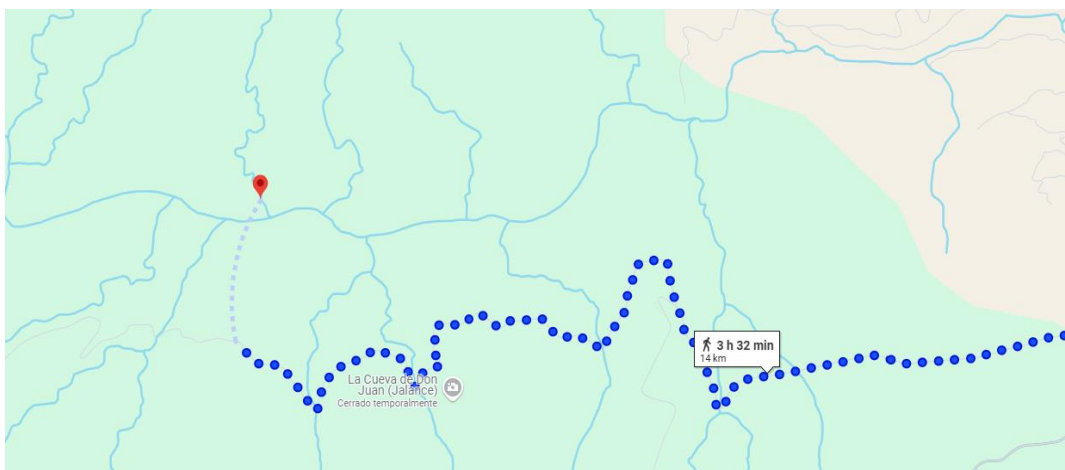
^b Facultad de Ingeniería y PROBIEN (CONICET), Universidad Nacional del Comahue

E-mail: farmijoc@ucm.es

Palabras clave: Manantial de Jalance. Peloides natural. Composición centesimal. Propiedades térmicas

Introducción

Se han estudiado las características y físicas, mecánicas y térmicas de un peloide natural generado a partir de un manantial sulfurado situado en el Valle Cofrentes Ayora (Valencia). La fuente y el peloide se encuentran en la orilla izquierda del Júcar en las coordenadas 39.193659 -1.153492 en el término municipal de Jalance



Situación del manantial y ruta hacia Jalance

Materiales y métodos

El análisis del agua del peloide se realizó mediante cromatografía iónica con un equipo Dionex DX 120 Ion Chromatograph. La muestra de agua fue recogida directamente en el manantial.

El contenido en agua y ceniza del peloide se determinaron gravimétricamente por secado a 105 ° C e ignición a 800 ° C.

Difractómetro de rayos X SmartLab Rigaku empleando radiación Cu K β de 20 mA y 40kV. Con un barrido de 3° a 65° 2 θ a una velocidad de escaneo de 1° 2 θ /min

La curva de variación de la temperatura de los peloides con el tiempo se realizó con dos baños Lauda modelos Alpha RA 8 y E-100 y un termopar marca Cole-Parmer modelo 91100-50. A partir de la ecuación de la curva se calcula el tiempo de relajación.

La capacidad calorífica, el coeficiente de conductividad térmica y la retentividad calórica se calcularon siguiendo las ecuaciones de Armijo.

Resultados y discusión

El agua del manantial de mineralización débil (425 mg/l), muy dura, sulfurada con iones predominantes: Sulfatos, Bicarbonato, Calcio y Magnesio.

Del peloide a partir del análisis por difracción de rayos X, se deduce que la fase sólida está formada por calcita, cuarzo, montmorillonita, alunita y zeolita.

La composición centesimal

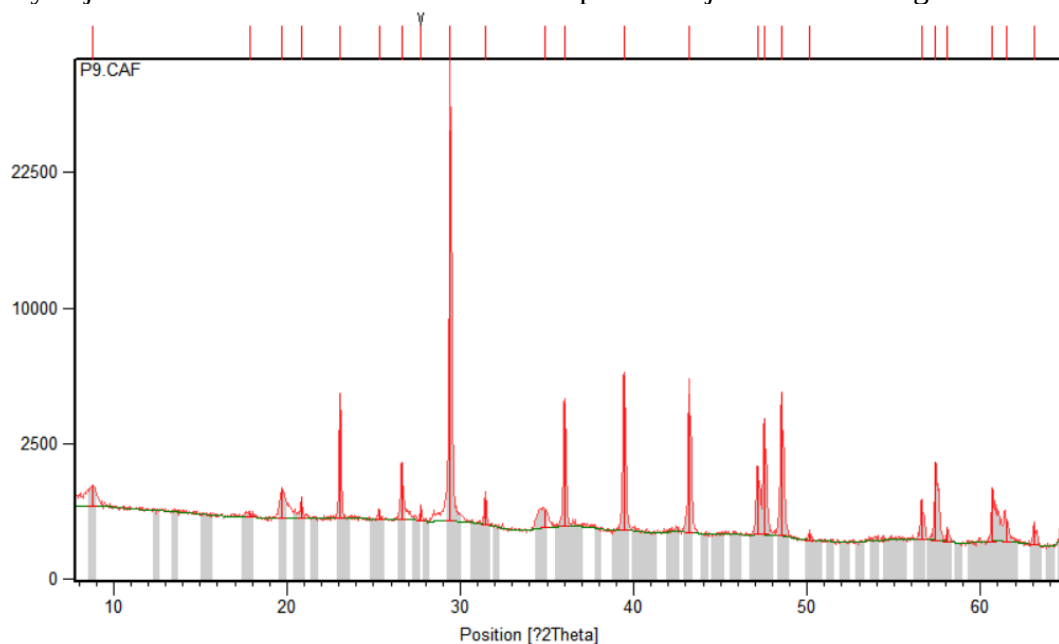
Contenido en sólidos %	82,16
Contenido en agua %	17,84
Contenido en cenizas %	72,23
Relación cenizas/sólidos	0,88

Se trata de un producto con poco contenido en agua y una relación cenizas sólidos elevada que indica una composición inorgánica.

Las propiedades térmicas calculadas son:

Capacidad Calorífica (J/g K)	1,40
Conductividad Térmica (W/m K)	0,579
Retentividad Calórica 10^{-8} (s/m ²)	4,40

Se trata de un producto de baja capacidad calorífica acorde con su pequeño porcentaje de agua y baja retentividad coincidente con su tiempo de relajación de 480 segundos.



Difractograma del peloide.

Conclusiones

Son los datos iniciales de este manantial y de este producto natural que se recoge en su cuenca.

Se trata de un agua de mineralización débil. sulfurada, con iones predominantes: Sulfatos, Bicarbonato, Calcio y Magnesio.

El peloide tiene un bajo contenido en agua, baja capacidad calorífica y un tiempo de relajación medio.

Consideramos necesario una ampliación del estudio del manantial y de la fase sólida para conocer mejor su composición.

Referencias

- Armijo, F. Propiedades térmicas de los peloides. *Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med.* 1991, 6, 151–157, doi:10.23853/bsehm.1992.0837.
- Maraver, F.; Armijo, F.; Fernandez-Toran, M.A.; Armijo, O.; Ejeda, J.M.; Vazquez, I.; Corvillo, I.; Torres-Piles, S. Peloids as Thermoherapeutic Agents. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 1965. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041965>
- Armijo, F.; Maraver, F.; Pozo, M.; Carretero, M.I.; Armijo, O.; Fernández-Gonzales, M.; Corvillo, I. Thermal behaviour of clays and clay-water mixtures for pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 2016, 126, 50–56, doi:10.1016/j.clay.2016.02.020.
- Pozo, M.; Armijo, F.; Maraver, F.; Zuluaga, P.; Ejeda, J.M.; Corvillo, I. Variations in the Texture Profile Analysis (TPA) Properties of Clay/Mineral-Medicinal Water Mixtures for Pelotherapy: Effect of Anion Type. *Minerals* 2019, 9, 144, doi:10.3390/min9030144
- Armijo, F.; Maraver, F.; Carretero, M.I.; Pozo, M.; Ramos, M.; Fernandez-Torán, M.A.; Corvillo, I. The water effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 2015, 114, 395–401, doi:10.1016/j.clay.2015.06.019.
- Fernández-Torán, M.A. Propiedades Fisicoquímicas de Materiales Susceptibles de ser Utilizados en la Preparación de Peloides. Ph.D. Thesis, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain, 2014.
- Armijo, F. (2024). Las aguas del Valle de Cofrentes-Ayora. El Balneario Hervidero de Cofrentes (1.a ed.). ACCI.

Microscopía electrónica de barrido (SEM) en el estudio de la fábrica de peloides

María Virginia Fernández-González^a, M^a Isabel Carretero^b, Manuel Pozo^c, Celso Gomes^d,
Francisco Maraver^e, Rafael Delgado^a

^aDpto. Edafología y Química Agrícola. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja. 18071, Granada (España). mvirginiafernandez@ugr.es

^bDpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla. Prof. García González nº 1, 41012 Sevilla (España).

^cDpto. de Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. C/. Francisco Tomás y Valiente, 7, 28049, Madrid (España)

^dUnidad de Investigación "GeoBioTec", FCT, Universidad de Aveiro, 3810-193 Aveiro (Portugal)

^eEscuela de Hidrología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040, Madrid (España)

E-mail: rdelgado@ugr.es, carre@us.es, manuel.pozo@uam.es, cgomes@ua.pt, fmaraver@ucm.es

Palabras clave: peloide, SEM, microfábrica, maduración

Los peloides son fangos madurados curativos y/o cosméticos, compuestos de materiales sólidos naturales (geológicos y/o biológicos), mezclados con agua mineromedicinal o de mar, que puede contener sustancias orgánicas procedentes de la actividad metabólica biológica [1]. La microfábrica ó fábrica estudiada por debajo del límite de resolución del microscopio óptico mediante técnicas de microscopía electrónica, microanálisis y análisis de imagen, aporta nuevas perspectivas en el estudio de los peloides, incluida su maduración. De acuerdo con el modo de preparación de la muestra las investigaciones se clasifican en dos grupos, que implican diferencias en los resultados esperables. En el primero, el peloide es previamente secado antes de observado, suministrando información esencialmente compositiva [2], pues la fábrica original se modifica con la pérdida del agua. El segundo grupo, son las que aplican técnicas para preservar la fábrica [3, 4, 5, 6, 7, 8], informando de tipos de fábrica y cuantificación de sus parámetros mediante análisis de imagen (IA), sobre tiempos óptimos de maduración y/o comportamiento térmico. Algunos autores [9] relacionan la ultraestructura de las dispersiones coloidales de arcilla con las propiedades reológicas influyentes en la aplicación de los peloides; fábricas como panal de abejas ó reticulada ven incrementada la viscosidad del peloide ó la elasticidad, ambas propiedades favorables para el manejo y la aplicación terapéutica de dichos materiales sobre la piel. Los estudios de microfábrica se han centrado en indagar la influencia de las características de las materias primas empleadas y de los productos resultantes de las mezclas entre arcillas y diversos tipos de aguas [3, 10, 11, 12]. Otro aspecto interesante es la influencia del tipo de maduración (estático, dinámico) en las características de la microfábrica desarrollada [10].

En este trabajo se han estudiado tres grupos de muestras: 1) Peloides fabricados con aguas mineromedicinales de balnearios y fuentes de la provincia de Granada (España) [13], utilizando como fase sólida una mezcla de caolín:bentonita (90:10 %, wt:wt) y madurados 48 horas, 1, 3 y 6 meses [14]. Estas muestras fueron observadas tras crioliofilizarlas previamente, para preservar la fábrica. 2) Peloides de dos bentonitas mineralógicamente diferentes (saponita y montmorillonita) y agua de mar, con ensayos de maduración durante 90 días en condiciones estáticas y agitación por volteo, y observados al SEM tras su secado, con el

objetivo de determinar la influencia en la microfábrica del tipo de esmectita en el peloide y la forma de maduración [15]. 3) Peloides pertenecientes a cuatro balnearios españoles diferentes (Archena, Arnedillo, Caldas de Boí y El Raposo) después de secados, para determinar si la utilidad de estos peloides tiene relación con su organización [16]. En el primer caso, de balnearios y fuentes de Granada, las variables son el tipo de agua mineromedicinal empleada en la fabricación de los peloides y el tiempo de maduración de estos. En el segundo y tercero, las variables son la fase sólida, el tipo de agua y las condiciones de maduración.

Los resultados del estudio muestran características de fábrica muy diferentes según el modo de preparación de la muestra para su observación en SEM, los diferentes tiempos y condiciones de maduración. En el estudio de peloides elaborados con las aguas de los manantiales de Granada [14] (elegimos como ejemplo el balneario de Lanjarón) las fábricas desarrolladas son diversas según el tipo de agua y el tiempo de maduración. Mientras que en el peloide madurado con el agua de Salud V durante seis meses (Figura 1a), la fábrica es tendente a laminar masiva con relativa escasa porosidad y uniones cara-cara, en el peloide con agua de El Salado (Figura 1b), a los tres meses de maduración, ya se observa una fábrica cercana a castillo de naipes, con uniones cara-borde de las partículas y una relativa buena porosidad. La observación de imágenes cercanas a lo que debe ser la realidad física de la ultramicrofábrica, conservada por el método de preparación empleado, permite afirmar diversas cuestiones como son, que el agua de El Salado es más adecuada para la fabricación de peloides, y en este caso, el tiempo óptimo de maduración se sitúa en los tres meses. La fábrica en castillo de naipes es favorable para el uso, como ya se ha indicado [7].

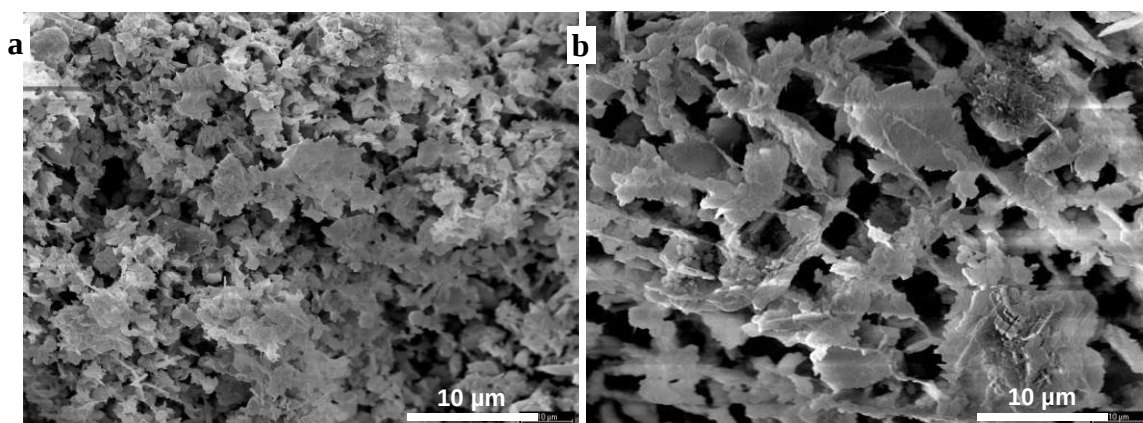


Figura 1. a) Peloide fabricado con agua mineromedicinal de Salud V (Lanjarón, Granada), madurado seis meses (S6p). b) Peloide fabricado con agua mineromedicinal de El Salado (Lanjarón, Granada), madurado tres meses (E3p).

En el caso de los peloides de mezclas de arcillas con agua de mar [15], los resultados de fábrica difieren en función de las condiciones de maduración. En condiciones de maduración estática (Figura 3a), los dos peloides muestran una microfábrica de tipo “esquelética” a “matriz”, donde los agregados de bentonita están cementados o recubiertos por sales (frecuentemente, halita). Las zonas con agregados arcillosos presentan disposiciones de partículas muy abiertas cara-borde y borde-borde, de tipo panal de abejas. En condiciones de maduración no estática (volteo) (Figura 3b), destaca la formación de zonas con textura y tono de color diferente en las imágenes SEM; la parte más oscura está mezclada con sales mientras que las más claras muestran predominio del material arcilloso. Se presenta microfábrica de tipo “esquelético-matriz” en las zonas de mezcla con sales y de tipo “matriz” en los agregados arcillosos, con fábricas abiertas y muy porosas. Podemos

establecer que la composición de la bentonita utilizada no influye en el tipo de microfábrica formada, pero sí las condiciones de maduración.

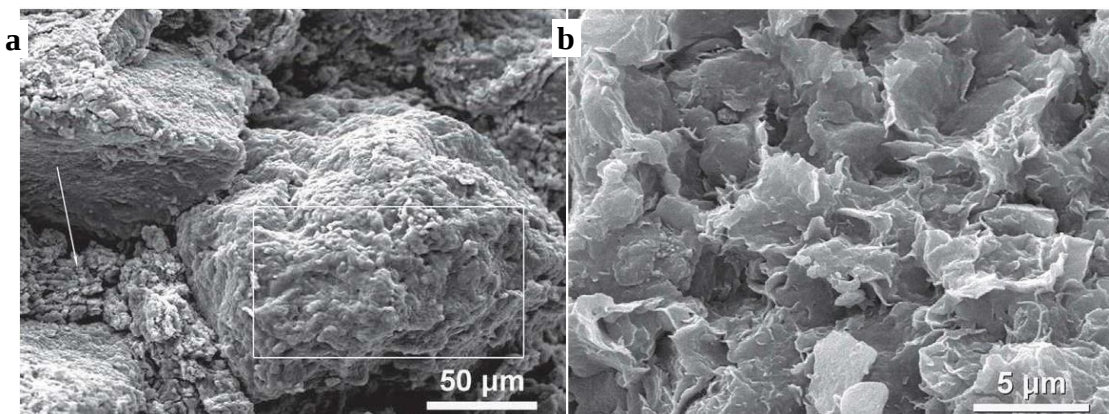


Figura 2. a) Peloide de bentonita magnésica madurado con agua de mar en condiciones estáticas Recubrimiento (rectángulo) y cemento (flecha) de sales (principalmente halita). b) Peloide de bentonita aluminica madurada con agua de mar en condiciones de volteo. Agregado arcilloso. Las partículas de arcilla se disponen cara-borde originando cierta porosidad interparticular entre ellas.

En el estudio de los peloides de cuatro balnearios españoles (Archena, Arnedillo Caldas de Boí y El Raposo) [16] de composición diferente, todos presentan microfábricas similares, de tipo "matriz", "esquelética" o "glomerular", en las que la porosidad y orientación están determinadas por el tamaño y morfología de los componentes. En el peloide de Archena y localmente en alguno de los otros, se han observado microfábricas de tipo "laminar" o "turbulento". Se registra en Archena la presencia de indicios de sales como halita, yeso y bloedita en relación con la composición de las aguas de maduración. A pesar de las diferencias observadas en la composición, textura y microfábrica de estos peloides, actualmente empleados en balnearios españoles, se ha demostrado su efecto terapéutico similar desde el punto de vista médico, principalmente en el tratamiento de enfermedades reumáticas.

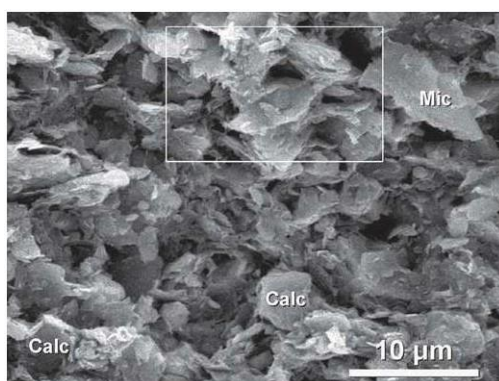


Figura 3. Peloide del balneario de Arnedillo. Microfábrica de tipo matriz formada por una pasta arcillosa donde se identifican granos de calcita (Calc) y de otros minerales (cuarzo, feldespato), algunos de ellos laminares (micas) (Mic). Localmente, se observan microfábricas de tipo laminar turbulento. Destaca el desarrollo de porosidad como resultado de la disposición de las partículas, principalmente de componentes laminares (rectángulo).

Este trabajo pone en relieve la importancia del método de preparación de los peloides para su observación con SEM, pudiéndose calificar como preferente el de criolofilización sobre el de secado. A pesar de ello, el segundo se muestra como un método que arroja interesantes resultados de orden compositivo de las aguas mineromedicinales empleadas o como ilustrativo del modo de maduración. Aconsejamos así su empleo junto al de criolofilización para un estudio completo de la microfábrica de peloides.

Referencias

- [1] Gomes, C., Carretero, M.I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., Legido, J.L., Teixeira, F., Rautureau, M. y Delgado, R. (2013). Peloids and pelotherapy: historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science* 75-76, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008>
- [2] Carretero, M.I., Pozo, M., Legido, J.L., Fernández-González, M.V., Delgado, R., Gómez, I., Armijo, F. y Maraver, F. (2014). Assessment of three Spanish clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science* 99, 131-143. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2014.06.022>
- [3] Delgado R., Fernández-González, M.V., Márquez, R., Martín-García, J.M. (2015). El uso del microscopio electrónico de barrido como técnica básica en el estudio de los peloides. *Balnea* 10, 217-227.
- [4] Delgado R., Martín-García, J.M., Molinero-García, A., Márquez, R., Fernández-González, M.V., Carretero, M.I. (2022). Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) como técnica de estudio de materiales de interés sanitario, con énfasis en peloides. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica* 37, 1, 57-59
- [5] Fernández-González, M.V., Carretero, M.I., Martín-García, J.M., Molinero-García, A., Delgado, R. (2021). Peloids prepared with three mineral-medicinal waters from spas in Granada. Their suitability for use in pelotherapy. *Applied Clay Science* 202, 105969. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105969>
- [6] Delgado, R., Fernández-González, M.V., Gámiz, E., Martín-García, J.M., Delgado, G. (2011). Evolución de la ultramicrofábrica de los peloides en el proceso de maduración. *Anales de Hidrología Médica* 4, 81-91. https://doi.org/10.5209/rev_ANHM.2011.v4.38347
- [7] Fernández-González, M.V., Martín-García, J.M., Delgado, G., Párraga, J., Carretero, M.I., Delgado, R. (2017). Physical properties of peloids prepared with medicinal mineral waters from Lanjarón Spa (Granada, Spain). *Applied Clay Science* 135, 465-474. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.10.034>
- [8] Gámiz, E., Martín-García, J.M., Fernández-González, M.V., Delgado, G., Delgado, R. (2009). Influence of water type and maturation time on the properties of kaolinite-saponite peloids. *Applied Clay Science* 46, 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2009.07.016>
- [9] Vali, H., Bachmann, L. (1988). Ultrastructure and flow behavior of colloidal smectite dispersions. *Journal of Colloid and Interface Science* 126, 278-291. [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(88\)90122-1](https://doi.org/10.1016/0021-9797(88)90122-1)
- [10] Carretero, M.I., Pozo, M., Sánchez, C., García, F., Medina, J.A., Bernabé, J.M. (2007). Comparison of saponite and montmorillonite behaviour during static and stirring maturation with seawater for pelotherapy. *Applied Clay Science* 36, 161-173. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.05.010>
- [11] Armijo, F., Maraver, F., Pozo, M., Carretero, M.I., Armijo, O., Fernández-Torán, M.A., Fernández-González, M.V., Corvillo, I. (2016). Thermal behavior of clays and clay-water mixtures for pelotherapy. *Applied Clay Science* 126, 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.02.020>
- [12] Pozo, M., Carretero, M.I., Pozo, E., Maraver, F., Gómez, I., Armijo, F., Martín-Rubí, J.A. (2013). Composition and physical-physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Applied Clay Science* 83-84, 270-279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034>
- [13] Fernández-González, M.V. (2010). Proceso de maduración de peloides con fase líquida de las principales aguas minerales y mineromedicinales de la provincia de Granada. Tesis Doctoral, Universidad de Granada. <https://hdl.handle.net/10481/79009>.
- [14] Fernández-González, M.V., Carretero, M.I., Delgado, R. (2024). Fábrica SEM de peloides. En Delgado, R. y Martín-García, J.M. (Eds.) Microscopía electrónica de barrido (SEM) en suelos y otros materiales. Atlas de imágenes. Editorial Universidad de Granada. P. 402 - 409. ISBN 978-84-338-7222-7
- [15] Carretero, M.I., Pozo, M., Gomes, C.F. (2024). Importancia de la microfábrica en el estudio de mezclas de arcillas y aguas para peloterapia. En Delgado, R. y Martín-García, J.M. (Eds.) Microscopía electrónica de barrido (SEM) en suelos y otros materiales. Atlas de imágenes. Editorial Universidad de Granada. P. 418 - 425. ISBN 978-84-338-7222-7
- [16] Pozo, M., Carretero, M.I., Maraver, F. (2024). Microfábrica de peloides empleados en balnearios españoles. En Delgado, R. y Martín-García, J.M. (Eds.) Microscopía electrónica de barrido (SEM) en suelos y otros materiales. Atlas de imágenes. Editorial Universidad de Granada. P. 410 - 417. ISBN 978-84-338-7222-7

Unravelling the therapeutic efficacy of biomolecules from the Euganean Thermal District's microbiota

Micol Caichiolo^{a,b}, Raffaella Margherita Zampieri^{a,c,d}, Fabrizio Caldara^b, Luisa Dalla Valle^a,
Nicoletta La Rocca^a

^a*Department of Biology, University of Padova, Via Ugo Bassi 58/b, Padova (Italy),*

^b*Centro Studi Termali Pietro d'Abano, Largo Marconi 8, Abano Terme, Padova (Italy),*

^c*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali—DAGRI, University of Firenze, Via San Bonaventura 13, Firenze (Italy),*

^d*Research Institute on Terrestrial Ecosystems (IRET), National Research Council (CNR), Via Madonna del Piano 10, Firenze (Italy).*

E-mail: micol.caichiolo@phd.unipd.it

Keywords: thermal mud, microbiota, cyanobacteria, biomolecules, anti-inflammatory capability.

Introduction

The Euganean hot springs, located in northeast Italy, host one of Europe's most prestigious thermal centers, comprising over 100 thermal spas and approximately 220 baths. The Euganean Thermal District offers various therapeutic treatments, including hydrotherapy, pelotherapy, hydro-kinesitherapy and inhalation therapy for respiratory conditions. Among these, the topical application of therapeutic muds, or peloids, is officially recognized by the Italian Health Care System as a therapeutic therapy for arthrorheumatic diseases like arthritis and osteoarthritis, as well as osteoporosis. These treatments are uniquely tied to the region, as both the thermal water and the mud used for peloids are sourced exclusively from the Euganean hydrogeological circuit and local thermal lakes.

To obtain the therapeutic mud, a maturation process is required. The modern procedure, codified by a protocol^[1], is based on traditional experience and is considered an ancient biotechnological process and must be followed by the thermal structures to obtain the “Mature Mud AOC” certification. Specifically, mud is collected from thermal lakes in the Euganean Hills, partitioned among spas, and placed in ponds or tanks where it is covered by a layer of flowing thermal water at approximately 40 °C. Over a period of two months, a thick mat of microorganisms, embedded in their polysaccharide matrix, forms. This green microbial biofilm, with its coloration due to the presence of photosynthetic microorganisms like cyanobacteria, indicates a proper mud maturation. At this point, the mud is mixed and placed in bain-marie tanks with thermal water at nearly 60 °C for few hours. This step reduces the bacterial load and increases the viscosity of the final product which is now ready for the application to patients as therapeutic mud^[2].

The effectiveness of mud therapy is primarily attributed to mechanical, thermal, and chemical factors. The chemical effects involve not only inorganic soluble complexes and ions but also organic compounds, either naturally present in raw mud or accumulated during the maturation process due to microbial activity. Indeed, numerous studies conducted at the Department of Biology of the University of Padova, in collaboration with the Centro Studi Termali Pietro d'Abano, have investigated both the biodiversity of the microbiota colonizing the mud surface during maturation and the anti-inflammatory capabilities of different bioactive molecules.

A recent *next-generation sequencing* (NGS) study emphasized the importance of the maturation temperature in shaping the microbial community^[2]. Temperature variations

influence not only the relative abundance of cyanobacteria, known producers of bioactive molecules, but also the diversity of cyanobacterial strains. Within the temperature range of 37 – 47 °C, researchers found a higher abundance of cyanobacteria, the greatest biodiversity and the dominance of *Phormidium* sp. ETS-05^[3] (ETS stands for Euganean Thermal Strain). At higher temperatures, the microbial population shifts completely, with species like *Thermospirulina andreolii* ETS-09^[4] and *Kovacicikia euganea* ETS-13^[5] becoming dominant^[2].

Maintaining the traditional maturation temperature (40 °C), or at least staying within the 37 – 47 °C range, is important considering that *Phormidium* sp. ETS-05 has been identified as a fundamental organism in the maturation process, due to the bioactivity of its lipidic molecules and therefore its role in maximizing the therapeutic benefits of pelotherapy.

Already 20 years ago, glycoglycerolipid fractions extracted from *Phormidium* sp. ETS-05, cultured in the laboratory at 30°C^[6], were shown to have anti-inflammatory activity, tested both *in vivo* and *in vitro*^[7–9]. This discovery led to a European patent in 2013 for the mud's therapeutic efficacy^[10].

Recent researches have also explored other bioactive molecules, such as exopolysaccharides (EPSs), high-molecular-weight heteropolysaccharides with significant therapeutic potential^[11].

Polysaccharides of the target species *Phormidium* sp. ETS-05^[12]

The polysaccharides of the target species *Phormidium* sp. ETS-05 were the first to be evaluated for their chemical composition and bioactivity, exhibiting strong anti-inflammatory effects in zebrafish larvae, a well-known model organism for *in vivo* drug screening^[13,14] and for the evaluation of their anti-inflammatory capabilities^[15]. Specifically, using different inflammation models and transgenic lines, we showed the reduction of one of the most important inflammatory pathways (NFkB), the reduction of the migration of immune cells and the down-regulation of the gene expression of several inflammatory related genes.

Polysaccharides from a traditionally matured therapeutic mud^[16]

A significant step forward was recently made by analysing polysaccharides extracted directly from therapeutic mud, matured at the traditional temperature of 40 °C and colonized by the target species *Phormidium* sp. ETS-05. These polysaccharides were named M-PS (microbial polysaccharides) to emphasize the contribution of the entire microbiota rather than just a single laboratory-grown species. Indeed, the chemical characterization of the molecules revealed that M-PS had a different composition compared to polysaccharides derived solely from the target species, despite *Phormidium* sp. ETS-05 being the dominant cyanobacterial strain at these maturation conditions. Furthermore, anti-inflammatory tests using different zebrafish models demonstrated that M-PS promoted morphological recovery, reduced immune cell migration and downregulated the expression of multiple inflammation-related genes.

Building on this foundation, our recent studies focus on the role of microbiota in shaping the properties of the final product, particularly considering the impact of mud maturation temperature. The ultimate goal was to deepen our understanding of this unique environment and scientifically validate the origins of the therapeutic value of Euganean muds.

Polysaccharides from mature muds matured at different temperatures ^[17]

In a very recent study, we aimed to investigate whether the M-PS chemical composition and, consequently, the biological activity of these molecules was linked to the mud's maturation temperature.

Six mature mud samples were collected from five spas of the Euganean Thermal District, where the maturation process was conducted using thermal water at temperatures both within the range of 37 - 47 °C, at which the target species *Phormidium* sp. ETS-05 is more abundant, and outside it, up to 54 °C. Indeed, although maturation is typically carried out near the traditional maturation temperature, some variations can occur due to challenges in maintaining the desired water temperature in each pond. This is largely influenced by the system's design, where tanks are usually arranged in series, starting from the thermal well, where thermal water springs at approximately 60 - 80 °C^[2].

These samples have been initially subjected to the hypervariable region V4 of the 16S rRNA gene NGS to determine the microbial community composition. The results confirmed that *Cyanobacteria* is one of the most abundant microbial phyla, with *Phormidium* sp. ETS-05 prevalent in the 37 - 47 °C range and *Thermospirulina andreolii* ETS-09 and *Kovacikia euganea* ETS-13 dominant at higher temperatures. Subsequently, M-PS have been extracted from the mud samples and characterized using FT-IR spectroscopy, revealing a surprising similar molecular fingerprint. Moreover, monosaccharide composition and sulphate groups abundance analyses show a high chemical similarity, with similar abundance in monomers and high quantity of sulphate moieties, an important feature for the anti-inflammatory activity of these molecules. This data was also confirmed by the zeta-potential analysis that shows the anionic feature of these molecules. This homogeneity in polysaccharide composition and structure could be attributed to the activity of the diverse microorganisms within the microbiota, which metabolize and modify organic molecules, ultimately producing a uniform final product. Interestingly, this chemical homogeneity was reflected in the similar anti-inflammatory capabilities of M-PSs, which were tested on zebrafish larvae. In particular, we used a zebrafish model of chemical-induced inflammation, based on the exposure to copper sulphate pentahydrate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$). This treatment generates oxidative stress and induces systemic inflammation^[18] that in turn leads to a general developmental impairment of zebrafish larvae with a delay in swim bladder insufflation and operculum bone ossification, for example. The analyses were conducted after the induction of inflammation and the subsequent exposure of the larvae to different concentrations of M-PSs, for different periods (18, 24 and 48 h). In this way we aimed to determine possible differences in the anti-inflammatory capabilities of M-PSs obtained at different mud maturation temperatures by analysing the recovery of the beforementioned morphological traits. Our results indicate that these molecules exhibit a similar activity with a complete recovery of the developmental delay after the longer exposure.

Conclusions

The reported studies confirm previous findings on microbiota composition variations along a thermal gradient and underscores the importance of maintaining the 37 - 47 °C maturation range to ensure the presence of the target species *Phormidium* sp. ETS-05. However, this temperature range does not appear to be critical for M-PS effectiveness, as they remain consistently active. Indeed, our findings demonstrate that the entire microbiota seems to contribute to producing a homogeneous product across different spas in the district, highlighting the importance of considering both the physical environment, such the

maturation conditions, and the interactions among the numerous organisms that compose the mud biofilm.

In this context, it is also important to note that our preliminary studies on lipid compounds produced by the main cyanobacterial species—grown under laboratory conditions at their optimal temperature, comparable to their presence in the natural environment as evidenced by NGS studies—highlight the significant impact of growth temperature on the composition and activity of these bioactive molecules. Specifically, temperature emerges as a key physical parameter influencing the production of highly active lipid molecules.

These findings offer new insights into the therapeutic potential of these bioactive molecules and open avenues for further research into the concentration of polysaccharides and lipids in muds, as well as their relative efficacy, including potential synergistic effects. This research direction could lead to a more comprehensive characterization of the Euganean environment, its key microbial players, and their functions, ultimately supporting its preservation and ensuring the production of a consistent and highly beneficial final product.

References

1. *Bollettino ufficiale Regione del Veneto: Venezia, Regolamento d'uso del Marchio Collettivo d'Origine Fango D.O.C. Thermae Abano Montegrotto - Regione Veneto.* (2015).
2. Gris, B., Treu, L., Zampieri, R. M., Caldara, F., Romualdi, C., Campanaro, S., & La Rocca, N. (2020). Microbiota of the therapeutic Euganean thermal muds with a focus on the main cyanobacteria species. *Microorganisms*, 8(10), 1–23. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101590>.
3. Berrini, C. C., De Appolonia, F., Valle, L., Dalla, Komárek, J., & Andreoli, C. (2004). Morphological and molecular characterization of a thermophilic cyanobacterium (Oscillatoriales) from the Euganean Thermal Springs (Padua, Italy). *Algological Studies/Archiv Für Hydrobiologie, Supplement Volumes*, 113(August), 73–85. <https://doi.org/10.1127/1864-1318/2004/0113-0073>.
4. Moro, I., Fuiano, M. A., Rascio, N., De Philippis, R., & La Rocca, N. (2021). Phylogenetic, morphological and biochemical studies on *Thermospirulina andreolii* gen. & sp. nov. (Cyanophyta) from the Euganean Thermal District (Italy). *Phycologia*, 60(5), 487–496. <https://doi.org/10.1080/00318884.2021.1987026>.
5. Zampieri, R. M., Bizzotto, E., Campanaro, S., Caldara, F., Bellucci, M., & La Rocca, N. (2025). *Kovackia euganea* sp. nov. (Leptolyngbyaceae, Cyanobacteria), a new chlorophyll f producing cyanobacterium from the Euganean Thermal District (Italy). *Frontiers in Microbiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1545008>.
6. Marcolongo, G., De Appolonia, F., Venzo, A., Berrie, C. P., Carofiglio, T., & Ceschi Berrini, C. (2006). Diacylglycerolipids isolated from a thermophile cyanobacterium from the Euganean hot springs. *Natural Product Research*, 20(8), 766–774. <https://doi.org/10.1080/14786410500176393>.
7. Bruno, A., Rossi, C., Marcolongo, G., Di Lena, A., Venzo, A., Berrie, C. P., & Corda, D. (2005). Selective in vivo anti-inflammatory action of the galactolipid monogalactosyldiacylglycerol. *European Journal of Pharmacology*, 524(1–3), 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2005.09.023>.
8. Lenti, M., Gentili, C., Pianezzi, A., Marcolongo, G., Lalli, A., Cancedda, R., & Cancedda, F. D. (2009). Monogalactosyldiacylglycerol anti-inflammatory activity on adult articular cartilage. *Natural Product Research*, 23(8), 754–762. <https://doi.org/10.1080/14786410802456956>.
9. Ulivi, V., Lenti, M., Gentili, C., Marcolongo, G., Cancedda, R., & Descalzi Cancedda, F. (2011). Anti-inflammatory activity of monogalactosyldiacylglycerol in human articular cartilage in vitro: Activation of an anti-inflammatory cyclooxygenase-2 (COX-2) pathway. *Arthritis Research and Therapy*, 13(3), 1–12. <https://doi.org/10.1186/ar3367>.
10. Lalli, A., Andreoli, C., Ceschi Berrini, C., De Appolonia, F., & Marcolongo, G. (2013). *Anti-inflammatory Active Principles in Euganean Thermal Mud. European Patent 1571203 (B1)*.
11. López-Ortega, M. A., Chavarría-Hernández, N., López-Cuellar, M. del R., & Rodríguez-Hernández, A. I. (2021). A review of extracellular polysaccharides from extreme niches: An emerging natural source for the biotechnology. From the adverse to diverse! *International Journal of Biological Macromolecules*, 177, 559–577. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2021.02.101>.
12. Zampieri, R. M., Adessi, A., Caldara, F., Codato, A., Furlan, M., Rampazzo, C., De Philippis, R., La Rocca, N., & Valle, L. D. (2020). Anti-inflammatory activity of exopolysaccharides from *Phormidium* sp. ETS05, the most abundant cyanobacterium of the therapeutic euganean thermal muds, using the zebrafish model. *Biomolecules*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/biom10040582>.

13. Crawford, A. D., Esguerra, C. V., & De Witte, P. A. M. (2008). Fishing for drugs from nature: Zebrafish as a technology platform for natural product discovery. *Planta Medica*, 74(6), 624–632. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1034374>.
14. Dash, S. N., & Patnaik, L. (2023). Flight for fish in drug discovery: A review of zebrafish-based screening of molecules. *Biology Letters*, 19(8). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2022.0541>
15. Xie, Y., Meijer, A. H., & Schaaf, M. J. M. (2021). Modeling Inflammation in Zebrafish for the Development of Anti-inflammatory Drugs. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8(January). <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.620984>.
16. Zampieri, R. M., Adessi, A., Caldara, F., De Philippis, R., Dalla Valle, L., & La Rocca, N. (2022). In vivo anti-inflammatory and antioxidant effects of microbial polysaccharides extracted from Euganean therapeutic muds. *International Journal of Biological Macromolecules*. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2022.04.123>
17. Caichiolo, M., Zampieri, R. M., Adessi, A., Ciani, M., Caldara, F., Dalla Valle, L., & La Rocca, N. (2024). Microbial Polysaccharides Extracted from Different Mature Mud of the Euganean Thermal District Show Similar Anti-Inflammatory Activity In Vivo. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(9). <https://doi.org/10.3390/ijms25094999>.
18. Olivari, F. A., Hernández, P. P., & Allende, M. L. (2008). Acute copper exposure induces oxidative stress and cell death in lateral line hair cells of zebrafish larvae. *Brain Research*, 1244, 1–12. <https://doi.org/10.1016/J.BRAINRES.2008.09.050>.

Mud pack therapy research in Hungary

Ildikó Katalin Tefner¹, Tamás Bender²

¹ Saint Cosmas Health Centre of Joseph Town, Budapest, Hungary

² Polyclinic of The Hospitaller Brothers of St John of God, Budapest, Hungary

E-mail: tefner.ildiko@gmail.com

Keywords: mud pack therapy, peloids, Hungary

Introduction

The favourable effect of mud pack therapy on knee osteoarthritis (OA) is mentioned in meta-analysis published recently (1-2). There are data from other randomised controlled trials (RCTs) about the effect on hand OA, chronic low back pain, fibromyalgia, rheumatoid arthritis, carpal tunnel syndrome, tennis elbow, plantar fasciitis and hallux rigidus. Some of these studies were carried out in Hungary.

Objectives

To give a short summary about the mud pack therapy studies organised in Hungary, focusing on RCTs published in peer-reviewed English journals evaluating the effects of mud therapy in monotherapy, and not as a part of a complex therapy.

Methods

Literature review.

Results

Eight studies were found. Two studies evaluated the effects of complex spa therapy (including mud therapy), one study on hand systemic sclerosis (3) and the other one on dermatomyositis (4). One study was an in vitro research (5) and another one was organised in murine animal models (6). One non peer-reviewed RCT evaluated the additional effect of hot mud pack therapy given to complex balneotherapy on knee osteoarthritis (7). A randomised, triple-blind study was a non-inferiority trial evaluating the effects of two types of mud in monotherapy on knee OA (8). A randomized single-blind (9) and a randomized double-blind clinical trial (10) evaluated the effects of hot mud pack therapy in monotherapy compared to control treatment on hand OA, and the other one on knee OA.

Conclusion

Mud pack therapy research is active in Hungary. Further trials are necessary with higher participant's number.

References

- (1) Hou C, Liang L, Chu X, Qin W, Li Y, Zhao Y. The short-term efficacy of mud therapy for knee osteoarthritis. A meta-analysis. *Medicine* 2020; 99:17(e19761).
- (2) Boopalan D, Vijayakamar V, Kalidas S, Ravi P, Balakrishnan A, Shanmugam P, Arumugam V, Kuppusamy M, Karuppasamy G. Effect of local mud application in patients with knee osteoarthritis – A systematic review and meta-analyses. *Int J Biometeorol* 2024; 68:1923-34.
- (3) Varjú C, Pethő E, Kutas R, Czirják L. The effect of physical exercise following acute disease exacerbation in patients with dermato/polymyositis. *Clin Rehabil* 2003; 17:83-7.
- (4) Horváth J, Bálint Z, Szép E, Deiszinger A, Minier T, Farkas N, Török E, Horváthné Papp É, Komjáti D, Mándó Z, Czirják L, Varjú C. Efficacy of intensive hand physical therapy in patients with systemic sclerosis. *Clin Exp Rheumatol* 2017; 106(4):159-166.
- (5) Gerencsér G, Szendi K, Berényi K, Varga Cs. Can the use of medical muds cause genotoxicity in eukaryotic cells? A trial using comet assay. *Environ Geochem Health* 2015; 37(1):63-70.
- (6) Tékus V, Borbély É, Kiss T, Perkecz A, Kemény Á, Horváth J, Kvarda A, Pintér E. Investigation of lake Hévíz mineral water balneotherapy and Hévíz mud treatment in murine osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Evid Based Complement Alternat Med* 2018;
- (7) Horváth R, Domoki M, Tóth É, Bender T, Tefner IK. The effects of Kolop peloid on knee osteoarthritis in day hospital care: a randomised, controlled, single-blind, follow up pilot study. *Press Therm Climat* 2013; 150:13-23.
- (8) Király M, Kővári E, Hodosi K, Bálint PV, Bender T. The effects of Tiszastűly and Kolop mud pack therapy on knee osteoarthritis: a double-blind, randomised, non-inferiority controlled study. *Int J Biometeorol* 2020; 64:943-950.
- (9) Gyarmati N, Kulisch Á, Németh A, Bergmann A, Horváth J, Mándó Z, Matán Á, Szakál E, Sasné Péter T, Szántó D, Bender T. Evaluation of the effect of Hévíz mud in patients with hand osteoarthritis: a randomized, controlled, single-blind follow-up study. *IMAJ* 2017; 19:177-182.
- (10) Tefner IK, Gaál R, Koroknai A, Ráthonyi A, Gáti T, Monduk P, Kiss E, Kovács Cs, Bálint G, Bender T. The effect of Neydharting mud-pack therapy on knee osteoarthritis: a randomized, controlled, double-blind follow-up pilot study. *Rheumatol Int* 2013; 33:2569-76.

History of the knowledge of peloids, their classification and use in the Czech Republic

Pavel Kalina¹

¹ Institute of Spa and Balneology, Závodní 353/88, 360 06 Karlovy Vary

E-mail: kalina.pavel01@gmail.com

Keywords: peloids, peloids classification, Czech Republic, peloids history, humolites.

The presentation focuses on peloids history, origin, classification and character, emphasising their use in therapeutic procedures. In a historical context, it maps the use of mud and natural hot rocks from ancient Egypt, Greece and Rome to the present day. It describes the gradual development of application methods, from simple mud application to the skin to modern balneological procedures. It also analyzes important historical milestones, such as the first international classification of peloids adopted by the ISMH in 1949, and traces the development of their use in the Czech Republic. The presentation will introduce the findings of a research study conducted using the scoping review methodology. It is carried out according to several previous studies that deal with a similar type of research article in their publications. The methodology of scoping review was carried out, with the criteria of the preliminary examination, when a systematic overview of the available literature was created. In most cases, this is the only literature available, and within the methodological procedure, these are the methods that best describe this procedure.

The section devoted to the classification and character of peloids deals with their geological origin, chemical composition and therapeutic properties. It distinguishes the basic groups of peloids – humolites (peat, moor) and muds. Individual types of mud are simple mud, hot spring mud, sulfur mud and salt mud. Simple mud (*limnus simplex*) does not contain enough therapeutically significant substances. Hot spring mud (*limnus thermalis*) is rich in silicates and carbonates; however, sulfurous mud (*limnus sulphureus*) is composed exclusively of silicates and carbonates, the same as *limnus thermalis*, but the organic matter content is still less than 20 %. The last type of mud is salt mud (*limnus salsus*). It is saturated with warm water and salt from mineral water in the pool and matures.

Humolites are primarily represented by organic material and contain more than 30 % humic and humolignin substances. Their water capacity is not irreversibly reduced by more than 10 %. Peat bog most often contain 50 - 95 % organic matter and can be divided into several other types.

The first category of humolites is peat bog. This type of soil, represented more often in the Czech Republic than mud, is peat. The main material component is plant communities of sphagnum (*Sphagnum spp.*). Their organic matter content most often ranges between 95 - 99%. However, peats can be divided into pure peat (*Sphagnosum purum*) and sphagnum peat (*Sphagnosum eriophorosum*). *Sphagnosum eriophorosum* is mainly formed by the remains of Hare's-tail cottongrass (*Eriophorum vaginatum*) and peat *Sphagnum spp.* The remains of sphagnum mainly form these two types of peat.

The second category of fen peat bog is simple moor (*uliginosum simplex*). *Uliginosum simplex* is used most in spa operations and can be divided into pure moor (*uliginosum purum*), which contains 85 -90 % organic matter. Chalky moor (*uliginosum cretaceum*) and sulfur-ferruginous moor soil (*terra uliginosa sulphureo-ferruginea*) are not so common types

of moor. The last type of moor is very valuable and is formed in underground reservoirs with an inflow of ferruginous mineral water.

The third and very unique category of humolites is moor soil. The character of moor soil is determined by especially sedge and grass material. Their formation is very similar, but more soil is more prosperous in the content of inorganic substances depending on their presence in local actual waters. The moor soil usually contains 20 - 50 % organic substances. Like previous peloids, they can be divided into several subgroups. Simple moor soil (*terra uliginosa simplex*) and chalky moor soil (*terra uliginosa cretacea*) have more than 15 % CaCO_3 and dry matter. Lastly, the sulfur-iron moor soil (*terra uliginosa sulphureo-ferruginea*) contains more than 4 % FeS_2 , or it is an oxidation product in dry matter.

The presentation also emphasizes the importance of hydrological, climatic and geomorphological conditions in forming peloids and their influence on their chemical properties and therapeutic potential. It also includes an overview of the current state of peloid therapy in the Czech Republic, which remains an important part of the comprehensive spa treatment. The presentation provides a complex view of peloids from a historical, geological, and balneological perspective and a comprehensive overview of their significance and use.

The extraordinary result of peloid treatment has been proven with sulfur-iron moor in musculoskeletal system diseases, functional disorders and gynaecological diseases. One of the most common applications is peloid baths. The second form is the local application of peloids (e.g. lining, packs...) performed in individual joints of the musculoskeletal system according to the disability. The latest form of using peloids is vaginal and rectal tampons. In this case, peloid exposure is applied to the mucous membrane. For using tampons are strictly used in virgin moor and can be gradually pasteurized.

The presentation provides a comprehensive examination of peloids from historical, geological, and balneological perspectives, highlighting their significance in therapeutic applications. The analysis of their classification, chemical composition, and medical use demonstrates the long-standing importance of peloid therapy, particularly in musculoskeletal and gynecological treatments. The findings emphasize the need to maintain the traditional classification system, which has proven effective for over 70 years, while also recognizing the necessity of publishing updated research in English to ensure global accessibility and clarity. Future research should focus on refining the botanical structure of humolites and further investigating the influence of environmental factors on peloid properties. By advancing scientific understanding and standardizing international communication, peloid therapy can continue to evolve as a key component of modern balneology.

References

- Arksey, H., O'Malley, L., 2005. Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology* 8, 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Benda, J., 2000. Peloidy v balneoterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* 82–91.
- Benda, J., Brožek, B., 1986. Peloidy a peloterapie ; Rašeliniště - slatiniště v ČSR a lázně ; Analytika peloidů. Výzkumný ústav balneologický.
- Bónová, O., Maršík, J., Safariková, H., Ulrych, J., Vurm, V., 2001. Terapie peloidy, in: *Manuál lázeňské léčebně-rehabilitační péče. Metodika podávání balneoprocudur I.* Institut lázeňství a balneologie, v.v.i., Karlovy Vary.
- Brožek, B., 1971. Peloidy : rašeliny, slatiny, bahna, Balnea. ed. Praha.

Gomes, C., Carretero, M.I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., Legido, J.L., Teixeira, F., Rautureau, M., Delgado, R., 2013. Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science* 75–76, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008>

Hadač, E., Brožka, B., Pokorná, V., 1953. Československé peloidy (léčivá bahna, rašeliny a slatiny). Státní zdravotnické nakladatelství Praha.

Hájková, S., Navrátil, L., Havráňková, R., 2006. Local application of pelloids. *Biomedicina* 163–167.

Randles, R., Finnegan, A., 2023. Guidelines for writing a systematic review. *Nurse Education Today* 125, 105803. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105803>

Rosino-Rosino, J., Legido-Soto, J.L., Mourelle-Mosqueira, M.L., Gómez-Pérez, C.P., Navarro-García, J.R., 2021. Peloterapia: historia, características y propiedades. *AYT-WAL* 111–130. <https://doi.org/10.17561/at.17.4932>

Biochemical analysis of Techirghiol sapropelic mud before and after therapeutic intervention

Traian – Virgiliu Surdu^{1,3}, Olga Surdu^{1,2}, Monica Surdu⁴, Alin Iulian Tucmeanu⁵, Roxana – Elena Tucmeanu^{1,3}

¹ Techirghiol Balneal & Rehabilitation Sanatorium;

² World Federation of Hydrotherapy and Climatotherapy;

³ Constanta Ovidius University;

⁴ Constanta County University Clinical Emergency Hospital “St Andrew;

⁵ Bucharest Titu Maiorescu University.

Natural therapeutic factors specific for Techirghiol ecosystem are hypersaline water of the lake and the sapropelic mud. There are three types of therapeutic intervention according to therapeutical guides and protocols: cold mud ointment (outdoor in summer season) and mud bath and mud pack (indoor application all year long). Mud and hypersaline water act on skin that perceives biophysical information (temperature, pressure). Some biochemical compounds can penetrate skin and pervade within the body and interfere with homeostasis balance and other biological processes.

Objective of the study – to evaluate the modification in biochemical composition of mud after being used in therapeutic intervention.

Material and methods

- The therapeutic use of the mud implies: extraction, transportation, storage from 5 to 7 days and heating to 45 °C.
- biophysical and biochemical analyses were made according to the methods indicated in the "Romanian Pharmacopoeia" with some additions taken from the working methods used for soil analysis, in the following succession: extraction, storage, heating at 45 °C, before and after therapeutically application:
- were determined: pH, density, granulometry, organic substances (humic acids, proteins, lipids, cellulose, bituminous substances) and minerals (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, H₂S, N).

Results

- Differences before and after therapeutical intervention in variations of the organic substances and minerals between mud-bath and mud-pack.
- Concordant variations for both type of administration was observed for: pH, Fe, Mn, (significant statistically decrease), and Mg, Na (increase).
- Discordant results were observed for: Ca which decreases in mud-bath and increases in mud-pack, K which increases in mud bath and decreases in mud pack.
- Humic substances and sulphur decrease significant statistically in mud-pack.

Conclusions

The study showed:

- Variation of biochemical composition of therapeutic agent after therapeutic interventions for both type of application.
- Double way exchanges: penetration through the skin (from mud to human body) and release in bathing environment (from human body to mud).

REFERENCES

1. Bender, T., Bálint, G., Prohászka, Z., Géher, P., & Tefner, I. K. (2017). Evidence-based hydro- and balneotherapy in Hungary—a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Biometeorology*, 61(10), 1765–1780. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1374-y>
2. Carretero, M. I. (2020). Clays and human health: An overview. *Applied Clay Science*, 188, 105531. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105531>
3. Covaci, A., Voorspoels, S., & Schepens, P. (2002). Polybrominated diphenyl ethers in sediments from the Western Scheldt estuary: Biochemical implications. *Environmental Science & Technology*, 36(5), 856–863. <https://doi.org/10.1021/es0156074>
4. Gomes, C., Carretero, M. I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., & Legido, J. L. (2013). Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification, and properties of healing muds. *Applied Clay Science*, 75–76, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008>
5. Haro, E., Aycart, J., & León, R. (2018). Balneotherapy and peloid therapy in skin diseases: An integrative approach. *Journal of Dermatological Treatment*, 29(7), 658–666. <https://doi.org/10.1080/09546634.2018.1439596>
6. Karagülle, M., & Karagülle, Z. (2019). Effectiveness of balneotherapy and peloid therapy for rheumatic and musculoskeletal diseases. *Frontiers in Physiology*, 10, 1367. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01367>
7. Legido, J. L., Medina, C., & Martín, M. (2013). The effect of peloid therapy on skin hydration and elasticity: A clinical study. *International Journal of Biometeorology*, 57(4), 545–552. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0586-9>
8. Maraver, F., Armijo, F., & Tejero, S. (2018). Skin penetration of bioactive elements from peloids and thermal waters: A review. *International Journal of Biometeorology*, 62(8), 1445–1452. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1542-y>
9. Vasile, O., & Marcu, M. (2014). Techirghiol Lake: Chemical composition and therapeutic properties. *Romanian Journal of Balneology and Physical Therapy*, 18(2), 67–75.
10. Zámbo, K., Végh, K., & Tóth, B. (2021). The role of mineral mud in modern balneotherapy. *Journal of Thermal Biology*, 99, 103027. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103027>

Peloids from Serbian Spas - preliminary characterization

Carla Candeias^a, Nikola Burazer^b, Lara Almeida^a, Aleksandra Šajnović^b, Gordana Gajica^b,
Gorica Veselinović^b, Branimir Jovančičević^c, Fernando Rocha^a

^a*GeoBioTec, Geosciences Dep., University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal*

^b*University of Belgrade, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Njegoševa 12, 11000
Belgrade, Serbia*

^c*University of Belgrade, Faculty of Chemistry, Studentski trg 12-16, 11000 Belgrade, Serbia.*

E-mail: candeias@ua.pt

Keywords: peloids, pelotherapy, spa treatments, Serbia.

1. Introduction

Peloids used for therapeutic purposes are natural or artificially matured muddy materials rich in minerals. Peloids are commonly utilized in spa treatments and come in various textures and formulations. Additional components such as algae, microorganisms, and bioactive compounds can be incorporated into the maturation process, enhancing their unique properties that promote the skin health [1]. Due to their specific physical and biochemical characteristics, the application of peloids can vary between therapeutic and aesthetic care [2,3]. Furthermore, peloids are recognized as an economically valuable natural resource because of their availability, properties, applications, and renewability, making them an important component of the global sustainability concept [3]. The peloid quality and its potential application depend on the “maturation” (aging) process, during which solid and liquid phases delicately mix and interact, accompanied by biological activity [2,3]. Within this complex process, the alteration of organic and inorganic characteristics of peloids occurs. For instance, the inorganic chemical composition typically includes Mg, Ca, and S, which may promote skin health through detoxification, hydration, and anti-inflammatory properties. However, peloids can pose risks to their users due to mineral dysregulation, potentially toxic elements, and pharmacological interactions. Therefore, understanding the interplay between perspiration and mobility/absorption processes of toxic ions through the skin, which subsequently enter the bloodstream, is critical [2,3]. With that said, the characterization of peloids is crucial to ascertain their benefits in dermal applications [4,5].

2. Materials and methods

Six peloid samples were collected from Serbian Spas for this study: Junaković (JUN), Koviljača (KOV), Jošanička (JOS), Vranjska (VR), Bujanovac (BU), and Selters (MLA) (Fig. 1).

All samples underwent artificial maturation using locally collected mineral waters for varying periods, ranging from one day (VR) to 12 years (MLA). In some cases, the peloids are dried and stored, and when necessary, the dried material undergoes a 10-day maturation period with the same mineral water used during the aging process or is heated before use, after which it is considered ready for skin applications. A complete sample specification and geological descriptions are given in Table 1.

The six samples are currently being analyzed as follows: pH, and electrical conductivity (EC) was measured using a calibrated multiparametrical Hanna HI98494 model; XRD analysis

identified the mineral phases of each sample; XRF analysis was used to determine the chemical composition; SEM-EDS, for particles morphology and composition; Sieving and Sedigraph, identified the granulometric distribution of the peloids particles; samples color determination, was determined with a Munsell® color chart; abrasiveness index (AI) assessed with an Einlehner® AT-1000 Abrasivimeter, after stirring and conversion to 43,500 revolutions; oil absorption (OA) capacity, was calculated by the ratio between the amount of linseed oil absorbed and its weight; plastic (PL) and liquid (LL) limits, and plastic index (PI) were determined according to the NP143-1969 of Atterberg limits, where $PI = LL - PL$; BET (Brunauer Emmett-Teller) method was selected for specific surface area (SSA) determination, using a Micromeritics Instrument Corporation Gemini® II 2370; a STA® 300 analyzer (Hitachi) was used at a rate of 10 °C per minute to a temperature limit of 500 °C to estimate the specific heat, where a differential scanning calorimeter (DSC) analysis revealed the amount of heat recommended for 1 g of sample to increase its temperature by 1 °C; and cooling time, or the time of temperature decay from 60 °C to room temperature (~ 30 °C) was measured with a Lutron® TM 906A Dual LT Thermometer.

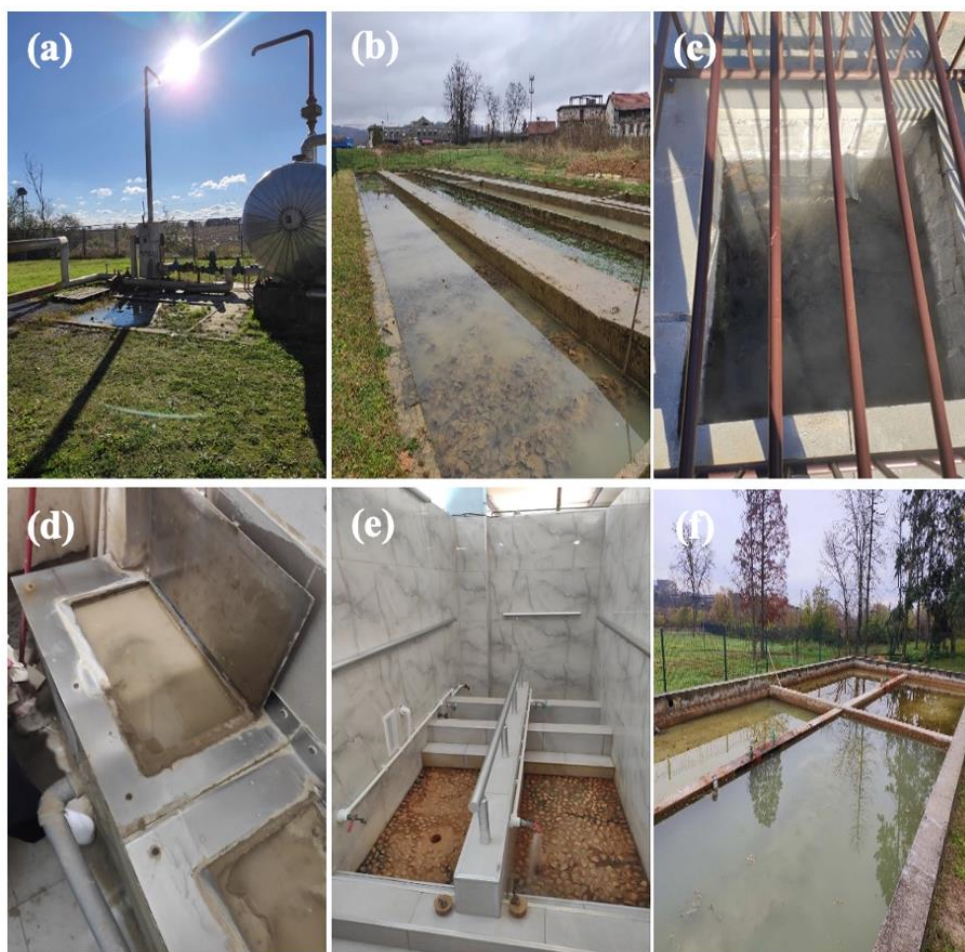


Figure 1. Peloid mud pools in (a) Junaković, (b) Koviljača, (c) Jošanička, (d) Vranjska, (e) Bujanovac, and (f) Selters Serbian Spas.

Table 1. Identification (ID) of spa peloid samples, along with their locations in Serbia and geological settings.

ID	Spa	Location in Serbia	Geological settings
JUN	Junaković	Bački Junaković	The area consists of sedimentary rock layers (sand, clay, gravel, and limestone formed by sediment deposition at the bottom of ancient oceans, lakes, and rivers). The main geological feature is the thermal springs, which have medicinal properties and are used for various purposes at the spa. The flat terrain is particularly notable for its stable geological formations, making it less prone to landslides or other geological disasters.
KOV	Koviljača	Koviljača	The area primarily consists of layers of sedimentary rocks, including sand, clay, gravel, and limestone deposits. In certain locations, volcanic rocks can also be found, remnants of a time when the region was volcanically active. Spa is situated near the Drina River, where significant amounts of sediment accumulate over time due to erosion and river deposition.
JOS	Jošanička	Raška	The area features various geological formations, including sedimentary rocks typical of basin regions. Additionally, volcanic rocks are located near the Kopaonik Mountain.
VR	Vranjska	Mount Besna Kobila	This area features various metamorphic rocks, including gneiss, skarn, schist, and marble. The region is characterized by sedimentary rocks, such as shale, limestone, sand, and clay, along with igneous rocks, particularly granitic massifs and volcanic formations. Tectonic activities in the area have led to the presence of fractures, folds, and layering. Karst formations, like caves, pits, faults, and sinkholes, can be found in certain parts of this region.
BU	Bujanovac	Bujanovac	Various geological formations, including sedimentary rocks, are typical in basin regions. The spa is renowned for its therapeutic thermal springs, which play a significant role in the area's topography.
MLA	Selters	Mladenovac	The area surrounding the Spa features sedimentary rocks such as sand, gravel, clay, and limestone, which are formed by the deposition of calcium carbonate residues from marine organisms like shells and corals. It also includes metamorphic rocks such as schist and gneiss. Igneous rocks, including granite, diabase, and basalt, may be found, especially in larger geological formations.

3. Preliminary results

The peloids pH, and EC are presented in Figure 2 and chemical composition in Table 2. Peloids VR > BU > KOV, ranging from 7.6 to 8.5, meet the international regulations for cosmetic, pharmaceutical and therapeutic applications (pH 6.5 to 8.5) [e.g., 6, 7], a range compatible with natural pH of human skin (4.5 to 6.5). A neutral to slightly alkaline pH minimizes the possibility of skin irritation and allergic reactions, and a slightly alkaline pH promotes detoxification, reduces inflammation, and has positive outcomes in skin therapies [8]. The pH of samples JOS (6.5), JUN (9.2), and MLS (9.6) are not in agreement with the international regulations and are in need of pH correction to avoid disturbing the skin barrier, and promoting irritation and/or dryness, results attributed to acidic or alkaline materials used in pelotherapy. In all samples, the EC (56 to 495 $\mu\text{S}/\text{cm}$) presented values similar to other studies, e.g. Bastos & Rocha [9]. The low EC results are linked to the amount of dissolved ions present (e.g., Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+}), that, in this study, revealed a low content (Table 2) [10]. Further results of peloids analysis are being conducted and will be presented and discussed.



Figure 2. Studied peloids pH and electrical conductivity (EC; in µS/cm).

Table 2. Peloids chemical composition (in %).

ID	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	LOI
JUN	9.41	0.08	13.72	3.34	1.89	3.48	1.48	0.12	50.35	0.41	15.49
KOV	16.72	0.07	2.25	6.11	3.05	2.15	3.36	0.17	56.92	0.70	8.36
JOS	18.85	0.03	0.97	9.11	1.66	1.85	2.40	0.14	55.74	1.15	7.74
VR	17.78	0.05	0.39	7.78	2.82	2.00	0.32	0.06	60.36	0.89	7.33
BU	20.41	0.07	1.54	6.08	2.91	1.43	2.42	0.15	55.97	0.91	7.82
MLA	21.52	0.09	1.29	6.61	2.56	1.35	1.06	0.06	55.44	0.77	8.69

Acknowledgements. This research has been financially supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of Republic of Serbia (Contract No: 451-03-66/2024-03/200026 and 451-03-65/2024-03/200125), and the Science Fund of the Republic of Serbia, #GRANT No. 11015, Peloids in Serbia: Geochemical characterization, quality assessment and ecosystem services of peloid-rich areas – PELAS, and by FCT funding to GeoBioTec Research Unit (UIDB/04035/2020). L.A. is thankful for the FCT PhD funding (2023.01752.BDANA).

References

- [1] Maraver, F., Armijo, F., Fernandez-Toran, M. A., Armijo, O., Ejeda, J. M., Vazquez, I., Corvillo, I., Torres-Piles, S. (2021). Peloids as Therapeutic Agents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1965. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041965>.
- [2] Fernández-González, M.V., Carretero, M.I., Martín-García, J.M., Molinero-García, A., Delgado, R. (2021). Peloids prepared with three mineral-medicinal waters from spas in Granada. Their suitability for use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 202, 105969. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105969>.
- [3] Šajnović, A., Burazer, N., Veselinović, G., Stojadinović, S., Gajica, G., Trebše, P., Glavaš, N., Jovančičević, B. (2023). Changes in hydrocarbons and elemental distribution in peloids during maturation processes (Sečovlje Salina Nature Park Slovenia). *Science of The Total Environment*, 897, 165424. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165424>
- [4] Glavaš, N., Mourelle, M.L., Gómez, C.P., Legido, J.L., Šmuc, N.R., Dolenec, M., Kovač, N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for pelotherapy. *Applied Clay Science* 135, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013>.
- [5] Maraver, F., Armijo, F., Fernandez-Toran, M. A., Armijo, O., Ejeda, J. M., Vazquez, I., Corvillo, I., & Torres-Piles, S. (2021). Peloids as Therapeutic Agents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1965. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041965>.
- [6] UEP, European Pharmacopoeia. <https://ph.eur.edqm.eu/home>, last accessed 2025/01/11.

- [7] USP, U.S. Pharmacopeia. <https://www.usp.org/>, last accessed 2025/01/11.
- [8] Proksch, E., Brandner, M., Jensen, M.: The skin: An indispensable barrier. *experimental Dermatology*, 17(12), 1063–1072 (2008).
- [9] Bastos, C.M., Rocha, F. (2023). Experimental Peloid Formulation Using a Portuguese Bentonite and Different Mineral-Medicinal Waters Suitable for Therapeutic and Well-being Purposes. *Clays and Clay Minerals*, 71(6), 684–706. <https://doi.org/10.1007/s42860-023-00260-6>.
- [10] Tamas, J.: Balneotherapy and its impact on health. *Central European Journal of Medicine*, 3(1), 109–118 (2008).

The crystallochemical and thermophysical characterization of residual soils mixtures with water

André Valente^a, Fernando Rocha^a, José L. Legido^b, M. Lourdes Mourelle^b, Eduardo Silva^a

^a*GeoBioTec – GeoBioSciences, GeoTechnologies and GeoEngineering Research Centre, Department of Geosciences, Campus Santiago, University of Aveiro, Portugal*

E-mail: tavares.rocha@ua.pt

^b*Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Vigo, Campus Lagoas-Marcosende, s/n 36310 Vigo*

E-mail: xllegido@uvigo.gal

Keywords: residual soils, mineralized waters, maturation, peloids, thermophysical properties

Introduction

Over the last decades, several studies have been conducted regarding the impact of linking clays with different types of waters with therapeutic effects. The influence of mineralized waters on the maturation process not only benefits the morphological properties of peloids, such as grain size and texture, but also enhances the physicochemical properties through oxidation/reduction processes, biochemical characteristics by producing therapeutically active substances, as well as cation exchange capacity, expansibility and plasticity [1-4]. In order to be suitable for pelotherapy, or even other therapeutic purposes, peloids must have good adhesiveness, easy mashing and low abrasiveness that offers a pleasant sensation when applied to human skin. However, cooling time is the main property for thermotherapy applications, which produces several biological effects, such as metabolic and enzymatic activity, vascular and neuromuscular responses, pain relief, and changes in the viscoelastic properties of tissues [5,6]. Clay minerals play a fundamental role in peloid thermal behavior due to their water retention capacity and fine particles fraction. According to Casás et al. [7], specific heat capacity increased as the percentage of water increased, while thermal conductivity decreased. Numerous research has demonstrated peloids anti-inflammatory, chondroprotective, and immunological effects [8,9]. Moreover, clinical studies have shown that this type of therapy is more efficient in musculoskeletal conditions treatment like knee disorders, spine issues, hand ailments, fibromyalgia syndrome, carpal tunnel syndrome, and chronic lateral epicondylitis [10-13].

Therefore, the main goal of this research is to assess the potential of six peloids for thermotherapy applications through empirical analysis. For this purpose, the subsequent objectives have been defined: (1) to characterize the morphological, mineralogical and chemical composition of peloids; (2) to characterize the thermal properties; (3) to compare the results obtained to previous research and (4) to identify the best peloid with most suitable characteristics for the proposed treatments.

Materials and Methods

Previously, three residual smectitic soils from Alentejo, Portugal [14], were matured with two types of mineralized water (thermo-mineral water from Cabeço de Vide and seawater), according to the following conditions: liquid:solid ratio of 2:1, at room temperature (~18°C) with natural light and bi-weekly stirring for 120 days (4 months). Six peloids obtained were

named: Beja-T, Bena-T and Monta-T (matured with thermo-mineral water) and Beja-S, Bena-S and Monta-S (matured with seawater). Subsequently, the following analysis were carried out: mineralogical by X-ray diffraction and scanning electron microscope (SEM); chemical by X-ray fluorescence; and thermal by density, specific heat, thermal conductivity and thermal diffusivity.

Results and Discussion

According to the mineralogical analysis of peloids, the influence of two different types of water on their composition was evident. Beja-T, Bena-T and Monta-T (matured with thermo-mineral water) are mainly composed of phyllosilicates (60 – 76 %), with smectite being the main clay mineral (58 – 76 %), followed by kaolinite (1 – 2 %). Regarding peloids Beja-S, Bena-S and Monta-S (matured with seawater), gypsum (1 %) and halite (22 – 26 %) emerge as new mineral phases resulting from ageing and, therefore, the concentrations of phyllosilicates are slightly lower (41 – 54 %). Besides that, carbonates, feldspars, iron oxides, quartz, opal, zeolites and anatase are also found in all peloids. SEM shows the fine particle fraction, corresponding to clay minerals, although the influence of different types of water (Figure 1) is noticeable in the arrangement of the particles. On one hand, the fine particles of Bena-T (Figure 1a) were dispersed, separated and, thus, created an organized reticulate structure. On the other hand, the fine particles of Bena-S have agglomerate, forming a large particle, like a “cluster” (Figure 1b), with generally joints face-face with some face-edge. The chemical composition of peloids is consistent with mineralogical analysis. Peloids Beja-T, Bena-T and Monta-T have higher contents of SiO_2 and Al_2O_3 (48.37 – 52.20 % and 15.27 – 20.53 %, respectively) than peloids Beja-S, Bena-S and Monta-S (32.23 – 37.59 % and 10.63 – 14.97 %, respectively). Moreover, peloids matured with seawater have higher contents of Na_2O (2.11 – 3.66 %) and Cl (6.99 – 8.77 %) than the remaining ones, which explains the presence of halite in their composition. The contents of the following elements justify the presence of remaining mineralogical phases: CaO (3.13 – 10.87 %), MgO (4.05 – 7.99%), Fe_2O_3 (1.76 – 12.17%) and SO_3 (0.03 – 2.30 %).

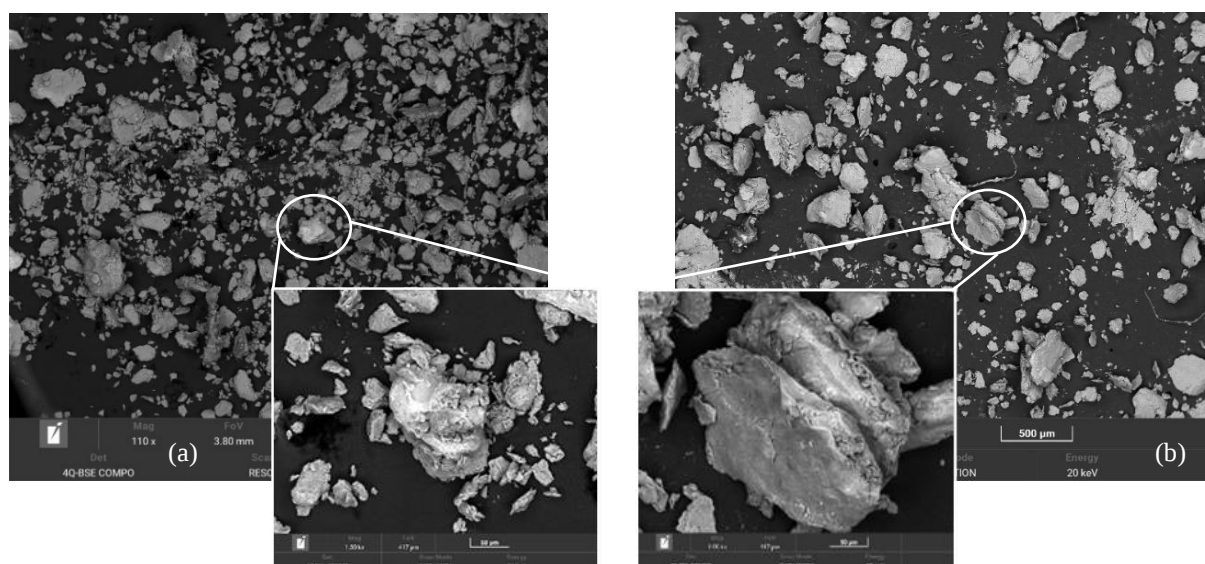


Figure 1 - SEM images of peloids Bena-T and Bena-S after the maturation process with thermo-mineral water (a) and seawater (b), respectively.

According to Casás et al. [7], water content plays a key role in thermophysical behavior of peloids. The density of peloid varies between 1370 (Bena-T) and 1630 kg/m³ (Bena-S) and the increase in these values is related to the decrease in water content (Table 1). With regard to specific heat, peloids reaches values of 2750 J/kg·K (Bena-T) and this property increases with decreasing of solid phase (50 %) as well as with decreasing of salinity (seawater-matured peloids), as can be seen in table 1. Furthermore, thermal conductivity values change somewhat between the two types of peloids (from 0.84 W/m·K in Beja-T to 0.99 W/m·K in Bena-S), although these slight variations are related to the water content (Table 1). Lastly, thermal diffusivity is a parameter which correlates density, specific heat and thermal conductivity in order to expect the thermal behavior of peloids. The thermal diffusivity values range from 2.21 (Beja-T) to 3.19 10⁷ m²/s (Bena-S) and are comparable to those report by Casás et al. [7] and Glavaš et al. [15].

Table 1 - Thermophysical analysis of peloids under study.

Peloids	Dry residue (g)	H ₂ O (%)	Density (kg/m ³)	Specific heat (J/kg·K)	Thermal conductivity (W/m·K)	Thermal diffusivity (10 ⁷ m ² /s)
Beja-T	7.92	50	1440	2640	0.84	2.21
Beja-S	4.61	46	1580	2210	0.89	2.55
Bena-T	10.48	50	1370	2750	0.93	2.47
Bena-S	4.88	33	1680	1850	0.99	3.19
Monta-T	8.76	50	1400	2650	0.92	2.48
Monta-S	4.56	32	1630	1910	0.96	3.08

Peloids matured with thermo-mineral water; Peloids matured with seawater.

Conclusions

The influence of mineralized waters is visible in the morphological, mineralogical, chemical, and thermal characteristics of peloids. During the maturation process, peloids developed a homogenous morphology with fine-grained clay minerals which plays a fundamental role in thermal properties. Clay minerals are important because the adsorption capacity is fundamental for thermal properties and, therefore, a high percentage of water in peloids leads to low thermal conductivity and density values. Thus, thermo-mineral water peloids shows the best thermal properties, particularly, Bena-T due to the higher smectite contents. However, in order to spread the peloid application to dermocosmetic, for instance, it is proposed to enlarge chemical analysis because the role performed by ions associated with peloid is also crucial.

Acknowledgements. To FCT for financial support to GeoBioTec RU (UIDB/04035/2020) and PhD grant (UI/BD/153092/2022).

References

- [1] Quintela, A., Almeida, S. P. F., Terroso, D., Ferreira da Silva, E., Forjaz, V., & Rocha, F. (2014). Chemical Modifications and Diatom Community Development on Volcanic Clayey Sediments During an Indoor Maturation Experiment. *Geomicrobiology Journal*, 32(2), 103–112. <https://doi.org/10.1080/01490451.2014.928918>.
- [2] Rebelo, M., da Silva, E.F. & Rocha, F. (2015). Characterization of Portuguese thermo-mineral waters to be applied in peloids maturation. *Environ Earth Sci* 73, 2843–2862. [10.1007/s12665-014-3670-2](https://doi.org/10.1007/s12665-014-3670-2).
- [3] Pozo, M., Armijo, F., Maraver, F., Ejeda, J. M., & Corvillo, I. (2018). Texture profile analysis (TPA) of clay/seawater mixtures useful for peloid preparation: Effects of clay concentration, pH and salinity. *Applied Clay Science*, 165, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.08.001>.
- [4] Bastos, C. M., & Rocha, F. (2023). Experimental Peloid Formulation Using a Portuguese Bentonite and Different Mineral-Medicinal Waters Suitable for Therapeutic and Well-being Purposes. *Clays and Clay Minerals*, 71(6), 684–706. <https://doi.org/10.1007/s42860-023-00260-6>.
- [5] Legido, J. L., Medina, C., Mourelle, M. L., Carretero, M. I., & Pozo, M. (2007). Comparative study of the cooling rates of bentonite, sepiolite and common clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 36(1–3), 148–160. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.014>.
- [6] Maraver, F., Armijo, F., Fernandez-Toran, M. A., Armijo, O., Ejeda, J. M., Vazquez, I., Corvillo, I., & Torres-Piles, S. (2021). Peloids as Thermotherapeutic Agents. *International journal of environmental research and public health*, 18(4), 1965. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041965>.
- [7] Casás, L. M., Pozo, M., Gómez, C. P., Pozo, E., Bessières, L. D., Plantier, F., & Legido, J. L. (2013). Thermal behavior of mixtures of bentonitic clay and saline solutions. *Applied clay science*, 72, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009>.
- [8] Cozzi, F.; Ciprian, L.; Carrara, M.; Galozzi, P.; Zanatta, E.; Scanu, A.; Sfriso, P.; Punzi, L. (2018). Balneotherapy in chronic inflammatory rheumatic diseases—a narrative review. *Int. J. Biometeorol*, 62, 2065–2071, <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1618-z>.
- [9] Calin, M.R., Radulescu, I., Ion, A.C., Capra, L., Almasan, E.R. (2020). Investigations on chemical composition and natural radioactivity levels from salt water and peloid used in pelotherapy from the Techirghiol Lake, Romania. *Environ. Geochem. Health*, 42, 513–529, <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00382-8>.
- [10] Hou, C., Liang, L., Chu, X., Qin, W., Li, Y., Zhao, Y. (2020). The short-term efficacy of mud therapy for knee osteoarthritis: A metaanalysis. *Medicine*, 99, e19761, <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000019761>.
- [11] Costantino, M., Conti, V., Corbi, G., Marongiu, F., Marongiu, M.B., Filippelli, A. (2019). Sulphurous mud-bath therapy for treatment of chronic low back pain caused by lumbar spine osteoarthritis. *Intern. Emerg. Med.*, 14, 187–190, <https://doi.org/10.1007/s11739-018-1967-y>.
- [12] Bazzichi, L., Da Valle, Y., Rossi, A., Giacomelli, C., Sernissi, F., Giannaccini, G., Betti, L., Ciregia, F., Giusti, L., Scarpellini, P., Dell'Osso, L., Marazziti, D., Bombardieri, S., & Lucacchini, A. (2013). A multidisciplinary approach to study the effects of balneotherapy and mud-bath therapy treatments on fibromyalgia. *Clin. Exp. Rheumatol.*, 31, S111–S120.
- [13] Ökmen, B.M., Aksoy, M.K., Güneş, A., Eröksüz, R., Altan, L. (2017). Effectiveness of PELOID therapy in carpal tunnel syndrome: A randomized controlled single blind study. *Int. J. Biometeorol*, 61, 1403–1410, <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1317-1>.
- [14] Valente, A., Rocha, F., Andrejkovicová, S., Terroso, D., Sequeira, C., Ferreira da Silva, E. (2025). The influence of thermo-mineral and seawater on the mineralogy and chemistry of residual smectitic soils from Alentejo, Portugal: a case study. [Manuscript submitted for publication].
- [15] Glavaš, N., Mourelle, M. L., Gómez, C. P., Legido, J. L., Šmuc, N. R., Dolenec, M., & Kovač, N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 135, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013>.

Uso de peloides na reabilitação física de equinos atletas

Carla Marina Bastos ^{a, b}, Fernando Rocha ^a

^a Universidade de Aveiro. 3810-193 Aveiro. Portugal. tavares.rocha@ua.pt

^b Exatronic, Lda. 3800-373 Aveiro. Portugal.
mbastos@exatronic.pt

Palavras-chave: Peloides. Permeação cutânea. Células de difusão de Franz. Claudicação Equina. Electropeloterapia.

Introdução

A utilização de peloides terapêuticos na medicina veterinária tem vindo a ganhar crescente relevância no tratamento de lesões tendinosas e musculares em equinos. Estudos recentes permitiram caracterizar diferentes formulações de argilas comerciais e peloides terapêuticos tradicionais, evidenciando a sua eficácia na diminuição de respostas inflamatórias e edemas nos membros dos cavalos [1]. No entanto, a aplicação tópica convencional destes peloides pode apresentar limitações quanto à profundidade de penetração dos seus componentes ativos (Fig.1).



Fig. 1 Aplicação tópica do peloide

Materiais e Métodos

Para contornar essas limitações, tem sido investigada a utilização da eletroterapia, nomeadamente a iontoforese, que utiliza correntes elétricas para promover a absorção transdérmica de substâncias ionizadas (Fig.2). A peloterapia e a eletroterapia são métodos terapêuticos com reconhecido sucesso na medicina física e de reabilitação, promovendo tratamentos não invasivos e não traumáticos.

A associação da peloterapia com a iontoforese apresenta desafios [2], principalmente no que diz respeito à segurança dos peloides, devido ao risco de toxicidade associado à troca iónica e à presença de oligoelementos.



Fig. 2 Aplicação tópica do peloide através de eletroterapia (iontoforese) e calor (Electrovetclay®)

Para investigar a absorção percutânea de elementos como cálcio, magnésio e outros componentes potencialmente tóxicos presentes nos peloides [3], foram realizados ensaios in vitro, utilizando células de difusão de Franz em combinação com um protótipo de iontoforese desenvolvido especificamente para este propósito. Este dispositivo permite a passagem de corrente elétrica, bem como o aquecimento e a manutenção da temperatura constante no peloide (Fig.3).

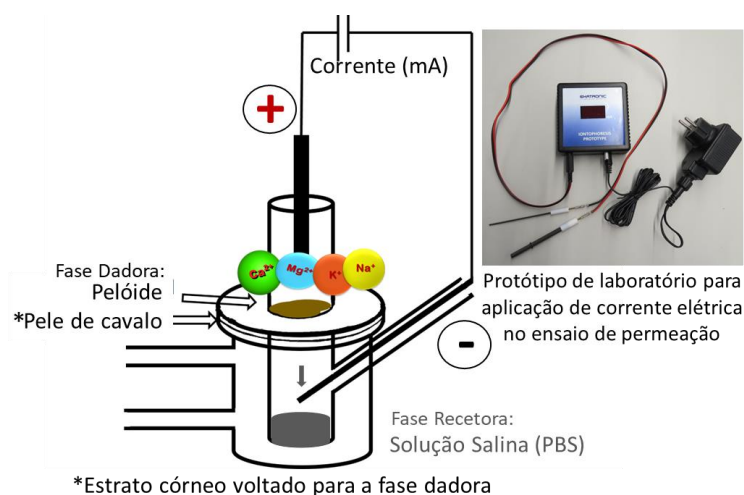


Fig. 3 Modelo experimental ensaio de permeação ‘ElectroPeloTerapia’

Metodologia

O ensaio de permeação foi realizado com pele de cavalo proveniente da zona mais frequentemente afetada pela claudicação e lesões nos tendões flexores digitais/ligamento suspensor do boleto. A combinação de corrente elétrica e calor foi aplicada ao peloide para avaliar a eficácia na permeação dos micro e macroelementos presentes no peloide em estudo. Estes testes preliminares visam dar suporte à validação in vivo em cavalos com lesões (Fig. 2).

A pele de cavalo utilizada no ensaio de permeação in vitro foi obtida a partir de cavalos abatidos. Para avaliar o impacto dos pelos no comportamento de permeação, foram realizados dois ensaios, um com pelo e outro com o pelo cortado com o auxílio de tesoura. Os estudos de permeação foram realizados utilizando um equipamento estático de células de difusão de Franz verticais, com uma área de difusão de 0.636 cm^2 e um compartimento recetor de 5 mL (PermeaGear, Inc., PA, EUA). O peloide foi previamente aquecido em banho-maria até atingir uma temperatura de 45°C [3] antes de ser colocado na câmara doadora (Fig.4).



Fig. 4 Colocação da amostra de peloide na pele de cavalo com pelo

Para garantir uma transferência ideal e uma distribuição uniforme sobre a superfície da membrana, o peloide foi cuidadosamente colocado sobre o êmbolo de uma seringa e depois aplicado. O êmbolo foi pesado antes e após o procedimento para determinar a quantidade de peloide que não foi utilizado ou aplicado (aproximadamente 725mg) [3].

A velocidade de agitação foi ajustada para 600rpm, e a temperatura foi controlada para manter uma temperatura de $32 \pm 1^\circ\text{C}$ na superfície da pele. Utilizou-se uma solução de PBS (pH=4) como meio de permeação, mimetizando as condições in vivo (Fig.2), com aplicação do peloide aquecido e aplicação de corrente elétrica de 0.63mA (Fig.5).



Fig. 5 Ensaio de permeação cutânea ‘ElectroPeloTerapia’

O ensaio in vitro teve uma duração de 24 horas, com amostras recolhidas a 0, 1 e 24 horas [3]. Após cada recolha (3000 µL), foi adicionado um volume igual de meio de permeação a temperatura equilibrada.

Resultados e Discussão

Os resultados evidenciaram diferenças na permeabilidade da pele para os diversos elementos analisados. Elementos como o arsénio (As), cádmio (Cd), crómio (Cr), cobre (Cu), molibdénio (Mo) e manganês (Mn) apresentaram concentrações no meio recetor abaixo do limite de quantificação, tanto ao fim de 1 hora como de 24 horas de exposição, indicando uma baixa permeabilidade. Em contraste, outros elementos como cálcio (Ca), ferro (Fe) e magnésio (Mg) mostraram concentrações mais elevadas e quantidades permutadas superiores, sugerindo uma maior absorção e penetração através da barreira cutânea.

Conclusão

Os resultados demonstraram uma permeabilidade variável entre os diferentes elementos. Embora a maioria dos elementos tenha apresentado concentrações abaixo do limite de quantificação, alguns, como o Fe, Ca e Mg, registaram valores mais elevados, sugerindo uma maior permeabilidade através da barreira cutânea. A análise da concentração e quantidade total permeada ao longo do tempo também revelou diferenças entre os elementos, sendo relevante para o estudo da ‘eletropeloterapia’, enquanto nova modalidade terapêutica, uma vez que permite avaliar os benefícios da permeação dos elementos durante o período tratamento, assim como o seu potencial de toxicidade.

Agradecimentos. Os autores gostariam de expressar o seu agradecimento à Exatronic, Lda. pelo desenvolvimento do protótipo laboratorial de iontoforese, à comissão de ética da Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa pela realização dos ensaios clínicos e à Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra pelo seu suporte nos ensaios de permeação.

Referências

- [1] Bastos, C.M., Rocha, F., Cerqueira, Â., Terroso, D., Sequeira, C. and Tilley, P. (2020). “Assessment of clayey peloid formulations prior to clinical use in equine rehabilitation.” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (10), 3365. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103365>
- [2] Bastos, C.M., Rocha, F., Gomes, N. and Marinho-Reis, P. (2022). “The Challenge in Combining Pelotherapy and Electrotherapy (Iontophoresis) in One Single Therapeutic Modality.” *Applied Sciences*, (12 (3), 1509. <https://doi.org/10.3390/app12031509>
- [3] Bastos, C. M., Rocha, F., Patinha, C. and Marinho-Reis, P. (2024). Characterization of percutaneous absorption of calcium, magnesium, and potentially toxic elements in two tailored sulfurous therapeutic peloids: A comprehensive in vitro pilot study. *International Journal of Biometeorology*. <https://doi.org/10.1007/s00484-024-02644-2>

Characterization of salts from Portuguese saltpans for therapeutic applications

Lara Almeida, Fernando Rocha, Joana Fortunato, Rosana Neto, Carla Candeias

GeoBioTec, Department of Geosciences. University of Aveiro, Santiago Campus, 3810-193, Aveiro, Portugal
 larasralmeida@ua.pt

Keywords: salts; salted materials; Ria de Aveiro; Ria Formosa; dermal therapies

1 Introduction

Saltwater and dissolved salts have long been used for healing therapies. Evaporites are formed by seawater evaporation, leading to minerals like halite (NaCl), sylvite (KCl), gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), and anhydrite (CaSO_4). Halite, found in seas or as rock salt, can be colorless or display various colors, varying with impurities content [1]. Halite has, recognized, different medical applications, such as an antiseptic in saline solutions for wounds [2]. In dermal therapies, salts provide benefits such as exfoliation, hydration, detoxification, antimicrobial properties, inflammation reduction, and mineral absorption [3]. Salts can penetrate skin cells, addressing inflammation and promoting skin health [4]. Therapies using salts, offer an alternative to medications, such as in osteoarthritis, by enhancing bone health and reducing pain [5, 6]. However, improper use may cause dryness on sensitive skins.

Pelotherapy uses muds and salts for inflammation relief and muscle relaxation. Iontophoresis enhances salt absorption through the skin using low electric currents, offering targeted pain relief [7].

Although research on salts in dermatology and cosmetic applications remains limited, interest in their potential is growing. The present study serves as a starting point to evaluate the therapeutic applications of salts collected from saltpans in Portugal, specifically from the Ria de Aveiro and Ria Formosa lagoons, exploring their combined use in pelotherapy and iontophoresis treatments.

2 Methodology

2.1 Salts samples collection

For the present study, 10 representative salt samples were collected from four artificial saltpans areas in Portugal, specifically in Aveiro and Algarve (Table 1). All salts were collected in its pure state, not being submitted to any purification process.

Table 1. Composite salt samples identification (ID), with sampling location and description.

ID	location	coordinates	description
F	Fuzeta	37° 3'39.88"N 7°45'7.53"W	white salt collected from the saltpan
O1	Olhão	37° 1'34.24"N 8°31'14.11"W	white salt collected from the saltpan
O2	Olhão	37° 1'30.21"N 7°51'22.73"W	white salt collected from the saltpan (superficial)
OM1	Olhão	37° 1'34.22"N 7°51'21.65"W	pink salt collected from the saltpan in two different areas
OM2	Olhão	37° 1'30.19"N 7°51'22.63"W	

T1	Tavira	37° 7'40.72"N 7°38'2.28"W	white salt collected from two different saltpans, with large production system
T2	Tavira	37° 7'38.27"N 7°38'1.26"W	
A1	Aveiro	40°37'43.37"N 8°39'37.89"W	stored white salt with 1 year
A2	Aveiro	40°37'42.74"N 8°39'42.08"W	pink salt collected from the saltpan
A3	Aveiro	40°37'42.60"N 8°39'42.49"W	white salt collected from the saltpan

Olhão and Tavira saltpans are located in the Ria Formosa (Fig. 1), a barrier lagoon measuring 55 x 6 km along the Algarve coast (southern Portugal), which receives waters from the Atlantic Ocean and the Gilão River. This area includes approximately 4,000 hectares of salt extraction ponds [8]. Aveiro saltpan, in the Ria de Aveiro (northwest Portugal), a shallow coastal lagoon covering 45 x 10 km, which receives oceanic waters as well as waters from the Vouga and Antuã rivers. It is separated from the Atlantic by a sand bar, except for an artificial channel [9]. The lagoon is characterized by narrow channels and extensive mudflats, with over 270 artificial saltpans, most of which are currently abandoned [10]. Both mesotidal lagoons have experienced water quality degradation over the years, a consequence of anthropogenic activities related to economic development, such as chemical, fishing, and mariculture industries. This degradation has led to the tidal transport of potentially toxic elements (PTEs) [11]. The lack of regulation over these activities is evident in the quality of the lagoon waters, which are enriched with PTEs (e.g., Cr, Cu, Pb), even in areas distant from the pollution sources. As a result, the saltpans and associated materials have been impacted by the contaminated waters.



Fig. 1. (a) study areas location in Portugal; (b) traditional saltpan in Aveiro; (c) semi-industrial saltpan in Tavira.

2.2 Samples analysis

The pH, electrical conductivity (EC), and total dissolved solids (TDS) of the saltpan water were measured *in situ*, using a calibrated multiparameter Hanna HI98494 model. The quantitative chemical analysis of the major oxides in the salt samples was performed by X-ray fluorescence (XRF), using a Panalytical Axios spectrometer (PW4400/40 X-ray) with a Rh tube under argon/methane conditions. The mineral phases of the salts were determined after 24 hours in a desiccator at room temperature, using a Panalytical X'Pert-Pro MPD powder diffractometer. The device was equipped with an automatic slit, Cu-X-ray tube, and operated at 50 kV and 30 mA, allowing data to be collected from 2° to 70° 2θ with a step size of 1° and a counting interval of 0.02 seconds. The morphology and size of individual salt particles were analyzed using a Tescan scanning electron microscope (SEM), model VEGA LMU, which operates in both high and low vacuum modes and captures images using secondary and back-scattered electron detectors. The semi-quantitative chemical characterization of the salt particles was determined through elemental chemical analysis using an Energy Dispersive Spectrometer (EDS). Internal standards, certified reference materials, and quality control blanks were employed to monitor the precision and accuracy of the analyses, with results falling within the 95% confidence limit.

3 Preliminarily results

The pH, electrical conductivity (EC), and total dissolved solids (TDS) of saltpan water from Olhão (O and OM), Tavira (T), and Aveiro (A) are presented in Table 2. Results are typical of areas directly influenced by the oceanic environment, with pH values ranging from 6.85 to 7.53 in Ria Formosa saltpans, and slightly higher (8.34) in Ria de Aveiro saltpan. The EC and TDS, which are directly related, showed the highest values in the saltpan with a significant semi-industrial production system (T), while Aveiro saltpan, is more traditional, using manual procedures for salt production, displaying lower values. These results comply with international regulations for cosmetic, pharmaceutical and therapeutic applications, as the pH falls within the range of 6.5 to 8.5 [e.g., 12, 13]. This pH range is also compatible with the natural pH of human skin (4.5 to 6.5).

Table 2. *In situ* parameters of saltpans water samples, including pH, electrical conductivity (EC; in mS/cm), and total dissolved solids (TDS; in g/l).

ID	pH	EC	TDS
O	6.94	155.3	77.67
OM	7.53	170.2	85.10
T1	6.85	165.6	82.78
T2	7.19	191.6	95.79
A	8.34	145.0	72.52

The identified mineral phases (Fig. 2) relative quantification, was ranked: halite (NaCl) >> gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) > kieserite ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) > calcite (CaCO_3) > sylvite (KCl) > anhydrite (CaSO_4). These results align with the chemical composition of the salt samples (Table 3; Fig. 3). All samples contained Cl^- and Na_2O as main constituents, with the highest levels (~50% Cl^- and ~40% Na_2O) found in Fuzeta (F) and Aveiro (A1, A2, A3), both traditional saltpans with minimal production. Lower Cl^- and Na_2O levels were observed in O1 > T1 > O2 > OM1 > OM2, which exhibited higher loss on ignition (LOI) values (33-46%), suggesting the presence of hydrated minerals, organic matter, or residual moisture. The purer

samples had LOI values of 11-20%, typical of mineral-rich salts [14]. The presence of Mg, Ca, K, and S minerals highlights their therapeutic potential.

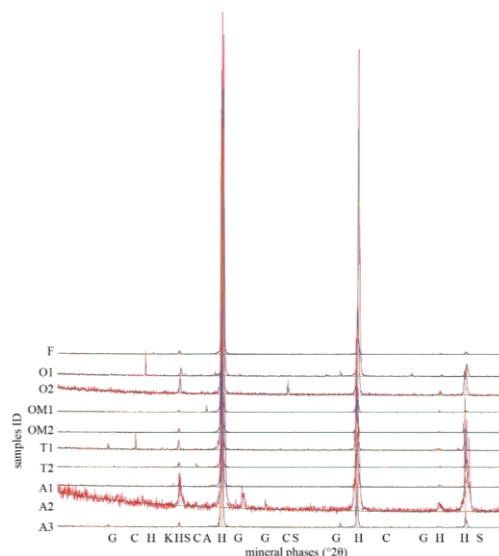


Fig. 2. Mineral phases identified in the salt samples: H – halite; G – gypsum; C – calcite; K – kieserite; S – sylvite; and A – anhydrite.

Table 3. Salt samples descriptive statistical of the main ions content and loss of ignition (LOI); results in %.

	Cl ⁻	Na ₂ O	LOI
min	29.98	23.09	11.41
max	48.38	39.29	45.62
mean	39.98	32.14	25.69
SD	6.03	5.76	11.94

min – minimum; max – maximum;
SD – standard deviation

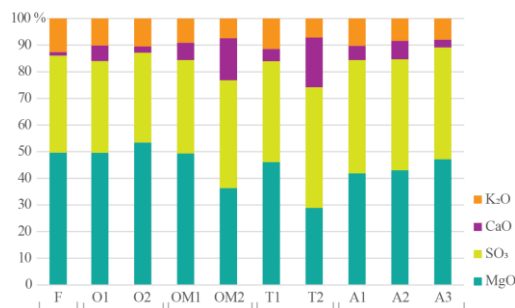


Fig. 3. Salt samples K₂O, CaO, SO₃, and MgO relative content.

Morphological analyses are currently being concluded and will be presented at the congress, along with the final considerations of this study.

Acknowledgements. Lara Almeida is thankful for the FCT PhD funding (2023.01752.BDANA). All authors are thankful for the support to GeoBioTec (UIDB/04035/2020) financed by national funds through the FCT/MCTES.

References

- [1] El Khateeb, M.(2020). Determination of metals' contents in the Dead Sea's water, mud and sediments. *International Journal of Energy and Water Resources*, 4, 205-212. <https://doi.org/10.1007/s42108-020-00067-4>.
- [2] Bian, Q., Zhang, D., Wang, Z., Zhou, B., Ning, F. (2023). The research and application of marine evaporite minerals: A review. *Modern Approaches in Oceanography and Petrochemical Sciences*, 3(3), <https://doi.org/10.32474/MAOPS.2023.03.000165>.
- [3] El-Amawy, H.S., Sarsik, S.M. (2021). Saline in Dermatology: A literature review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(7), 2040-2051. <https://doi.org/10.1111/jocd.13813>.
- [4] Wasik, A.A., Tuuminen, T. (2021). Salt therapy as a complementary method for the treatment of respiratory tract diseases, with a focus on mold-related illness. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 27(S1), 223-239.
- [5] Gregory, N.S., Kumar, R., Stein, E., Alexander, E., Christos, P., Bockman, R., Rodman, J. (2015). Potassium citrate decreases bone resorption in postmenopausal women with osteopenia: a randomized, double-blind clinical trial. *Endocrine Practice*, 21(12):1380-1386. <https://doi.org/10.4158/EP15738.OR>.
- [6] Kim, M., Kim, M., Kim, J., Kang, K., Lee, J., Ghosh, M., Son, Y.-O. (2024). Comprehensive in vitro and in vivo investigations of the therapeutic potential of Jeju lava seawater salt in osteoarthritis. *Applied Biological Chemistry*, 67, 18, <https://doi.org/10.1186/s13765-024-00874-x>.
- [7] Liatsopoulou, A., Varvaresou, A., Mellou, F., Protopapa, E. (2022). Iontophoresis in dermal delivery: A review of applications in dermato-cosmetic and aesthetic sciences. *International Journal of Cosmetic Science*, 45(2), 117-132, <https://doi.org/10.1111/ics.12824>.
- [8] Bebianno, M.J. (1995). Effects of pollutants in the Ria Formosa Lagoon, Portugal. *Science of Total Environment*, 171(1-3), 107-115. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04672-9](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04672-9).
- [9] Mil-Homens, M., Vale, C., Raimundo, J., Pereira, P., Brito, P., Caetano, M. (2014). Major factors influencing the elemental composition of surface estuarine sediments: The case of 15 estuaries in Portugal. *Marine Pollution Bulletin*, 84(1-2), 135-146. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.026>.
- [10] Teixeira, C., Zbyszewski, G. (1976). Geological map of Portugal at scale 1:50000. Sheet 18-C – Aveiro. Portugal Geological Survey, Lisbon.
- [11] Gadelha, J.R., Rocha, C., Camacho, C., Eljarrat, E., Peris, A. (2019). Persistent and emerging pollutants assessment on aquaculture oysters (*Crassostrea gigas*) from NW Portuguese coast (Ria de Aveiro). *Science of Total Environment*, 666, 731-742. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.280>.
- [12] UEP, European Pharmacopoeia. <https://pheur.edqm.eu/home>, last accessed 2025/01/11.
- [13] USP, U.S. Pharmacopoeia. <https://www.usp.org/>, last accessed 2025/01/11.
- [14] Orti, F., Rosell, L., Gündogan, I. (2002) Evaporite deposition and diagenesis in marine basins: A review. *Sedimentary Geology*, 152(1-2), 247-255.

5. Comunicaciones en formato póster

Nuevas aportaciones al estudio reológico de peloides termales

L. Casas^a, M. Pozo^b, J.L. Legido^{cd}

^a *Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, LaTEP, Pau, France.*

^b *Dep. de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid*

^c *Departamento de Física Aplicada. Universidad de Vigo. España.*

^d *Instituto de Físicas y Ciencias Aeroespaciales. Campus de Ourense.*

E-mail: lidia.casas@univ-pau.fr

Palabras clave: Peloides, Reología, Arcillas, Aguas Termales.

En todos los Congresos Iberoamericanos de Peloides (CIBAP) celebrados hasta la fecha, se han presentado trabajos centrados en las propiedades reológicas de los peloides termales. Comenzando por el celebrado en Baiona en 2007, en el cual Manuel Pozo [1] presentó una comunicación centrada en las propiedades físicas de las arcillas de interés en los centros termales, incluyendo en la misma el comportamiento reológico de las mezclas de las arcillas con agua. En el segundo congreso celebrado en Lanjarón en 2010, Pena Ferreira et al. [2, 3] y Barros et al. [4] realizaron un estudio viscoelástico de peloides en la isla de Porto Santo en Portugal; también en el mismo congreso Gómez et al. [5] presentaron el comportamiento viscoso de diferentes peloides. El tercer CIBAP, celebrado en Azores en 2013, contenía trabajos de reología como el de Knorst-Fouran et al. [6], en el que se mostró el comportamiento viscoelástico del peloide de la región de Dax, en Francia; el de Herman et al. [7], donde los autores analizaron el comportamiento viscoelástico de diversos geomateriales para usos cosméticos en centros termales y el de Legido et al. [8], en el que se estudió el comportamiento reológicos de peloides obtenidos con aguas de diferente mineralización. El cuarto congreso se celebró en Caldas de Boi en 2015 y en él se presentaron dos trabajos de Legido et al. [9,10] con algunas novedades como el efecto en las propiedades reológicas al incorporar microalgas. En 2017 se celebró el quinto congreso en el Balneario de El Raposo en el cual Rosino et al. [11] presentaron el comportamiento viscoelástico de mezclas de montmorillonita y zeolita con agua de mar. El sexto congreso se celebró en Neuquén-Copahue (Argentina) en 2019 y allí Gómez et al. [12], mostraron el comportamiento reológico de mezclas de arcillas con aguas de salinidad variable. Por último, en el octavo congreso celebrado en Vizela en 2023, Armijo et al. [13] presentaron las propiedades reológicas del peloide utilizado en el balneario de Hervideros de Cofrentes.

Además, en el trabajo de Gómez et al. [12] se realizó una revisión bibliográfica de las publicaciones de estudios del comportamiento reológico de mezclas de arcillas y aguas realizadas hasta el año 2018 [14-23]; aparte podemos citar otras aportaciones como Armijo et al. 2015 [24], Pozo et al. 2018 y 2019 [25,26] y Maraver et al. 2021 [27] que realizaron estudios de textura con mezclas de arcillas con aguas de diferente mineralización; Khiari et al. 2019 [28] y Barhoumi et al. 2021 [29] realizaron estudios del comportamiento reológico de algunos peloides de Túnez y Cerqueira et al. 2019 [30] presentaron datos de viscosidad de peloides de Santa María de Azores en Portugal. Posteriormente, Ren et al. 2021 [31] estudiaron la reología de mezclas de bentonita y agua, analizando el efecto de la salinidad, y Zhu 2022 [32] presentó un estudio del comportamiento reológico de las mezclas de caolín y agua.

Desde el punto de vista de sus aplicaciones el comportamiento reológico de los peloides es de interés para diferentes patologías [21, 33]. Las propiedades viscosas determinan el tipo de aplicación del peloide como los emplastos, envolvimientos, pincelación o el uso en bañeras.

En este trabajo se analizan las aportaciones realizadas al estudio reológico de los peloides en los últimos años, encontrándose que la mayoría de los peloides presentan un comportamiento tixotrópico. Por otra parte, la viscosidad aparente aumenta de forma exponencial con la concentración de fase sólida. Otro aspecto que se observa es que el módulo elástico es superior al módulo viscoso para deformaciones bajas, pero se invierte para deformaciones altas. El comportamiento con la temperatura es el habitual en la mayoría de los materiales, con una disminución de la viscosidad aparente con el aumento de temperatura.

Referencias

- [1] Pozo, M. (2007). Propiedades físicas y fisicoquímicas de las arcillas de interés en centros termales. Investigaciones en el ámbito Iberoamericano sobre Peloides Termales. Servicio de publicaciones de la Universidad de Vigo, pp 61. ISBN: 978-84-8158-385-4.
- [2] Pena Ferreira, M.R., Santos, D., Silva, J., Amaral, M.H., Sousa Lobo, J.M., Gomes, J.H.C.A., Gomes, C. (2010). Aplicação de argilas esmectíticas da Ilha Porto Santo em mascarillas faciales. Libro de Resúmenes del II Congreso Iberoamericano de Peloides, pp 31. ISBN: 978-84-614-2315-6.
- [3] Pena Ferreira, M.R., Santos, D., Silva, J., Amaral, M.H., Sousa Lobo, J.M., Gomes, J.H.C.A., Gomes, C. (2010). Desenvolvimento de formulações contendo argila esmectita e área carbonatada biogénica da Ilha do Porto Santo para aplicação em mascaras de lompeza e branqueadoras. Libro de Resúmenes del II Congreso Iberoamericano de Peloides, pp 99. ISBN: 978-84-614-2315-6.
- [4] Barros, M., Santos, D., Pena Ferreira, M.R., Silva, J., Amaral, M.H., Sousa Lobo, J.M., Gomes, J.H.C.A., Gomes, C. (2010). Libro de Resúmenes del II Congreso Iberoamericano de Peloides, pp 77. ISBN: 978-84-614-2315-6.
- [5] Gómez, C., Mourelle, L., Medina, C., Salgado, M.P., Baz, S., Arribas, M. (2010). Estudio del comportamiento viscoso de peloides termales. Libro de Resúmenes del II Congreso Iberoamericano de Peloides, pp 87. ISBN: 978-84-614-2315-6.
- [6] Knorst-Fouran, A, Legido, J.L., Gómez, C.P., Casás, L.M., Mourelle, L., Dubourg, K. (2013). Comportamiento viscoelástico del peloide de Dax (TERDAX®). Libro de Actas do III Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 317.
- [7] Herman, C., Amaral, M.H., Santos, D., Silva J.B., Gomes, C., Sousa Lobo, J.M. (2013). Comparative study of facial cleansing masks containing different types of geomaterials. Libro de Actas do III Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 301.
- [8] Legido, J.L., Gómez, C.P., Casás, L.M., Míguez, E., Mourelle, L. (2013). Estudio relógico de peloides obtenidos a partir de aguas de diferente mineralización. Libro de Actas do III Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 136.
- [9] Legido, J.L., Mourelle, L, Gómez, C.P. (2015). Influencia de las microalgas en las propiedades de los peloides termales. IV Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 241. ISBN: 978-84-606-9368-0.
- [10] Legido, J.L., Rosino, J., Mourelle L, Gómez C.P. (2015). Comportamiento reológico de mezclas de montmorillonita con aguas de diferente mineralización. IV Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 241. ISBN: 978-84-606-9368-0.
- [11] Rosino, J., Gómez, C.P., Mourelle, L, Legido, J.L, (2017). Comportamiento viscoelástico de mezclas de montmorillonita y zeolita con agua de mar. Libro de resúmenes del V Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 115. ISBN: 978-84-16989-70-6.
- [12] Gómez, C.P., Mourelle L, Pozo, M., Legido J.L. (2019). Estudio comparativo del comportamiento reológico de mezclas de arcillas con aguas de salinidad variable. Libro de Proceedings. VI Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 85. ISBN: 978-84-18471-01-8.
- [13] Armijo F, Vela L., De Gracia J.A., Fernández-Torán M.A., Maraver, F. (2023). Peloide natural del manantial Hervideros de Cofrentes. Propiedades reológicas y térmicas. Libro de resúmenes del VIII Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 63. ISBN: 978-84-18471-01-8.
- [14] Legrand, C., Da Costa F. (1990). The effects of shearing on the rheological behaviour of thixotropic bentonite muds. *Materials and Structures*, 23 (2), 126.
- [15] Barnes, H.A.J. (1997). Thixotropy a review. *Non-Newtonian Fluid Mech.*, 70, 1.

- [16] Tulun, T., Güngör, N. (1999). Rheological characteristics of aqueous Ca-bentonite dispersions. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 58 (8), 607.
- [17] Neaman, A., Singer, A. (2000). Rheological Properties of Aqueous Suspensions of Palygorskite. *Soil Science Society of America Journal*, 64 (1), 427.
- [28] Besq, A., Malfoy, C., Pantet, A., Monnet, P., Righi, D. (2003). Physicochemical characterisation and flow properties of some bentonite muds. *Applied Clay Science*, 23 (5-6), 275.
- [19] Rebelo, M., Viseras, C., López-Galindo, A., Rocha, F., Ferreira da Silva, E. (2011). Rheological and thermal characterization of peloids made of selected Portuguese geological materials. *Appl. Clay Sci.*, 52, 219.
- [20] Abu-Jdayil, B. (2011). Rheology of sodium and calcium bentonite–water dispersions: Effect of electrolytes and aging time. *Journal of Mineral Processing*, 98, 208.
- [21] Aguzzi, C., Sánchez-Espejo, R., Cerezo, P., Machado, J., Bonferoni, C., Rossi, S., Salcedo, I., Viseras, C. (2013). Networking and rheology of concentrated clay suspensions “matured” in mineral medicinal water. *International Journal of Pharmaceutics*, 453, 473.
- [22] Karakaya, M. Ç., Karakaya, N., Aydin, S. (2017). The physical and physicochemical properties of some Turkish thermal muds and pure clay minerals and their uses in therapy. *Turkish J. Earth Sci.*, 26, 395.
- [23] García-Villén, F., Sánchez-Espejo, R., Carazo, E., Borrego-Sánchez, A., Aguzzi, C., Cerezo, P., Viseras, C. (2018) Characterisation of Andalusian peats for skin health care formulations. *Applied Clay Science*, 160, 201.
- [24] Armijo, F., Maraver, F., Carretero, M.I., Pozo, M., Ramos, M., Fernández-Torán, M.A., Corvillo, I. (2015). The water effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for pelotherapy. *Applied Clay Science*, 114, 395-401.
- [25] Pozo, M.; Armijo, F.; Maraver, F.; Ejeda, J.M.; Pozo, E.; Corvillo, I. (2018). Texture profile analysis (TPA) of clay/seawater mixtures useful for peloid preparation: Effects of clay concentration, pH and salinity. *Appl. Clay Sci.* 165, 40.
- [26] Pozo, M.; Armijo, F.; Maraver, F.; Zuluaga, P.; Ejeda, J.M.; Corvillo, I. (2019). Variations in the Texture Profile Analysis (TPA) Properties of Clay/Mineral-Medicinal Water Mixtures for Pelotherapy: Effect of Anion Type. *Minerals*, 9, 144.
- [27] Maraver, F., Armijo, F., Fernandez-Toran, M.A., Armijo, O., Ejeda, J.M., Vazquez, I., Corvillo, I., Torres-Piles, S. (2021). Peloids as Thermo-therapeutic Agents, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 1965.
- [28] Khiari, I., Sánchez-Espejo, R., García-Villén, F., Cerezo, P., Aguzzi, C., López-Galindo, A., Jamoussi, F., Viseras, C. (2019). Rheology and cation release of tunisian medina mud-packs intended for topical applications. *Applied Clay Science* 171 (2019) 110
- [29] Barhoumi, T., Bekri-Abbes, I., Srasra, E. (2021). Mineralogical, thermal and rheological characterization of some Tunisian green commercial clays and possible application as peloids with thermal and sea waters. *Environ Geochem Health* 43:4919.
- [30] Cerqueira, A., Costa, C., Terroso, D., Sequeira, C., Rocha, F. (2019). Assessment of clayey materials from Santa Maria (Azores, Portugal) for peloids preparation. *Clay Minerals* 54(3), 1.
- [31] Ren, J., Deshun, Y., Zhai, R. (2021). Rheological behavior of bentonite-water suspension at various temperatures: Effect of solution salinity. *Engineering Geology* 295, 106435
- [32] Zhu Z. (2022). Experimental study of the rheology of water–kaolinite suspensions. *Water Supply* 22(2), 1781.
- [33] Bettero, A., Marcazzan, M., Semenzato, A. (1999). Aspetti reologici e tensiometrici di matrici fangose di impiego termale e cosmetico. Proposta di un protocollo per la loro qualificazione. *Mineral. Petrogr. Acta*, 42(62), 277.

The chemical and mineralogical composition of the natural black mud of the East Kazakhstan lakes

Alfira Sabitova^a, Khafiza Akimzhanova^a, Binur Mussabayeva^{a,b}

^a*Shakarim University, Research School of Physical and Chemical Sciences, Department of Chemical and Ecology, Glinka, 20A, 071412, Semey, Kazakhstan.*

^b*Astana International University, Higher School of Natural Sciences, Kabanbai Batyr Ave., 8, 010000, Astana, Kazakhstan.*

E-mail: alfa-1983@mail.ru

Keywords: natural mud, peloids, salt lake, Kazakhstan, black silt.

Introduction. Natural mud is a complex product obtained as a result of long complex processes of geochemical and biological origin. Depending on the geographical location and climatic conditions, fluctuations in the composition and amount of mineral and organic matter of the peloids vary within fairly wide limits, which indicates their specificity in each individual case. In the salt lakes of the eastern region of Kazakhstan, there is a huge amount of natural local black swamps. The objects of the study were lake Arasan in the Abay region and the Black Swamp on the eastern shore of Lake Alakol. Lake Alakol is one of the most popular recreation areas in Kazakhstan, which is famous for the healing properties of its waters and swamps and is included in the list of tourist objects of the state program "Tourism Development-2025". Alakol is located between the Dzungarian Alatau and the Tarbagatai mountains, and is the bottom water reservoir in the Alakol Basin-kotlavan lake system. Lake Arasan is located in the village of Kalbatau, Zharminsky district. Using the swamp of this lake, there is a health center "Zharmar Arasan". Despite the fact that the population actively uses clay as a medicinal raw material, at the moment there is very little data on its chemical composition, which scientifically substantiates its positive therapeutic effect. Open sources do not contain data on the systematic study of the silt of this lake in recent years. This article presents the results of a study of the physico-chemical properties and mineralogical composition of the black swamps of the eastern shore of Lake Alakol and Lake Arasan, analyzes them and gives a description in the field of existing known classification, attempts are made to explain the possibilities of using these peloids from a scientific point of view.

Research methods. Samples were taken by point sampling every 5 M along the radius of the target source for black silt in one layer from a depth of up to 20 cm and subjected to further quartering according to state educational standard 17.1.5.01-80. The coordinates of the sampling site from the eastern shore of Lake Alakol (46.0317416; 82.1127986) and Lake Arasan (49.2653393; 81.745069) were determined using the GoogleMaps mobile phone application. Sampling was carried out in the Autumn Period (September 2022). The averaged samples were stored in clean polyethylene containers with tightly closed lids at a temperature of 4°C, protected from light. The pH value of the thick residue of the peloid and aqueous extract was determined using a two-channel meter S47 Seven Multidual pH/conductivity in accordance with state educational standard 26423-85. The content of mobile forms of nitrogen in the form of nitrate was determined by the Potentiometric method according to the state standard 26951-86; phosphorus and potassium by the state standard 26205-91; sulfur by the photometric method according to the state standard 26490-85. Sodium, potassium, ammonium, calcium, magnesium cations in aqueous extract by capillary electrophoresis 16.1:2.2:2.3.74-2012 (KZ.07.00.03091-2015), chloride ions, sulfate ions respectively

16.1:2:2.3:2.2.69-10 (KZ.07.00.03091-2015) according to the FTNA (regulatory documents of the Federal nature protection). The total concentration of metals was determined by mass spectrometry ICP-MS Agilent 7500cx, produced by Agilent Technologies (USA), together with the laser ablation method. The granulometric composition was determined by the pipette method according to state educational standard 12536-2014. Volumetric Mineralogy was determined by X-ray diffraction (XRD) using the X'pert High Score modular X-ray diffractometer from PANalitical (Netherlands). The data of the diffraction sample were interpreted using an open crystallography database, a database card index of the structure of inorganic crystals (ICSD). The INCA EnergyPenta FET X3 (Japan) vacuum scanning electron microscope (Sam) was used to study the microrelief and granulometric composition (PSD) of the surface. The particle size distribution was calculated using the ImageJ software and a graph was drawn at OriginPro 2018. To obtain reliable results, the experiments were repeated three times. The results indicators are presented as $\pm$ SD average.

Research results and discussion. The silt sample (Alakol sample) from the eastern shore of Lake Alakol has a dark gray color, oily sheen, viscous-liquid consistency, homogeneous mass with a slight smell of hydrogen sulfide. The appearance of the silt of Lake Arasan (Arasan pattern) is distinguished by a thick consistency, elasticity with small inclusions of sand and plant residues and a light tint (Figure 1A). According to literary data, the particle size distribution plays an important role in the mobility of metal ions. The results of the study of surface morphology indicate that the Arasan sample is distinguished by the largest amount of clay fraction, a significant amount of muddy fraction. The Alakol and Arasan swamps can be attributed to the type of "clay sand" [1]. The Alakol sample contains up to 3% coarse sand fraction (1-0.25 mm), which corresponds to the accepted norm for use in pelotherapy [2]. The Alakol sample is enriched with the mineral albite, while the Arasan sample has a high content of magnetite, calcite and halite. According to the obtained physico-chemical indicators, both samples belong to highly mineralized silt (Table 1). The mineralization of the Arasan sample is 2.4 times higher than that of Alakol.

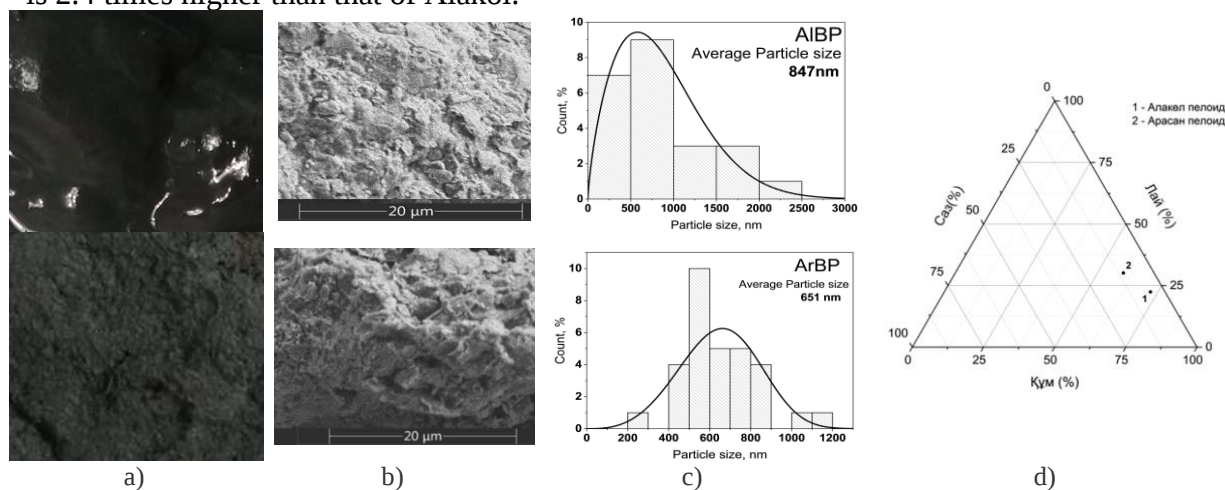


Figure 1. General type of black silt samples Alakol (upper sample) and Arasan (lower sample) (a); surface morphology: Sam images on a scale of 20 microns (a); particle size distribution (b-d)

This can be explained by the peculiarities of the granulometric composition, the content of carbonates, water-soluble salts and amorphous oxides, organic carbon [3]. In the Arasan swamp, the content of humic carbon is slightly higher than in the Alakol sample, but the content of fulvic acids is lower. Humic acids have a higher ability to absorb elements compared to fulvic acids, forming structural mineral aggregates with improved thermal

properties [4]. An alkaline environment activates a protease that helps remove damaged components in case of skin damage, but its excess destroys the newly formed tissue and can cause irritation and itching [5]. In both samples, the highest content of sulfate ions in the aqueous extracts was detected compared to the salt extracts. Ammonium salts have a keratolytic effect of an antiallergic and anti-inflammatory nature, reduce flaking and relieve the course of skin diseases such as psoriasis, dermatitis (eczema), etc. Sulfate ions, together with chloride ions and sodium ions, have antioxidant and anti-inflammatory action in the treatment of atopic dermatitis and psoriasis [6].

Table 1. Chemical indicators of samples

Parameter	Alakol	Arasan
pH	9.249±0.028	8.865±0.167
Maximum hygroscopic humidity, %	61.44	57.29
Mineralization of the mud solution, g/dm ³	40.00±1.35	96.00±2.34
Group composition of humus, %		
C total	0.084	0.108
C (humic acids)	0.0624	0.0888
C (fulvic acids)	0.0216	0.0192
Composition of water extract, mg kg⁻¹		
Cl ⁻	1,115±38	1,399±50
SO ₄ ²⁻	53,904±2,592	164,304±7891
Ca ²⁺	300±6	500±10
Mg ²⁺	600±7	780±10
Na ⁺	8,501.3±195.5	3,313.6±76.1
K ⁺	111.5±4.4	133.0±5.2
NH ₄ ⁺	120,020±7,957	65,851±4,610
Concentration of exchangeable forms of ions, mg kg⁻¹		
P – P ₂ O ₅	10.07±0.13	6.23±0.09
K – K ₂ O	419.48±5.32	758.89±6.87
S – SO ₄ ²⁻	136.04±5.25	138.83±5.68
N-NO ₃ ⁻	14.10±0.46	19.10±0.68
Mineralogical composition, %		
Fine-grained quartz (SiO ₂)	44.1	41.2
Plagioclase-Albite (Na[AlSi ₃ O ₈])	51.2	26.9
Calcite (CaCO ₃)	2.2	14.4
Galite (NaCl)	0.3	1.3
Magnetite (FeO•Fe ₂ O ₃)	2.1	16.2

Alakol is alkaline, sodium-ammonium-sulfate, while Arasan is weakly alkaline, ammonium-sulfate and is characterized by the Kurlov formula:

For the Alakol, %mmol **M40** $\frac{SO_4 56.15}{NH_4 666.78 Na 36.962 [Mg 2.5]}$; pH 9.25

For the Arasan, %mmol **M96** $\frac{SO_4 171.15}{NH_4 365.84 [Mg 3.25]}$; pH 8.87

The elemental composition of the studied samples was analyzed based on comparison with the continental crust (CC) according to Vinogradov's 1962 data, since there are no calculated Clark values for bottom sediments and muds [7]. The analysis results showed that among the elements with a content of not more than 100,000 mg/kg (Fig. 2a) and 3,000 mg/kg (Fig. 2b), all the presented elements were present in both samples in lower amounts

than in the CC or, in the case of barium, slightly higher. Among the elements with a content of not more than 100 mg/kg (Fig. 2c) and 5 mg/kg (Fig. 2d), their concentration in the Alakol and Arasan samples was approximately the same or higher in the Arasan bog.

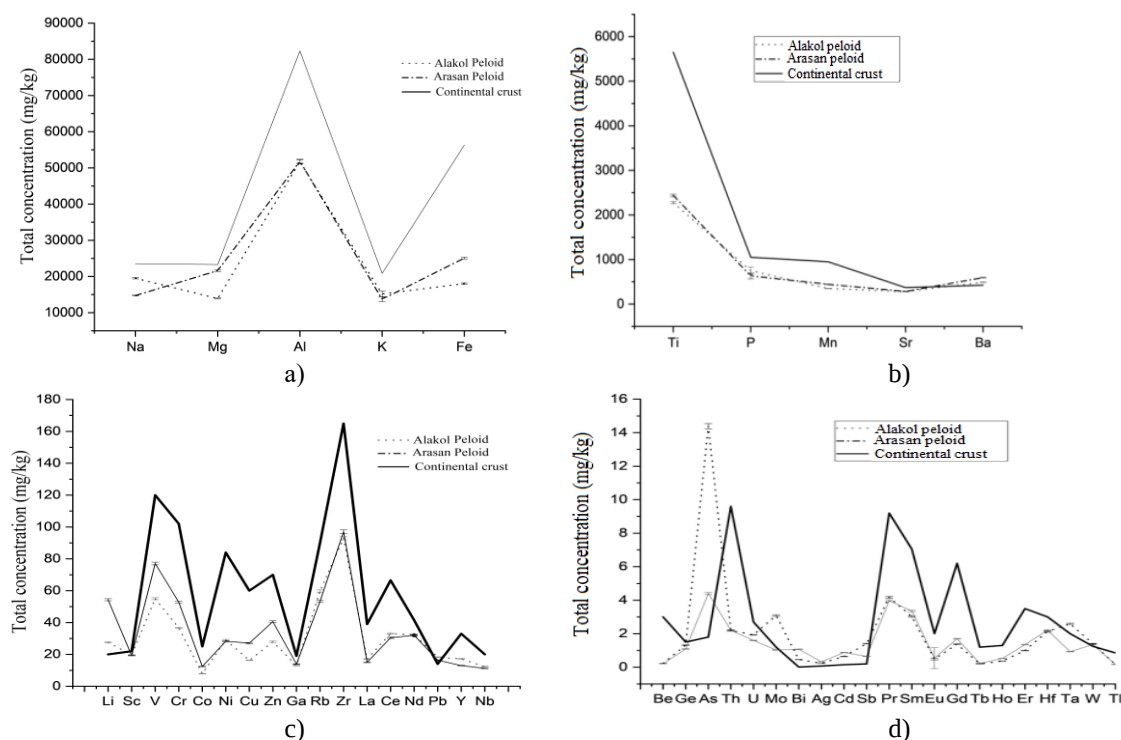


Figure 2. Total element concentrations in Alakol and Arasan samples < 100,000 mg/kg (a), < 3000 mg/kg (b), < 100 mg/kg (c) and < 5 mg/kg (d) compared to values in continental crust, mg/kg

In most cases, the content of trace elements in both samples is low compared to their content in the CC, except for lithium 2.7 times (Arasan), arsenic 2.4 times (Alakol) and 8.0 times (Arasan), molybdenum 2.6 times (Arasan), bismuth 126.6 times (Alakol) and 54.2 times (Arasan), silver 4.3 times (Alakol) and 3.0 times (Arasan), cadmium 5.8 (Alakol) and 4.3 times (Arasan), antimony 3.2 times (Alakol) and 7.0 times (Arasan), respectively. Elements in high concentrations compared to the CC values in the studied samples belong to the group of chalcophile metals according to Goldschmidt and have a special similarity to sulfur. Many forms of their minerals are inactive in alkaline, mineral-rich environments and are natural geochemical barriers. However, other factors such as temperature, cation-anion ratio, ionic strength of the medium, and microbial metabolites can significantly change the mobility of elements [8]. A detailed study of the chemical and mineralogical composition of the black muds of the eastern shore of Alakol and the Arasan salt lakes has been carried out for the first time and will allow for a scientific assessment of their effective and safe use for medical purposes.

Conclusion. Physicochemical and mineralogical analysis of the natural black muds of the eastern shore of Lake Alakol and Lake Arasan showed that they can be attributed to highly mineralized muds of the “clay sand” type. The black peloids of Lake Arasan are distinguished by a thick consistency and high mineralization. The mineralogical composition is distinguished by a significant amount of calcite (14.4%) and magnetite (16.2%) with magnetic properties, which opens up the possibility of using this sample in magnetic therapy. A comparative analysis of the elemental composition of the two peloid samples showed that

the concentrations of most elements, with the exception of silver, cadmium and antimony, are below the Clark values accepted in the earth's crust. It is assumed that these elements are present in their immobile forms, since the swamp has natural geochemical barriers to the environment, but detailed monitoring studies of their concentration in mobile forms, as well as factors affecting their mobility in that environment, are required. Analysis of the ionic composition of the aqueous extract showed that both peloids contain high concentrations of ammonium and sulfate ions, which have a complex anti-inflammatory and antioxidant effect in the treatment of skin diseases. The results of the study show that the physiological effect of the natural black mud of the East Kazakhstan Lake may be associated with the peculiarities of their mineral and chemical composition and strongly depends on the time and conditions of their use without medical supervision.

* This work was carried out with financial support from the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, under grant AP 23488960, titled «Development of technology for producing new cosmeceutical products based on domestic natural raw materials».

References

- [1] Martínez-Villegas, N., Suárez Muñoz, M., González-Hernández, P., Melián Rodríguez, C., Barrios Cossio, J., Hernández Díaz, R., et al. (2020). Inorganic and organic characterization of Santa Lucía salt mine peloid for quality evaluations. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 15944–15958. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04790-2>
- [2] Muradov, S. V., Khomenko, A. I., Rogatykh, S. V. (2019). Influence of the Paratunka geothermal deposit of thermomineral waters on the ecological characteristics of the formation and state of the therapeutic mud deposit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 249(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/249/1/012039>
- [3] Pavlovskaya, I., Klavina, A., Auce, A., Vanadzins, I., Silova, A., Komarovska, L., et al. (2020). Assessment of sapropel use for pharmaceutical products according to legislation, pollution parameters, and concentration of biologically active substances. *Scientific Reports*, 10(1), 21527. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78498-6>
- [4] Bergamaschi, B., Marzola, L., Radice, M., Manfredini, S., Baldini, E., Vicentini, C. B., et al. (2020). Comparative study of SPA mud from “Bacino Idrominerario Omogeneo dei Colli Euganei (B.I.O.C.E.)–Italy” and industrially optimized mud for skin applications. *Life*, 10(6), 78. <https://doi.org/10.3390/life10060078>
- [5] Akhmedenov, K. M., Khalelova, R. A. (2021). Salt lakes of the West Kazakhstan region as objects of medical tourism. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 36(2), 637–645. <https://doi.org/10.30892/gtg.362spl11-693>
- [6] Dzhetimov, M. A., Mazbayev, O. B., Asubayev, B. K., Yesengabylova, A., Tokpanov, E. A. (2014). Physical and chemical microbiological analysis of the therapeutic mud of “Kossor” deposit of Alakol lake. *Life Sciences*, 11(5), 217–221.
- [7] Tokpanov, E. A. (2016). Hydromineral recreational resources of Lake Zhalanashkol. *Vestnik KazNU. Series geographical*, 2(43), 305-309.
- [8] Tokpanov, Y., Atasoy, E., Mendybayev, E., Abdimanapov, B., Andasbayev, Y., Mukhitdinova, R., et al. (2021). Prospects for the development of health tourism on Lake Ray in the Almaty region of the Republic of Kazakhstan. *Geo Journal of Tourism and Geosites*, 37(3), 888–893. <https://doi.org/10.30892/gtg.37320-722>

AQUAPRED un sistema de control de aguas mineromedicinales mediante Inteligencia Artificial

E. Hernández-Pereira^a, D. Correia^b, F. Maraver^c, M.J. Alves^d, O. Eloy-Tran Van Chuoi^e, L. Casás^f, L. Delpy^g, M.A. Fernández-Torán^h, I. Cortés-Moroⁱ, L. Vela^c, L.M. Mourelle^j, J.L.

Legido^{jk}

^aCITIC, Research and Development Laboratory in Artificial Intelligence (LIDIA). Universidade da Coruña, Campus de Elviña s/n, 15071, A Coruña, Spain.

^bAquaValor - Centro de Valorização e Transferência de Tecnologia da Água – Associação. Rua Dr. Júlio Martins Nº1, 5400-342 Chaves, Portugal.

^c Professional School of Medical Hydrology, Faculty of Medicine, Complutense University of Madrid, 28040 Madrid, Spain.

^dEscola Superior de Hotelaria e Bem-Estar. Instituto Politécnico de Bragança, Av. D. Afonso V, 5300-121 Bragança, Portugal.

^eInstitut du Thermalisme Campus de Dax. Université de Bordeaux. 8 Rue Sainte-Ursule, 40100 Dax, Francia.

^f Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, LaTEP, Pau, France.

^gAQUI O Thermes, cluster thermal Nouvelle-Aquitaine. 15 Av. de la Gare, 40100 Dax, France.

^hHervideros de Cofrentes, S.L. Calle Balneario, s/n, 46625 Cofrentes, Valencia, Spain.

ⁱBalneario El Raposo. Raposo, s/n, 06392 El Raposo, Badajoz, Spain.

^j Department of Applied Physics. University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain

^k Institute of Physics and Aerospace Sciences. Ourense Campus.

E-mail: xllegido@uvigo.es

Palabras clave: AQUAPRED, SUDOE, Inteligencia Artificial, Aguas mineromedicinales.

El proyecto AQUAPRED de la convocatoria INTERREG-SUDOE, que comenzó el 1 de enero del 2024 con un presupuesto 1 875 000 euros de los cuales FEDRE financia el 75%. Se trata de un proyecto multiterritorial (España, Francia y Portugal), multidisciplinario e interdisciplinario (física, medicina, farmacia, química, biología, informática e ingeniería) centrado en la monitorización y control del agua mineromedicinal de los balnearios. En el marco de este proyecto, también desarrollará un modelo de hidrobioma de las aguas mineromedicinales y se realizará un estudio de las posibilidades de utilización de los modelos de eficiencia energética en los Centros Termale.



Figura 1. Instituciones participantes en el proyecto AQUAPRED.

En el proyecto participan 7 centros de investigación; en Portugal, el Instituto Politécnico de Bragança y el Centro de Valorización y Transferencia de Tecnología del Agua (AQUAVALOR) de Chaves; en España, la Universidad de Vigo con el departamento de Física Aplicada, el departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, así como investigadores del Campus del Agua de Ourense; la Universidad Complutense de Madrid con la escuela de Hidrología Médica; Universidad de A Coruña con el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial; en Francia la Universidad de Burdeos con el Instituto del Termalismo; la Universidad de Pau con el Laboratorio de Térmica, Energética y Procesos. También participa AQUI O Thermes (clúster termal Nouvelle-Aquitaine) y dos socios empresariales: el Balneario de Hervideros de Cofrentes (situado en la provincia de Valencia) y el Balneario El Raposo (provincia de Badajoz). Aparte de los socios mencionados, participan como asociados del proyecto la Agencia de Turismo de Galicia, Caldaria Termal con el Balneario de Laias, el municipio de Chaves, la Comunidad Intermunicipal de Viseu y la cadena de hoteles-balneario Iberik. En la figura 1 se muestran los logotipos de los socios y asociados participantes.

El objetivo del proyecto es el desarrollo conjunto de herramientas de control automático de las aguas mineromedicinales de los balnearios, para la mejora de los procesos de control de calidad. El proyecto se desarrolla en tres etapas: 1) Mejora del conocimiento y utilización de la innovación para fortalecer el sector termal del SUDOE; 2) Despliegue del sistema de monitorización y medida de parámetros de aguas mineromedicinales y 3) Mejora de seguridad sanitaria e incremento de la calidad y confianza en el producto termal del SUDOE.

En concreto, en el proyecto se desarrollarán e instalarán 6 sistemas piloto de toma de datos en tiempo real en balnearios de la zona SUDOE, en los que se monitorizarán ciertos parámetros físico-químicos, utilizando dispositivos diseñados especialmente para esta función, para su posterior digitalización y análisis.

Los 6 prototipos piloto para la captura de datos se instalarán en: Balneario de Laias en Ourense (España), Instituto del Termalismo de Dax (Francia), Balneario de Chaves (Portugal), Balneario de El Raposo en Badajoz (España), Centro Termal de Saubusse (Francia) y Balneario de Cofrentes en Valencia (España).

Durante este proceso, se desarrollará un sistema inteligente para el control de aguas mineromedicinales y un modelo de aprendizaje automático que permita predecir anomalías en la calidad del agua.

El proyecto AQUAPRED está dirigido a desarrollar y mejorar las capacidades de investigación e innovación y asimilar tecnologías avanzadas por parte del sector termal del espacio SUDOE, y responde a la Política de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la UE al fomentar acciones de investigación e innovación aplicadas y con demostradores de sus resultados. También se beneficiarán las políticas de protección y gestión de las aguas de la UE ya que el proyecto generará y testeará herramientas dirigidas a la protección y gestión de un tipo de aguas en concreto: el agua mineromedicinal.

Agradecimientos. Agradecemos al proyecto AQUAPRED_SUDOE por su apoyo.

Este proyecto está apoyado por el programa Interreg - Sudoe, AQUAPRED, red de actores franceses, españoles y portugueses que trabajan en la creación de una herramienta de Inteligencia Artificial para monitorizar la calidad y el control de las aguas termales en tiempo real.

Determinación de la calidad inorgánica y radiológica de peloides comerciales selectos de México

Juan Jesús Piña Leyte-Vidal^{a,b}, Alejandro Miguel Neyra Suárez^c, Clara Melian Rodríguez^c,
Patricia González Hernández^b, Oscar Diaz Rizo^c, Nadia Valentina Martínez Villegas^a

^aDivisión de Geociencias Aplicadas, IPICYT, Camino a la Presa San José 2055, Lomas 4a Sección,
San Luis Potosí, S.L.P., 78216, México.

^bFacultad de Química, Universidad de La Habana, Zapata S/N, Vedado, La Habana, 10400, Cuba.

^cInstituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Universidad de La Habana. Ave. Salvador
Allende No. 1110, Plaza de la Revolución, La Habana, 10400, Cuba.

E-mail: juan.pina@ipicyt.edu.mx

Palabras clave: peloides comerciales, México, radionucleidos, calidad radiológica, calidad inorgánica espectrometría gamma.

Los peloides son productos naturales que se utilizan en el tratamiento médico de diferentes patologías y con fines cosméticos [1]. Atendiendo a lo anterior, su caracterización es de gran importancia para esclarecer la presencia de posibles elementos tóxicos y/o radioactivos que atenten contra su calidad.

En tal sentido, el objetivo de este trabajo es caracterizar, desde el punto de vista radiológico, a los peloides comerciales selectos de México. Las técnicas nucleares de fluorescencia de rayos X y espectrometría gamma de bajo fondo, permitieron la caracterización de los peloides comerciales de interés [2].

Se reportaron las concentraciones de los metales Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As y Pb, así como las concentraciones radioactivas de ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K y ¹³⁷Cs. Los resultados permitieron la comparación con guías de la Agencia Oceanológica y Atmosférica Nacional de los Estados Unidos para evaluar su grado de toxicidad, así como con los valores recomendados por la UNSCEAR y los resultados reportados para otros peloides del mundo.

Estos resultados permitieron concluir que los elementos determinados no representan ningún riesgo para la salud, salvo el Ni, que en todos los peloides estudiados supera el valor límite del PEL, y el As en el peloide de la piscina, que también supera el PEL. Además, no existe riesgo desde el punto de vista radiológico. Se pudo establecer cuantas sesiones de exposición a los peloides pueden someterse los pacientes al año sin que tengan un riesgo radiológico.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la Dra. Margaret Suarez Muñoz por su apoyo.

Referencias

- [1] Torrecilha, J. K., Mendes, A. P. T., Theophilo, C. Y. S., Linhares, H. M. S. M. D., de Paula, J. H., Scapin, M. A., Garcia, R. H. L., Maraver, F., & da Silva, P. S. C. (2023). Characterization of peloids from different regions of Brazil. *Journal of Trace Elements and Minerals*, 6, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.jtem.2023.100098>
- [2] Díaz Rizo, O., Barrios Cossio, J., González Hernández, P., Suárez Muñoz, M., D'Alessandro Rodríguez, K., Melián Rodríguez, C. M., Martínez-Villegas, N. V., Badawy, W., & Frontasieva, M. (2018). Instrumental neutron activation analysis of peloids from main Cuban spas. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 317, 1079–1087. <https://doi.org/10.1007/s10967-018-5961-7>

Caracterización del peloide de las Termas Cañón del Blanco de Chile

L. Rodríguez García^a, C. Parra Oyarce^a, L. Mourelle^b

^a Termas Cañón Blanco, La Araucanía, Chile

^b Department of Applied Physics. University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain

E-mail: lmourelle@uvigo.gal

Palabras clave: Peloides, Termas Cañón del Blanco, Caracterización, Cosmética.

Las Termas Cañón del Blanco de Chile están situadas en la zona del Volcán Sierra Nevada en la región de La Araucanía, que es la puerta de entrada a la zona sur de Chile [1]. En el complejo termal se puede hacer uso del agua mineromedicinal y de los peloides naturales (Figura 1).



Figura 1. Termas del Cañón del Blanco (Chile) A) Piscina de agua Termal B) Peloide natural.

Los productos termales (aguas y peloides) sirven de base para la línea cosmética de la marca Trawe, que desarrolla jabones, champús, cremas y mascarillas. Un ejemplo es el Peloide Termal para el cuerpo y la cara (figura 2).



Figura 2. Peloide Termal de Cañón del Blanco (Chile), para cuerpo y cara.

En América del Sur existen numerosos peloides que se están usando como cosméticos o productos terapéuticos [2], así podemos destacar en Argentina en el Complejo termal de Copahue [3,4] y los del mar Chiquita [5], en Brasil el denominado Peruíbe Black Mud [6], en Bolivia, las salinas de Chilca en Perú [7], en Cubagua en la Isla Margarita en Venezuela [8] y en Colombia en el volcán Totumo en Cartagena [9].

Las características del agua termal son las siguientes: pH 7.94, conductividad eléctrica 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ambas a 298.15K; residuo seco a 110°C 116 mg/L, alcalinidad total 38.7 mg/L, dureza 39 mg/L. Los aniones predominantes son: cloruro 13.8 mg/L, bicarbonato 47.2 mg/L, sulfato 17.1 mg/L y los cationes: sodio 12.3 mg/L, magnesio 3.2 mg/L, calcio 10.5 mg/L y potasio 2.8 mg/L; también se encuentra silicio con 15.5 mg/L.

El peloide presenta un color oscuro de pantone 404-C, con un 35% de agua y un pH ácido de 2.72 a 298.15 K. La densidad es de 1370 kg/m³. El calor específico alcanza los 2030 J /kg K, la conductividad térmica 1 W/m K y la difusividad térmica 3.6 10^{-7} m²/s. El peloide presenta una baja proporción de materia orgánica inferior a 0,25%, el contenido en sulfatos es elevado alcanzando 13g/kg, también se encuentran fluoruros con 6,3 mg/L y cloruros con 4,91 mg/L. Los componentes minerales son fundamentalmente cuarzo en un 16%, arcillas en un 8%, piritita en un 6,5%, y otros minerales minoritarios.

Las características físicas del peloide lo hacen compatible con aplicaciones termoterápicas si las comparamos con otros peloides aplicados para tal fin [10-18].

Agradecimientos. Agradecemos a *Servizos de Apoyo á Investigación* de la Universidade da Coruña, a su unidad de Análisis de Aguas, a su unidad de Espectrometría de Plasma-Masas y a su unidad de Técnicas Instrumentales de Análisis, por las medidas realizadas.

Referencias

- [1] Rodríguez García L., Parra Oyarce C., Mourelle L. (2021). Experiencia con aguas mineromedicinales y uso de peloide en productos cosméticos, Termas Cañón del Blanco, Chile CIBAP 2021. Libro de resúmenes. pp93 ISBN: 978-84-18471-97-1.
- [2] Fernández-Marcos D., Legido A., Mourelle L., Iglesias TP., Gómez CP., Legido JL. (2021) Los barros y fangos termales en Iberoamérica. CIBAP 2021. Libro de resúmenes. Pp29 ISBN: 978-84-18471-97-1.
- [3] Armijo, F., Ubogui, J., Corvillo, I., Monasterio, A.M., Maraver, F., Balnea, 4, 143–150 (2008)
- [4] Baschini, M.; Pettinari, G.; Vallés, J.; Aguzzi, C.; Cerezo, P.; López-Galindo, A.; Setti, M.; Viseras, C., Appl. Clay Sci., 49, 205–212 (2010).
- [5] Baschini M., Piovano E., López Galindo A., Dietrich D., Setti M. (2012). Muds and salts from Laguna Mar Chiquita (or Mar de Ansenusa), Córdoba, Argentina: natural materials with potential therapeutic uses. *Anales de Hidrología Médica* 5, 123. ISSN: 1887-0813.
- [6] Gouvêa, P.; Britschka, Z.; Gomes, C.; Queiroz, N.; Salvador, P.; Silva, P., Int. J. Environ. Res. Public Health, 18, 1666 (2021).

- [7] M. L. Cerón Loayza, N. Raysa Furet, J. Bravo Cabrejos, A. Bustamante Dominguez, J. Quispe Marcatoma, A. Trujillo Quinde, *Revista de Investigación de Física*, 8(2), (2005).
- [8] Hernández A.C., Sánchez-Espejo R., Meléndez W., González G., López-Galindo A., Viseras C., *Appl. Clay Sci*, 175, 30–39(2019).
- [9] D. Luccio, I. Banda Guerra, L.E. Correa Valero, D. F. Morales Giraldo, S. Maggi, M. Palmisano, *Science of the Total Environment* 759 144225, (2021).
- [10] Maraver F., Armijo F., Fernandez-Toran M.A., Armijo O., Ejeda J.M., Vazquez I., Corvillo I., Torres-Piles S. (2021). Peloids as Thermotherapeutic Agents, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 1965. doi.org/10.3390/ijerph18041965.
- [11] Glavaš, N.; Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L.; Šmuc, N.R.; Dolenec, M.; Kovac, N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 135, 119. doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013.
- [12] Knorst-Fouran, A., Casás, L.M., Legido, J.L., Coussine, C., Bessièrès, D., Plantier, F., Lagière, J., Dubourg, K. (2012). Influence of dilution on the thermophysical properties of Dax peloid (TERDAX (R)). *Thermochimica Acta*. 539, 34. doi.org/10.1016/j.tca.2012.03.024.
- [12] Caridad V.; Ortiz de Zarate, J.M., Kayet M., Legido J.L. (2014). Thermal conductivity and density of clay pastes at various water contents for pelotherapy use. *Applied Clay Science* 93-94, 23. doi.org/10.1016/j.clay.2014.02.013.
- [13] Casás, L.; Pozo, M.; Gómez, C.P.; Pozo, E.; Bessièrès, L.; Plantier, F.; Legido, J.L. (2013). Thermal behavior of mixtures of bentonitic clay and saline solutions. *Appl Clay Sci* 72, 18. doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009.
- [14] Legido, J.L., Medina, C., Mourelle L., Carretero, M.I., Pozo, M., (2007). Comparative study of the cooling rates of bentonite, sepiolite and common clays for their use in pelotherapy *Applied Clay Science* 36, 148-160. doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.014.
- [15] Pozo, M., Carretero, M.I., Maraver, F., Pozo, E., Gómez, I., Armijo, F., (2013). Composition and physical-physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Applied Clay Science*, 2013; 83-84, 270. doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034.
- [16] Mato M.M., Casas L.M., Legido J.L., Gómez C., Mourelle L., Bessièrès D., Plantier F. (2017). Specific heat of mixtures of kaolin with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *J Therm bentonites Anal Calorim*, 130, 479. doi.org/10.1007/s10973-017-6227-2.
- [17] Carretero, M.I., Pozo, M., Legido, J.L., Fernandez-González, M.V., Delgado, R., Gómez, I., Armijo, F., Maraver, F., (2014). Assessment of three Spanish clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 99, 131. doi.org/10.1016/j.clay.2014.06.022.
- [18] Rebelo, M., Viseras, C., Lopez-Galindo, A., Rocha, F., Ferreira da Silva, E., (2011). Rheological and thermal characterization of peloids made of selected Portuguese geological materials. *Appl. Clay Sci.* 52, 219. doi.org/10.1016/j.clay.2011.02.018.

Cinéticas de adsorción de fármacos sobre peloides y arcillas

M. Sánchez^{a,b}, M. Pozo^c, M. Baschini^{a,b}

^aFacultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400 Neuquén

^bPROBIEN-CONICET, Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400 Neuquén

^cUniversidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

E-mail: micaela.sanchez@fain.edu.ar

Palabras clave: Principios activos, peloides potenciados, cinéticas de adsorción.

1-Introducción

Los peloides de Copahue son mezclas de minerales arcillosos y de azufre que se encuentran en contacto con aguas mineromedicinales que emergen naturalmente debido al sistema geológico de origen volcánico. Este proceso dio lugar a fangos con fines terapéuticos que se emplean desde hace tiempo por gran cantidad de personas provenientes de todo el mundo [1]. La dificultad de acceso durante la época invernal obliga a que una parte de la población interrumpa sus tratamientos en el lugar durante dicha estación, en la cual el complejo termal literalmente cierra sus instalaciones. Una alternativa a esto consiste en trasladar estos materiales hacia los pacientes. En función de esta problemática se han realizado estudios sobre los peloides secos mediante liofilización, lo que beneficia su traslado al estar desprovistos de agua, sobre los cuales se evaluó la posibilidad de incorporar principios activos que permiten potenciar su actividad terapéutica, dando origen a los denominados peloides potenciados [2]. Los principios activos son sustancias que cumplen una función farmacológica específica y se encuentran en formulaciones farmacéuticas de diversa aplicación. La lidocaína (LID) es un anestésico local ampliamente utilizado en formulaciones dérmicas para calmar el dolor, por ejemplo, de quemaduras, mientras que el diclofenac (DCF) es un antiinflamatorio y analgésico ampliamente utilizado para diversas dolencias musculares que puede presentarse en formato de cápsulas, así como en cremas. El objetivo de este trabajo es estudiar la cinética de adsorción de los principios activos en peloides y arcillas para evaluar el tiempo mínimo de contacto que se requiere para que el fármaco en estudio sea adsorbido por el peloide y así lograr la formulación del peloide potenciado.

2-Materiales y metodología experimental

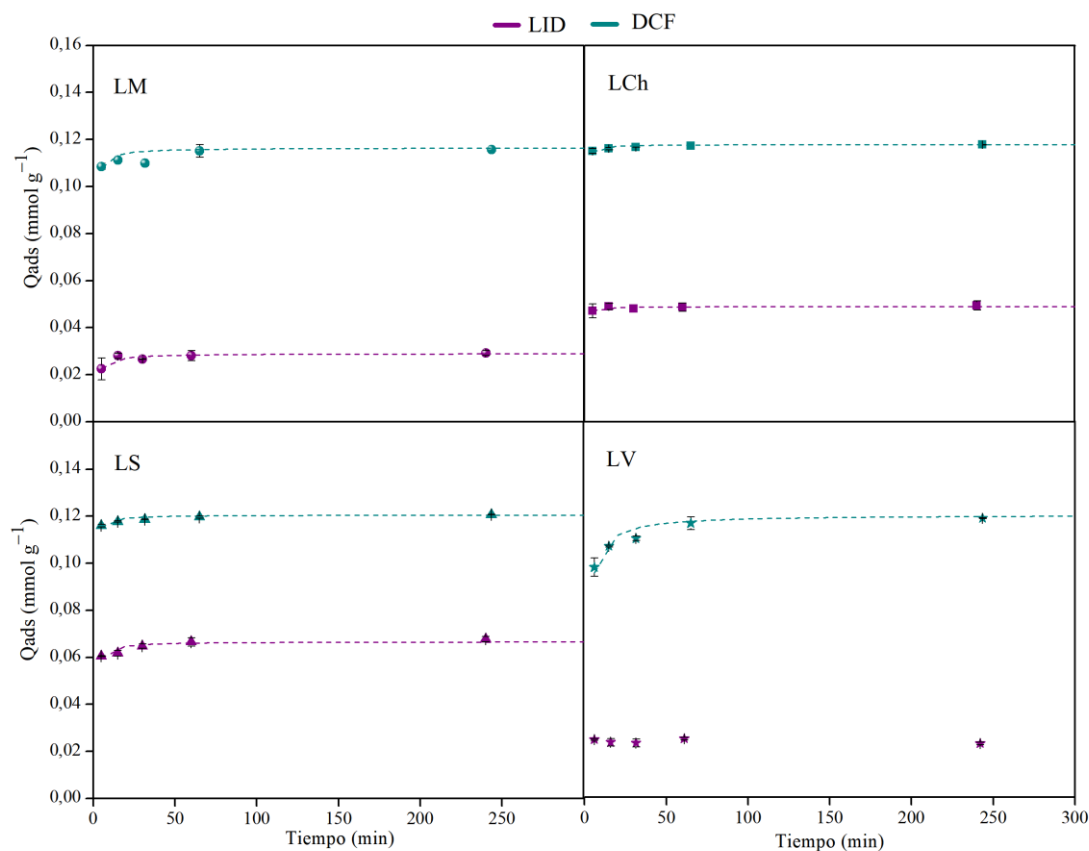
En este estudio se utilizaron, por una parte, peloides liofilizados provenientes de Laguna de Maduración (LM), Laguna del Chanco (LCh), Laguna Sulfurosa (LS) y Laguna Verde (LV) además de arcillas naturales: caolinita (APM), esmectita (CATAE) y la mezcla de ambas denominada M0 (25% CATAE y 75% APM). Esta última, luego de un proceso de maduración con las aguas mineromedicinales del lugar dan origen a LM. Para el ensayo con los peloides se emplearon 100 mg del material seco en contacto con 8,0 mL de solución de LID 1,7 mM y DCF 1,5 mM (500 mg L⁻¹). Por su parte, se emplearon 20 mg de arcilla natural con 8,0 mL de soluciones de principios activos de concentración 8,7 mM de LID para CATAE y 1,7 mM para APM y M0, mientras que para DCF las concentraciones fueron de 1,5 mM. En todos los ensayos, se pusieron en agitación constante a 20 °C en diferentes intervalos de tiempo hasta cumplir las 24 h. Los modelos cinéticos evaluados fueron los correspondientes a Pseudo Primer Orden (PPO) y Pseudo Segundo Orden (PSO) cuyas ecuaciones se presentan en la Tabla 1, donde q es la cantidad adsorbida en cada tiempo (t), q_e es la cantidad adsorbida en el equilibrio y k es la constante de velocidad [3].

Tabla 1. Ecuaciones de modelos cinéticos

Pseudo Primer Orden (PPO)	Pseudo Segundo Orden (PSO)
$q = q_e(1 - e^{-kt})$ Ec. 1	$q = \frac{kq_e^2 t}{1 + kq_e t}$ Ec. 2

3-Resultados

En estudios previos, se determinó la composición de los peloides de Copahue en estudio mediante DRX y FTIR [2]. Estos materiales presentan como componentes: esmectita entre un 13 y 30%, caolinita entre un 3 y 34% y una cantidad de azufre que supera el 50% a excepción de LV, que no lo contiene, además de presentar otros elementos trazas y destacarse por la presencia de algas. Las concentraciones de fármaco empleadas se corresponden a valores intermedios de la capacidad máxima de adsorción de los sistemas con la cual se asegura que el fármaco esté totalmente soluble. La elevada concentración de LID empleada en CATAE fue seleccionada debido a la elevada dispersión que se genera por la formación de la doble capa eléctrica cuando tal compuesto se encuentra en bajas proporciones en el medio acuoso. A medida que aumenta la cantidad de catión orgánico en el sistema (LID) ocurre la compresión de la doble capa y así el aumento de fuerzas de atracción entre dos láminas adyacentes de arcilla, lo que promueve la coagulación [4]. Los resultados de las cinéticas de adsorción en peloides se presentan en la Fig. 1 y las correspondientes a las arcillas en la Fig. 2. Gráficamente, se eligió la representación en milimoles (mmoles) ya que permite comparar unidades de moléculas que se adsorben a cada sistema.

Figura 1. Cinéticas de adsorción de principios activos en peloides.

La cantidad adsorbida en las cinéticas (Fig. 1) fue equivalente a lo adsorbido en las isotermas de adsorción para la misma concentración de contacto. En trabajos previos fueron

determinadas las isotermas de adsorción que registran máximo de retención de fármacos superiores a los aquí obtenidos, solo debido a la utilización de sistemas experimentales con concentraciones más altas. Por su parte, se observa que, para la misma concentración de contacto del DCF la cantidad adsorbida fue aproximadamente la misma para todos los peloides evaluados, 0,12 mmol g⁻¹ (37,67 mg g⁻¹).

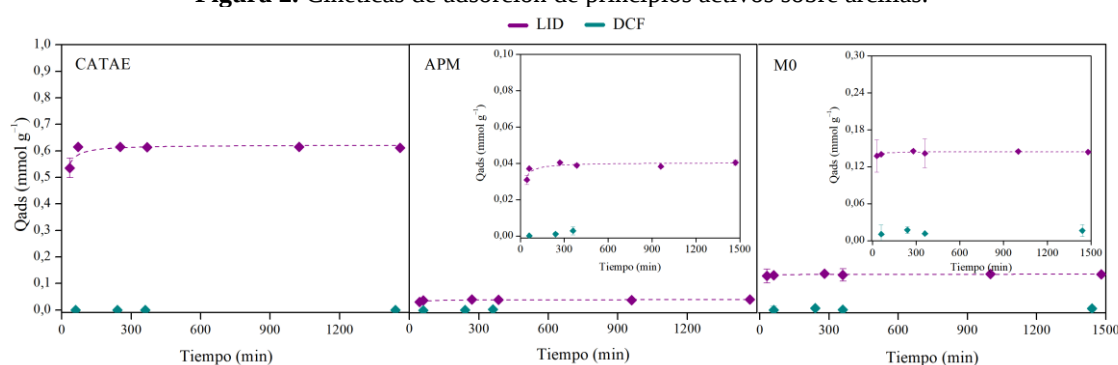
Tabla 2. Parámetros del ajuste Pseudo Segundo Orden de cinéticas de adsorción.

	LID				DCF		
	k (g mmol ⁻¹ min ⁻¹)	q _e (mmol g ⁻¹)	R ²	CIC (mmol g ⁻¹)	k (g mmol ⁻¹ min ⁻¹)	q _e (mmol g ⁻¹)	R ²
CATAE	0,36	0,62	0,70	-	-	-	-
APM	2,53	0,04	0,70	-	-	-	-
M0	4,49	0,14	0,77	-	-	-	-
LCH	103,35	0,05	0,60	0,06	59,88	0,12	0,77
LM	25,11	0,03	0,82	0,04	21,00	0,12	0,84
LS	22,81	0,07	0,70	0,07	37,27	0,12	0,81
LV	-	-	-	0,08	5,35	0,12	0,91

En el caso de los peloides con LID, presentaron un comportamiento que se ajusta a una cinética de pseudo segundo orden para un tiempo de contacto de 5 h, tiempo en el cual se logró la saturación en todos los sistemas, a excepción de LV que no se logró ajustar por ninguno de los modelos por tratarse de una cinética rápida. Los parámetros correspondientes al ajuste se presentan en la Tabla 2. Al comparar el valor de q_e con los valores de capacidad de intercambio catiónico (CIC), para una misma concentración de contacto, se observa que resultan próximos, lo que podría indicar que la adsorción de lidocaína se produce mediante intercambio de cationes.

Por su parte, las muestras arcillosas no tienen afinidad por el DCF, lo que las diferencia claramente de los peloides; esto puede atribuirse al proceso madurativo en contacto con aguas ácidas que produce cambios en su estructura [5] permitiendo una gran capacidad de adsorción de este principio activo.

Figura 2. Cinéticas de adsorción de principios activos sobre arcillas.



Al analizar el comportamiento con el fármaco LID, se observa en la Fig. 2 que los materiales arcillosos lograron ajustarse a una cinética de pseudo segundo orden; esto indica que la velocidad con la que se adhiere el adsorbato es proporcional al producto entre la cantidad de sitios disponibles, con lo cual depende de la cantidad de sustancia adsorbida y de la concentración del adsorbato en la solución de contacto [6]. Para una misma solución de contacto, CATAE es la que presenta la mayor capacidad de adsorción. La muestra M0 adsorbió la cuarta parte de LID de lo que adsorbe CATAE lo que se relaciona con su

composición (25% bentonita). Durante el proceso de maduración la esmectita de la bentonita desaparece, por lo que, la cantidad adsorbida de LID en LM se atribuye a la presencia de caolinita. En el pH de trabajo (alrededor de 5) la LID se encuentra en forma catiónica ($pK_a = 7,9$), lo que explica su adsorción en CATAE que presenta una superficie con carga negativa. El DCF ($pK_a = 4,2$), por su parte, está presente alrededor del 50% como molécula neutra y el 50% con carga negativa al pH de trabajo (entre 4 y 5), con lo cual no existe afinidad por las superficies arcillosas de contacto. Al analizar el tiempo de contacto necesario para que cada sistema logre la saturación, se observa que fue entre un mínimo de 5 minutos y máximo de 4 h para el caso de peloides potenciados con LID mientras que para el caso de DCF fue alrededor de las 6 h de contacto.

Las formulaciones comerciales que contienen lidocaína se presentan en formato de cremas, pomadas y geles. En su mayoría presentan un contenido de este principio activo del 2% en masa (20 mg LID por cada gramo de formulación), principalmente como lidocaína clorhidrato, lo que tiene correlación con las cantidades adsorbidas por los peloides (desde 8 hasta 20 mg por gramo de muestra). En el caso de formulaciones comerciales para uso tópico de diclofenac se presentan en soluciones o geles, con concentraciones que se encuentran entre el 1 al 2 % en masa, esto indicaría una cantidad de 20 mg DCF por cada gramo de formulación. Debido a que la cantidad adsorbida por parte de los peloides en este ensayo supera este valor, es posible realizar el preparado con una menor concentración de contacto inicial.

4-Conclusiones

Es posible establecer que el estudio cinético permitió evaluar los tiempos de contacto necesarios para que ocurra la saturación de los principios activos en los materiales, con lo cual, los peloides liofilizados en estudio pueden ser empleados como adsorbentes de principios activos ampliamente utilizados, lidocaína y diclofenac, para dar origen a la formulación de peloides potenciados. Existen otros modelos cinéticos que pueden analizarse posteriormente, siendo el objetivo de este trabajo específicamente evaluar el tiempo mínimo de contacto para lograr la adsorción de la cantidad de fármaco para la formulación correspondiente.

Agradecimientos. Agradecemos al PROBIEN, CONICET-UNCo, por permitirnos en el espacio y los insumos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- [1] Baschini M. T. *et al.* (2018). Fangos de Copahue: Una visión desde la ciencia en *Copahue: La Ciencia, Lo Mágico y El Arte de Curar*, Eds. C. O. Soria, M. L. Vela, and M. E. Roca Jalil, 25–47.
- [2] Roca Jalil M.E *et al.* (2020). Assessment of natural and enhanced peloids from the Copahue thermal system (Argentina): Effects of the drying procedure on lidocaine adsorption. *Appl Clay Sci*, 196, 105751. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105751>
- [3] Bujdák J. (2020). Adsorption kinetics models in clay systems. The critical analysis of pseudo-second order mechanism. *Appl Clay Sci*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105630>
- [4] Lagaly G. (2006) Colloid clay science en *Handbook of Clay Science*, Eds. Bergaya F., Theng B. K. G., Lagaly G., capítulo 5, 141-245.
- [5] Baschini M. T., Pettinari G.R, Vallés J.M., Aguzzi C., Cerezo P., López-Galindo, A., Setti M, Viseras C., (2010) Suitability of natural sulphur-rich muds from Copahue (Argentina) for use as semisolid health care products. *Appl Clay Sci*, 49, 205–212, <https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.05.008>
- [6] Aboussabek A., Boukarma L., El Qdhy S., Ousaa A., Zerbet M., and Chiban M. (2024). Experimental investigation, kinetics and statistical modeling of methylene blue removal onto Clay@Fe₃O₄: Batch, fixed bed column adsorption and photo-Fenton degradation studies. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100580>.

Diseño de peloides a partir de mezclas de arcillas enriquecidas con vino de la D.O. Ribeira Sacra (Galicia)

N. Legido^a, L. Mourelle^a, J.L. Legido^{ab}

^a *Department of Applied Physics. University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain*

^b *Institute of Physics and Aerospace Sciences. Ourense Campus.*

E-mail: nicolaslegido@gmail.com

Palabras clave: Peloides, Arcillas, Vinos, Ribeira Sacra.

El estudio de mezclas de arcillas con vinos comenzó con el trabajo presentado en el CIBAP 2021 celebrado en Colombia [1]. En este trabajo, continuamos nuestras investigaciones presentando el diseño de peloides obtenidos a partir de mezclas de arcillas enriquecidas con vino tinto de la Ribeira Sacra de Galicia. Las arcillas enriquecidas se mezclaron con agua mineromedicinal del Balneario de Laías (Ourense). Los peloides obtenidos fueron caracterizados mediante el estudio de la densidad, calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica.

Las arcillas utilizadas fueron una bentonita suministrada por la empresa Bentonitas Especiales S.A. (BENESA) descrita en el trabajo de Casas y colaboradores [2] y un caolín suministrado por Sigma-Aldrich (CAS 1332-58-7) descrito en el trabajo de Mato y colaboradores [3]. Las arcillas se secaron en horno de laboratorio, a 383,15 K durante 24 h, antes de su reutilización para eliminar la humedad. El vino utilizado es *Ladeira* de la Bodega *Finca Cuarta* de la D.O. Ribeira Sacra, que es un vino tinto elaborado a partir de la variedad de uva Mencía procedente de las cuencas de los ríos Miño y Cabe y elaborado en la subzona de Amandi.

Para la preparación de los peloides se utilizó el agua mineromedicinal del Balneario de Laías que se clasifica como hipertermal en función de su temperatura, ya que emerge a 47,3 °C. Según su dureza se clasifica como muy blanda; es un agua de mineralización media y según su composición es sulfurada con iones predominantes bicarbonato y sodio, siendo su pH a temperatura de manantial de 7,58 [4]. Las proporciones en los peloides son de: 20% bentonita + 80 agua mineromedicinal y 73% caolín + 27% agua mineromedicinal, con una incertidumbre inferior al 1%.

Para enriquecer las arcillas con el vino se mezclaron y dejaron madurar durante 36 horas; posteriormente se filtraron separando el vino de la arcilla enriquecida, dejándose secar durante 48 horas (en la figura 1 se muestra la mezcla de vino y arcilla y la arcilla filtrada).

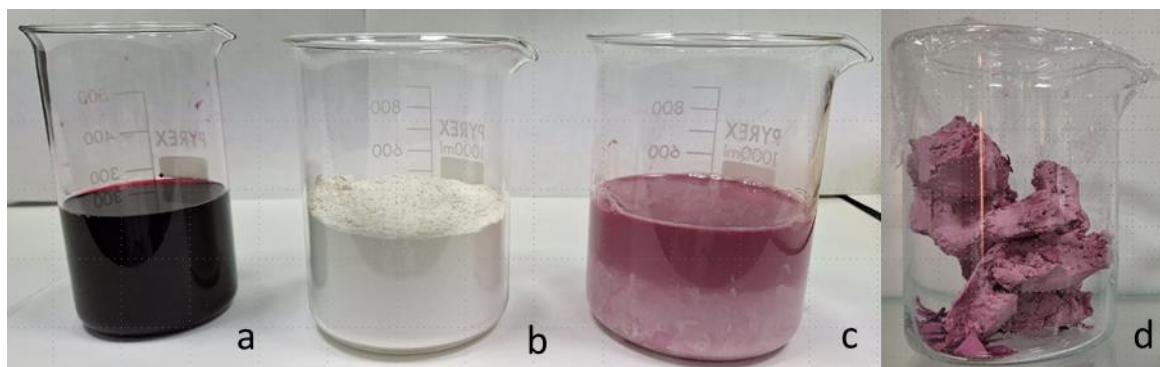


Figura 1: a) Vino, b) Caolín, c) Mezclas de vino y Caolín, d) Arcilla enriquecida después del filtrado.

Se realizó un análisis del contenido de carbono, nitrógeno, azufre e hidrógeno en las muestras de arcillas, vino, arcillas enriquecidas y vino filtrado. El análisis se llevó a cabo en los *Servizos de Apoio á Investigación* (SAI) de la Universidade da Coruña, utilizando un analizador elemental FlashEA112 (ThermoFinnigan). Las muestras se pesaron con precisión en cápsulas de estaño utilizando una balanza MX-5 (Mettler Toledo) y luego se sometieron a un análisis de combustión instantánea en un tubo de cuarzo lleno de WO_3 y cobre, mantenido a 1020°C .

Los resultados obtenidos muestran una disminución del carbono del 2% en el vino filtrado después de la mezcla con caolín y del 8% en el caso de la bentonita, encontrándose un incremento en la cantidad de carbono en el caolín y la bentonita enriquecidas, lo que sugiere que estas arcillas tienen la capacidad de absorber compuestos orgánicos del vino.

La densidad de los peloides se ha determinado utilizando un picnómetro (Álamo, 25 ml), calibrado con agua tridestilada y desionizada; el picnómetro es un pequeño matraz volumétrico con cierre hermético de vidrio que tiene un tapón provisto de un capilar muy fino; la incertidumbre es menor al 5% [5].

La conductividad térmica de las mezclas se midió usando el analizador de propiedades térmicas KD2 Pro, fabricado por Decagon Devices Inc., Pullman, WA, EE. UU. El equipo consta de una unidad de lectura y una sonda térmica de acuerdo con las normas ASTM D5334 e IEEE 442-1981. La incertidumbre estimada es inferior al 3%. El equipo se describe en el trabajo de Pastoriza y colaboradores [6].

El calor específico se determina utilizando un microcalorímetro Calvet [7]; este equipo utiliza dos celdas gemelas con un volumen de aproximadamente 10 cm^3 colocadas en oposición. El microcalorímetro se conecta a un multímetro Philips PM2532 que permite la detección de señales muy pequeñas (microvoltios). Las determinaciones se realizan utilizando una fuente de potencia eléctrica Setaram EJP30, que a través del Efecto Peltier produce una pequeña variación de temperatura en la celda de medida [8], comparando los termogramas con los patrones se evalúa el calor específico [9]. La incertidumbre estimada es del orden del 4%.

La difusividad térmica se evalúa a partir de la densidad, el calor específico y la conductividad térmica como se describe en el trabajo de Casas et al., 2013 [10].

Las propiedades termofísicas estudiadas se midieron a la temperatura de 308.15 K y presión atmosférica.

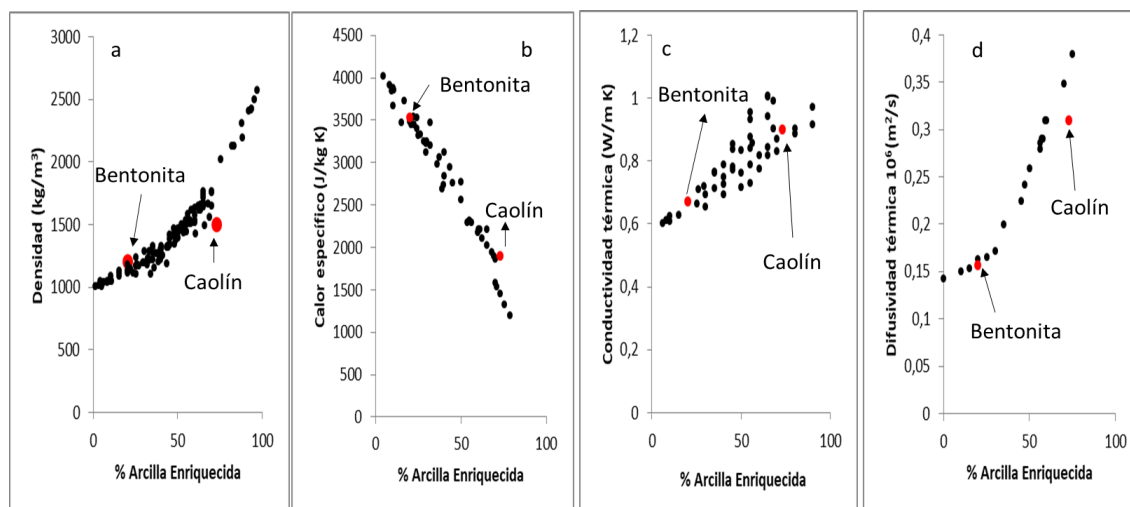


Figura 2. Comportamiento de las propiedades termofísicas de los peloides estudiados comparados con los de la bibliografía. a) Densidad, b) Calor específico, c) Conductividad térmica, d) Difusividad térmica. Medidos a 308.15 K.

En la figura 2 se comparan los valores obtenidos para los peloides estudiados con los de la bibliografía ([2-5], [7], [10-21]), observándose que presentan el mismo comportamiento que otros peloides utilizados en centros termales.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo financiero brindado por el proyecto ED431C 2020/06 V055 de la "Xunta de Galicia" de España. Este proyecto está cofinanciado con fondos FEDER.

Referencias

- [1] Legido A., Gómez C.P., Legido J.L., Mourelle L. (2021). Estudio de mezclas vino, arcillas y aguas termales para aplicaciones cosméticas. *Congreso VII Congreso Iberoamericano de peloides (CIBAP)*. Colombia, 24-25 noviembre 2021. ISBN 978-84-18471-97-1
- [2] Casas L.M., Legido J.L., Pozo M., Mourelle L., Plantier F., Bessièrès D. (2011). Specific heat of mixtures of bentonitic clay with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *Thermochimica Acta* 524, 68–73. doi.org/10.1016/j.tca.2011.06.016.
- [3] Mato M.M., Casas L.M., Legido J.L., Gómez C.P., Mourelle L., Bessièrès D., Plantier F. (2017). Specific heat of mixtures of kaolin with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 130, 479–484. doi.org/10.1007/s10973-017-6227-2.
- [4] Fernández Marcos D. (2024). Caracterización de productos derivados de las aguas termales del Balneario de Laias para usos termoterapéuticos. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- [5] Caridad V., Ortiz de Zarate J.M., Kayet M., Legido J.L. (2014). Thermal conductivity and density of clay pastes at various water contents for pelotherapy use. *Applied Clay Science* 93-94, 23-27. doi.org/10.1016/j.clay.2014.02.013.
- [6] Pastoriza-Gallego M.J., Lugo L., Legido J.L., Piñeiro M. (2011). Thermal conductivity and viscosity measurements of ethylene glycol-based Al₂O₃ nanofluids. *Nanoscale Res. Lett.* 6, 1-11. doi.org/10.1186/1556-276X-6-221.
- [7] Glavaš N., Mourelle M.L., Gómez C.P., Legido J.L., Šmuc N.R., Dolenc M., Kovac N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 135, 119–128. doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013.
- [8] Calvet E. & Prat H. (1963). *Recent Progress in Microcalorimetry*; Pergamon Press: Oxford.

- [9] Paz Andrade M.I., Paz J.M., Recacho E. (1970). Contribución a la microcalorimetría de los calores específicos de Sólidos y Líquidos. *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química Serie B Química*. 12, 961-967.
- [10] Casás L., Pozo M., Gómez C.P., Pozo E., Bessières L., Plantier F., Legido J.L. (2013). Thermal behavior of mixtures of bentonitic clay and saline solutions. *Appl. Clay Sci.* 72, 18-25. doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009.
- [11] Ferrand T., Yvon J. (1991). Thermal properties of clay pastes for pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 6, 21-38. doi.org/10.1016/0169-1317(91)90008-W.
- [12] Legido J.L., Medina C., Mourelle L., et al. (2007). Comparative study of the cooling rates of bentonite, sepiolite and common clays for their use in pelotherapy *Applied Clay Science* 36, 148-160. doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.014.
- [13] Cara S., Carcangiu G., Padalino G., et al. (2000). The in pelotherapy: thermal properties of clay pastes from Sardinia (Italy) *Applied Clay Science* 16, 125-132 doi.org/10.1016/S0169-1317(99)00050-2.
- [14] Beer A.M., Grozeva A., Sagorchev P., et al. (2003). Comparative study of the thermal properties of mud and peat solutions applied in clinical practice. *Biomedizinische Technik*. 48 301-305.305. doi.org/10.1515/bmte.2003.48.11.301.
- [15] Veniale F., Barberis E., Carcangiu G., Morandi N., Setti M., Tamanini M., Tessie D., (2004). Formulation of muds for pelotherapy: effects of "maturation" by different mineral waters. *Appl. Clay Sci.* 25(3-4):135-148. doi.org/10.1016/j.clay.2003.10.002.
- [16] Knorst-Fouran A., Casas, L. M., Legido J. L., et al. (2012). Influence of dilution on the thermophysical properties of Dax peloid (TERDAX (R)). *Thermochimica Acta*. 539, 34-38. doi.org/10.1016/j.tca.2012.03.024.
- [17] Carretero M.I., Pozo M., Legido J.L., Fernandez-González M.V., Delgado R., Gómez I., Armijo F., Maraver F. (2014). Assessment of three Spanish clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 99, 131-143. doi.org/10.1016/j.clay.2014.06.022.
- [18] Pozo M., Carretero M.I., Maraver F., Pozo E., Gómez I., Armijo F. (2013). Composition and physical-physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Applied Clay Science*, 2013; 83-84, 270-279. doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034.
- [19] Sanchez-Espejo, Rita; Cerezo, Pilar; Aguzzi, Carola; et al., (2015). Physicochemical and in vitro cation release relevance of therapeutic muds "maturation". *Applied Clay Science* 116. 1-7 doi.org/10.1016/j.clay.2015.08.007
- [20] Armijo F., Maraver F. (2019). Arcilla vs Turba. Fase sólida de peloides. *Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.* 35-34, 35-50. doi: 10.23853/bsehm.2019.0954.
- [21] Khiari I., Mefteh S., Sanchez-Espejo R. et al. (2014). Study of traditional Tunisian medina clays used in therapeutic and cosmetic mud-packs. *Applied Clay Science*, 101 141-148. doi.org/10.1016/j.clay.2014.07.029.

Gran Canaria

Referente nacional e internacional sobre Climatoterapia

Eduardo Navarro^a, Cristóbal Navarro^a, Luis S. Fernández^a, Fabián Hernández^a

^a*Centro de Hidrología y Climatología Médicas de Canarias. Universidad del Atlántico Medio (UNAM). Ctra. de Quilmes, 37, 35017. Tafira Baja, Las Palmas.
Email: eduardo.navarro@pdi.atlanticomedio.es*

Palabras clave: Climatoterapia, talasoterapia, helioterapia, bioclimatología, Gran Canaria.

Introducción

Desde la antigüedad, las Islas Canarias han sido conocidas con el calificativo de “Islas Afortunadas” por su excelente clima y situación geográfica. Con este nombre las describe por primera vez Plinio el Viejo y así se puede comprobar en escritos de historiadores como Leonardo Torriani (hacia 1590) [1,2] o Fray Abreu Galindo (hacia 1632) [3]. Dentro de estas islas del Atlántico, a Gran Canaria se le considera, sin lugar a dudas, ejemplo de dicho calificativo. En la presente revisión se seleccionaron los estudios de mayor relevancia, sobre la importancia del clima de Gran Canaria, para poner en valor este factor atmosférico relacionado con las propiedades salutíferas aportadas al organismo humano. Materia que se conoce con el nombre de climatoterapia.

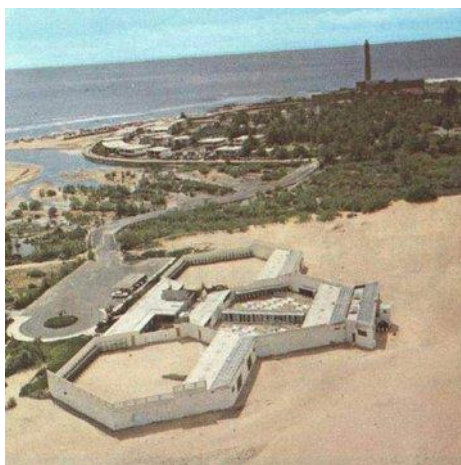
Material y métodos

Se ha efectuado una revisión en las diversas bases de datos de la Comunidad Autónoma Canaria como Boletín de la Sociedad Económica de Amigos del País, Revista del Museo Canario, Revista de Medicina Canaria o Boletín Oficial de la Provincia de Canarias, así como la base de datos digitalizada de la Biblioteca Universitaria por la ULPGC. También se ha producido una búsqueda en bases de datos como SCOPUS, DIALNET, MEDLINE o PUBMED, esta última especializada en ciencias de la salud. Se utilizaron los términos de entrada: Gran Canaria y Climatoterapia, Helioterapia, Baños de Aire, Cura Climática, Climatología Médica, Climatotherapy, Heliotherapy, Bioclimatology, Meteoropathology, para identificar compendios o trabajos científicos indexados que reflejasen la importancia de los efectos del clima sobre la salud en la población humana. En la revisión realizada se han seleccionado los trabajos considerados de mayor relevancia.

Resultados

Son diversos los historiadores que desde el siglo XVII describen las excelentes propiedades salutíferas del clima y de las aguas medicinales de Gran Canaria. Entre ellos se pueden citar a Cristóbal de la Cámara y Murga en sus “*Constituciones Sinodales de 1631*” [4] o Manuel Dávila y Cárdenas en sus “*Constituciones Sinodales de 1735*”, [5]. Siendo en 1779 cuando el gran polígrafo e investigador D. José de Viera y Clavijo reseña los beneficios saludables del clima de Canarias y de las propiedades medicinales de sus aguas agrias o carbónicas en su obra “*Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*” [6]. Con estos precedentes, en el siglo XIX, fueron muchos los investigadores nacionales e internacionales los que han tratado el tema. Entre los que se pueden citar D. Pascual Madoz quien refiere las bondades del clima de los diferentes pueblos de Canarias en el “*Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus Posesiones de Ultramar (1845-1850)*” [7]. El Dr. Domingo Denis

Greck con *“Estudios Climatológicos de Gran Canaria”* en 1855[8], Dr. Gregorio Chil y Naranjo con los *“Estudios Históricos, Climatológicos Patológicos de las Islas Canarias”* en (1876) [9], Dr. Tomás Zerolo Herrera con *“Climatología de la tuberculosis pulmonar”* en (1889) [10], etc. Entre los internacionales son dignos mención los trabajos de investigadores como Dr. Douglas Mordey con *“Grand Canary as a health Resort”* (1887) [11], Dr. J. Cleasby Taylor con *“Grand Canary: its climate and springs”* (1889) [12], *“The health Resort of the Canary Islands. Of their Climatological and Medical Aspects”* (1893) [13], Dr. A Samler Brown con *“Madeira and Canary Island. Practical and Complete Guide for the Use of Invalids and Tourist”* (1894) [14], Dr. Briand Melland con *“Climatic Treatmen in Gran Canaria. Medical Chronicle”* (1897) [15], *“Notes on Health Resorts and Sanitaria”* (1897) [16], etc. Ya en el siglo XX son numerosos los investigadores que insisten en resaltar la importancia del clima de Gran Canaria y lo compara con los de otras zonas de Europa y Norte África, como el Dr. Herman Weber y su hermano Dr. F. Parker Weber con *“Climatotherapy and Balneotherapy. The Climates and Mineral water. Health Resorts (SPAS) of Europe and North Africa”* (1909) [17]. El Dr. Luis Millares Cubas describe las excelentes características del clima en Canarias y sus aplicaciones curativas en *“El Clima en Canarias Como recurso terapéutico”* (1913) [18], El Dr. Rosendo Castell Ballespí, organiza en Madrid el IX Congreso Internacional de Hidrología, Climatología y Geología en 1913 y publica un libro con sus interesantes conclusiones en 1915 [19]. El Dr. Juan Bosch Millares participa en las Iª Jornadas Médicas de Canarias organizadas por la Academia de Medicina de Canarias en 1932, describiendo las características del clima de Gran Canaria, posteriormente publicando un excelente libro con el título *“Hidrología Médica en Gran Canaria”* (1934) [20]. Posteriormente el Dr. Manuel Paradas Farinós, gran conocedor del clima y calidad de las aguas minero-medicinales canarias, publica un sugestivo artículo titulado *“Notas sobre Climatoterapia general y Climatoterapia especial”* (1946) [21]. Ya en 1961, el Dr. Eduardo Filiputti crea el “Centro Helioterápico Canario” en el Sur de Gran Canaria (Maspalomas), consiguiendo con ello, a través de varias décadas, el reconocimiento internacional de Gran Canaria como como lugar de referencia sobre tratamientos helioterápicos [22]. Entre las décadas de 1960-1980 son relevantes las investigaciones del Dr. Juan de León Suarez, Dr. Alejandro Carlos Gyorko-Gyorkos o del Dr. Manuel Herrera Hernández sobre talasoterapia y bioclimatología [23,24].



Centro Helioterápico Canario (Maspalomas) Gran Canaria

Siendo en las dos primeras décadas del siglo XXI cuando el Dr. Eduardo Navarro aporta una serie de trabajos sobre Hidrología y Climatología médica de Canarias como “*Climatología de la Cuenca del Barranco de la Virgen (Islas Canarias)*” en (2007) [25] y científicos europeos continúan tomando como referencia el clima de Gran Canaria como idóneo para investigaciones sobre el tratamiento de diversas patologías como tuberculosis pulmonar, alexitemia, psoriasis, etc. (Mørk C., 2002[26], Osmanovic A., 2009[27], Heier I., 2011[28], Søyland E., 2011[29], Larsen MH., 2014[30], Larsen MH., 2017[31], Nordgren M., 2024[32], etc.). Con la próxima vinculación del “*Thalasso Lopesan Villa del Conde*” a la “*Universidad del Atlántico Medio*” se pretende potenciar estudios clínicos sobre talasoterapia, helioterapia, algoterapia, peloterapia, psamoterapia, masoterapia, etc., así como trabajos de ciencias hidrológico-médicas y medioambientales en Canarias, que permitan aportar trabajos científicos pioneros y punteros en estas ramas de las ciencias de la salud.



Thalasso Villa del Conde (Maspalomas) Gran Canaria

Conclusiones

El presente trabajo trata de poner en valor las aportaciones más relevantes de diversos investigadores nacionales y extranjeros que han divulgado, a través de varios siglos, las cualidades medicinales del clima de Canarias, en general, y de Gran Canaria, en particular. Aportaciones que colocan a Gran Canaria como lugar de referencia para estudios sobre climatoterapia.

Referencias

- [1] Torriani, L. (1590). *Descrittione et historia del regno de l'isole Canarie gia dette le fortunate con il parere delle loro fortificationi*. [Manuscrito en la Biblioteca de la Universidad de Coimbra].
- [2] Torriani, L. 1959 (1590). *Descripción e historia del reino de las Islas Canarias*. Introducción y Notas por Alejandro Cioranescu. Ed. Goya, S/C de Tenerife.
- [3] Abréu Galindo, Juan de (1977) [1632]. Alejandro Cioranescu, ed. *Historia de la conquista de las siete islas de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Goya Ediciones.
- [4] De la Cámara y Murga C. (1631). *Constituciones Sinodales de 1631*. Museo Canario. Las Palmas de Gran Canaria.
- [5] Dávila y Cárdenas M. (1737). *Constituciones Sinodales de 1737*. Museo Canario. Las Palmas de Gran Canaria.
- [6] Viera y Clavijo de J. (1779). *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*. Real Sociedad Económica del País de Las Palmas de Gran Canaria.
- [7] Madoz Ibáñez P. (1845-1850). *Diccionario Geográfico-Estadístico- Histórico de España y de sus Posesiones de Ultramar*. Madrid.

- [8] Déniz Greck D. (1855) Datos Climatológicos de Gran Canaria. (Manuscrito). El Museo Canario. Las Palmas de Gran Canaria.
- [9] Chil y Naranjo G. (1876). Estudios Históricos, Climatológicos Patrológicos de las Islas Canarias”. El Museo Canario. Las Palmas de Gran Canaria.
- [10] Zeroło Herrera T. (1889). Climatología de la Tuberculosis Pulmonar en la Península Española, las Islas Baleares y Canarias. Imprenta Vicente Bonnet. Santa Cruz de Tenerife.
- [11] Mordey D. (1887). Grand Canary as a Health Resort. Curchill. London.
- [12] Cleasby Taylor J. (1889). Grand Canary: its climate and springs. John Richarson and Co. Leicester.
- [13] Cleasby Taylor J. (1893). The health Resort of the Canary Islands. Of their Climatological and Medical Aspects. J.&A. Chuerchill. London.
- [14] Samler Brown A. (1894) Madeira and Canary Islands Practical and Complete Guide for the Use of Invalids and Tourist. London. 1894.
- [15] Melland B. (1897). Climatic Treatment in Gran Canaria. Medical Chronicle. John Heywood. London.
- [16] Melland B. (1897). Notes on Health Resorts and Sanatoria. Br. Med. J. Mar 6;1(1888):605.
- [17] Weber H. and Weber F.P. (1907). Climatotherapy and Balneotherapy. The Climates and Mineral water. Health Resorts (SPAS) of Europe and North Africa. London.
- [18] Millares Cubas L. (1913). El Clima en Canarias Como recurso terapéutico. IX Congreso Internacional de Hidrología, Climatología y Geología. Madrid.
- [19] Castell Ballespí R. (1915). Hidrología, Climatología y Geología. Imprenta Ricardo F. de Rojas. Madrid.
- [20] Bosch Millares J. (1934). Hidrología Médica en Gran Canaria. Ed. Librería y Tipografía Católica. Tenerife.
- [21] Paradas Farinós M. (1946). Notas sobre Climatoterapia General y Climatoterapia Especial. Revista Geográfica española: 9: 71-74,1939.
- [22] Filiputti E. (1968) El Centro Helioterápico Canario. Revista Costa Canaria. 9, 49-50.
- [23] Gyorko-Gyorkos A. C. (1967). Estudios de las condiciones bioclimáticas de las Islas Canarias y sus aplicaciones terapéuticas. Medicina Tropical. 4 (XLIII). 355-362.
- [24] Herrera Hernández M. (1971). Factores climáticos que influyen en el asma alérgica en las Islas Canarias. Boletín de la Sociedad Canaria de Pediatría. 4(V): 239-242.
- [25] Navarro E, Alonso S, San Martín J. (2007). Climatología de la Cuenca del Barranco de la Virgen (Islas Canarias). Anales de Hidrología Médica. 2, 27-35.
- [26] Mørk C, Wahl A, Moum T. (2002). The Norwegian version of the dermatology life quality index: a study of validity and reliability in psoriatics. Acta Derm Venereol. 82(5):347-51.
- [27] Osmancevic A, Nilsen LT, Landin-Wilhelmsen K, Søyland E, Abusdal Torjesen P, Hagve TA, Nenseter MS, gstad AL. (2009). Effect of climate therapy at Gran Canaria on vitamin D production, blood glucose and lipids in patients with psoriasis. J Eur Acad Dermatol Venereol. 23(10):1133-40.
- [28] Heier I, Søyland E, Krogstad AL, Rodríguez-Gallego C, Nenseter MS, Jahnsen FL (2011) Sun exposure rapidly reduces plasmacytoid dendritic cells and inflammatory dermal dendritic cells in psoriatic skin.. Br J Dermatol. 165(4):792-801.
- [29] Søyland E, Heier I, Rodríguez-Gallego C, Mollnes TE, Johansen FE, Holven KB, Halvorsen B, Aukrust P, Jahnsen FL, de la Rosa Carrillo D, Krogstad AL, Nenseter MS. (2011). Sun exposure induces rapid immunological changes in skin and peripheral blood in patients with psoriasis. Br J Dermatol. 164(2):344-55.
- [30] Larsen MH, Krogstad AL, Aas E, Moum T, Wahl AK (2014) A telephone-based motivational interviewing intervention has positive effects on psoriasis severity and self-management: a randomized controlled trial. Br J Dermatol. Dec;171(6):1458-69.
- [31] Larsen MH, Krogstad AL, Wahl AK. 2017. Alexithymia, Illness Perception and Self-management Competency in Psoriasis. Acta Derm Venereol. 31;97(8):934-940.
- [32] Nordgren M, Duvetorp A. (2024) Psychosocial impact of climatotherapy in young patients with psoriasis: a 3-month cohort study. Front Med (Lausanne). 29;11:1458394.

Estado actual de las propiedades termofísicas de Peloides Termales

M.D. Fernández-Marcos^a, M.M. Mato^b, T.P. Iglesias^b, S. García-Garabal^b, C.P. Gómez^b

^a Grupo Caldaria, Ourense. Spain

^b Department of Applied Physics. University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain.

E-mail: fammmc@uvigo.gal

Palabras clave: Peloides, Propiedades Termofísicas, Arcillas, Agua Mineromedicinal.

Una de las aplicaciones importantes de los peloides termales es su beneficio en los tratamientos termoterapéuticos [1,2], para su uso en los centros termales. En este sentido las propiedades termofísicas juegan un papel importante [3-5], ya que son la base de los intercambios energéticos entre el peloide y el cuerpo, en todas sus formas de usos (emplastos, envoltorios y baños). En los últimos años se está avanzando mucho en el estudio de la caracterización termofísica de los Peloides, así en un artículo de Carretero 2020 [6], se ha realizado una revisión de las propiedades físicas publicadas en revistas internacionales. Hoy en día encontramos datos recientes de las características termofísicas de los peloides en distintos lugares del mundo. En este trabajo revisaremos las publicaciones de las propiedades termofísicas: calor específico, conductividad térmica, densidad y difusividad térmica, determinadas en los peloides termales y analizaremos su comportamiento en función de la concentración de la fase líquida.

Las técnicas utilizadas para la medida de estas propiedades se pueden resumir en las siguientes: Para el calor específico se han utilizado diversas técnicas, una de las más descritas es la basada en las curvas de enfriamiento [7], también se han utilizado técnicas calorimétricas que son más precisas, entre ellas el uso del microcalorímetro Setaram BT 2.15 [8] y el microcalorímetro Calvet [9]; la medida de la conductividad térmica se realiza mediante el uso de la técnica del hilo caliente [10], destacando las realizadas con el equipo KD2 Pro (Decagon Devices Inc.) [11], la densidad se ha determinado mayoritariamente por técnicas picnométricas [12] y la difusividad térmica se determina a partir de la conductividad térmica, densidad y calor específico [13].

Uno de los primeros estudios de las propiedades de los peloides lo realizó Lewis en 1935 [14], posteriormente Berbenni 1960 [15] aporta nuevos datos de peloides y Prat y Brozek en 1963 [16] y Brozek en 1966 [17], realizaron un estudio gráfico del comportamiento de las propiedades térmicas en función del porcentaje de material orgánico e inorgánico de la fase sólida; Armijo 1991 [5] realiza un estudio de las propiedades térmicas de los peloides mediante ecuaciones de predicción. Los primeros datos cuantitativos fueron publicados por Ferrand y Yvon en 1991 [7] de distintas mezclas de arcillas y aguas en varias concentraciones. Cara et al. 2000 [18] aportan datos de peloides de la zona de Sardinia en Italia y Beer et al. 2003 [19] en Bulgaria; otro de los artículos clásicos que aportaron datos importantes es el realizado por Veniale et al. 2004 [20], en el que se estudió el efecto de la maduración; también Maraver et al. 2005 [21] presentan datos de peloides Españoles, posteriormente publicados en Pozo et al. 2013 [22]. En 2005 Cerón Loayza et al. (2005) [23] presentan las propiedades termofísicas de peloides de las lagunas de Chilca en Perú.

En 2006 Lourdes Mourelle [4] presenta la tesis doctoral “Caracterización termofísica de peloides para usos termoterapéuticos en centros termales” en el que realiza un amplio estudio de propiedades termofísicas de peloides, parte de los mismos fueron publicados en Legido et al. 2007 [24], en concreto datos de calor específico de diversos peloides de mezclas de arcillas con aguas. Rebelo et al. 2011 [24] presentan datos de propiedades físicas de peloides Portugueses y en el mismo año Casas et al. 2011 [8], comienzan las aportaciones de datos de calores específicos de peloides medidos en el laboratorio, continuándose con las aportaciones de Casas et al. 2013 [13] de peloides salinos, Knost et al. 2014 [11] con los datos de distintas diluciones del peloide Terdax de Dax y la aportación de Mato et al. 2017 [26] del estudio de un peloide con Caolín.

Carmen Gómez en su tesis doctoral en 2012 [27] “Aspectos físicos de los peloides para aplicaciones en termoterapia”, presenta numerosos datos de propiedades termofísicas (densidad, calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica) de peloides elaborados con diferentes arcillas

mezclasdas con agua mineromedicinal y agua de mar. Carretero et al. 2014 [28] aporta propiedades termofísicas de mezclas de arcillas con aguas mineromedicinales y Sanchez Espejo et al. 2014 [29] muestra el calor específico de peloides madurados con el agua de Graena, Kihari et al. 2014 [30] determina los valores de algunos peloides de Tunez.

Madrigal Redondo et al. 2015 [31] determinan las propiedades termifísicas de peloides de Costa Rica; Jesus Rosino en 2015 [32] presenta la tesis doctoral “Caracterización termofísica de mezclas de montmorillonita y zeolita con diferentes aguas para usos en centros termale”, Karakaya et al. 2016 [33] determina los calores específicos de peloides de Turquía, también Cristina Fernández Rivera en 2017 [34] presenta su tesis “Caracterización Termofísica de Mezclas de Algas con Bentonita y Disoluciones Salinas para usos en Centros de Talasoterapia” donde se aportan datos de peloides con contenido en algas marna, por su parte Galvas et al. 2017 [9] determinan propiedades termofísicas de peloides salinos de Eslovenia, y Hernández et al. (2019) [35] presentan datos de peloides volcánicos de Venezuel y Armijo et al. 2019 [36] realiza un estudio de las propiedades físicas de peloides de diferentes partes del mundo, en ese mismo año Pozo et al.2019 [37] aportan nuevos datos de peloides de mezclas de arcilla con agua.

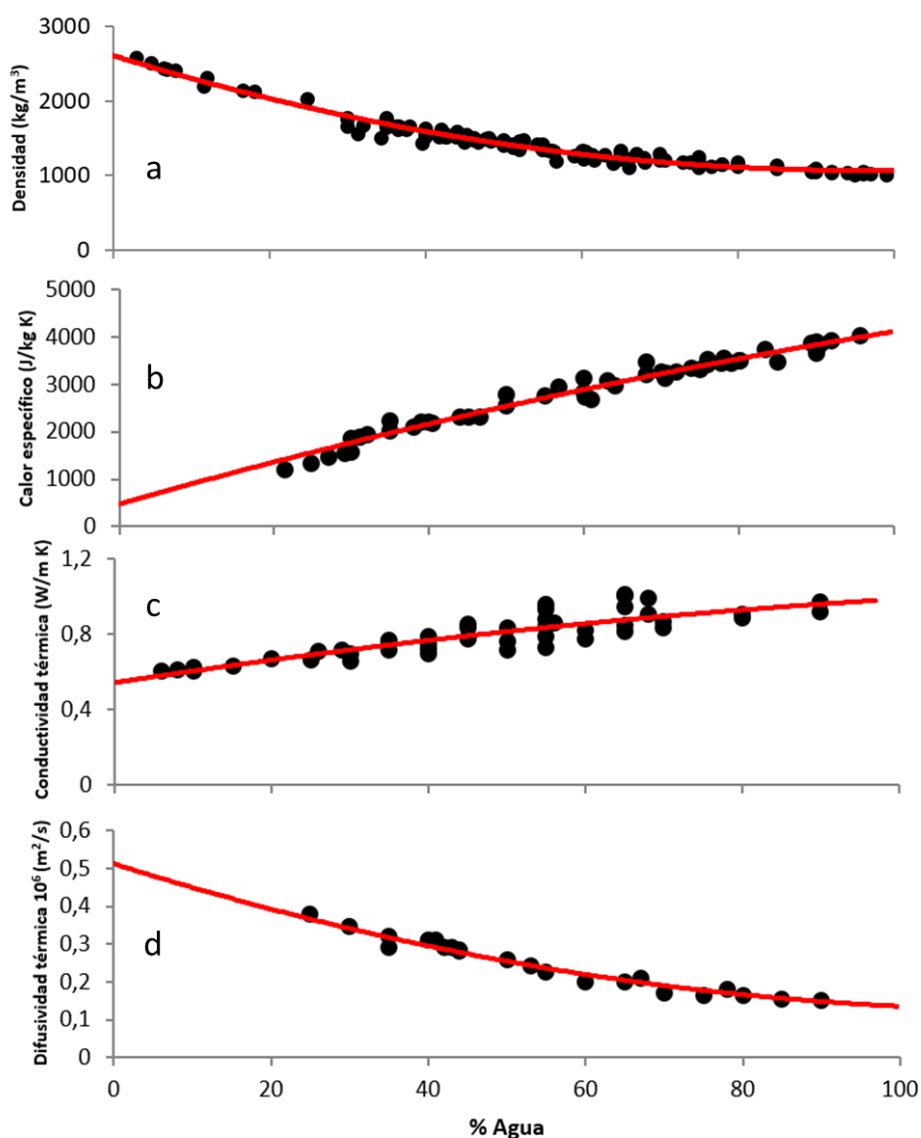


Figura 1. Comportamiento de las propiedades termofísicas de los peloides e de la bibliografía en función de la concentración de agua a temperaturas entre 298.15K y 308.15K. a) Densidad, b) Calor

específico, c) Conductividad térmica, d) Difusividad térmica. Medidos a 308.15 K. La línea continua muestra el comportamiento de los datos de la gráfica.

Özay et al. 2020 [38] presenta datos de propiedades físicas de peloides de Turquía, en 2021 Fernández-González et al. 2021 [39] nos muestran el comportamiento térmico de peloides elaborados con el agua de Lanjarón en Granada, Ganzaya et al. 2021 [40], presentan datos de densidad de peloides de Mongolia, Peña et al [41] determinan datos de propiedades termofísicas de peloides de Colombia, Akimzhanova et al. 2024 [42]. nos muestran el comportamiento de la capacidad calorífica de peloides de lagos de Kazakhstan, Park et al. 2024 [43] estudiaron el calor específico de peloides marinos del Corea del Sur. Recientemente Fernández Marcos [44] presentó su tesis doctoral en la que muestra las propiedades termofísicas de peloides elaborados con el agua mineral medicinal del Balneario de Laias y Kashyap A. [45] también en su tesis doctoral presenta datos de propiedades termofísicas de peloides compuestos por aguas salinas con arcillas y la microalga *Nannochlorosis sp.* En la figura 1 se comparan los valores de las distintas propiedades termofísicas (densidad, calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica) en función de la concentración de la fase líquida; también se muestra el comportamiento de los datos mediante una función polinómica de grado dos.

Agradecimientos. Agradecemos el apoyo financiero brindado por el proyecto ED431C 2020/06 V055 de la "Xunta de Galicia" de España. Este proyecto está cofinanciado con fondos FEDER.

Referencias

- [1] Maraver F., Armijo F., Fernandez-Toran M.A., Armijo O., Ejeda J.M., Vazquez I., Corvillo I., Torres-Piles S. (2021). Peloids as Therapeutic Agents, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 1965. doi.org/10.3390/ijerph18041965.
- [2] Gomes C., Carretero M.I., Pozo M., Maraver F., Cantista P., Armijo F., Legido J.L., Teixeira F., Rautureau M., Delgado R. (2013) Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Appl. Clay Sci.* 2013, 75, 28. doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008
- [3] Hernández Torres A. (Coordinador). (2014). Peloterapia: Aplicaciones Médicas y Cosméticas de Fangos termales. Editorial: Fundación "BÍLBILIS" para la Investigación e Innovación en Hidrología Médica y Balneoterapia. ISBN (electrónico): 978-84-617-0086-8
- [4] Mourelle Mosqueira, L. (2006). Caracterización termofísica de peloides para usos termoterapéuticos en centros termales. Tesis Doctoral, Universidad: Universidade de Vigo
- [5] Armijo F. (1991). Propiedades térmicas de los peloides. *Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med.* 1991, 6, 151–157.
- [6] Carretero M.I. (2020). Clays in pelotherapy. A review. Part I: Mineralogy, chemistry, physical and physicochemical properties. *Appl. Clay Sci.* 189, 105526. doi.org/10.1016/j.clay.2020.105526.
- [7] Ferrand, T., Yvon, J. (1991). Thermal properties of clay pastes for pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 6, 21. doi.org/10.1016/0169-1317(91)90008-W
- [8] Casás, L.M., Legido, J.L., Pozo, M., Mourelle, L., Plantier, F., Bessièrès, D. (2011). Specific heat of mixtures of bentonitic clay with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *Thermochimica Acta* 524, 68. doi.org/10.1016/j.tca.2011.06.016
- [9] Glavaš, N.; Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L.; Šmuc, N.R.; Dolenec, M.; Kovac, N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 135, 119. doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013
- [10] Ortiz de Zarate, J.M., Hita, L.J., Mohamed, K., Legido, J.L., (2010). Measurement of the thermal conductivity of clays used in pelotherapy by the multi-current hot-wire technique. *Appl. Clay Sci.* 50, 423. doi:10.1016/j.clay.2010.08.012.
- [11] Knorst-Fouran, A., Casás, L.M., Legido, J.L., Coussine, C., Bessièrès, D., Plantier, F., Lagièrre, J., Dubourg, K. (2012). Influence of dilution on the thermophysical properties of Dax peloid (TERDAX (R)). *Thermochimica Acta.* 539, 34. doi.org/10.1016/j.tca.2012.03.024
- [12] Caridad V.; Ortiz de Zarate, J.M., Kayet M., Legido J.L. (2014). Thermal conductivity and density of clay pastes at various water contents for pelotherapy use. *Applied Clay Science* 93-94, 23. doi.org/10.1016/j.clay.2014.02.013

- [13] Casás, L.; Pozo, M.; Gómez, C.P.; Pozo, E.; Bessièrès, L.; Plantier, F.; Legido, J.L. (2013). Thermal behavior of mixtures of bentonitic clay and saline solutions. *Appl Clay Sci* 72, 18. doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009
- [14] Lewis, J., (1935). Thermal properties of peloids. Part II. *Arch. Med. Hydrol.* 13, 56.
- [15] Berbenni, J., (1960). Physical, physicochemical and chemical analyses of therapeutic muds. *Annali di Chimica*, 50, 560.
- [16] Prat, S, Brozeck, B., (1963). Biology and Physics of peloids. En: Licht, S., ed. Medical Hydrology. Waverly Press, Baltimore, Maryland, pp 254.
- [17] Brozek, B. (1966): "Graphic determination of the more important physical constants of peloids". *Fysiatricky a Reumatologicky Vestnik*, 44 (1), 42.
- [18] Cara, S., Carcangiu, G., Padalino, G., Palomba, M., Tamanini, M. (2000). The in pelotherapy: thermal properties of clay pastes from Sardinia (Italy) *Applied Clay Science* 16, 125. doi.org/10.1016/S0169-1317(99)00050-2
- [19] Beer, AM; Grozeva, A; Sagorchev, P; Lukanov J. (2003). Comparative study of the thermal properties of mud and peat solutions applied in clinical practice. *Biomedizinische Technik.* 48 301-305.305. doi.org/10.1515/bmte.2003.48.11.301
- [20] Veniale F, Barberis E, Carcangiu G, Morandi N, Setti M, Tamanini M, Tessie D., (2004). Formulation of muds for pelotherapy: effects of "maturation" by different mineral waters. *Appl Clay Sci.* 25(3-4):135-148. doi.org/10.1016/j.clay.2003.10.002
- [21] Cerón Loayza M.L., Raysa Furet N., Bravo Cabrejos J., Bustamante Dominguez A., Quispe Marcatoma, J., Trujillo Quinde A. (2005). Caracterización Mineralógica de los Peloides de Las Salinas de Chilca. *Revista de Investigación de Física*, 8(2), 9.
- [22] Maraver, F., Corvillo, I., Palencia, V., Armijo, F., (2004). Therapeutic muds in Spain. Text of the presentations of 3rd Symposium on Thermal Muds in Europe, Dax (France), 25-27th November 2004, pp 36.
- [23] Pozo, M., Carretero, M.I., Maraver, F., Pozo, E., Gómez, I., Armijo, F., (2013). Composition and physical-physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Applied Clay Science*, 2013; 83-84, 270. doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034
- [24] Legido, J.L., Medina, C., Mourelle L., Carretero, M.I., Pozo, M., (2007). Comparative study of the cooling rates of bentonite, sepiolite and common clays for their use in pelotherapy *Applied Clay Science* 36, 148-160. doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.014
- [25] Rebelo, M., Viseras, C., Lopez-Galindo, A., Rocha, F., Ferreira da Silva, E., (2011). Rheological and thermal characterization of peloids made of selected Portuguese geological materials. *Appl. Clay Sci.* 52, 219. doi.org/10.1016/j.clay.2011.02.018
- [26] Mato M.M., Casas L.M., Legido J.L., Gómez C., Mourelle L., Bessièrès D., Plantier F. (2017). Specific heat of mixtures of kaolin with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *J Therm bentonites Anal Calorim*, 130, 479. doi.org/10.1007/s10973-017-6227-2
- [27] Gómez C.P. (2012). Aspectos físicos de los peloides para aplicaciones en termoterapia", presenta numerosos datos de propiedades termofísica (densidad, calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica). Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- [28] Carretero, M.I., Pozo, M., Legido, J.L., Fernandez-González, M.V., Delgado, R., Gómez, I., Armijo, F., Maraver, F., (2014). Assessment of three Spanish clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 99, 131. doi.org/10.1016/j.clay.2014.06.022
- [29] Sánchez-Espejo, R., Aguzzi, C., Cerezo, P., Salcedo, I., López-Galindo, A., Viseras, C., (2014). Folk pharmaceutical formulations in western Mediterranean: Identification and safety of clays used in pelotherapy. *J. Ethnopharmacol.* 155, 810. doi.org/10.1016/j.jep.2014.06.031
- [30] Khiari, I., Mefteh, S., Sánchez-Espejo, R., Aguzzi, C., López-Galindo, A., Jamoussi, F., Viseras, C., (2014). Study of traditional Tunisian medina clays used in therapeutic and cosmetic mud-packs *Applied Clay Science* 101 141. doi.org/10.1016/j.clay.2014.07.029
- [31] Madrigal Redondo G.L., Vargas Zúñiga R., Carazo Berrocal G., Ramírez Arguedas N. (2015). Physicochemical characterization of therapeutic peloids from the surroundings of Costa Rica Arenal Volcano. *Int. J. of Pharmacy and Analytical Research* 4(4), 418.
- [32] Rosino J. (2015). Caracterización termofísica de mezclas de montmorillonita y zeolita con diferentes aguas para usos en centros termales. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- [33] Karakaya, M.C., Karakaya, N., Vural H.C., (2016). Thermal properties of some Turkish Peloids and Clay Minerals for their use in Pelotherapy. *Geomaterials*, 6(4), 71530.
- [34] Fernández Ribera C. (2017) Caracterización Termofísica de Mezclas de Algas con Bentonita y Disoluciones Salinas para usos en Centros de Talasoterapia. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.

- [35] Hernández, A.C.; Awad, M.E.; Meléndez, W.; González, G.; López-Galindo, A.; Sánchez-Espejo, R.; García-Villén, F.; Viseras, C. (2019). Colloidal and Thermal Behaviors of Some Venezuelan Kaolin Pastes for Therapeutic Applications. *Minerals*. 9, 756. doi.org/10.3390/min9120756
- [36] Armijo F., Maraver F., (2019). Arcilla vs Turba. Fase sólida de peloides, *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 35-34, 35-50. doi: 10.23853/bsehm.2019.0954
- [37] Pozo M., Armijo F., Maraver F., Zuluaga P., Ejeda J.M., Corvillo I. (2019). Variations in the Texture Profile Analysis (TPA) Properties of Clay/Mineral-Medicinal Water Mixtures for Pelotherapy: Effect of Anion Type. *Minerals* 9(3), 144. https://doi.org/10.3390/min9030144
- [38] Özyay P, Karagülle M., Karagüll Z. (2020). Chemical and mineralogical characteristics of peloids. *Turkey Environ Monit Assess* 192: 805. https://doi.org/10.1007/s10661-020-08777-2
- [39] Fernández-González, M.V, Molinero-García A., Carretero M.I., Delgado R., Martín-García J.M., (2021) Peloids prepared with three mineral-medicinal waters from spas in Granada. Their suitability for use in pelotherapy. *Applied Clay Science* 202, 105969. doi.org/10.1016/j.clay.2020.105969
- [40] Ganzaya G., Byambaja N, Batnasan B., Gania D. (2021). The general characteristics and organic matters of therapeutic mud from Lake Noot (Mongolia). *Mong. J. Chem.*, 22(48), 7. doi.org/10.5564/mjc.v22i48.1644
- [41] Peña, E. Legido J.L., Castro E., Robledo A., Salazar S., Gómez C.P., Mourelle M.L. (2021). Avances en el estudio de peloides en Colombia VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES VIII CIBAP 2023 LIBRO DE RESÚMENES Vizela, Portugal. Pp 127. ISBN: 978-84-19799-05-0.
- [42] Akimzhanova K., Sabitova A., Mussabayeva B., Kairbekov Z, Bayakhmetova B., Proch J., (2024). Chemical composition and physicochemical properties of natural therapeutic mud of Kazakhstan salt lakes: a review. *Environ Geochem Health* 46, 43. doi.org/10.1007/s10653-023-01813-3
- [43] Park C., Kim J_H., Choi W., Kim D., No S-G., Chung D., Lee H., Seo S., Seo S.M. (2024). Natural peloids originating from subsea depths of 200 m in the hupo basin, South Korea: physicochemical properties for potential pelotherapy applications, *Environ Geochem Health* 46, 240. doi.org/10.1007/s10653-024-02014-2
- [44] Fernández Marcos D. (2024) Caracterización de productos derivados de las aguas termales del Balneario de Laias para usos termoterapéuticos. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo
- [45] Kashyap A. (2024). Characterization of mixtures of clays and Nannochloropsis sp for wellness use. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.

Les perceptions des curistes de Dax et Saint-Paul-lès-Dax sur les qualités du péloïde et du soin de pélothérapie

Florine Esnault^a, Isis Saint-Martin-Duchêne^a, Sybille Ramon Dupuy^b

^a Institut du thermalisme, Université de Bordeaux. Licence professionnelle mention métiers de la santé. Management des établissements d'hydrothérapie 2024-2025

^b Institut du thermalisme, Université de Bordeaux. Licence professionnelle mention métiers de la santé. Tutrice pédagogique.

Mots-clés: Péloïde, Grand Dax, Pélothérapie, Terdax

Introduction

Une étude précédente a indiqué que 86 % des sondés dans le Grand Dax viennent principalement pour le soin de pélothérapie [1]. Afin de compléter les informations dont dispose l'entreprise Terdax, notre étude s'est orientée vers l'analyse approfondie de la perception des curistes à l'égard du péloïde et de l'application de boue. Le but est d'apporter des éléments complémentaires pour répondre aux besoins de notre commanditaire, le directeur de Terdax, fournisseur de ce produit.

Le problème est : Quelles sont les raisons de la satisfaction des curistes concernant l'application de boue et le produit péloïde.

L'objectif est : Identifier les attentes et ressentis des curistes par rapport au produit péloïde et au soin de pélothérapie.

État des connaissances

Trois types de boues [2][4][5]: Péloïdes, Boues extemporanées.

Les différents modes d'applications de boue [5][6] : Illutation (cataplasme), Bain de boue, Buses, Compresse de boue thermique.

Les orientations thérapeutiques soignées par la boue [2][5][8] : Rhumatologie.

Les bienfaits apportés par la boue [2] : Effets relaxants, Effets antalgiques, Effets anti-inflammatoires, Effets durables sans effets indésirables.

Le péloïde de Dax [7][9] : Limon de l'Adour, Fraction minérale (Eau minérale de Dax), Fraction végétale, Fraction biologique (Cyanobactéries et *Clostridium bifermentans*).

Méthodologie

Rencontre avec les professionnels :

- Le directeur de Terdax.
- L'assistante de direction du Service Tourisme Thermalisme de l'agglomération du Grand Dax.

Enquête Qualitative [3][10] :

- Création du guide d'entretien.
- Entretiens réalisés auprès de 12 curistes en cure du soir aux Thermes des Arènes et aux Thermes Sarrailh
- Enquête sur deux jours.

Enquête Quantitative :

- Conception du questionnaire.
- Distribution de 400 questionnaires dans tous les thermes du grand Dax.
- Analyse des 287 questionnaires récoltés.

Point d'étape :

- Le directeur de Terdax.
- L'assistante de direction du Service Tourisme Thermalisme de l'agglomération du Grand Dax.

Résultats

Ressenti des curistes : Verbatim les plus fréquents.

Effacité des soins : "Les soins apportent un réel soulagement et améliorent le quotidien."

Amélioration de la mobilité : "Je marche mieux et ressens moins de raideurs après la cure."

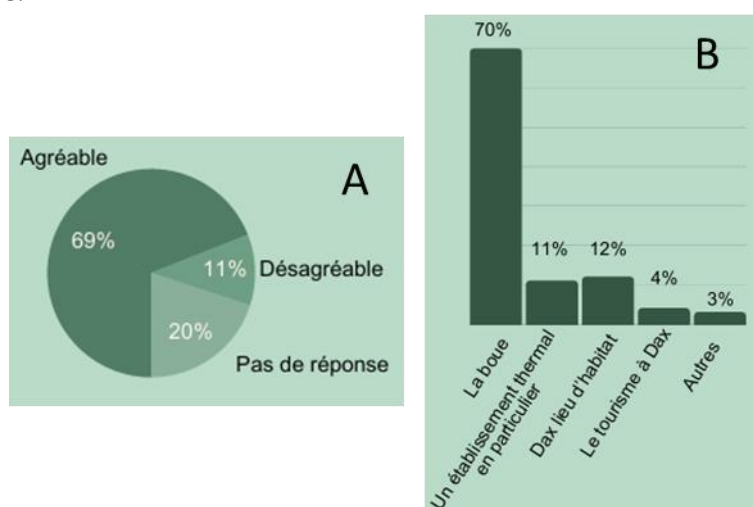


Figure 1. A) Odeur de la boue. B) La principale raison incitant les patients à venir à Dax en cure.

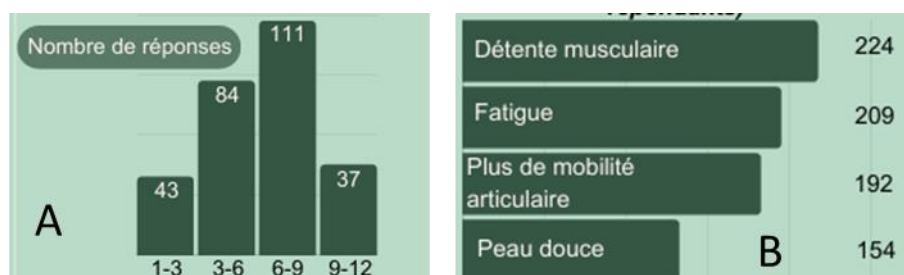


Figure 2. A) Combien de temps ont duré les effets positifs du soin de boue (en mois). B) Parmi les propositions suivantes quels effets avez-vous ressentis (en nombre de répondants).

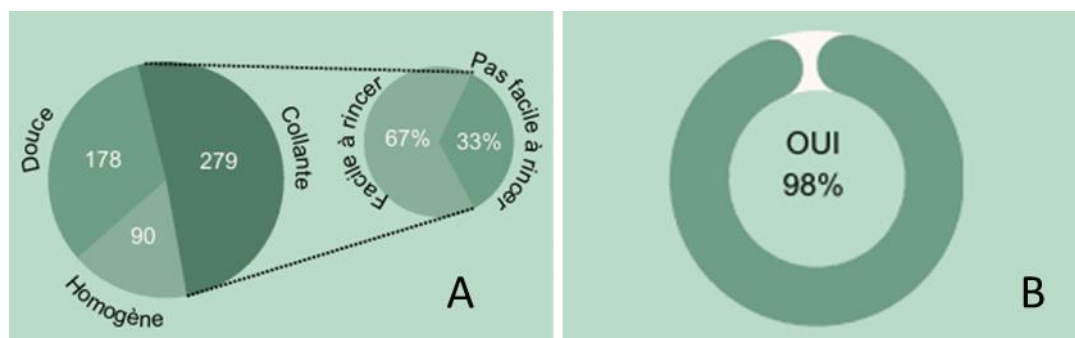


Figure 3. A) Comment qualifieriez-vous sa texture. B) Au final, êtes-vous satisfait du soin de pélothérapie.

Discussion

Principaux résultats :

- Une satisfaction globale exprimée par les curistes par rapport au produit péloïde, 98%.
- Des effets positifs ressentis pendant et après le soin de pélothérapie, 39% ressentent des effets pendant 6 à 9 mois suivant la cure.
- Quelques éléments négatifs ressortis pour certains curistes : boue difficile à rincer, odeur désagréable, 11%.

Conclusion

-Limites de l'enquête : La fermeture des thermes dès fin novembre ou décembre a limité le nombre de réponses dont nous avons besoin pour garantir la fiabilité de l'enquête.

Améliorations suggérées : Nous aurions pu commencer les enquêtes qualitatives plus tôt, ce qui nous aurait permis de préparer les questionnaires quantitatifs à temps. Nous aurions aussi pu fixer des délais aux établissements thermaux et les relancer régulièrement pour atteindre les 385 questionnaires.

Perspectives : Renforcer la communication autour du péloïde de Dax en mettant en avant son origine locale.

Nos résultats montrent en effet que les curistes sont très satisfaits de ses bienfaits dans l'ensemble.

Referencias

- [1] LPMH-Arrou-Baggio-2023-2024.
- [2] Queneau, P., Roques, C. (2018). La médecine thermique, Données scientifiques.
- [3] Thomas, A. (2017). Attentes et représentations du thermalisme en rhumatologie du point de vue des patients, Faculté de médecine de Nancy Lorraine,
- [4] Lefort, B. (1981). Historique de la station thermale de Dax. Évolution du péloïde de Dax. Thèse pour le Doctorat d'état en médecine, Université de Bordeaux 2.
- [5] Jaltel, M. (2011). Thermalisme et bien-être : De la remise en forme aux soins curatifs.
- [6] Davrainville, F., Collin, J.F., Boulange, M. (1991). Pélothérapie et étude "in vitro" de l'absorption cutanée *Journal français d'hydrologie*, Vol.22
- [7] Laporte, G.S. (1970). Etude hydrobiologique d'une boue thermo-végéto-minérale. le péloïde de dax. *Bulletin de l'association pharmaceutique française pour l'hydrologie*, (3, 87.
- [8] Roques-Latrille, R.H., François, C., Yves L., Hubert, J., Bréart, G., Lecomte, D., Bontoux, D., Falissard, B. (2023). Rapport 23-13. Rapport sur la demande de l'établissement thermal de Castéra-Verduzan (Gers) en vue de l'obtention de l'orientation thérapeutique «RHUMATOLOGIE- *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 10, Vol.207 (8), 990.
- [9] Le site de la ville de Dax: Terdax le péloïde de Dax. (2019). <https://www.dax.fr/wp-content/uploads/2019/03/terdax-le-peloide-de-dax.pdf>.

[10] Cours de BTS sur l'analyse sensorielle : BTS MECP Karine Lecomte (Cosmétologie / Biologie), BTS MHR Ludovic Spieser (Sciences et Technologies Culinaire)

Comportamiento viscoelástico de mezclas de alginato sódico con peloide Terdax® y agua mineromedicinal de Dax

A. Knorst-Fouran^a, K. Dubourg^a, L. Casás^b, J.L. Legido^{cd}

^a*Institut du Thermalisme, Université de Bordeaux. 8 Rue Sainte-Ursule, 40100 Dax, Francia.*

^b*Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, LaTEP, Pau, France.*

^c*Department of Applied Physics, University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain*

^d*Institute of Physics and Aerospace Sciences. Ourense Campus.*

E-mail: lidia.casas@univ-pau.fr

Palabras clave: Peloide, Terdax®, Dax, Alginato Sódico, Viscosidad

El peloide Terdax®, de Dax (Francia), tiene una gran tradición en el tratamiento de reumatismos y otras patologías [1-5]. Inicialmente producido de forma natural a partir de los sedimentos en las orillas del río Adour, aunque hoy en día se fabrica de forma controlada desde el año 2000. En el año 2017 los datos mostraron [4] una producción de 2.500 toneladas y se ha aplicado a 60.000 clientes de los Centros termales de la zona de Dax.

El peloide de Dax está compuesto por tres ingredientes: sedimento de la orilla del río Adour, el agua mineromedicinal de Dax y los microorganismos crecidos a partir de la propia agua termal (figura 1). Todo el proceso de obtención se realiza mediante un sistema de tipo industrial, mezclando los sedimentos tamizados con el agua mineromedicinal y los microorganismos en tanques de acero, donde se produce la maduración; para posteriormente envasarlos en sacos, que se envían a los centros termales.



Figura 1. Instalaciones de preparación del peloide Terdax en Dax. A) Visita de Auriane Knorst-Fouran, David Bessières y José Luis Legido acompañados por Pascal Counilh. B) Tanques de maduración. C) Sedimento del río de Adour, D) Zona de crecimiento de los microorganismos. E) Sacos de envasado.

Desde hace algunos años se han realizado estudios del comportamiento físico de este peloide- Así Knorst et al. en 2012 [6] realizaron un estudio del comportamiento de las propiedades térmicas de distintas diluciones en agua mineromedicinal, para analizar su posible uso de otras formas distintas a la tradicional, en emplastos. Knorst et al. 2012 [7] presentaron datos del comportamiento térmico del peloide al mezclarlo con alginato sódico. Pozo et al. (2013) [8] comparan las propiedades físico químicas del peloide Terdax® con cinco peloides naturales españoles. En el III Congreso Iberoamericano de Peloides celebrado en la Isla de San Miguel, en Azores (Portugal), Knorst et al. 2013 [9] estudiaron la reología del peloide. Por otra parte, en 2021 en Manizales (Colombia), Degos et al. [10] realizaron un análisis del comportamiento de la higienización térmica del peloide Terdax® comparados con dos barros compuestos de arcillas. En el mismo año, Maraver et al. [11] compararon las propiedades térmicas y de textura del peloide Terdax® con otros peloides que se usan en el mundo.

En este trabajo se presentan las características viscoelásticas de mezclas de agua mineromedicinal de Dax, peloide Terdax® y distintas proporciones de alginato sódico para verificar su comportamiento como espesante. El alginato sódico se suele obtener como derivado de las algas [12] y posee aplicaciones cosméticas [13].

El alginato sódico, usado en este trabajo, fue suministrado por la empresa Sigma Aldrich. Las determinaciones se realizaron con un reómetro modelo Physica MCR 101 de Anton para, que utiliza un motor síncrono de conmutación electrónica que permite la excitación del motor sin escobillas ni contacto mecánico. Para la realización del estudio se ha utilizado un husillo PP25/S de placas planas de 25 mm. La distancia de separación entre las placas para las medidas realizadas es de 1 mm. El sistema se estabiliza durante 100s. La temperatura se mantiene constante mediante efecto Peltier. Detalles del equipo se recogen en Pastoriza-Gallego et al. (2011) [14].

Las medidas se realizaron en una mezcla del peloide Terdax® y agua mineromedicinal de Dax al 50 %, a la cual se añadieron proporciones de alginato sódico de 0,2, 0,6 y 1 %. Las medidas se llevaron a cabo a la temperatura de 298.15 K y a presión atmosférica.

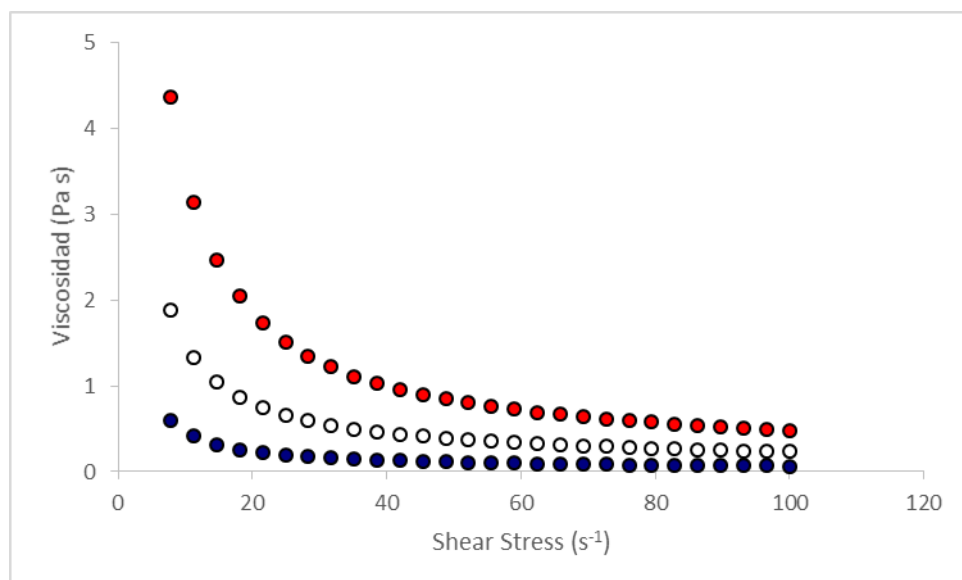


Figura 2. Viscosidad aparente a 298.15 K de las mezclas de peloide de Terdax® con agua mineromedicinal de Dax al 50 % + alginato sódico, en función de Shear Stress. Puntos oscuros 0,2 % de alginato sódico, puntos claros 0,6 % de alginato sódico y puntos rojos 1 % de alginato sódico.

En la figura 2 se muestra el comportamiento de la viscosidad aparente frente a *shear rate*, observándose un incremento de la viscosidad al aumentar la concentración de alginato sódico. Los valores a *shear rate* de 10 s^{-1} oscilan entre $0,4\text{ Pa}\cdot\text{s}$ y $3\text{ Pa}\cdot\text{s}$ a concentraciones de $0,2\%$ y 1% ; en el caso de *shear rate* de 100 s^{-1} la variación entre las mismas concentraciones es $0,06\text{ Pa}\cdot\text{s}$ y $0,47\text{ Pa}\cdot\text{s}$.

Referencias

- [1] Laporte, G., (1966). Contribution à l'étude d'une boue médicinale. Le péloïde de Dax. Thesis (doctoral), Université de Paris.
- [2] Laporte, G. (1970). Etude hydrobiologique d'une boue thermo-végéto-minérale : le péloïde de dax. *Bull. Assoc. Pharm. Hydrol.* 3, 87-104.
- [3] Counilh, P, Gibert, J-L., López, N., (1996), L'exploitation des ressources thermales à Dax, *La Houille Blanche*, 4, pp. 27.
- [4] Coudrona, F., Counilha, P. (2017). Le Peloïde De Dax. Libro de resúmenes del V Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 23.
- [5] Bauduer, F. (2023). The history of balneology in the city of Dax (France) : a brief review summarizing the key steps of a 2000-year saga. *La Presse thermique et climatique*. 1(160e), pp160.
- [6] Knorst-Fouran, A., Martínez-Casás, L., Legido, J.L., Coussine, C., Cézac, C., Bessièrès, D. Plantier, F., Lagièrre, J., Dubourg, K. (2012) Influence of sodium alginate on the thermophysical properties of diluted Dax peloid (Terdax). *Balnea*, 6, pp. 303. ISSN: 978-84-669-3482-4.
- [7] Knorst-Fouran, A., Casás, L.M., Legido, J.L., Coussine, C., Bessièrès, D., Plantier, F., Lagièrre, J., Dubourg, K. (2012). Influence of dilution on the thermophysical properties of Dax peloid (TERDAX). *Thermochimica Acta*. 539, 34. doi.org/10.1016/j.tca.2012.03.024.
- [8] Knorst-Fouran, A., Legido, J.L., Gómez, C.P., Casás, L.M., Mourelle, L. (2013). Comportamiento viscoelástico del peloide de Dax (TERDAX®). III Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 317.
- [9] Pozo, M., Carretero, M.I., Maraver, F., Pozo, E., Gómez, I., Armijo, F., (2013). Composition and physical-physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Applied Clay Science*, 2013; 83-84, 270. doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034 .
- [10] Degos, T., Dubourg, K., Labarthe, S., Bauduer, F. (2021). Heat hygienization of therapeutic muds VII Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 47.
- [11] Maraver, F., Armijo, F., Fernandez-Toran, M.A., Armijo, O., Ejeda, J.M., Vazquez, I., Corvillo I., Torres-Piles S. (2021). Peloids as Thermo-therapeutic Agents, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 1965. doi.org/10.3390/ijerph18041965.
- [12] Mourelle, L., Gómez, C.P., Legido, J.L. (2021). Role of Algal Derived Compounds in Pharmaceuticals and Cosmetics (Chapter 19). In: Recent Advances in Micro and Macroalgal Processing: Food and Health Perspectives (Book Editors: Gaurav Rajauria, Yvonne V. Yuan). <https://doi.org/10.1002/9781119542650.ch19>.
- [13] Masiukovich, T., Natobidze, K., Mosidze, E., Tsurtssumia, I. (2022). Prospects of use of preparations containing minerals cosmetology. INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE (Tbilisi, Georgia). pp73.
- [14] Pastoriza-Gallego, M.J., Lugo, L., Legido, J.L., Piñeiro, M.M. (2011). Thermal conductivity and viscosity measurements of ethylene glycol-based Al_2O_3 nanofluids *Nanoscale Res. Lett.*, 6, 221.

Aplicación de peloides en Balneario de Archena

María del Carmen Valenzuela Rico^a, Guillermo Martínez Hernández^a, Xabier Espinilla^a

^aBalneario de Archena. Archena. Murcia
E-mail: mcvalenzuela@balneariodearchena.com

Palabras claves: Agua mineromedicinal, arcilla, peloides, aplicación.

Un peloide es un producto natural que se forma a partir de una combinación de materiales orgánicos e inorgánicos junto con agua de mar, de lagos salados o agua mineral-medical, tras un proceso de maduración. Se puede usar en diversas áreas del cuerpo o en todo él, ya sea a través de mascarillas, emplastos o incluso en baños parciales o completos, con propósitos terapéuticos o estéticos. Generalmente, se aplica caliente, y el material utilizado ayuda a retener el calor, que también actúa como un agente terapéutico.

Existen revisiones centradas en la composición, propiedades y aplicaciones de los peloides, especialmente aquellos que contienen arcillas.

Los peloides utilizados en Balneario de Archena están constituidos por una fase líquida y una sólida.

La fase líquida consiste en un agua mineromedicinal caracterizándose por su composición en un agua hipotermal de mineralización fuerte, clorurada sódica, sulfurada, estas aguas son utilizadas para patología musculoesquelética, respiratoria y dermatológica.

La fase sólida está compuesta por bentonita, cuya mineralogía se detalla de la siguiente manera: montmorillonita (>80%), cuarzo (4-5%), feldespato (4-5%) y dolomita (1%). En términos de composición química, los componentes son: SiO₂ (55,5%), MgO (18,1%), Al₂O₃ (3,2%), Na₂O (3,7%), CaO (1,8%), K₂O (1,8%), Fe₂O₃ (1,5%), TiO₂ (0,37%) y MnO₂ (0,008%), con un contenido de materia orgánica (PP a 1000 °C) del 7,6%

La mezcla de estas fases se lleva a cabo mediante un proceso mecánico de amasado.

El agua del manantial emerge a una temperatura de 52 °C, mientras que los lodos se aplican a 45 °C. Estudios de curva de temperatura han demostrado que la temperatura de los lodos desciende a 42 °C tras una aplicación de 15 minutos.

Los lodos se aplican en las articulaciones, pudiendo ser de forma local (en 1 o 2 articulaciones) o general (en todas las articulaciones). Las áreas de aplicación se determinan en función de la patología del paciente y las contraindicaciones asociadas.

Se ha llevado a cabo una recopilación de datos sobre el número de lodos aplicados durante un periodo de dos años, desde enero de 2023 hasta diciembre de 2024, así como las patologías más comunes para las cuales se han utilizado.

Se diferenciarán las aplicaciones en lodo general, lodo local, lodo general con baño de hidromasaje, lodo local con baño de hidromasaje, lodo general con baño sin hidromasaje y lodo local con baño sin hidromasaje. Además, se clasificará si estas técnicas están incluidas en un forfait o no.

Otro parámetro a considerar es la nacionalidad de los pacientes que acuden al balneario para recibir tratamiento con lodos, así como su estatus de alojamiento, es decir, si se encuentran alojados en las instalaciones o no.

Referencias:

- (1) Carretero, M. I., Pozo, M., Martín-Rubí, J. A., Pozo, E., & Maraver, F. (2010). Mobility of elements in interaction between artificial sweat and peloids used in Spanish spas. *Applied Clay Science*, 48(3), 506–515. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.02.016>
- (2) Pozo, M., Carretero, M. I., Maraver, F., Pozo, E., Gómez, I., Armijo, F., & Rubí, J. A. M. (2013). Composition and physico-chemical properties of peloids used in Spanish spas: A comparative study. *Applied Clay Science*, 83–84, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034>
- (3) Fernández-González, M. V., Martín-García, J. M., Delgado, G., Párraga, J., Carretero, M. I., & Delgado, R. (2017). Physical properties of peloids prepared with medicinal mineral waters from Lanjarón Spa (Granada, Spain). *Applied Clay Science*, 135, 465–474. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.10.034>
- (4) Carretero, M. I. (2020). Clays in pelotherapy. A review. Part I: Mineralogy, chemistry, physical and physicochemical properties. In *Applied Clay Science* (Vol. 189). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105526>

Avances en el estudio de un sistema remoto para la determinación del calor específico de peloides en un microcalorímetro Calvet

J. Franco^a, C.P. Gómez^a, M.M. Mato^a

^a *Department of Applied Physics. University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain.*

E-mail: carmengomez@uvigo.gal

Palabras clave: Microcalorímetro Calvet, Calor Específico, Sistemas Remotos, Peloides.

El microcalorímetro Calvet es un dispositivo que permite el estudio de numerosos procesos físico-químicos-biológicos tanto de larga como de corta duración temporal. La estructura del microcalorímetro esta descrita en Calvet y Prat (1963) [1] y consta básicamente de un sistema termostático de recintos múltiples y un sistema detector. El termostato aneroide, está constituido por cinco cilindros concéntricos de aluminio, separados entre sí por capas de aislante térmico del mismo espesor, para mantener la temperatura en su interior. El calorímetro dispone de una resistencia eléctrica calefactora, conectada a un termómetro de contacto que está controlado por un regulador electrónico de temperatura.

El sistema detector está formado por dos termopilas idénticas, conectadas en oposición rodeadas por dos piezas troncocónicas de aluminio, para el reparto equitativo de calor. El sistema permite que las perturbaciones externas lleguen por igual a las dos células de medidas (célula laboratorio y célula testigo). La parte detectora de las células produce una fuerza electromotriz efecto Seebeck y está constituida por 800 termopares, mientras que la parte compensadora la componen 200 termopares, para compensar, por efecto Peltier, el calor absorbido o producido en la experiencia.

Las termopilas son accesibles desde el exterior a través de dos orificios cilíndricos, paralelos entre sí, que van desde la parte superior del microcalorímetro hasta el recinto interno. La gran distancia que separa los termopares de la entrada permite minimizar los efectos de conducción calorífica hacia el exterior. La adquisición de datos se produce por efecto de los termopares como fuerza electromotriz (efecto Seebeck), que se puede transmitir a cualquier dispositivo electrónico de medida de diferencia de potencial eléctrico.

El microcalorímetro Calvet se puede utilizar para la medida del calor específico de materiales diversos que se introducen en el interior de una célula de medida de entre 8 y 10 cm³, la base del proceso está descrita en Paz Andrade et al. 1966 [2], realizando las determinaciones utilizando una fuente de potencia eléctrica Setaram EJP30, que a través del efecto Peltier que produce una pequeña variación de temperatura en la celda de medida (Calvet y Prat 1963) [1], comparando los termogramas con dos patrones se evalúa el calor específico mediante la comparación de las áreas de los termogramas.

El sistema se ha utilizado para la medida del calor específico de peloides [3-5], obteniendo resultados con incertidumbres inferiores al 4%.

La utilización remota de una experiencia microcalorimétrica permite el seguimiento continuo de los datos desde cualquier punto, sin necesidad de la presencia en el laboratorio. En un trabajo previo [6] se ha iniciado los estudios para la adaptación del microcalorímetro a las conexiones del sistema remoto.

En este trabajo, presentamos avances en sistemas automatizados de adquisición de datos utilizando una interfaz remota conectada a un microcalorímetro. El sistema integra tecnologías de hardware y software de última generación para mejorar la recopilación, transmisión y visualización de datos.

El sistema de adquisición de datos emplea un microvoltímetro para medir diferencias de potencial eléctrico, conectado mediante RS232 a un microcontrolador ESP32. El ESP32, conocido por su bajo costo y alto rendimiento, ofrece conectividad Wi-Fi y Bluetooth, lo que lo hace ideal para aplicaciones de IoT (*Internet of Things*) [7]. Se ha instalado una versión modificada del firmware de código abierto Tasmota en el ESP32, permitiendo la comunicación en serie con el microvoltímetro. Tasmota, diseñado inicialmente para dispositivos ESP8266 y ESP32, permite una configuración flexible y una gestión eficiente del hardware conectado [8].

Los datos se transmiten a un servidor remoto utilizando el protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). MQTT es un protocolo de mensajería ligero basado en el paradigma de publicación-suscripción, optimizado para entornos con ancho de banda limitado y alta latencia. Es ampliamente utilizado en sistemas IoT debido a su eficiencia y fiabilidad en la transmisión de pequeños paquetes de datos [9].

Un sistema de IoT conecta dispositivos físicos con sensores y actuadores a través de redes de comunicación, permitiendo el intercambio de datos y su análisis en tiempo real [10]. Estos sistemas están diseñados para ser autónomos, eficientes y escalables, con aplicaciones en diversos sectores como la salud, la industria, el hogar inteligente y la investigación científica. El IoT facilita la automatización y optimización de procesos al integrar sensores avanzados con plataformas de análisis y visualización en la nube, mejorando la toma de decisiones basada en datos.

Una vez recibidos, los datos se almacenan en una base de datos estructurada SQL (*Structured Query Language*) que almacena datos estructurados en tablas con filas y columnas, utilizando el lenguaje SQL para su gestión. Se caracterizan por su flexibilidad, facilidad de uso e integración con diversos lenguajes de programación. Son ideales para datos estructurados, aplicaciones críticas e inteligencia empresarial, asegurando la integridad y coherencia de los datos [11].

Los datos almacenados son accesibles para los usuarios a través de un frontend web desarrollado con Angular, una plataforma moderna para la creación de aplicaciones de una sola página (SPAs) dinámicas y receptivas [12]. Construido sobre TypeScript, Angular ofrece un framework estructurado para desarrollar aplicaciones escalables y mantenibles. Permite actualizaciones en tiempo real e interacciones fluidas con el usuario, mejorando significativamente la usabilidad de la interfaz.

El frontend mediante el uso de una API Rest, permite a los usuarios monitorear experimentos en tiempo real, revisar experimentos anteriores y realizar análisis detallados de los datos registrados. Se integran funciones como filtrado, edición y herramientas de visualización de datos para facilitar la gestión y la interpretación eficiente de los mismos. Estas capacidades proporcionan una plataforma integral para gestionar los datos microcalorimétricos, mejorando el flujo de trabajo experimental en general.

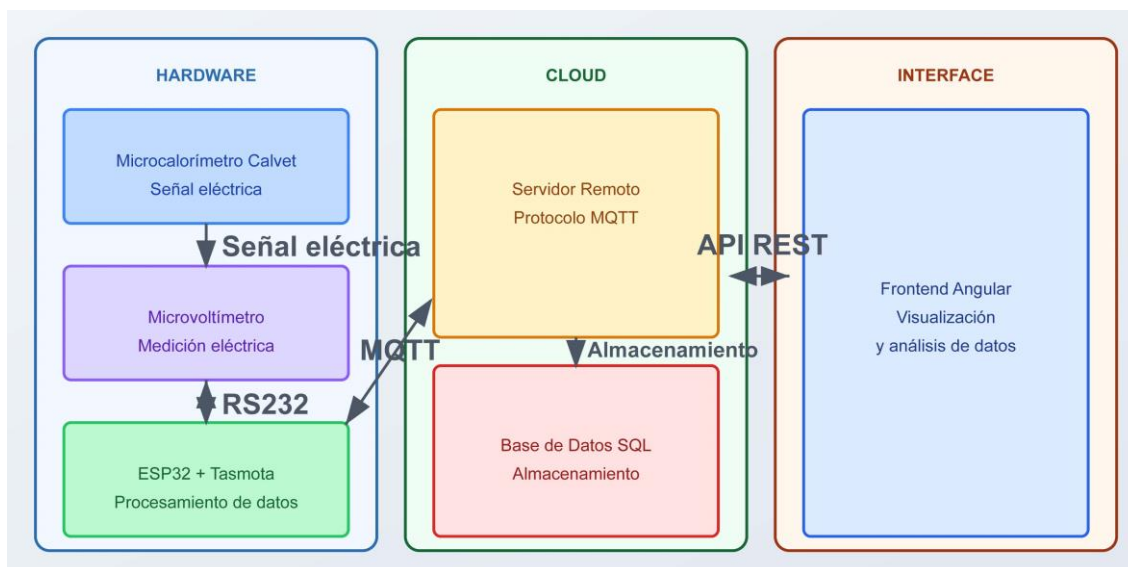


Figura 1. Arquitectura del sistema de adquisición de datos.

En la Figura 2 se muestran algunos resultados de la medida de calores específicos comparados con los obtenidos con el calorímetro Setaram BT 2.15 a determinados a la misma temperatura [13-15].

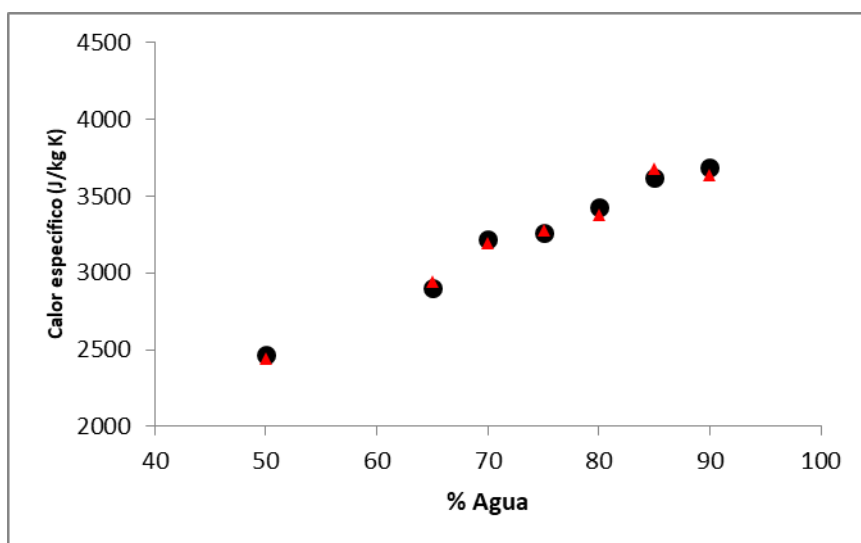


Figura 2. Comparación de los calores específicos determinados con el microcalorímetro Calvet y los determinados con el calorímetro Setaram BT 2.15 [7-9].

Agradecimientos. Agradecemos el apoyo financiero brindado por el proyecto GRC-ED431C 2024/25 Z424 de la "Xunta de Galicia" de España. Este proyecto está cofinanciado con fondos FEDER.

Referencias

- [1] Calvet, E.; Prat, H. (1963). Recent Progress in Microcalorimetry; Pergamon Press: Oxford.
- [2] Paz Andrade M.I., Paz J.M., Recacho E. (1970). Contribución a la microcalorimetría de los calores específicos de Sólidos y Líquidos. Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química Serie B Química. 12, 961-967.

- [3] Glavaš, N.; Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L.; Šmuc, N.R.; Dolenc, M.; Kovac, N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 135, 119–128. doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013
- [4] Portalatín M.J., Gómez C.P., Mourelle M.L., Legido, J.L. (2017). Caracterización termofísica de los peloides de Arnedillo. Estudio preliminar del proceso de maduración Congreso Iberoamericano de Peloides (CIBAP 2017), Balneario El Raposo. ISBN: 978-84-16989-70-6.
- [5] Gómez C.P., Mourelle M.L., Mato M.M., Iglesias T.P., Fernández Marcos M.D., Casás L., Legido J.L. (2019). Estudio de peloides para usos en el Balneario de Laias. Congreso Iberoamericano de Peloides (CIBAP 2019), Neuquen. ISBN: 978-84-18471-01-8
- [6] Franco, J; Carrera, D; Gómez, C.P; Mato, M; Legido, J.L. (2013) XXXIV Reunión Bienal de la Sociedad Española de Física, Valencia.
- [7] Espressif Systems. (2025). *ESP32 Technical Reference Manual*. Disponible en: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf [consultado 21 de enero de 2025].
- [8] Tasmota Documentation. (2025). *Overview of Tasmota Firmware*. [Web], Disponible en: <https://tasmota.github.io/docs/> [consultado 21 de enero de 2025].
- [9] Acevedo Hernandez, Guillermo Alexander & Ardila, Omar. (2024). Desarrollo de un sistema electrónico para comunicación remota en dispositivos industriales Modbus RTU a través de MQTT. REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA). 1. 44-50. 10.24054/rcta.v1i43.2800.
- [10] Damirova, Javida & Musayeva, Laman. (2022). INTERNET OF THINGS. PAHTEI-Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions. 13. 33-43. 10.36962/PAHTEI13022022-33.
- [11] Microsoft Azure, ¿Qué es un SQL Database? [Web], Disponible en: <https://azure.microsoft.com/es-es/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-sql-database/> [consultado 21 de enero de 2025].
- [12] Angular Documentation. (2025). *Guía para desarrolladores de Angular*. [Web], Disponible en: <https://v17.angular.io/docs> [consultado 21 de enero de 2025].
- [13] Casás, L.; Pozo, M.; Gómez, C.P.; Pozo, E.; Bessièrès, L.; Plantier, F.; Legido, J.L. (2013). Thermal behavior of mixtures of bentonitic clay and saline solutions. *Appl Clay Sci* 72, 18. doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009
- [14] Mato M.M., Casas L.M., Legido J.L., Gómez C., Mourelle L., Bessièrès D., Plantier F. (2017). Specific heat of mixtures of kaolin with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *J Therm bentonites Anal Calorim*, 130, 479. doi.org/10.1007/s10973-017-6227-2
- [15] Casás, L.M., Legido, J.L., Pozo, M., Mourelle, L., Plantier, F., Bessièrès, D. (2011). Specific heat of mixtures of bentonitic clay with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *Thermochimica Acta* 524, 68. doi.org/10.1016/j.tca.2011.06.016.

Innovación en el diseño de peloides en el Balneario de Laias

M.D. Fernández Marcos^a, A. Kashyap^b, C.P. Gómez^b

^a *Balneario de Laias. Grupo Caldaria. Ourense.*

^b *Departamento de Física Aplicada. Universidad de Vigo. España.*

E-mail: dolores.fernandez@caldaria.es

Palabras clave: Peloides, Propiedades Termofísicas, Balneario de Laias, Agua Mineromedicinal.

En los últimos años el Balneario de Laias [1,5] viene desarrollando peloides elaborados con su agua mineromedicinal tanto para usos terapéuticos como cosméticos. Recientemente se ha defendido una tesis doctoral [6] en la que se mostraron las características de productos termales elaborados a partir del agua mineromedicinal del Balneario de Laias; en las investigaciones llevadas cabo se probaron distintas mezclas para la obtención de productos derivados para su posibles usos cosméticos y terapéuticos, todos ellos elaborados con el agua mineromedicinal del balneario.

Las surgencias de agua mineromedicinal de Laias están ubicadas en la parroquia del mismo nombre, perteneciente al ayuntamiento ourensano de Cenlle, en el margen derecho del Río Miño. En el año 2001 la Fundación San Rosendo inaugura un nuevo Hotel-Balneario, iniciando una nueva etapa en la gestión del recurso tanto hidrológico, como turístico y paisajístico, con el fin de promocionar y potenciar la zona con el principal fin de atender el turismo de salud. Durante los 23 años de andadura, las instalaciones balnearias y las instalaciones hoteleras se consideran un único establecimiento cuyo objetivo es que el termalista perciba la calidad global del servicio, tanto en el ámbito de la salud desde el cuidado higiénico y la atención especializada para la prescripción de la cura termal hasta los servicios hoteleros y de restauración, incluyendo actividades relacionadas con la riqueza medioambiental que rodea al establecimiento. En la figura 1 se muestra una imagen del balneario en la actualidad.

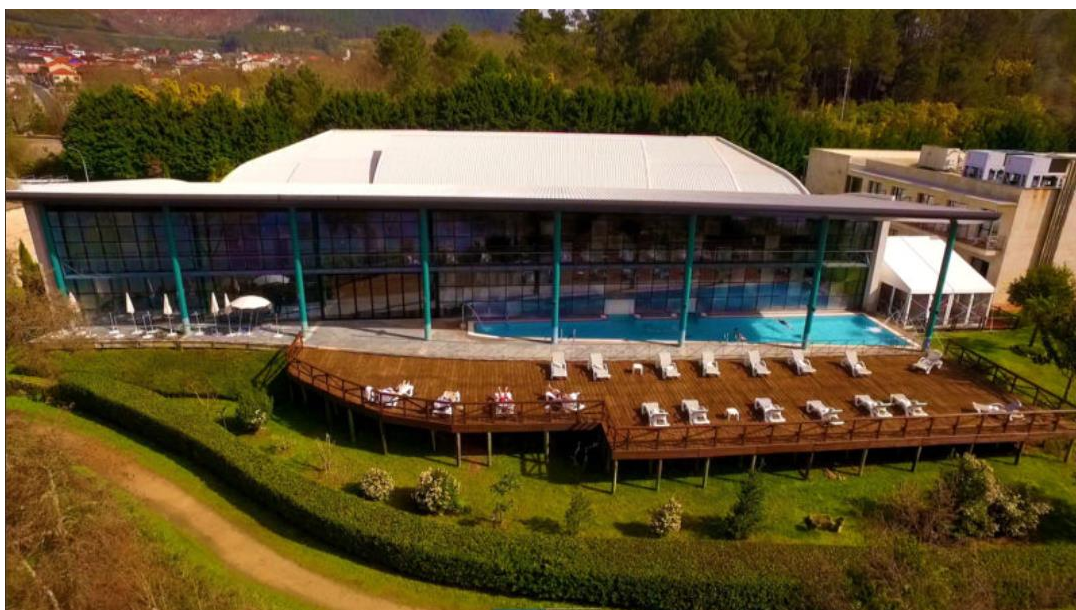


Figura 1. Balneario de Laias, a la orilla del río Miño en Ourense.

El agua mineromedicinal del balneario de Laias se clasifica como hipertermal en función de su temperatura, ya que emerge a 47,3 °C. Según su dureza se clasifica como muy blanda, siendo un agua de mineralización media. Según su composición es sulfurada con iones predominantes bicarbonato y sodio. Su pH a temperatura de manantial es de 7,58. Su conductividad (a 20 °C) es de 910 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El residuo seco a 180 °C es de 547 mg/L [7]. Las propiedades físicas del agua a 298,15 K son: densidad 1.005 kg/m³, calor específico 4.160 J/kg·K, conductividad térmica 0,605 W/m·K y difusividad térmica $1,45 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$.

La base de los peloides diseñados en el balneario es el agua mineromedicinal, la cual se mezcló con arcillas y microalgas para generar peloides termales. Las arcillas utilizadas fueron bentonita [8] y caolín [9]; y las microalgas *Chlorella* sp [10] y *Nannochloropsis* sp [11]. Las arcillas son muy adecuadas para la elaboración de peloides [12] por sus propiedades fisicoquímicas y mineralógicas, también las microalgas [13] ya que aportan numerosos compuestos bioactivos.

En las investigaciones realizadas se estudiaron las propiedades termofísicas para las posibles aplicaciones termoterapéuticas y cosméticas (densidad, calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica). Las medidas se realizaron con el siguiente equipamiento: la densidad se ha determinado utilizando una técnica picnométrica [14], la conductividad térmica mediante el uso de un conductímetro KD2 Pro [15], el calor específico se determina utilizando un microcalorímetro Calvet [16] y la difusividad térmica se evalúa a partir de la densidad, el calor específico y la conductividad térmica [17].

Las mezclas ternarias preparadas con bentonita + *Chlorella* sp + agua mineromedicinal y caolín + *Nannochloropsis* sp + agua mineromedicinal. Los resultados muestran una disminución de la densidad al aumentar la concentración de agua, un aumento al aumentar la concentración de arcilla y un ligero aumento con la concentración de microalgas (1.050 kg/m³ y 1.200 kg/m³); el calor específico aumenta con la concentración de agua y disminuye con la concentración de arcillas y microalgas (3.400 J/kg·K y 2.500 J/kg·K); la conductividad térmica disminuye ligeramente con la concentración de agua y aumenta con la concentración de arcillas, y las microalgas producen la disminución de la conductividad (0,55 W/m·K y 0,7 W/m·K). Las mezclas con menor difusividad térmica son las de bentonita + microalga + agua mineromedicinal con valor de $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$.

En los resultados se observa que la bentonita y la microalga se mezclan con una mayor proporción de agua; por otra parte, las propiedades termofísicas en las mezclas ternarias de las dos microalgas son similares. Las mezclas de bentonita + *Chlorella* sp + agua mineromedicinal son las más apropiadas para aplicaciones termales.

Agradecimientos. Agradecemos el apoyo financiero brindado por el proyecto GRC-ED431C 2024/25 Z424 de la "Xunta de Galicia" de España. Este proyecto está cofinanciado con fondos FEDER.

Referencias

- [1] Gómez C.P., Fernández Marcos M.D., Mourelle M.L., Mato Corzón M.M., Casás L., Legido J.L. (2019). Propiedades termofísicas de peloides para su uso en el balneario de Laias. La investigación del grupo especializado de termodinámica de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química. 8, 193. ISBN 978-84-17776-74-9,
- [2] Fernández Marcos M.D., Gómez C.P., Casas L., Mato M.M., Mourelle M.L., Legido J.L. (2018). Thermal behavior of a mixture with mineral water from Laias Spa for thermotherapy. Congreso: II ANNUAL MEETING CINBIO "Novel methods for diagnosis and therapy in biomedicine". Vigo.
- [3] Gómez C.P., Mourelle M.L., Mato M.M., Iglesias T.P., Fernández Marcos M.D., Casas L., Legido J.L. (2020). Estudio de peloides para usos en el Balneario de Laias. LIBRO DE PROCEEDINGS CIBAP 2019. 85. ISBN: 978-84-18471-01-8

- [4] Fernández Marcos M.D., Mourelle M. L., Mato M. M., Casás L., Legido J. L. (2021). Thermophysical study of a peloid with mineral water from the Laias SPA. Congreso: 45th ISMH. Dax.
- [5] Fernández Marcos M.D., Gómez C.P., Casas L., Mato M.M., Mourelle M.L., Legido J.L. (2018). Thermal behavior of a mixture with mineral water from Laias Spa for thermotherapy. Congreso: II ANNUAL MEETING CINBIO “Novel methods for diagnosis and therapy in biomedicine”. Vigo.
- [6] Fernández Marcos D. (2024) Caracterización de productos derivados de las aguas termales del Balneario de Laias para usos termoterapéuticos. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- [7] Maraver F, Vázquez I.; Armijo F. (2020). Vademécum II de aguas minero medicinales españolas. Ed Complutense.
- [8] Casás, L.M., Legido, J.L., Pozo, M., Mourelle, L., Plantier, F., Bessièrès, D. (2011). Specific heat of mixtures of bentonitic clay with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *Thermochimica Acta* 524, 68. doi.org/10.1016/j.tca.2011.06.016
- [9] Mato M.M., Casas L.M., Legido J.L., Gómez C., Mourelle L., Bessièrès D., Plantier F. (2017). Specific heat of mixtures of kaolin with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *J Therm bentonites Anal Calorim*, 130, 479. doi.org/10.1007/s10973-017-6227-2
- [10] Legido J.L., Mourelle, L.M., Gómez C.P. (2015). Influence of microalgae in the thermal properties of peloids. *Balnea*. 10, 241. ISBN: 978-84-606-9368-0
- [11] Legido J.L., Mourelle M.L., Torres J., Martín M.C., Fernández C., Gómez C.P. (2013). Caracterización termofísica de mezclas de arcilla, aguas mineromedicinales y microalgas. Libro de abstracts del III Congreso Iberoamericano de Peloides. pp 111.
- [12] Carretero, M.I. (2020). Clays in pelotherapy. A review. Part II: Organic compounds, microbiology and medical applications. *Appl. Clay Sci.* 189, 105531.
- [13] Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L. Microalgal Peloids for Cosmetic and Wellness Uses. *Mar Drugs*. 2021, 26, 19(12):666. doi: 10.3390/md19120666
- [14] Caridad V.; Ortiz de Zarate, J.M., Kayet M., Legido J.L. (2014). Thermal conductivity and density of clay pastes at various water contents for pelotherapy use. *Applied Clay Science* 93-94, 23. doi.org/10.1016/j.clay.2014.02.013
- [15] Knorst-Fouran, A., Casás, L.M., Legido, J.L., Coussine, C., Bessièrès, D., Plantier, F., Lagière, J., Dubourg, K. (2012). Influence of dilution on the thermophysical properties of Dax peloid (TERDAX (R)). *Thermochimica Acta*. 539, 34. doi.org/10.1016/j.tca.2012.03.024
- [16] Glavaš, N.; Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L.; Šmuc, N.R.; Dolenc, M.; Kovac, N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 135, 119. doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013
- [17] Casás, L.; Pozo, M.; Gómez, C.P.; Pozo, E.; Bessièrès, L.; Plantier, F.; Legido, J.L. (2013). Thermal behavior of mixtures of bentonitic clay and saline solutions. *Appl Clay Sci* 72, 18. doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009.

Peloides de México

Juan Jesús Piña Leyte-Vidal^{a,b}, Lourdes Mourelle Mosqueira^c, Nadia Valentina Martínez Villegas^a

^a*División de Geociencias Aplicadas, IPICYT, Camino a la Presa San José 2055, Lomas 4a Sección, San Luis Potosí, S.L.P., 78216, México.*

^b*Facultad de Química, Universidad de La Habana, Zapata S/N, Vedado, La Habana, 10400, Cuba.*

^c*Faculty of Science, University of Vigo, Lagoas S/N, 32004 Ourense, Vigo, Spain*
mail: juan.pina@ipicyt.edu.mx

Palabras clave: peloides, México, ambientes de formación,

México cuenta con una larga tradición en el uso de peloides, que se remonta a la época precolombina. Existen registros de que los mayas empleaban lodos de color blanco en baños terapéuticos para el tratamiento de afecciones cutáneas. El Códice Tro-Cortesiano (Códice Madrid) [1] menciona la práctica de baños de vapor seguida de aplicaciones de lodo, lo que sugiere un conocimiento ancestral sobre sus beneficios para la piel.

Los yacimientos de peloides están distribuidos a lo largo del territorio mexicano. La intensa actividad volcánica del país favorece la presencia de aguas termales y la formación de diversos tipos de peloides. En función del ambiente geológico de formación, es posible encontrar peloides de origen hidrotermal, lacustre, fluvial y salino, así como aquellos asociados a sistemas volcánicos o hidrotermales de alta temperatura (volcanes de lodos).

En la actualidad, el auge de la cultura del cuidado de la piel (*skincare*) ha impulsado la comercialización de arcillas con fines dermatológicos o peloides deshidratados, convirtiéndolos en un producto altamente demandado, especialmente en spas y el turismo de bienestar.

A lo largo del Cinturón Volcánico Transmexicano se concentran la mayoría de los yacimientos de peloides de origen hidrotermal y de alta temperatura, como los volcanes de lodo. En el campo volcánico Michoacán-Guanajuato, por ejemplo, se encuentra la zona geotérmica de Los Azufres, caracterizada por numerosos afloramientos de aguas termales y peloides hidrotermales de alta temperatura.

Los peloides formados en ambientes fluviales se localizan principalmente en los estados de Oaxaca y Guerrero, mientras que aquellos generados en lagos y salinas se encuentran predominantemente en la región de Río Lagartos, Yucatán.

La composición química, mineralógica y radioquímica de los peloides mexicanos es sumamente variada debido a la complejidad geológica del país. No obstante, la geoquímica de cada yacimiento refleja las características del entorno en el que se formaron. Los volcanes de lodo, por ejemplo, se encuentran en proximidad a sistemas hidrotermales de alta temperatura, donde la alteración hidrotermal de las rocas superficiales da lugar a lodos con composiciones geoquímicas cercanas a las de su material parental. Ejemplos de estos yacimientos incluyen Los Negritos (Michoacán) y El Salitral (Veracruz), separados por más de 700 km.

Los peloides de México, empleados desde tiempos mayas hasta la actualidad, representan un recurso con un enorme potencial terapéutico y científico, cuyo estudio aún está en desarrollo.

Referencias

[1] Fahrensen, F., & Matul, D. (2007). *Códice de Madrid = Tz'ib' rech Madrid = Codex Tro-Cortesiano: Reproducción* (M. Raxulew, Trad.). Liga Maya Guatemala; Amanuense Editorial.

Estudio del barro del Balneario de El Raposo con microalgas y ácido rosmarínico

P. Pereiro^a, L. Mourelle^a, M.C. Martín de la Cruz^b, I. Cortés^c

^a Department of Applied Physics. University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain

^b CIM_ECIMAT. Universidad de Vigo. Illa de Toralla s/n, 36331, Vigo, Spain

^c Balneario El Raposo. Raposo, s/n, 06392 El Raposo, Badajoz, Spain.

E-mail: lmourelle@uvigo.gal

Palabras clave: Microalgas, ácido rosmarínico, Propiedades Termofísicas, Balneario de El Raposo.

Resumen

Los peloides son agentes terapéuticos utilizados en centros termales para el tratamiento de diversas dolencias, principalmente enfermedades reumatológicas, lesiones deportivas y trastornos dermatológicos. Para mejorar el efecto antiinflamatorio de un peloide, se pueden añadir algas, microalgas, plantas y extractos. Este es el caso del peloide experimental del balneario termal El Raposo, al que se le añadió la microalga *Monoraphidium Pusillum* y un extracto de plantas medicinales formado fundamentalmente por ácido rosmarínico natural para mejorar las propiedades del peloide. En este trabajo se describe el proceso de desarrollo del nuevo peloide y se estudian las propiedades termofísicas. Los resultados del trabajo permitirán el diseño de productos idóneos para su uso en termalismo.

Introducción

El Balneario del El Raposo tiene entre sus tratamientos el uso de barros termales (peloides) que a lo largo de los años ha ido mejorando mediante la realización de distintos proyectos de investigación. Por ejemplo, en un reciente trabajo Hinchado et al. (2024) [1], han puesto evidencias de la aplicación del peloide del Balneario de El Raposo enriquecido con agentes externos, basándose también en los estudios de aplicaciones del peloide en dicho Balneario [2,3].



Figura 1. Tanque de maduración de peloides del Balneario de El Raposo.

El conocimiento de las propiedades termofísicas, tiene gran interés en el diseño de los peloides [4,5], ya que informan de su idoneidad para las aplicaciones termoterapéuticas. Por otra parte la introducción de agentes externos a un peloide natural puede mejorar los valores de las propiedades físicas y añadir compuestos bioactivos que mejoran la eficacia en las aplicaciones terapéuticas.

El uso de microalgas o cianobacterias en la meduración de un peloide ya se usa en el caso del denominado Terdax [6] utilizado en la región de Dax en Francia. La presencia de microorganismo favorece la maduración del peloide y reduce notablemente tiempo que tiene que permanecer en el tanque de maduración.

En este trabajo se ha utilizado una microalga del propio balneario *Monoraphidium Pusillum* (Printz) Komárková-Legnorová, extraída de la zona donde se producía el barro original. También se le á añadido al peloide un compuesto bioactivo en este Acido Rosmarinico procedente de la extracción de plantas medicinales, también del propio Balneario.

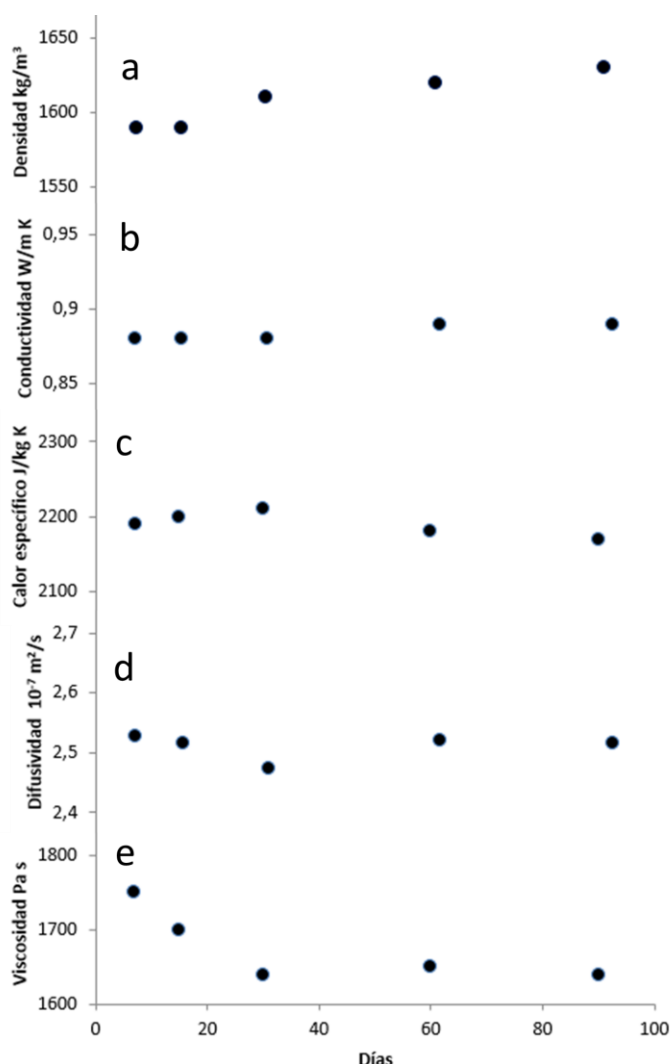


Figura 2. Comportamiento de las propiedades termofísicas de con los días de maduración. a) Densidad, b) Conductividad térmica, c) Calor específico, d) Difusivida térmica, e) Viscosidad.

Materiales

Para la preparación del peloide se ha utilizado el agua mineromedicinal del Balneario y la tierra arcillosa del propio Balneario, que en una proporción de 35% de sólido y 65% de agua se introducen en un tanque de maduración (Figura 1), posteriormente se introduce la microalga crecida en el agua mineromedicinal en una proporción del 1%; finalizada y antes de la aplicación del peloide se introduce el compuesto bioactivo (ácido rosmarinico) en una proporción del 0,5%.

La microalga se crecen en fotobiorreactores verticales con control de pH mediante la inyección de CO₂.

Métodos.

Las propiedades termofísicas determinadas son la densidad, el calor específico, la conductividad térmica, la difusividad térmica y la viscosidad.

La densidad de los peloides se determinó mediante técnicas picnométricas [7], la conductividad térmica se midió usando el analizador de propiedades térmicas KD2 Pro [8], el calor específico se determina utilizando un microcalorímetro Calvet [9], la difusividad térmica se evalúa a partir de la densidad, el calor específico y la conductividad térmica como se describe en Casas et al. 2013 [4] y la viscosidad mediante un reómetro rotacional Schott Visco Easy 1.0 [8].

Las medidas de las propiedades se realizaron a distintos tiempos de maduración (0, 7, 15, 30, 60 y 90 días), para determinar el tiempo óptimo de maduración.

Resultados

En la Figura 2 se muestran el comportamiento de las propiedades termofísicas en función de los tiempos de maduración. Como se puede observar en la figura a partir de los 30 días la propiedades presentan un comportamiento similar. Las propiedades físicas cuando se añade el 0,5% del ácido Rosmarinico presentan una fluctuación inferior al 1%.

Con estos datos podemos inferir que el tiempo óptimo de maduración es de 30 días, y que el ácido Rosmarinico añadido mantiene los valores de las propiedades termofísicas.

Conclusiones

El peloide madurado con la adición de la microalga durante 30 días y con un 0,5% de ácido Rosmarinico, presentan unas propiedades térmicas aptas para las aplicaciones termoterapéuticas si las comparamos con otros peloides usados en centros termales [4-7,9-11], también la viscosidad en los valores del peloide original utilizado mediante pincelación.

Agradecimientos. Esta investigación fue financiada por el Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (CDTI), Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (ES) para el proyecto de investigación y desarrollo “Desarrollo de nuevos peloides fortificados para uso en crenoterapia de patologías osteoarticulares”, código IDI-20210448.

Referencias

- [1] Hinchado, M.D., Gálvez, I., Otero, E., Fermín C., López-Jurado, Legido J.L., Sánchez Muñoz-Torrero J.M., Ortega, E., Torres-Piles, S. (2024). Balneotherapy (Mud-Bath Therapy) with a Peloid Enriched with Rosmarinic Acid Enhances Clinical Outcomes and Innate Immune Benefits in Elderly Patients with Osteoarthritis: A Pilot Study. *Appl. Sci.* 14, 12017. <https://doi.org/10.3390/app142412017>.
- [2] Gálvez I, Torres-Piles S, Ortega E (2018) Innate/inflammatory bioregulation and clinical effectiveness of whole-body hyperthermia (balneotherapy) in elderly patients with osteoarthritis. *Int J Hyperth* 35(1):340.

- [3] Ortega E, Gálvez I, Hinchado MD, Guerrero J, Martín-Cordero L, Torres Piles S (2017) Anti-inflammatory effect as a mechanism of effectiveness underlying the clinical benefits of pelotherapy in osteoarthritis patients: regulation of the altered inflammatory and stress feedback response. *Int J Biometeorol* 61(10):1777.
- [4] Casás, L.; Pozo, M.; Gómez, C.P.; Pozo, E.; Bessièrès, L.; Plantier, F.; Legido, J.L. (2013). Thermal behavior of mixtures of bentonitic clay and saline solutions. *Appl Clay Sci* 72, 18. doi.org/10.1016/j.clay.2012.12.009.
- [5] Mato M.M., Casas L.M., Legido J.L., Gómez C., Mourelle L., Bessièrès D., Plantier F. (2017). Specific heat of mixtures of kaolin with sea water or distilled water for their use in thermotherapy. *J Therm bentonites Anal Calorim*, 130, 479. doi.org/10.1007/s10973-017-6227-2
- [6] Knorst-Fouran, A., Casás, L.M., Legido, J.L., Coussine, C., Bessièrès, D., Plantier, F., Lagière, J., Dubourg, K. (2012). Influence of dilution on the thermophysical properties of Dax peloid (TERDAX (R)). *Thermochimica Acta*. 539, 34. doi.org/10.1016/j.tca.2012.03.024
- [7] Caridad V.; Ortiz de Zarat, J.M., Kayet M., Legido J.L. (2014). Thermal conductivity and density of clay pastes at various water contents for pelotherapy use. *Applied Clay Science* 93-94, 23-27. doi.org/10.1016/j.clay.2014.02.013
- [8] Pastoriza-Gallego, M.; Lugo, L.; Legido, J.; Piñeiro, M. (2011). Thermal conductivity and viscosity measurements of ethylene glycol-based Al₂O₃ nanofluids. *Nanoscale Res Lett* 6, 1-11. doi.org/10.1186/1556-276X-6-221
- [9] Glavaš, N.; Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L.; Šmuc, N.R.; Dolenec, M.; Kovac, N. (2017). The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Appl. Clay Sci.* 135, 119–128. doi.org/10.1016/j.clay.2016.09.013
- [10] Legido, J.L., Medina, C., Mourelle L., Carretero, M.I., Pozo, M., (2007). Comparative study of the cooling rates of bentonite, sepiolite and common clays for their use in pelotherapy *Applied Clay Science* 36, 148-160. doi.org/10.1016/j.clay.2006.06.014
- [11] Carretero, M.I., Pozo, M., Legido, J.L., Fernández-González, M.V., Delgado, R., Gómez, I., Armijo, F., Maraver, F., (2014). Assessment of three Spanish clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 99, 131. doi.org/10.1016/j.clay.2014.06.022.

Comparación de las propiedades termofísicas de los peloides de América Latina

E. Peña^a, C.P. Gómez^b, M.M. Mato^b, T.P. Iglesias^b

^a *Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Caldas. Manizales. Colombia*

^b *Departamento de Física Aplicada. Universidad de Vigo. España*

E-mail: eder.pena@ucaldas.edu.co

Palabras clave: Peloides, Propiedades Termofísicas, América Latina.

En muchos de los países de América Latina existen zonas que poseen tanto peloides termales en uso, como posibles peloides para aplicaciones peloterápicas, así en Argentina [1-3] los de Copahue y Carhue, Brasil [4] el Black Mud de Peruibe, Perú [5] las lagunas salinas de Chilca, Colombia [6-8] zonas volcánicas del Caribe y termales de la zona de Caldas, Venezuela [9] en la zona de Guayana en el Estado de Bolívar, Costa Rica [10] la zona del volcán Arenal y Cuba la zona del Pinar del Río.[11]. En los últimos años también se han celebrado dos congresos Iberoamericanos de Peloides (CIBAP) en Neuquén Argentina en el año 2019 y en Manizales Colombia en el año 2021, en los cuales se puso de manifiesto el interés de los peloides por parte de numerosos investigadores.

En este trabajo compararemos las propiedades termofísicas de 5 países Latinoamericanos Argentina, Brasil, Perú, Colombia, Venezuela y Costa Rica. Los datos se obtienen de las publicaciones Maraver et al. 2021 [12], Armijo y Maraver [13], Gouvêa et al. [4] (2021), Cerón Loayza et al. 2005 [5], Peña et al. 2023 [6], Madrigal Redondo et al. 2015 [7]; estos datos corresponden a las propiedades densidad, calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica.

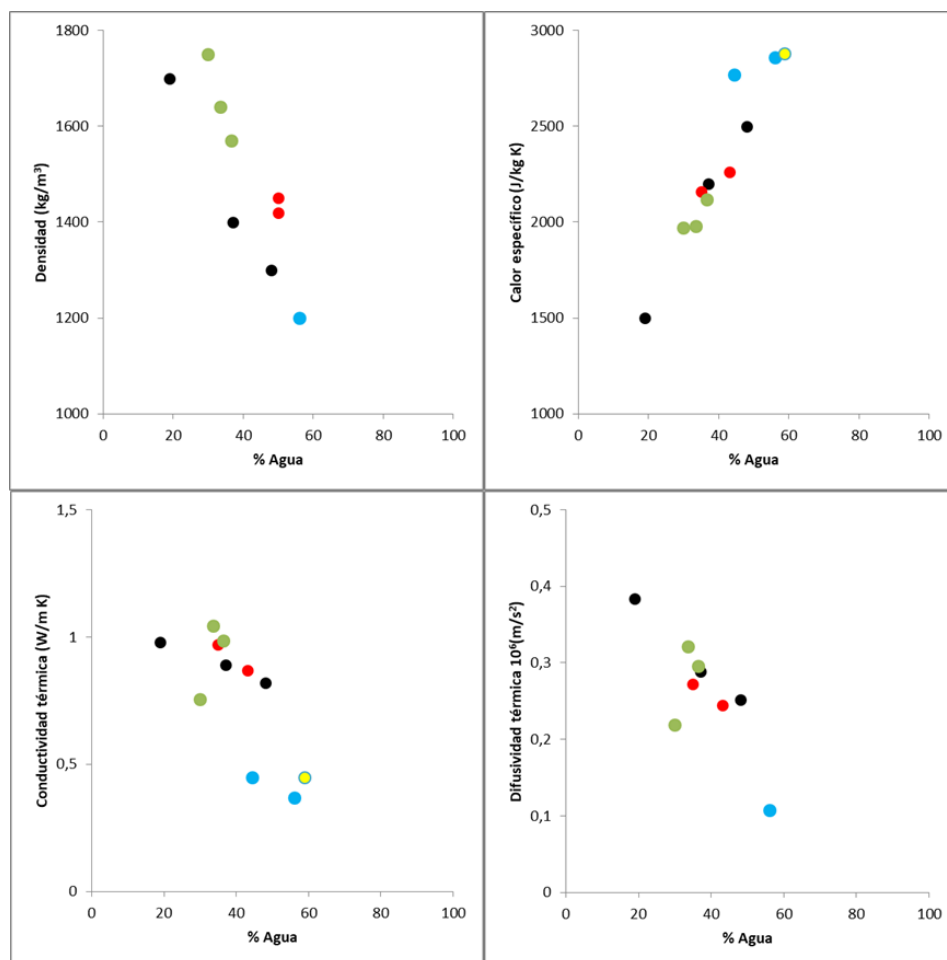


Figura 1. Comportamiento de las propiedades termofísicas de los peloides de América Latina en función de la concentración de agua. a) Densidad, b) Calor específico, c) Conductividad térmica, d) Difusividad térmica. Puntos negros peloides de Perú; rojos de Costa Rica; verdes de Colombia; azules de Argentina y amarillos de Brasil.

En la figura 1 se muestran los datos de las propiedades termofísicas de los peloides de Perú, Costa Rica, Colombia, Argentina y Brasil. Como se pueden observar estos datos se adaptan al comportamiento general de las propiedades termofísicas de los peloides publicados.

Agradecimientos. Agradecemos el apoyo financiero brindado por el proyecto ED431C 2020/06 V055 de la "Xunta de Galicia" de España. Este proyecto está cofinanciado con fondos FEDER.

Referencias

- [1] Baschini, M.; Pettinari, G.; Vallés, J.; Aguzzi, C.; Cerezo, P.; López-Galindo, A.; Setti, M.; Viseras, C. (2010). Suitability of natural sulphur-rich muds from Copahue (Argentina) for use as semisolid health care products. *Appl. Clay Sci.*, 49, 205. doi:10.1016/j.clay.2010.05.008
- [2] Armijo, F., Carbajo, J.M., Vazquez, I., Corvillo, I., Ubogi, J. Gasparri, E.A., Maraver, F. (2014). Therapeutic Carhue peloid. Physical characteristics. *J Jpn Soc Balneol Climatol Phys Med* 77 (5), 445.
- [3] Armijo, F., Ubogui, J., Corvillo, I., Monasterio, A.M., Maraver, F. (2008). Estudio de los peloides de las termas de Copahue (Neuquén, Argentina): características y propiedades. *Balnea*, 4, 143. ISBN: 978-84-669-2981-3.
- [4] Gouvêa, P.; Britschka, Z.; Gomes, C.; Queiroz, N.; Salvador, P.; Silva, P. (2021) Evaluation of the Use of Sterilized and Non-Sterilized Peruibe Black Mudin Patients with Knee Osteoarthritis, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 1666. doi.org/10.3390/ijerph18041666

- [5] Cerón Loayza M.L., Raysa Furet N., Bravo Cabrejos J., Bustamante Dominguez A., Quispe Marcatoma, J., Trujillo Quinde A. (2005). Caracterización Mineralógica de los Peloides de Las Salinas de Chilca. *Revista de Investigación de Física*, 8(2), 9.
- [6] Di Luccio D., D., Banda Guerra, I.M., Correa Valero, L.E., Morales Giraldo, D.F., Maggi, S., Palmisano, M., (2021). Physical and geochemical characteristics of land mud volcanoes along Colombia's Caribbean coast and their societal impacts. *Science of the Total Environment* 759 144225. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144225
- [7] Peña, E. Legido J.L., Castro E., Robledo A., Salazar S., Gómez C.P., Mourelle M.L. (2021). Avances en el estudio de peloides en Colombia VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES VIII CIBAP 2023 LIBRO DE RESÚMENES Vizela, Portugal. Pp 127. ISBN: 978-84-19799-05-0.
- [8] Palmisano M., Balassone G., Maggid G., Arenas A., Banda Guerra I.B., Correa Valero L.E., Mondillo F.I., Morales Giraldo D.F., Mormone A., Pellino A. Putzolu F., Di Luccio D. (2024). Geochemistry and mineralogy of muds and thermal waters from mud volcanoes in the NW Caribbean Coast of Colombia and their potential for pelotherapy *Catena*. 235, 107621. doi.org/10.1016/j.catena.2023.107621.
- [9] Hernández, A.C.; Awad, M.E.; Meléndez, W.; González, G.; López-Galindo, A.; Sánchez-Espejo, R.; García-Villén, F.; Viseras, C. (2019). Colloidal and Thermal Behaviors of Some Venezuelan Kaolin Pastes for Therapeutic Applications. *Minerals*. 9, 756. doi.org/10.3390/min9120756
- [10] Madrigal Redondo G.L., Vargas Zúñiga R., Carazo Berrocal G., Ramírez Arguedas N. (2015). Physicochemical characterization of therapeutic peloids from the surroundings of Costa Rica Arenal Volcano. *Int. J. of Pharmacy and Analytical Research* 4(4), 418..
- [11] Suarez Munoz, M., Melian Rodriguez, C., Gelen Rudnikas, A., Díaz Rizo O., Martínez-Santos M., Ruiz-Romera E., Fagundo Castillo J.R., Pérez-Gramatges A. Martínez-Villegas N.V., Blanco Padilla D., Hernández Díaz R., González-Hernández P. (2015). Physicochemical characterization, elemental speciation and hydrogeochemical modeling of river and peloid sediments used for therapeutic uses. *Appl. Clay Sci.*, 104, 36. doi.org/10.1016/j.clay.2014.11.029.
- [12] Maraver F., Armijo F., Fernandez-Toran M.A., Armijo O., Ejeda J.M., Vazquez I., Corvillo I., Torres-Piles S. (2021). Peloids as Thermotherapeutic Agents, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 1965. doi.org/10.3390/ijerph18041965.
- [13] Armijo F., Maraver F., (2019). Arcilla vs Turba. Fase sólida de peloides, *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 35-34, 35-50. doi: 10.23853/bsehm.2019.0954

Aplicaciones de peloides marinos en el Talaso Atlántico

V. Seoane^a, S. Ramos^a, L. Mourelle^b, M.M. Mato^b, T.P. Iglesias^b

^a *Talaso Atlántico, As Mariñas, Mougás, 36309 - Oia (Pontevedra). Spain*

^b *Department of Applied Physics. University of Vigo. Lagoas-Marcosende 36310. Vigo. Spain*
E-mail: lmourelle@uvigo.gal.

Palabras clave: Peloides, Microalgas, Talasoterapia, Agua de mar.

Los peloides marinos [1] están formados por mezclas en donde el componente principal es el agua de mar o lago salado, mezclada con otros componentes de origen marino, bien sedimentos inorgánicos u orgánicos que se forman en los fondos marinos y también microorganismos como las microalgas. Los limos marinos tienen aplicaciones tanto en talasoterapia como en cosmética y se suelen usar en centros de talasoterapia, aunque también existen de forma natural en muchas zonas costeras de mares o lagos salados.

El agua de mar [2] engloba todas las disoluciones marinas con salinidades bajas, medias y altas. La salinidad nos indica la concentración iónica del agua de mar, siendo la salinidad habitual en la superficie de los océanos 35 (35 gramos de sales por kg de agua), pero existen muchas aguas hipersalinas, una de las más conocidas es la del mar muerto con una salinidad de aproximadamente 340. De los 88 componentes que contiene el agua de mar podemos destacar cloruros, sodio, magnesio, sulfatos, calcio, etc., pero se encuentran otros en menores proporciones y todos ellos tienen su importancia en la talasoterapia y la cosmética. El pH es ligeramente alcalino entre 7,5 y 8,5 en función de la temperatura y la salinidad.

El agua de mar contiene gran cantidad de microorganismos, que en muchos casos van a formar parte de la composición del peloide, jugando un papel importante en los procesos de maduración, así las microalgas se están usando en muchos centros de talasoterapia como parte del limo marino.

Otra parte importante de los limos marinos es el sustrato sólido, siendo la parte inorgánica la formada por compuestos minerales (en algunos casos arcillas) y la orgánica formada por restos sobre todo de algas que le aportan gran cantidad de sustancias bioactivas. Las arcillas como el caolín o las esmectitas [3] se están usando en los centros de talasoterapia mezcladas con agua de mar con buenos resultados. También las microalgas [4] como *Nannochloropsis* sp. o *Tetraselmis* sp. se suelen añadir a los peloides marinos, utilizándose en el proceso de maduración añadiéndose como ingrediente adicional de la mezcla.

Las sales minerales del agua de mar [5] constituyen el factor diferencial de las aplicaciones terapéuticas y cosméticas en los centros de talasoterapia; en muchos casos su uso puede permitir reconstruir productos hipersalinos con beneficios específicos.

En el mundo existen numerosos peloides marinos naturales [3, 6-16], tanto en zonas costeras de los océanos y mares, como en lagos salados, algunos de ellos hipersalinos. Como ejemplos se pueden citar el Mar Muerto, la costa atlántica de Portugal, España, Francia o Islandia, el mar Negro, la costa del Adriático y otras costas del Mediterráneo en Turquía, Grecia, Italia, España, Francia y Túnez. En América, podemos destacar la costa de Cuba, Brasil o los lagos salados de Argentina.

En trabajos anteriores [17-18] se presentaron los primeros ensayos de peloides en el Talaso Atlántico, utilizando el agua de mar de la captación que se realiza en la costa Atlántica a una distancia de 1000 m. En esta comunicación se presentan nuevas experiencias de agua de mar con microalgas (*Nannochloropsis* sp. o *Tetraselmis* sp.) y arcillas (bentonita y caolín).

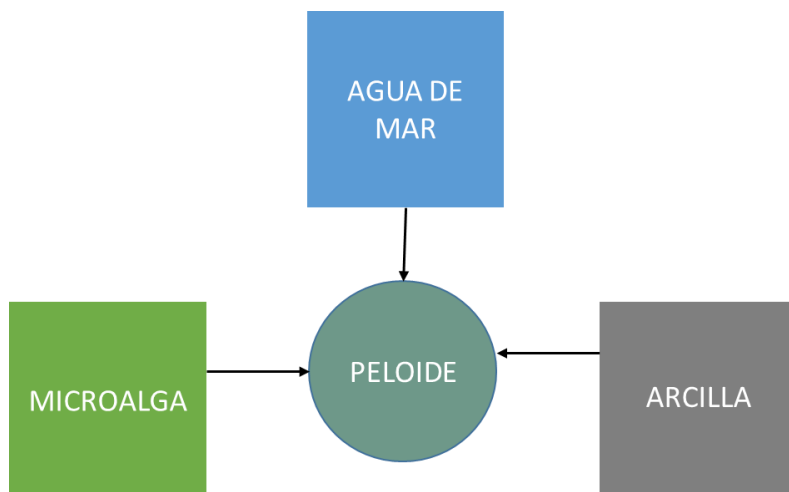


Figura 1. Esquema de la mezcla de los ingredientes del peloide.

El peloide se prepara con el agua de mar a 35 °C, la microalga descongelada y la arcilla (figura 1); después de la agitación se deja reposar a baño maría durante 30 minutos. En la figura 2 se muestra la forma de aplicación mediante masaje con las manos en las piernas, después se envuelve el paciente con un plástico biodegradable durante 20 minutos. Finalmente, se retira con una ducha a presión con agua de mar, por último, se aplica una ducha de agua dulce. En la figura 3 se muestra como se aplica con gasa y posteriormente con papel de aluminio.

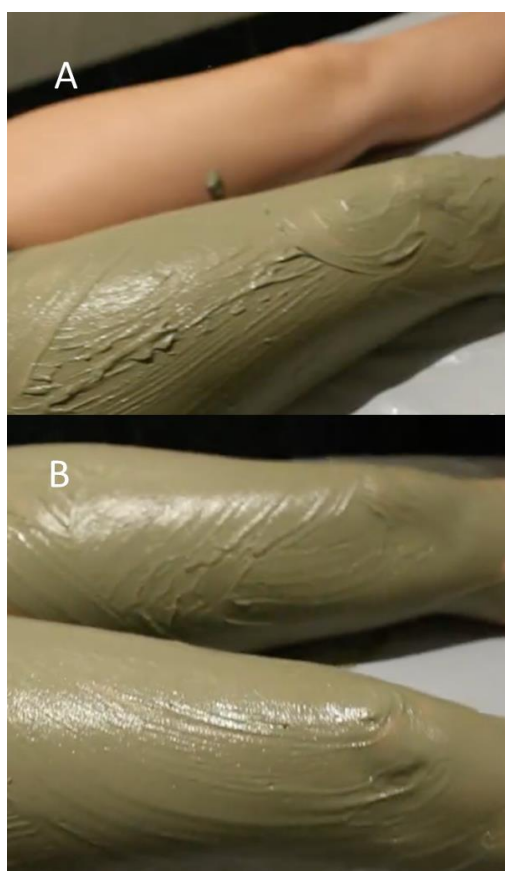


Figura 2. A) Aplicación del peloide en una pierna. B) Aplicación del peloide en las dos piernas



Figura 3. A) Aplicación del peloide con gasa. B) Aplicación del peloide con gasa + aluminio

Referencias

- [1] Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L. (2021). Microalgal Peloids for Cosmetic and Wellness Uses. *Mar Drugs*. 26, 19(12), 666. doi: 10.3390/md19120666.
- [2] Legido, J.L., Gómez, C.P. (2025). Seawater: Composition, Physical and Chemical Properties. En *Thalassotherapy and Cosmeceuticals*; Editores: Mourelle M.L., Kalasariya, H.S.; Aquatic Sciences series, CRC Press.
- [3] Jamoussi F., Fakhfakh E., Mefteh S., Khiari I., Medhioub M., Viséras C., Lopez Galindo A.(2023). Use of Tunisian clay in thalassotherapy. *Scientific Research Abstracts Euroclay 2023*. 14, 124. ISSN 2464-9147.
- [4] Mourelle L, Gómez C.P.,L. Legido, J.L. (2017) The Potential Use of Marine Microalgae and Cyanobacteria in Cosmetics and Thalassotherapy. *Cosmetics*. 4, 46. doi:10.3390/cosmetics4040046
- [5] Gomes, C.S.F.; Fernandes, J.V.; Fernandes, F.V.; Silva, J.B.P. Salt Mineral Water and Thalassotherapy. In: *Minerals Latu Sensu and Human Health*, 1st ed.; C. Gomes, C. and M. Rautureau, M., eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2021; Chapter 16, pp. 631–656. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65706-2_16.
- [6] Abu-Shakra M, Mayer A, Friger M, Harari M. (2014). Dead Sea mud packs for chronic low back pain. *Isr Med Assoc J*. 16(9), 574-577.
- [7] Pestereva, N.M.; Khechumyan, A.F.; Udovenko, I.L.; Bekhterev, V.N. (2016). The application of climatic therapy in the health resorts of the Black Sea coast of the Caucasus: the current state-of-the-art and the prospects for the further development. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 93(3):56-61. (in Russian). doi: 10.17116/kurort2016356-61.
- [8] Glavaš, N.; Mourelle, M.L.; Gómez, C.P.; Legido, J.L.; Šmuc, N.R.; Dolenec, M.; Kovac, N. (2017) The mineralogical, geochemical, and thermophysical characterization of healing saline mud for use in pelotherapy. *Appl. Clay Sci*. 135, 119–128.
- [9] Bigovic, M.; Pantović, S.; Milašević, I.; Ivanović, L.; Djurović, D.; Slavić, V.; Popovic, M.; Vrvic, M.; Roganovic, M. (2019). Organic composition of Igalo Bay peloid (Montenegro). *IJTK* 2019, 18, 837–848.
- [10] Özay, P.; Karagülle, M.; Kardeş, S.; Karagülle, M.Z. Chemical and mineralogical characteristics of peloids in Turkey. *Environ Monit Assess*. 2020, 192(12):805. doi: 10.1007/s10661-020-08777-2.

- [11] Komar, D.; Dolenec, T.; Dolenec, M.; Vrhovnik, P.; Lojen, S.; Belak, Ž.L.; Kniewald, G.; Šmuc, N.R. (2015). Physico chemical and geochemical characterization of Makirina Bay peloid mud and its evaluation for potential use in balneotherapy (N Dalmatia, Republic of Croatia). *Indian J. Tradit. Knowl.* 14, 5–12.
- [12] McGlue, M.M., Ellis, G.S., and Cohen, A.S., (2015) Modern muds of Laguna Mar Chiquita (Argentina): Particle size and organic matter geochemical trends from a large saline lake in the thick-skinned Andean foreland. In: *Paying Attention to Mudrocks: Priceless!*; Larsen, D., Egenhoff, S.O., and Fishman, N.S., eds. Geological Society of America Special Paper 515, p. 1–18, doi:10.1130/2015.2515(01)
- [13] Pozo, M.; Carretero, M.I.; Maraver, F.; Pozo, E.; Gómez, I.; Armijo, F.; Martín-Rubí, J.A. (2013). Composition and physico-chemical properties of peloids used in Spanish spas: A comparative study. *Appl. Clay Sci.* 83, 270. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.034>
- [14] da Silva, P. S. C.; Torrecilha, J. K.; Gouvea, P. F. D.; Maduar, M.F.; de Oliveira, S. M. B.; Scapin, M. A. Chemical and radiological characterization of Peruibe Black Mud. *Appl. Clay Sci.* 2015, 118, 221–230.
- [15] Piña-Leyte-Vidal, J.J.; González-Hernández, P.; Suárez-Muñoz, M.; Aguilar-Carrillo, J.; Cházaro-Ruiz, L.F.; Hernández-Mendoza, H.; Díaz Rizo, O.; Díaz López, C.; Melián-Rodríguez, C.; Martínez-Villegas, N. (2023). The sinks of rare earth elements in peloids from hydrothermal, estuarine, coastal, and saline formation environments from Cuba. *Appl. Clay Sci.* 242:107038. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2023.107038>
- [16] Gomes CSF, Silva JBP, Viegas Fernandes J, Viegas Fernandes FM. (2019). Thalassotherapy in Porto Santo Island of the Madeira Archipelago: facts and prospects. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 34, 1, 9. DOI: 10.23853/bsehm.2019.0953
- [17] Seoane V., Ramos S., Gómez CP., Mourelle ML., Legido J.L (2017). Experiencias con limos marinos en el Talaso Atlántico. V Congreso Iberoamericano de Peloides. pp167. ISBN: 978-84-16989-70-6.
- [18] Ramos S., Seoane V., Gómez CP., Mourelle ML., Legido J.L (2021). Nuevas experiencias con peloides en el Talaso Atlántico. VII Congreso Iberoamericano de Peloides. pp121. ISBN: 978-84-18471-97-1.

6. Resumen de los CIBAPs desde su inicio hasta 2025

Congreso Iberoamericano de Peloides

Sociedad Iberoamericana de Peloides

El congreso Iberoamericano de Peloides se inicia de Baiona en el Talaso Atlántico [1], organizado por la Universidad de Vigo del 4 al 7 de noviembre de 2007, con una participación de 60 investigadores de 25 instituciones, con 10 conferencias invitadas y 20 comunicaciones. Fue organizado por José Luis Legido Soto y María Lourdes Mourelle Mosqueira de la Universidad de Vigo. Entre los participantes destacamos a Francisco Maraver de la Universidad Complutense de Madrid, Ana Monasterio y Javier Ubogui de Argentina, Marcos Untura Filho de Brasil, Rosa Meijide de la Universidad de A Coruña, María Isabel Carretero de la Universidad de Sevilla, Manuel Pozo de la Universidad Autónoma de Madrid, César Viseras de la Universidad de Granada y Francisco Armijo de la Escuela de Hidrología Médica de Madrid.

El segundo congreso se celebró del 14 al 16 de julio de 2010 en Lanjarón [2], Granada, organizado por Francisco Maraver y M^a Isabel Carretero, en el que se presentaron 28 conferencias y 24 comunicaciones como posters. La conferencia inaugural la pronunció Müfit Zeki Karagülle de la Universidad de Estambul, participando, entre otros, Celso Gomes de la Universidad de Aveiro, Frederico Teixeira de la Universidad de Coimbra, Fernando Rocha de la Universidad de Aveiro, Ana Monasterio de Argentina, Marcos Untura de Brasil, Manuel Pozo y Rafael Delgado de la Universidad de Granada.



Figura 1. Portada del libro de actas de los congresos de 2007 y 2010.

El tercer congreso se celebró en Ponta Delgada, isla de San Miguel de Azores [3], entre el 1 y el 7 de octubre de 2013, organizado por João Carlos Nunes, João Baptista Silva y Celso Figueiredo Gomes del Instituto de Innovación Tecnológica de Azores y la Universidad de Aveiro, presentándose 32 conferencias y 21 posters. El congreso se inició con la conferencia “Estado del arte de los mecanismos de acción de los peloides” de Francisco Maraver. Participaron entre otros M^a Isabel, Frederico Teixeira, Paula Sá Pereira del Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária de Portugal, que presentó “Universos paralelos en estado líquido”, Pedro Cantista Presidente de la Sociedad Portuguesa de Hidrología Médica, José Manuel Sousa Lobo de la Universidad de Oporto, José Martins Carvalho del Instituto Politécnico de Oporto y José Cavaleiro de la Universidad de Aveiro.

El cuarto congreso se celebró en el Balneario de Caldas de Boí [4], entre el 1 y el 3 de octubre de 2015, organizado por Francisco Maraver y Lorena Vela, presentándose 45 conferencias y 20 pósteres. El congreso comenzó con la conferencia de Antonella Fioravanti de Azienda Ospedaliera Universitaria Senese, participando también Christian François Roques de la Universidad de Toulouse, Frederico Teixeira de la Facultad de Medicina de la Universidad de Coimbra, Jaume Baró Aylón, Silvia Torres y Eduardo Ortega de la Universidad de Extremadura, I. Koleva, N. Krastev y R. Yoshinov de la Universidad de Sofía, Bulgaria, Celso Gomes, Francisco Armijo M^a Isabel Carretero, Manuel Pozo, J. Martins-Carballo, Rosa Meijide y Luis Ovejero.



Figura 2. Portada del libro de actas de los congresos de 2013 y 2015.

El quinto congreso se celebró en el Balneario de El Raposo [5], entre el 11 y el 14 de junio de 2017, organizado por Ignacio Cortés Moro y José Luis Legido Soto; en él se presentaron 3 conferencias plenarias, 14 conferencias, 16 ponencias y 17 pósteres. En el congreso participaron Fabrizio Caldara del Centro Studi Termali Pietro d'Abano (Italia), Pascal Counilh director adjunto de la Autoridad del Agua del Municipio de Dax (Francia), Nives Kovac de la Estación de Biología Marina de Eslovenia, Francisco Maraver, Joao Pinto Barbosa, Secretario General de la Asociación de Termas de Portugal, Lourdes Mourelle,

Lorena Vela como Directora médica de las Termas de Copahue del Ente Provincial de Termas del Neuquén, Argentina, M^a Jesús Portalatín Sánchez del departamento médico-balneario del Balneario de Arnedillo, Rafael Delgado, Departamento de Edafología, Francisco Armijo, Rosa Meijide, Gonzalo Cortés, Director Técnico del Balneario El Raposo, Silvia Torres Piles, Eduardo Ortega, Fernando Rocha y Manuel Pozo.

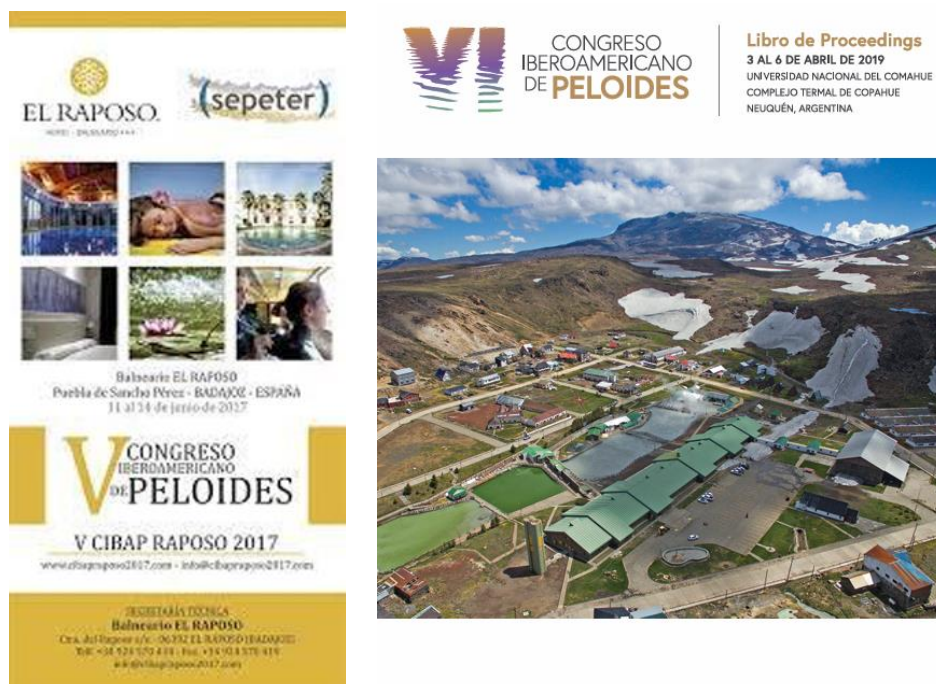


Figura 3. Portada del libro de actas de los congresos de 2017 y 2019.

El sexto congreso se celebró del 3 al 6 de abril de 2019 en el Complejo Termal de Copahue [6], Neuquén, Argentina, organizado por Lorena Vela; presentándose 16 conferencias, 14 comunicaciones orales y 13 pósteres. Entre otros participaron Carmen P. Gómez, M. Lourdes Mourelle, José L. Legido, Müfit Zeki Karagülle, Severino Persechino, Alejandra Lepore, Francisco Maraver y Francisco Armijo, Nicolás Gurnik, Miria Baschini, Manuel Pozo Rodríguez, N. Hugo Ficosecco, M.A. Margaret Suárez Muñoz, Alberto T. Caselli y Gisela R.

El séptimo congreso se celebró en Manizales (Colombia) [7] del 24 al 26 de noviembre de 2021, organizado por Eder Peña de la Universidad de Caldas y Lourdes Mourelle. Se presentaron 10 conferencias, 21 comunicaciones orales, 9 experiencias profesionales y 7 pósteres. El congreso se realizó en formato presencial y on-line. Entre otros participaron F. Maraver, L. Vela, J.L. Legido, J. Pinto Barbosa, F. Caldara, M. Cucu, E. Peña, J.J. Piña, R. Castro, L. Mourelle.



VII CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES

VII CIBAP 2021
LIBRO DE RESÚMENES

Del 24 al 26 de noviembre de 2021
Universidad de Caldas
Manizales, Colombia

VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES

VIII CIBAP 2023
LIBRO DE RESÚMENES

Del 13 al 15 de julio de 2023
Vizela, Portugal

Figura 4. Portada del libro de actas de los congresos de 2021 y 2023.

El octavo congreso se celebró del 13 al 15 de julio de 2023, en Vizela [8] (Portugal), organizado por Agostinha Freitas. Participaron, entre otros, P. Cantista, Lorena Vela, F. Teixeira, F. Maraver, Henrique Sá (INOVA – Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores), Dr. Miria Baschini (Universidad de Comahue), Juan Jesús Piña Leyte-Vidal (Universidad de La Habana), F. Armijo, Dra. Lourdes Mourelle, Helena Amaral (UCIBIO – Applied Molecular Biosciences Unit), João B. P. Silva (U.I. GEOBIOTEC, FCT, Universidade de Aveiro), Dra. Micaela Sánchez (Universidad de Comahue), Dr. M. Pozo (Universidad Autónoma de Madrid), Fernando J. F. T. Rocha, Dr. Telma Musso (Universidad de Comahue), A. Valente (Universidade de Aveiro), Dr. L. Almeida.

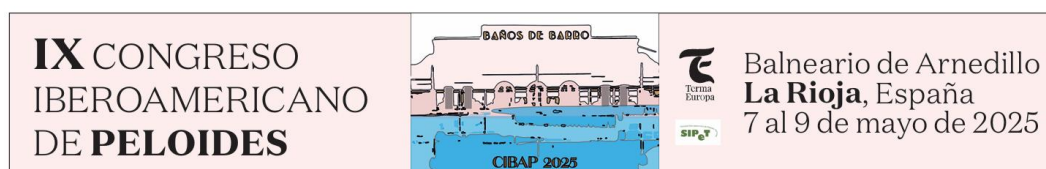


Figura 5. Portada del libro de actas del congreso del año 2025.

Por último, el noveno congreso, que se celebrará el Balneario de Arnedillo entre el 7 y 9 de mayo de 2025, cuenta con la participación de Francisco Maraver, Zeki Karagülle, Isabel Carretero, Manuel Pozo, Francisco Rocha, Rafael Delgado, Eduardo Ortega, Francisco Armijo, Olga Sordu (Ovidius University Constanta, Balneal and Rehabilitation Sanatorium Techirghiol Romania), Alicia García-Perona (Balneario de Arnedillo) y Lolita Rapolienė (Faculty of Health Sciences, Klaipeda University, Lithuania).

Agradecimientos. Agradecer a todos los participantes todos los congresos, sin los cuales no hubiera sido posible la celebración de los mismos.

Referencias

[1] I Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas. (2007). Coordinador José Luis Legido Soto. Edita Servicio de Publicaciones Universidad de Vigo. ISBN 9788481583540.

- [2] II Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas (2010). Coordinadores Francisco Maraver Eyzaguirre y María Isabel Carretero. ISBN 9788461423156.
- [3] III Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas. (2013). Coordinador João Carlos Nunes, João Baptista Silva y Celso Figueiredo Gomes. Edita Instituto de Inovação Tecnológica dos Azores.
- [4] IV Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas (2015). Coordinadores. Francisco Maraver, Lorena Vela y Walter J. Ankli. Balnea N°10. ISBN9788460693680.
- [5] V Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas (2017). Coordinadores José Luis Legido Soto Carmen Paula Gómez Pérez e Ignacio Cortés Moro. ISBN 9788416989706.
- [6] VI Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas. (2019). Editores: José Luis Legido Soto, Carmen Paula Gómez Pérez, María Lorena Vela ISBN: 978-84-18471-01-8
- [7] VII Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas (2021). Editores: Universidad de Caldas y Sociedad Iberoamericana de Peloides (SIPET). ISBN: 978-84-18471-97-1.
- [8] VIII Congreso Iberoamericano de Peloides. Libro de Actas (2017). Editores: Sociedad Iberoamericana de Peloides. ISBN: 978-84-19799-05-0.

7. Imágenes del congreso

Organiza:

