

VADEMÉCUM DE AGUAS MINERALES  
TERMALES DEL URUGUAY



**Balnea**

**12**

**VADEMÉCUM DE AGUAS MINERALES  
TERMALES DEL URUGUAY**

Francisco Maraver, María Lorena Vela, Elena M. Alvareda  
(Editores)



# Balnea

Escuela Profesional de Hidrología  
Médica e Hidroterapia  
Facultad de Medicina  
Universidad Complutense de Madrid (UCM)  
Plaza Ramón y Cajal s/n  
E-28040 Madrid  
Teléfono: +34 91 3941667  
Fax: +3491 3941417  
hidromed@med.ucm.es

**Director** Francisco Maraver. Universidad Complutense de Madrid

**Secretarios** Francisco Armijo Castro. Universidad Complutense de Madrid  
M<sup>a</sup> Lorena Vela. Universidad Complutense de Madrid

**Consejo de Redacción** Lourdes Aguilera López. Universidad Complutense de Madrid  
Antonio Álvarez-Badillo. Universidad Complutense de Madrid  
José Manuel Carbajo. Laboratorios Skinwine. Jerez de la Frontera  
Alberto Cerrada. Centro de Talasoterapia Elba. Estepona, Málaga  
Iluminada Corvillo Martín. Universidad Complutense de Madrid  
Concepción Cuenca. HU Clínico San Carlos, Madrid  
Pilar Diestro. Balneario Valle del Jerte, Cáceres  
Dolores Fernández Marcos. Grupo Caldaria Balnearios, Orense  
Miguel Ángel Fernández-Torán. Balneario de Cofrentes, Valencia  
Ana Isabel Martín-Megías. Universidad Complutense de Madrid  
Carla Morer. Institut Català de la Salut, Barcelona  
Carmen Valenzuela Rico. Balneario de Archena, Murcia  
Patricia Zamarreño. Universidad Complutense de Madrid



# Balnea

ISBN: 978-84-09-86382-2

Número 12

2026

---

## Vademécum de Aguas Minerales Termales del Uruguay

### Sumario

	<b>Pág.</b>
<b>Prólogo</b>	11
<b>Agradecimientos</b>	15
<b>Presentaciones</b>	17
<b>Capítulo I</b>	
Patrimonio e Historia de los usos del agua en Uruguay EM. ALVAREDA MIGLIARO, BORTOLOTTI, A. ERNST, L. DEL PUERTO, S. DA ROCHA	31
Marco del Sistema Acuífero Guaraní (SAG) en el litoral norte de Uruguay EM. ALVAREDA MIGLIARO, BORTOLOTTI, A. ERNST, L. DEL PUERTO, S. DA ROCHA	47
Las Aguas Termales en Uruguay: aspectos geológicos e hidrogeológicos G. VEROSLASVSKY, A. MANGANELLI	51
Turismo y ciencia, agítese antes de usar: El vademécum de aguas termales como dispositivo de innovación territorial en Uruguay L. CHALAR BERTOLOTTI	65
Las aguas termales y el ocio, una aproximación desde el turismo M. BARCELLOS	73
El agua como derecho humano, su protección y regulación en Uruguay J. BARCOS, EM. ALVAREDA MIGLIARO	81
Las aguas termales como rituales territoriales de bienestar: Una mirada social del termalismo en el departamento de Salto M. SUAREZ, A. NOBOA	93

## **Capítulo II**

La Química del agua: Integración de clasificaciones hidroquímicas y balneoterápicas 101  
EM. ALVAREDA MIGLIARO

Huella química de las aguas termales del litoral uruguayo: diferenciación  
hidro geoquímica de siete sistemas del corredor termal 115  
EM. ALVAREDA MIGLIARO, ML. VELA, F. ARMIJO, F. MARAVER

El agua como agente terapéutico: no todas son iguales 121  
ML. VELA

Radiactividad en aguas termales 137  
G. Azcune, AI. Nogera

Indicaciones terapéuticas de las aguas mineromedicinales 155  
ML. VELA

Indicaciones terapéuticas de las aguas termales estudiadas de Uruguay 171  
ML. VELA, F. MARAVER

## **Capítulo III**

Análisis de las aguas minerales y termales del litoral norte de Uruguay 185

1. Termas del Daymán (Salto) 190

2. Termas Aguas Claras (Salto) 195

3. Club Remeros (Salto) 200

4. Termas del Arapey (Salto) 205

5. Altos del Arapey (Salto) 210

6. Termas de Almirón (Paysandú) 215

7. Termas de Guaviyú (Paysandú) 221

EM. ALVAREDA MIGLIARO, ML. VELA, A. ERNST, F. ARMIJO, F. MARAVER

**Bibliografía general** 229

## **Anexos**

Índice de autores 251

Índice toponímico 253

Glosario de términos técnicos 257

## ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL TEXTO

A: Arapey  
AC: Aguas Claras  
AdeA: Altos de Arapey  
Al: Almirón  
ANCAP: Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland  
ANEP: Administración Nacional de Educación Pública  
AOAC: Association of Official Analytical Chemists  
BAC: Componente potencialmente bioactivo  
CAMTUR: Cámara Uruguaya de Turismo  
CARU: Comisión Administradora del Río Uruguay  
CCIS: Centro Comercial e Industrial Salto  
CENPAT: Centro Nacional Patagónico  
CENUR LN: Centro Universitario Regional Litoral Norte  
CeReGAS: Regional Center for Groundwater Management in Latin America and the Caribbean  
CR: Club Remeros Salto  
CTM: Comisión Técnica Mixta de Salto Grande  
D: Daymán  
DA: Departamento del Agua  
DINACEA: Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental  
DINAGUA: Dirección Nacional de Aguas  
DINAMIGE: Dirección Nacional de Minería y Geología  
EP: Educación permanente  
EPA: Environmental Protection Agency  
EPHM: Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia  
G: Guaviyú  
GIRH: Gestión integrada de los recursos hídricos  
IDH: Índice de Desarrollo Humano  
LGM: Último Máximo Glacial  
MA: Ministerio de Ambiente  
MGAP: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca  
MVOTMA: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente  
NGT: Temperatura promedio de gas noble  
ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas  
OMS: Organización Mundial de la Salud  
OSE: Obras Sanitarias del Estado  
PIB: Producto Interno Bruto  
SAG: Sistema Acuífero Guaraní  
SASG-BV: Sistema Acuífero San Gregorio-Buena Vista  
SDT: Sólidos disueltos totales  
SNAP: Sistema Nacional de Áreas Protegidas  
SNIS: Sistema Nacional Integrado de Salud  
UCM: Universidad Complutense de Madrid  
UdeLAR: Universidad de La República  
UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
VBNC: Condición viable pero no cultivable  
WHO: Organización Mundial de la Salud



# Prólogo

Después de más de cuarenta años dedicados a la Hidrología Médica, tanto como profesor universitario, docente e investigador, como al ejercicio profesional asistencial en servicios médicos de establecimientos balnearios españoles, debo admitir que, hasta hace bien poco, no conocía prácticamente nada sobre los extraordinarios recursos termales uruguayos, aunque sí de su existencia. Fue la doctora Ana Ernst, coautora de este Vademécum, la primera persona que durante sus estudios de doctorado en el departamento de “Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica” de nuestra Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), me habló de la existencia de Termas en Uruguay y concretamente de las del departamento de Salto, de donde ella procedía; no obstante, señalaba que el uso y disfrute de las mismas era diferente de como se hacía en España.

Esta situación se explica por sí sola. Mientras en nuestro entorno los Balnearios son centros sanitarios, y sus prácticas son milenarias, en el norte litoral de Uruguay el aprovechamiento de las aguas termales, consecuencia de la búsqueda de petróleo, apenas sí cuenta con ochenta años de historia y sólo se han desarrollado como destinos turísticos vacacionales, de ocio y bienestar.

Partiendo de estas premisas, para la realización de este “Vademécum de aguas minerales termales de Uruguay”, fue necesario que se dieran las siguientes circunstancias favorables:

- *Primera*, la celebración en Salto en octubre del 2023, del 21º Encuentro Internacional del Turismo Termal, Salud y Bienestar (Termatalia Uruguay 2023). Allí se puso de manifiesto que el termalismo uruguayo había alcanzado madurez y el interés de sus instituciones público-privadas, de sus profesionales y de sus operadores, para dotar a estos recursos naturales de una lectura científica, sanitaria y territorial más completa. A nivel personal, tuve la ocasión de conocer las Termas de Altos del Arapey y de Guaviyú y participar en el IV Congreso Internacional sobre Agua y Salud, lo que facilitó reuniones con representantes académicos, sanitarios e institucionales uruguayos. De estas reuniones quiero destacar, la mantenida con la Dra. Rosa Blanco, responsable de la Dirección Departamental de Salud del Ministerio de Salud Pública, en la que se valoró la posibilidad de analizar, desde una perspectiva académica y sanitaria,

el potencial que las aguas termales del Uruguay podrían tener si fueran abordadas con el mismo rigor científico, institucional y formativo que en otros países, adquiriendo el compromiso de ponernos en contacto con instituciones uruguayas que pudieran estar interesadas en conseguir estos fines.

- *Segunda*, el encuentro celebrado en Madrid, en la UCM, en marzo del 2024 de una delegación del Departamento del Agua del Centro Universitario Regional Litoral Norte de la Universidad de la República (CENUR LN, Udelar), liderada por la Profesora Elena M. Alvareda Migliaro, con investigadores de la Escuela Profesional de Hidrología Médica, liderados por el Profesor Francisco Armijo de Castro. En él se alcanzó el compromiso de realizar este trabajo y se determinó la metodología a seguir y el reparto de funciones para su desarrollo.
- *Tercera*, la impartición de un curso titulado "Introducción a las aguas subterráneas mineromedicinales e Hidrología Médica", por los profesores (Elena Alvareda, Julián Ramos y Pablo Gamazo) del Departamento del Agua CENUR LN de la Udelar y mi participación por la UCM, en el Centro comercial e industrial de Salto, en junio del 2024. Este se desarrolló en el marco de la Educación Permanente de la Udelar, con el apoyo de varios operadores termales públicos y privados y las Intendencias de Salto y Paysandú. Coincidiendo en el tiempo, este evento me permitió participar en el muestreo de cinco de los siete pozos de los centros termales que decidieron apoyar la iniciativa.

Fruto de estas actividades, ve la luz este Vademécum, como número 12 de la colección Balnea. La obra responde a una finalidad clara: documentar, ordenar y poner a disposición de profesionales, instituciones y usuarios el conocimiento actualmente disponible sobre las aguas termales del norte litoral uruguayo, incorporando criterios históricos, hidrogeológicos, químicos, balneoterápico y de gestión sostenible.

El libro se estructura en tres capítulos:

- *El primero*, sitúa el agua en la historia y en el territorio uruguayo. En Uruguay, como en tantos otros países, el agua ha sido vía de comunicación, frontera, recurso económico, soporte ambiental y elemento de identidad. Desde la navegación fluvial hasta el desarrollo energético y turístico, los cursos de agua y los acuíferos han condicionado la vida del país. En este marco, el Sistema Acuífero Guaraní adquiere una relevancia particular, no solo por su magnitud hidrogeológica, sino por su significado estratégico para el presente y el futuro de la región.
- *El segundo*, aborda la química del agua y su interpretación desde el punto de vista de la Hidrología Médica. Propiedades como la temperatura, mineralización, composición iónica, presencia o no, de determinados componentes potencialmente activos y sus características fisicoquímicas determinarán su clasificación y orientarán sobre sus posibles indicaciones terapéuticas, contraindicaciones, técnicas de aplicación y criterios de uso racional.

- *El tercero*, recoge el estudio analítico de siete sistemas termales del norte litoral: Parque Termal municipal de Daymán, Parque Termal Aguas Claras, Club Remeros Salto, Termas municipales de Arapey, Altos del Arapey all inclusive, golf and spa, Termas municipales de Almirón y Termas municipales de Guaviyú. Estos enclaves permiten ofrecer una visión concreta, aplicada y territorialmente representativa del termalismo uruguayo actual. Cada uno de ellos posee una historia, una implantación social y unas características propias.

El Vademécum aporta, en este sentido, una base técnica sobre la que podrán apoyarse futuras estrategias sanitarias, turísticas y académicas.

Quiero destacar especialmente la labor de quienes han hecho posible esta obra. Desde punto de vista académico, la Prof<sup>a</sup>. Elena M. Alvareda Migliaro por la Udelar y por parte de la UCM, los profesores María Lorena Vela y Francisco Armijo de Castro, que han aportado su experiencia y trayectorias profesionales dedicadas al estudio de las aguas minerales. Junto a ellos, debe reconocerse la participación de otros investigadores, docentes y técnicos de la Udelar, de los profesionales vinculados a los centros termales, de las instituciones de Salto y Paysandú, del Centro Comercial e Industrial de Salto y de cuantos, desde responsabilidades públicas o privadas, han comprendido que el futuro del termalismo uruguayo exige cooperación. La presencia de autores procedentes de ámbitos diversos —hidrogeología, química, turismo, salud, historia, derecho, sociología y gestión territorial— confiere a la obra un carácter multidisciplinar.

Por todo ello, quiero felicitar a los treinta autores-colaboradores de este volumen, treinta y dos si incluimos al artista salteño Mario Perillo que tan generosamente nos ha proporcionado la imagen de portada y al editor gráfico Andrés Nogara que colaboró en la estructura del mismo; agradecer a las instituciones uruguayas su confianza y celebrar que la colección *Balnea*, acoja una obra llamada a convertirse en referencia obligada para quienes deseen aproximarse al termalismo uruguayo desde el rigor científico y el respeto al territorio.

Francisco Maraver  
Catedrático de Hidrología Médica.  
Presidente de la Sociedad Española de Hidrología Médica



## Agradecimientos

La elaboración del Vademécum de Aguas Minerales Termales de Uruguay ha sido posible gracias al esfuerzo conjunto y al compromiso del Dr. Francisco Maraver, la Dra. Lorena Vela, el Dr. Francisco Armijo de la Escuela de Hidrología Médica (Universidad Complutense de Madrid); de la Dra. en Química, Q.F. Elena M. Alvareda Migliaro del Departamento del Agua; Dr. en Turismo Claudio Quintana, Lic. Melina Barcellos, Lic. Luis Chalar y Dr. Martín Gamboa del Departamento de Turismo, Historia y Comunicación (CENUR LN); Dr. en Química Germán Azcune del CURE Rocha; Dra. Ana Ernst; Dra. Rosa Blanco; Sra. Flavia Lavecchia, la Sra. Lucrecia Anzuatte y el Sr. Martín Apatie del Centro Comercial e Industrial Salto (CCIS).

Se destaca la colaboración de los operadores termales públicos y privados, cuyo trabajo fue articulado y coordinado a través del Centro Comercial e Industrial de Salto, incluyendo la participación de las Intendencias de Salto y Paysandú.

Un especial agradecimiento a los referentes de los centros termales municipales de Salto (Daymán y Arapey) y Paysandú (Almirón y Guaviyú), y a los referentes de los tres pozos termales privados durante el período en que se llevó a cabo este Vademécum: el Sr. Washington Rosa, Presidente de Institución Servicio Mutuo - Aguas Claras; el Sr. Álvaro Rosa (Gerente) de Club Remeros Salto; el Sr. John Iriondo de Altos del Arapey, quienes integran esta primera edición del Vademécum Uruguay, por el apoyo brindado y acompañamiento desde los inicios en el año 2024; así como también a funcionarios de dichos establecimientos, desde distintos ámbitos, que han contribuido.

Asimismo, se pone en valor la participación de los gestores, operadores y actores locales de los centros termales, cuyo conocimiento del territorio y experiencia práctica han enriquecido la visión integral de las aguas minerales termales como recurso natural, sanitario y patrimonial.

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a varias instituciones que han acompañado especialmente en la etapa final del Vademécum, en particular a la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), a la Escribana Angelina Bazzano y a los demás integrantes de la Delegación Uruguaya de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM) y a la Directiva del Club Remeros Salto

(CRS), por el valioso apoyo brindado, que ha contribuido de manera significativa a la concreción del lanzamiento presencial del Vademécum de Aguas Minerales Termales del Uruguay en la ciudad de Salto, el 8 de junio de 2026, posibilitando la participación presencial de los profesores Francisco Maraver y Lorena Vela en dicha instancia y para impartir capacitación.

Extendemos nuestro especial reconocimiento al Rector de la Universidad de la República, Ing. Héctor Cancela, al Director del Centro Universitario Regional Litoral Norte, Dr. Mauricio Cabrera, y al Decano de la Facultad de Medicina, Dr. Arturo Briva, por el interés y apoyo brindados, fundamentales no solo para el desarrollo de estas iniciativas, sino también para jerarquizar la relevancia de esta temática, promover su continuidad y la posibilidad de proyectar a futuro el desarrollo de la hidrología médica en torno al uso de estas aguas con fines terapéuticos.

Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento al Ministerio de Turismo de Uruguay, tanto por la declaración de interés ministerial otorgada a esta iniciativa como por su compromiso y colaboración en la organización del evento, aspectos fundamentales para el fortalecimiento y proyección de este proyecto.

Finalmente, se valora el aporte de todas aquellas personas que, de forma directa o indirecta, contribuyeron con información, intercambio académico y apoyo institucional, haciendo posible la concreción de esta obra, concebida como un aporte al conocimiento, la valorización y el uso responsable de las aguas termales de Uruguay.

# Presentaciones

## Ministerio de Turismo Uruguay

Pablo MENONI<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Ministro de Turismo de Uruguay (período 2025-2030)

En nuestro esfuerzo por consolidar al turismo como uno de los sectores productivo más intensivos en trabajo y en generación de divisas que tenemos en Uruguay, nos hemos propuesto adaptar la práctica del método científico a la gestión. Trabajar en base a evidencia, esto es: medir, planificar, actuar, volver a medir y corregir, son las acciones que constituyen el círculo virtuoso de nuestra gestión.

El turismo de bienestar (*wellness* por su término en inglés) se está posicionando como una tendencia global con un gran potencial económico. Requiere de trabajadores y trabajadoras calificadas, inversión y contribuye a desestacionalizar, diversificar y elevar la calidad de la oferta turística. Esto es, además de más trabajo, una herramienta para consolidar las economías locales del interior del país.

La situación geopolítica, confusa, amenazante, que nos está generando cada vez menos certezas y más miedos, pone en evidencia que para los turistas y para los inversores, Uruguay es, además de un país con una larga tradición por el respeto al derecho y a las libertades individuales, que destaca en la región y en el mundo, sino que destaca también por ser seguro, estable, confiable y pacífico. Donde, además, el turismo ha trascendido como una verdadera política de Estado a lo largo de estos más de cuarenta años ininterrumpidos de democracia, lo que brinda certezas a los inversores. A todo esto, ahora le estamos sumando el aporte de la academia, trayendo las evidencias científicas, que encontraremos en este vademécum, sobre las bondades medicinales de las aguas termales de nuestro litoral oeste. Y por último me permito tomarme una licencia personal, en tanto uruguayo nacido en el interior, para augurar que, el compromiso, amor y calidez de los y las litoraleñas, junto con todo lo comentado en los párrafos precedentes, asegurarán el éxito al turismo de bienestar que el litoral oeste puede brindar.

Tanto a los operadores turísticos como a los hacedores de política pública, este vademécum, su evidencia, nos ayudará a destacar las ventajas comparativas que tiene Uruguay como destino para el turismo *wellness*: ¡enhorabuena!

## **Intendencia de Salto**

Carlos ALBISU<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Intendente Departamental de Salto (período 2025-2030)

Celebramos y acompañamos la publicación de este Vademécum de Aguas Minerales Termales del Uruguay por varios motivos. Primero, porque prueba que la investigación científica está viva y muy activa en el norte de Uruguay, conectándose académicamente y colaborando con investigadores de primera línea en Europa. En segundo lugar, porque abarca a Salto y Paysandú, reforzando la vocación termal de la región. Y tercero, pero no menos importante, porque aporta conocimientos que permitirán poner en valor características de nuestras aguas mineromedicinales no aprovechadas plenamente hasta ahora.

Dentro de los lineamientos pautados desde el gobierno departamental para este período, hay un espacio importante destinado a potenciar el turismo termal, modernizándolo y estimulando iniciativas que aprovechen las características terapéuticas del agua termal, para salud y bienestar de los agüistas.

Entendiendo que parte de nuestra labor es administrar el rico patrimonio natural de la región, preservándolo para las futuras generaciones, felicitamos una vez más la iniciativa de este Vademecum y auguramos que sea la piedra fundamental de una larga historia de colaboración entre la academia, los gobiernos nacionales, departamentales, locales y el sector privado.

## **Intendencia de Paysandú**

Nicolás OLIVERA<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Intendente Departamental de Paysandú (período 2025-2030)

El departamento de Paysandú recibe con profunda satisfacción la elaboración del primer Vademécum de Aguas Minerales Termales del Uruguay, una obra que marca un antes y un después en la historia del termalismo nacional. La incorporación de nuestras aguas, provenientes de las Termas de Guaviyú y de las Termas de Almirón, a este trabajo científico representa un paso trascendente.

No solo documenta rigurosamente su composición mineral, sino que valida con sustento técnico y académico aquello que generaciones de visitantes han experimentado durante décadas: los beneficios terapéuticos y el impacto positivo en la salud y el bienestar. Para Paysandú, esta investigación abre nuevas puertas. Nos permite proyectar el desarrollo del turismo termal hacia una dimensión más amplia, donde el descanso y la recreación conviven con la prevención, la recuperación y el bienestar integral. El turismo de salud y bienestar constituye hoy un nicho estratégico a nivel internacional, aún con amplio margen de crecimiento en nuestra región, y asumimos con responsabilidad el desafío de potenciar nuestras aguas dentro de ese horizonte.

Como gobierno departamental, reafirmamos nuestro compromiso con el desarrollo sostenible de nuestros centros termales, apostando a la mejora continua de infraestructura, servicios y profesionalización, en armonía con el entorno natural y con una visión de largo plazo. El litoral termal uruguayo es una riqueza compartida. Desde Paysandú, extendemos una invitación abierta a descubrir, vivir y sentir la experiencia de nuestras aguas.

La región termal, los espera.

# **Visión General del Turismo desde el Centro comercial e industrial de Salto**

Flavia LAVECCHIA<sup>(1)</sup>, Lucrecia ANZUATTE<sup>(1)</sup>, Martín APATIE<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro Comercial e Industrial Salto, Artigas 652, Salto, CP 50000, Uruguay

## **Resumen**

El turismo es un pilar fundamental de la economía uruguaya, aportando en 2023 alrededor del 8 % del PIB y generando empleo en sectores como hotelería, gastronomía y transporte. Destinos como Montevideo, Punta del Este, Colonia y, especialmente, el litoral termal de Salto y Paysandú, son clave para la atracción de visitantes, principalmente de Argentina y Brasil. En estas regiones, el turismo termal impulsa el desarrollo local y ha evolucionado desde una propuesta de ocio y relax hacia un enfoque integral de bienestar (Wellness), alineado con tendencias globales. Este cambio responde al reconocimiento de los beneficios terapéuticos de las aguas minerales termales con posible potencial minero-medicinal, descubiertas accidentalmente en perforaciones petroleras en las décadas de 1940 y 1950. Hoy, centros como Arapey, Daymán, Salto Grande, Guaviyú y Almirón ofrecen experiencias diversificadas que combinan salud, recreación y naturaleza. La transformación del sector ha sido impulsada por actores públicos y privados, como la Cámara Uruguaya de Turismo y la Comisión de Turismo de Salto, que promueven la profesionalización y la sostenibilidad. Un hito reciente fue la elaboración de un vademécum sobre las aguas termales, destinado a documentar sus propiedades, posicionar al litoral norte como destino de salud y fomentar su uso responsable. Además, se han establecido vínculos académicos internacionales, como con la Universidad Complutense de Madrid, y se dictan cursos en la Universidad de la República en Salto, incluyendo carreras en Turismo y Recursos Hídricos. Estas iniciativas refuerzan la necesidad de formar profesionales capacitados para el turismo de salud. En conjunto, el turismo termal representa una oportunidad estratégica para consolidar un modelo turístico sostenible, competitivo y centrado en el bienestar.

**Palabras clave:** turismo termal, bienestar (wellness), desarrollo sostenible, Uruguay

Overview of Tourism from the Salto Commercial and Industrial Center  
Perspective

## **Abstract**

Tourism is a fundamental pillar of the Uruguayan economy, contributing approximately 8% of GDP in 2023 and generating employment in sectors such as hospitality, gastronomy, and transportation. Destinations such as Montevideo, Punta del Este, Colonia, and particularly the thermal region of Salto and Paysandú are key for attracting visitors, mainly from Argentina and Brazil. In these regions, thermal tourism drives local development and has evolved from a leisure- and relaxation-based activity into a comprehensive wellness-oriented approach aligned with global trends. This shift responds to the recognition of the therapeutic benefits of mineral thermal waters with potential mineromedicinal properties, accidentally discovered during oil exploration drilling in the 1940s and 1950s. Today, thermal centers such as Arapey, Daymán, Salto Grande, Guaviyú, and Almirón offer diversified experiences combining health, recreation, and nature. The transformation of the sector has been driven by public and private actors, including the Uruguayan Tourism Chamber and the Salto Tourism Commission, which promote professionalization and sustainability. A recent milestone has been the development of a vademecum of thermal waters aimed at documenting their properties, positioning the northern region as a health destination, and promoting their responsible use. In addition, international academic collaborations have been established, such as with the Complutense University of Madrid, alongside academic programs at the University of the Republic in Salto, including degrees in Tourism and Water Resources. These initiatives highlight the need for trained professionals in health tourism. Overall, thermal tourism represents a strategic opportunity to consolidate a sustainable, competitive, and wellness-oriented tourism model.

**Key words:** thermal tourism, wellness, sustainable development, Uruguay

## REFERENCIA NORMALIZADA

Lavecchia F, Anzuatte L, Apatie M. Visión General del Turismo desde el Centro comercial e industrial de Salto. *Balnea*, 2026, 12, 20-26

## **INTRODUCCIÓN**

El turismo es un pilar esencial de la economía uruguaya, con un efecto multiplicador en varios sectores. En 2022, el turismo representó el 7,3% del PIB y fue responsable del 7,8% de las exportaciones de bienes y servicios del país (Uruguay XXI, 2022). Aunque no se dispone de un desglose específico del aporte del turismo termal al PIB nacional, se reconoce que las termas del litoral uruguayo son uno de los principales atractivos turísticos, especialmente para visitantes de países vecinos como Argentina y Brasil. La afluencia a estos centros termales contribuye significa-

tivamente a las economías locales de los departamentos de Salto y Paysandú, generando empleo y promoviendo el desarrollo regional.

Desde una perspectiva sociológica, el turismo cumple un rol fundamental en la economía, la cultura y el desarrollo social. Representa un punto de encuentro entre diversas comunidades y una fuente de integración regional. En Uruguay a nivel económico, según el informe del Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social (CERES, 2023), el turismo ha sido uno de los principales sectores generadores de divisas en el país, contribuyendo de manera significativa al Producto Bruto Interno (PBI). En 2023, el sector turístico representó aproximadamente el 8% del PBI, evidenciando su relevancia en la estructura productiva nacional.

Además, el turismo es un gran generador de empleo, ocupando a miles de personas en diversas áreas, desde la hostelería y la gastronomía hasta el transporte y los servicios recreativos. En particular, las zonas turísticas clave como Montevideo, Punta del Este, Colonia y el litoral termal han demostrado una alta demanda de mano de obra especializada, lo que refuerza la necesidad de formación y capacitación en el sector. En este sentido, la Cámara Uruguaya de Turismo (CAMTUR) ha desempeñado un papel clave en la articulación entre el sector público y privado, promoviendo acciones estratégicas para fortalecer el turismo y fomentar su crecimiento sostenible (CAMTUR, s.f).

## **TURISMO TERMAL: DE LO LÚDICO Y EL RELAX HACIA EL BIENESTAR**

Históricamente, el turismo termal en Uruguay se ha centrado en una propuesta de ocio y relax, donde el atractivo principal eran las aguas termales y su capacidad para el descanso. Sin embargo, en los últimos años, la visión del sector ha evolucionado hacia una propuesta de bienestar integral, alineándose con tendencias internacionales que destacan los beneficios terapéuticos del termalismo.

El Dr. Claudio Quintana analiza en su artículo "Termas de Uruguay: una historia tan reciente como casual" los orígenes y el desarrollo del turismo termal en el país. La tradición histórica del termalismo en Uruguay se remonta a la década del cuarenta y el cincuenta (Quintana, 2014). Por ese entonces se realizaron perforaciones en el norte del litoral uruguayo en búsqueda de petróleo. En vez de petróleo se encontró agua termal. Con el tiempo, los lugares donde se encontró el agua termal comenzaron a ser explotados con fines turísticos, dotándolos de distintas infraestructuras, equipamientos y generando distintas formas de implantación territorial: centros termales, parques acuáticos, hoteles con agua termal. Subraya el papel fundamental de las comunidades locales y las intendencias en la promoción y gestión de estos recursos, enfatizando cómo la combinación de esfuerzos públicos y privados ha sido clave para el crecimiento del sector termal en el país.

Salto cuenta con tres centros termales principales: Arapey, Daymán y Salto Grande, cada uno con características distintivas. Arapey es reconocido por su entorno natural y su infraestructura hotelera de alto nivel, con alojamientos que incluyen spa y servicios Wellness. Daymán, por su parte, se destaca por su cercanía a la ciudad de Salto y su amplia oferta de alojamientos para familias y grupos, además de contar con un parque acuático que complementa la experiencia termal.

Salto Grande, con su combinación de termas, parque acuático y deportes en el lago, ofrece una propuesta diferenciada para quienes buscan relax y aventura en un mismo destino.

Además, en la ciudad de Salto se encuentra el Club Remeros Salto, el único club deportivo del país con instalaciones de agua termal, que ofrece a sus socios una propuesta única de bienestar y recreación.

Paysandú, a su vez cuenta con dos centros termales de relevancia Termas de Guaviyu y Termas de Almirón con desarrollo turístico termal de igual trayectoria que las ubicadas en Salto.

La Comisión de Turismo del Centro Comercial e Industrial de Salto ha sido una de las impulsoras de este camino de transformación hacia lo Wellness. A partir de su participación en las diferentes ediciones de la feria de termalismo Termatalia, se han identificado nuevas oportunidades para posicionar el turismo termal de Uruguay dentro del segmento Wellness, integrando aspectos como la Hidrología Médica, la salud preventiva y el turismo de bienestar.

En el año 2022, la Comisión de Turismo realizó una consultoría que dio como resultado un plan de acción con los siguientes ejes: inteligencia, tecnología y agua. Dentro de las acciones a llevar adelante estaban la participación en Termatalia 2022 y la promoción de la postulación binacional de Termatalia 2023, así como la realización de un Vademécum o manual práctico del conocimiento del agua termal. Este vademécum tiene como objetivos:

- Documentar y difundir las propiedades de las aguas minerales termales con potencial minero-medicinal del litoral uruguayo: La recolección y análisis de muestras termales son fundamentales para respaldar científicamente las propiedades terapéuticas de estas aguas.
- Posicionar al Litoral Norte como un destino líder en turismo de salud relacionado al agua minero medicinal: La publicación del vademécum permitirá a Salto destacar a nivel nacional e internacional como un centro de referencia en aguas minerales termales con potencial mineromedicinal.
- Promover el aprovechamiento sostenible de los recursos termales: El vademécum proporcionará información valiosa para la gestión y conservación de las aguas termales, asegurando su uso responsable y sostenible.
- Ampliar el conocimiento y generar capacidades en territorio a los profesionales de la salud, operadores turísticos y público en general: El vademécum

será una herramienta de consulta esencial para comprender y aprovechar los beneficios de las aguas termales.

## **CAPACITACIÓN Y PROFESIONALIZACIÓN DEL SECTOR**

En el marco de Termatalia 2023 - Uruguay, se generaron vínculos académicos entre docentes del Departamento del Agua del CENUR LN, Universidad de la República y el Director de la Escuela de Hidrología Médica de la Universidad Complutense de Madrid, Catedrático Francisco Maraver Eyzaguirre (Maraver, 2023).

En el mes de junio de 2024 el Catedrático Francisco Maraver en colaboración académica con la Dra Elena Alvareda, el MSc Julián Ramos y el Dr Pablo Gamazo docentes del Departamento del Agua del CENUR LN y la Dra Ana Ernst (Club Remeros), impulsados por la Dra. Rosa Blanco (Directora de la Departamental de Salud del Ministerio de Salud Pública periodo 2020-2024), ofrecieron un curso en el marco de Educación Permanente (EP) de la Udelar, cuya sede fue el Centro Comercial e Industrial de Salto con el apoyo de varios operadores termales, Intendencias de Salto y Paysandú y la EP. El curso denominado "Introducción a las aguas subterráneas mineromedicinales e Hidrología Médica" fue el un paso fundamental para desarrollar contenidos introductorios de hidrogeología y química del agua subterránea, profundizar en el estudio de las aguas minero-medicinales y en sus efectos beneficios sobre el organismo humano en estado de salud y de enfermedad a través de hidroterapia (Maraver et., al., 2023).

Se destaca que, desde el año 2005, la Universidad de la República en su Centro Regional Litoral Norte, ofrece la oferta académica Licenciatura en Turismo, formando profesionales con una sólida base académica y un enfoque multidisciplinario. Esta carrera ha contribuido significativamente al desarrollo del sector turístico del departamento, proporcionando recursos humanos capacitados que han impulsado la investigación, la planificación estratégica y la gestión del turismo, con énfasis en la sostenibilidad y la integración de la actividad turística con otros sectores productivos de la región. Además, también se ofrece la Licenciatura en Recursos Hídricos y Riego, dependiente de Facultad de Ingeniería, de la Udelar que tiene como objetivo formar profesionales expertos en la gestión sustentable del agua, caracterización, monitoreo de la calidad según su uso y modelación hidrodinámica, diversas disciplinas relacionadas.

A su vez en ésta zona del país, confluyen varias ofertas educativas relacionadas. Por un lado la Dirección General de Educación Técnico Profesional – UTU que integra la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), ofrece educación técnica y tecnológica de nivel medio y terciario, y formación profesional básica y superior en todo el territorio del Uruguay, en este ámbito y a través de su Instituto de Alta Especialización se ofrecen carreras vinculadas al sector turismo,

administración y otros. Un ejemplo de ello es el Tecnólogo de Itinerarios Turísticos Sostenibles, y otras desde la Escuela Superior Catalina Harriague de Castaños, Escuela Superior de Administración y Servicios de Salto, Centro de Especialización Hotelera y Gastronómica Guaviyú en Paysandú.

La presencia de toda esta oferta académica en el Litoral del País, en especial en Salto ha fortalecido la profesionalización del turismo y de la ingeniería de los recursos hídricos, generando un impacto positivo en la calidad de los servicios y en la competitividad del destino.

A futuro para complementar esta oferta académica, una perspectiva que se vislumbra cada vez más ante la demanda de la sociedad, evidenciada en Termatalia 2023, es imprescindible la capacitación a futuro en el sector turismo en salud. La capacitación de profesionales médicos en estos temas será fundamental para el desarrollo del país en esta temática. La implementación de unidades curriculares a nivel de grado en el área de las Ciencias Médicas, relacionada con el uso del agua desde el punto de vista terapéutico permitiría ampliar el alcance del turismo convencional.

El turismo en Uruguay sigue siendo un sector estratégico con un impacto significativo en la economía y la generación de empleo. En particular, la evolución del turismo termal hacia un enfoque Wellness y Salud representa una oportunidad para diferenciarse en el mercado internacional, atrayendo a un público cada vez más interesado en experiencias de salud y bienestar. La capacitación y profesionalización del sector serán claves para consolidar esta transformación y potenciar el desarrollo sustentable del turismo termal en el país. En este contexto, el trabajo de las diferentes instituciones es fundamental para generar información estratégica y articular acciones que permitan mejorar la competitividad y sostenibilidad del turismo uruguayo.

## **Referencias**

Cámara Uruguaya de Turismo. Promoción y desarrollo del turismo en Uruguay [Internet]. [citado s. f.]. Disponible en: <https://www.camtur.org.uy>

Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social. Contribución del turismo al PIB uruguayo [informe interno]. 2023.

Maraver Eyzaguirre F. Hidrología Médica y aguas mineromedicinales: bases científicas para el turismo de salud. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2023.

Maraver F, Alvareda E, Ramos J, Gamazo P, Ernst A. Curso de Educación Permanente: Introducción a las aguas subterráneas mineromedicinales e Hidrología Médica. Salto: Universidad de la República, Centro Comercial e Industrial de Salto; 2024.

Quintana C. Medio siglo de turismo termal en Uruguay (1957-2007). 2014.

Uruguay XXI. Contribución del turismo al PIB y a las exportaciones de Uruguay [Internet]. 2022. Disponible en: <https://www.uruguayxxi.gub.uy>

# **Fundamentos Técnicos e Institucionales para la Implementación de la Medicina Termal en Uruguay**

Rosa BLANCO<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Dirección Departamental de Salud Ministerio de Salud Pública (período 2020-2025)

En el mes de octubre de 2023 tuve el honor de representar al Ministerio de Salud Pública, en nombre de la entonces ministra Dra. Karina Rando, en el evento internacional Termatalia, celebrado en la ciudad de Salto. Dicho encuentro constituyó una instancia de alto valor académico y técnico en materia de hidrología médica y uso terapéutico de aguas termales.

En el marco de ese evento se desarrollaron foros y seminarios con la participación de académicos y especialistas internacionales, principalmente de España, quienes expusieron la experiencia acumulada en la integración de la balneoterapia a los sistemas de salud y a la formación universitaria. Se presentaron modelos consolidados en universidades de Galicia, en la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y en otros centros de referencia en España.

Este intercambio puso de manifiesto la posibilidad de analizar, desde una perspectiva académica y sanitaria, el potencial que las aguas termales del Uruguay podrían tener si fueran abordadas con el mismo rigor científico, institucional y formativo que en otros países.

En ese contexto, el 4 de octubre de 2023 se mantuvo una reunión con el doctor Maraver, catedrático y referente académico de los programas de hidrología médica y balneoterapia desarrollados en España.

Dicho encuentro constituyó la primera instancia formal de intercambio orientada a explorar la viabilidad de impulsar, desde el Departamento del Agua (DA) del CENUR LN, Universidad de la República, propuestas de formación en hidroquímica y medicina termal dirigidas a médicos, especialistas y técnicos de diversas áreas vinculadas a la salud y afines.

En este marco en junio del 2024 se iniciaron los muestreos de 7 pozos termales de Salto y Paysandú, llevados adelante por el Dr. Maraver de la UCM, la Dra. Elena Alvareda del DA y la Dra. Ana Ernst del Club Remeros. Los resultados de los análisis fueron publicados en *Water* una revista científica internacional (Alvareda et

al., 2026). Esto representa un hito a nivel nacional. En donde se demuestra científicamente que las aguas termales poseen potencial terapéutico.

En junio del 2026 se presenta el compendio denominado Vademécum de aguas minerales termales de Uruguay con fines terapéuticos.

La siguiente imagen registra la instancia fundacional de intercambio académico que dio inicio al proceso de cooperación institucional.

**Figura 1** – Reunión institucional en el marco de Termatalia 2023. De izquierda a derecha: Dr. Juan Gestal, representante del Ministerio de Salud Pública del Uruguay y Dr. Francisco Maraver. Salto, octubre de 2023



## Referencia

Alvareda E, Vela L, Armijo F, Ernst A, Da Rocha S, Gamazo P, Maraver F. Hydrogeochemical Characterization of Thermal Waters from the Guaraní Aquifer in Uruguay and Their Potential Use in Balneology. *Water*. 2026;18(5):534. doi:10.3390/w18050534

# **CAPÍTULO I**



# Patrimonio e Historia de los usos del agua en Uruguay

Elena M. ALVAREDA MIGLIARO<sup>(1)</sup>, Noelia BORTOLOTTI<sup>(2)</sup>, Ana ERNST<sup>(3)</sup>,  
Laura DEL PUERTO<sup>(2)</sup>, Sofía DA ROCHA<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento del Agua. Centro Universitario Regional Litoral Norte.  
Riviera 1350 Salto, Uruguay

<sup>(2)</sup> Departamento de Sistemas Agrarios y Paisajes Culturales. Centro Universitario Regional del Este. Ruta N°9 intersección con ruta N°15

<sup>(3)</sup> Medicina Física e Hidrología Médica. Joaquín Suarez 32, Salto Uruguay

## Resumen

Uruguay, ubicado en el Cono Sur y caracterizado por un relieve suavemente ondulado, posee una extensa red hidrográfica que incluye ríos, arroyos, lagunas costeras y acuíferos de importancia regional, como el Sistema Acuífero Guaraní. Estos recursos sustentan una rica diversidad biológica, desde pastizales y humedales hasta remanentes de bosques nativos, muchos de ellos protegidos mediante el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y la Convención Ramsar. A nivel socioeconómico, el país combina una población reducida, altos índices de desarrollo humano, estabilidad institucional y una fuerte tradición democrática, aunque enfrenta desafíos persistentes en términos de pobreza y desigualdad.

La historia del territorio muestra una relación profunda entre sus habitantes y el agua, desde los pueblos indígenas precoloniales, que vinculaban los sistemas acuáticos a su cosmovisión, hasta el desarrollo colonial y republicano, donde ríos y arroyos estructuraron la economía, el comercio y los asentamientos humanos. Durante los siglos XIX y XX, el agua fue clave para el desarrollo agropecuario, la navegación y la expansión energética, especialmente con la construcción de represas binacionales.

En la actualidad, Uruguay transita un debate complejo sobre su modelo de desarrollo y la transformación de la matriz energética, en un contexto marcado por el cambio climático, eventos extremos como la crisis del agua durante 2022–2023 y la expansión de actividades como la forestación, la agricultura intensiva y las plantas de celulosa. Estos desafíos han impulsado un enfoque más integral para la gestión del agua, incorporando dimensiones ambientales, sociales, culturales y de resiliencia climática, reconociendo al recurso hídrico como eje estratégico para el futuro sostenible del país.

**Palabras clave:** Uruguay, historia del agua, identidad territorial

## Heritage and History of Water Uses in Uruguay

### **Abstract**

Uruguay, located in the Southern Cone and characterized by gently undulating relief, possesses an extensive hydrographic network including rivers, streams, coastal lagoons, and regionally significant aquifers such as the Guaraní Aquifer System. These resources sustain rich biodiversity, from grasslands and wetlands to remnants of native forests, many of which are protected under the National System of Protected Areas and the Ramsar Convention. From a socio-economic perspective, the country combines a small population, high human development indices, institutional stability, and a strong democratic tradition, although persistent challenges remain in terms of poverty and inequality.

The historical development of the territory reflects a deep relationship between its inhabitants and water, from pre-colonial indigenous societies, which integrated aquatic systems into their worldview, to colonial and republican periods, where rivers and streams structured economic activities, trade, and human settlements. During the 19th and 20th centuries, water played a key role in agricultural development, navigation, and energy expansion, particularly through the construction of binational dams.

Currently, Uruguay faces a complex debate regarding its development model and energy transition, within a context shaped by climate change, extreme events such as the 2022–2023 water crisis, and the expansion of forestry, intensive agriculture, and pulp industries. These challenges have fostered a more integrated approach to water management, incorporating environmental, social, cultural, and climate resilience dimensions, recognizing water resources as a strategic axis for the country's sustainable future.

**Key words:** Uruguay, water history, territorial identity

### REFERENCIA NORMALIZADA

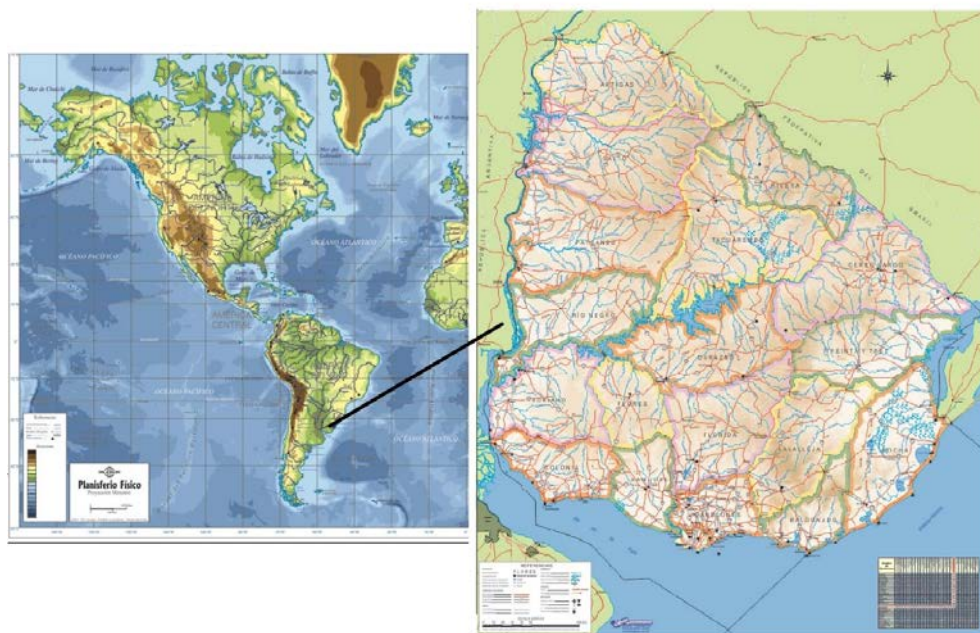
Alvareda Migliaro EM, Bortolotto N, Ernst A, del Puerto L, da Rocha S. Patrimonio e Historia de los usos del agua en Uruguay. *Balnea*, 2026, 12, 31-45

## **CONTEXTO GEOGRÁFICO, HIDROGRÁFICO Y ECOSISTÉMICO DE URUGUAY**

Uruguay se encuentra al sudeste de América del Sur entre los paralelos 30 y 35 de latitud sur y los meridianos 53 y 58 de longitud oeste. La superficie total del país es de 176.215 kilómetros cuadrados y limita al norte y este con Brasil, al sur con el

Océano Atlántico y el Río de la Plata, y al oeste con el Río Uruguay, que lo separa de la Argentina (Pellegrino, 2003), (Figura 1)

**Figura 1** – Uruguay, integrado por 19 Departamentos que se ven delimitados en colores. Imagen modificada de TEC corporación cartográfica (<https://www.mapas.com.uy/producto/planisferio-mercator-fisico/>)



Se caracteriza por su relieve suavemente ondulado, una extensa red hidrográfica y una costa atlántica que influye significativamente en su clima templado húmedo.

Debido a su ubicación geográfica, no tiene volcanismo activo ni terremotos significativos, lo que influye en su estabilidad geotécnica. El territorio uruguayo está compuesto por planicies y serranías, con suelos fértiles que favorecen una importante actividad agropecuaria (Krastel, et al., 2011; Durán, 2022). Su hidrografía está dominada por la cuenca del Río de la Plata y la del Río Uruguay, así como por numerosos ríos, arroyos y acuíferos subterráneos, entre los que destaca el Acuífero Guaraní, una de las principales reservas de agua dulce del planeta. En el sureste se destacan una serie de lagunas costeras paralelas a la costa atlántica destacándose la Laguna Merín como un gran cuerpo de agua dulce transfronterizo.

Es notable la presencia de grandes masas de agua dulce, acuíferos como el Sistema Acuífero Guaraní, el Acuífero Raigón y el Mercedes, fundamentales para el abastecimiento de agua potable y riego. Los ambientes costeros del Río de la Plata y

el Océano Atlántico incluyen playas, dunas, estuarios y lagunas costeras —como la Laguna de Rocha y la Laguna Garzón— que albergan una compleja red de vida silvestre adaptada a condiciones salinas o salobres. Estas zonas también enfrentan presiones crecientes por el desarrollo turístico y el cambio climático (Figura 1).

Uruguay posee una rica biodiversidad que se expresa en una notable variedad de ecosistemas, a pesar de su tamaño relativamente reducido (Rodríguez-Gallero et al., 2019)). Los pastizales cubren la mayor parte del territorio y constituyen uno de los ecosistemas más representativos del país, sustentando una importante diversidad de flora herbácea y gramíneas nativas, así como especies endémicas de aves y pequeños mamíferos (Rodríguez-Gallero et al., 2019).

Los humedales son otras comunidades herbáceas características de las tierras bajas del país, reconocidos por su valor ecológico. Forman parte de diversas estrategias de conservación, como sitios prioritarios en el marco del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y áreas de importancia internacional bajo la Convención Ramsar, como los ubicados en el este y los asociados a los grandes cursos fluviales del litoral (Río Dayman, Queguay, Río Negro, Río San Salvador). Cumplen un rol fundamental en la regulación hídrica, la recarga de acuíferos y el mantenimiento de hábitats críticos para aves migratorias, peces y anfibios.

En las regiones norte y este del país se encuentran remanentes de bosques nativos, que, si bien ocupan una superficie limitada, concentran una alta diversidad biológica y prestan servicios ecosistémicos esenciales como la protección de cursos de agua y la conservación del suelo, (DGF-MGAP, 2019; Toranza, 2021).

El trabajo de Toranza (2021) es uno de los ejemplos que detalla y describe mucha información sobre los bosques serranos y de quebrada del este de Uruguay, aportando evidencia sólida sobre los factores que regulan su distribución, cobertura y diversidad. La autora demuestra que estos bosques presentan una fuerte dependencia de gradientes topográficos y climáticos, particularmente la pendiente y el rango anual de temperatura, lo que confirma su sensibilidad frente a escenarios de cambio climático.

## **CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE URUGUAY**

El último censo realizado en Uruguay (Instituto Nacional de Estadística, Censo 2023) arroja una cifra de 3.426.260 personas con una muy baja densidad de población de 19 habitantes por km<sup>2</sup>.

A nivel social, Uruguay es una república democrática consolidada, con altos índices de desarrollo humano, con una larga tradición de instituciones estables, elecciones libres, y participación ciudadana. Se ubica entre los países con mayores índices de desarrollo humano de América Latina, con un valor de 0,809 en el Índice de Desarrollo Humano (IDH) 2021, lo que lo coloca en la categoría de "desarrollo humano muy alto" y en el primer lugar del ranking sudamericano (PNUD; 2021).

Uruguay presenta una tasa de alfabetización superior al 98% (PAHO, 2024), una esperanza de vida al nacer de alrededor de 78 años (INE; 2023a), y una cobertura en salud del 97% de la población bajo el Sistema Nacional Integrado de Salud (SNIS) (OSE, 2023). El acceso a agua potable segura alcanza a más del 99% de la población urbana y a más del 95% en zonas rurales (MSP, 2023).

Además, el país mantiene una tasa de pobreza relativamente alto, con alrededor del 10% de la población bajo la línea de pobreza según datos recientes (INE, 2023b), y ha implementado políticas públicas orientadas a la equidad de género, los derechos laborales, el acceso universal a la educación y el fortalecimiento de las redes de protección social.

En términos económicos, el país ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años. En 2022, el Producto Interno Bruto (PIB) alcanzó los 71.180 millones de dólares, con un PIB per cápita de 20.795 dólares. La economía creció un 4,9% en 2022, impulsada por sectores como las exportaciones y el consumo privado. Sin embargo, en 2023, la economía experimentó un crecimiento más moderado del 0,4%, principalmente debido a una disminución en la producción agropecuaria provocada por la sequía. Se espera que el crecimiento económico se recupere en 2024, alcanzando el 3,2% (Banco Mundial, 2023).

## **RESEÑA HISTÓRICA**

Uruguay surgió como estado independiente en 1828, como resultado de la Convención Preliminar de Paz, una fórmula diplomática de equilibrio que resolvió la disputa entre Argentina y Brasil, con la participación protagónica de la diplomacia del Imperio Británico, aunque sin representantes de la nueva nación (Caetano, 2006; Bethell, 2009; Oddone and Marandino, 2019). Desde 1830 hasta la fecha, el país ha mantenido un sistema democrático republicano, con períodos de ruptura constitucional (dictadura), siendo el último comprendido entre 1973 y 1985.

El agua ha sido un elemento central en la historia, la geografía y el desarrollo de Uruguay desde tiempos precolombinos. La presencia abundante de ríos, arroyos y acuíferos en el territorio uruguayo ha marcado profundamente la vida de sus habitantes a lo largo de los siglos. Los primeros pobladores, desde hace cerca de 10000 años hasta la actualidad, dependían y dependen de los recursos hídricos no solo para su subsistencia, sino también como parte integral de su cultura y cosmovisión. Los cursos de agua eran utilizados como medios de transporte, fuentes de alimento y espacios sagrados que conectaban a las comunidades con la naturaleza (Bracco, 2004). Sin embargo, la mayoría de las cosmovisiones indígenas no separan la naturaleza de la cultura (Vigna y Barboza, 2022). Esta relación ancestral entre el ser humano y el agua sentó las bases para el papel estratégico que este recurso jugaría en el desarrollo del país. Sin embargo, es importante señalar que el estado nación

cuando se instala extermina a los indígenas, no hay una línea que conecte la historicidad y que afirme el desarrollo del país desde lo ancestral hasta la actualidad.

Incluso hoy los bienes hídricos determinan fronteras cuando antes eran espacios de conexión y se entendían como sujetos de derecho, un ejemplo de ello es Ecuador, que ha declarado a los ríos como sujetos vivos; esto se alinea con los pensamientos de las comunidades indígenas (Narváez y Vivas, 2022).

Antes de la llegada de los europeos, el territorio que hoy ocupa Uruguay estaba habitado por diversos grupos indígenas, entre ellos los charrúas, guaraníes, chanás, guenoas, entre otros grupos que aún no está del todo conocida parte de su historia. Estos pueblos desarrollaron modos de vida adaptados a los recursos naturales disponibles, estableciendo asentamientos temporales o semipermanentes según las estaciones y las actividades económicas, como la caza, la pesca la recolección y el manejo y el cultivo de especies silvestres y domesticadas (Bracco, 2004; Bonomo et al., 2019; Vidart, 1993). En las tierras bajas del este y noreste de Uruguay pueden observarse construcciones antrópicas en tierra conocidas como cerritos de indios. Diferentes registros materiales son encontrados en estas estructuras dando cuenta de contextos domésticos, ceremoniales y productivos (Pérez Cabrera 2005, Gianotti 2008). Otro tipo de estructura que ha perdurado en el tiempo, son las acumulaciones de piedras conocidas como cairnes o vichaderos, típicas de las zonas altas del centro-norte y del este de Uruguay. Son construcciones antrópicas visibles y permanentes, elaboradas con bloques de piedras que forman montículos o círculos y a las que se han asociado funciones ceremoniales y funerarias (Sotelo, 2014).

Durante la época colonial, aunque el territorio actual de Uruguay se encontraba bajo la jurisdicción de la corona española según el Tratado de Tordesillas, el primer asentamiento de importancia fue establecido por los portugueses en 1680 en Colonia del Sacramento, ubicada a 50 km de Buenos Aires, cruzando el Río de la Plata.

Posteriormente, los españoles fundaron la ciudad de Montevideo e instalaron lo que luego se convertiría en el principal puerto comercial del país. El tráfico fluvial de la época favoreció el surgimiento espontáneo de poblaciones a la vera de los ríos, destacándose con el tiempo las ciudades de Salto y Paysandú, localizadas a orillas del Río Uruguay. Este río fue testigo silencioso del proceso independentista del país, especialmente durante el Éxodo del Pueblo Oriental o La Redota en 1811, cuando durante 64 días, familias, gauchos y milicianos, al mando del General Artigas, migraron hacia el norte y se establecieron en el Ayuí, al norte del país, a orillas del Río Uruguay.

Durante la dominación española, el territorio fue denominado Banda Oriental, y más tarde, Provincia Oriental, como parte de una federación de provincias que hoy integran el litoral argentino del Río Uruguay y el sector meridional de Río Grande del Sur de Brasil. Con la llegada de los colonizadores europeos en el siglo XVI, el agua adquirió nuevas dimensiones de importancia. Los ríos, especialmente el Río de la Plata y el Río Uruguay, se convirtieron en rutas clave para la exploración, el comercio y la expansión territorial. Durante el período colonial, estos cuerpos de

agua facilitaron el transporte de mercancías y personas, consolidándose como ejes fundamentales para la economía regional (Barrán & Nahum, 1971). Además, los asentamientos humanos comenzaron a establecerse principalmente cerca de fuentes de agua, lo que dio lugar a la fundación de ciudades como Montevideo, cuya ubicación estratégica junto al Río de la Plata favoreció su desarrollo como puerto y centro político-administrativo (Vidart, 2000). Además, la relevancia del rol de los recursos naturales en los establecimientos, como el caso del carbón en aquella época, era la única fuente de combustible y los montes ribereños jugaron un papel importante para la extracción de leña (también vinculados a las calderas) (Proyecto REDD+ Uruguay, 2020).

En el siglo XIX, durante el proceso de independencia y consolidación del Estado uruguayo, el agua continuó siendo un recurso esencial tanto para la economía como para la identidad nacional. La ganadería, actividad económica tradicionalmente predominante en Uruguay, dependía en gran medida de los pastizales irrigados por las lluvias y los ríos. Asimismo, la navegación fluvial jugó un papel crucial en la integración comercial del país con Argentina y Brasil, vecinos con quienes comparte cuencas hidrosociales estratégicas (Bertino & Tajam, 1999). En este contexto, el agua no solo era vista como un recurso natural, sino también como un símbolo de soberanía y conexión con el territorio.

A lo largo del siglo XX, el desarrollo industrial y urbano transformó la relación de Uruguay con el agua. La creciente demanda de energía llevó a la construcción de represas hidroeléctricas, como la Represa de Salto Grande (compartida con Argentina), que se convirtió en una fuente importante de electricidad y un ejemplo de cooperación binacional (Terzaghi, 1996). Sin embargo, este período también trajo desafíos relacionados con la contaminación y la gestión inadecuada de los recursos hídricos. La expansión agrícola intensiva y la urbanización generaron presiones sobre los ecosistemas acuáticos, evidenciando la necesidad de una regulación más rigurosa (Piaggio, 2012).

A su vez, en la actualidad la discusión sobre la transformación de la matriz energética en Uruguay se inserta en un debate más amplio sobre el modelo de desarrollo, especialmente en un contexto en el que el cambio climático obliga a repensar nuestro futuro frente a desafíos como la crisis hídrica, la expansión forestal, la instalación de nuevas plantas de celulosa y la creciente pérdida de biodiversidad (Forster et al., 2024; MVOTMA, 2019; Kruk, et al., 2022; Brazeiro, 2015).

A su vez, hoy en día se habla de un cambio en la matriz energética para Uruguay lo que conlleva a una discusión muy amplia sobre todo en épocas en las que el cambio climático lleva a repensar nuestro futuro entorno a crisis hídrica, las papeletras la forestación la pérdida de biodiversidad

En la actualidad, Uruguay enfrenta nuevos desafíos relacionados con el agua, como el impacto del cambio climático, la escasez estacional en algunas regiones y la contaminación por actividades humanas. A pesar de contar con una red extensa de recursos hídricos y una alta precipitación anual, el país ha reconocido la impor-

tancia de gestionar estos recursos de manera sostenible (Ministerio de Ambiente, 2021). Este reconocimiento quedó plasmado en la Constitución de 1967 (reforma de 1996), que establece el agua como un recurso natural esencial para la vida, y en la Ley General del Agua (Ley N.º 18.035, 2006), que busca garantizar su uso responsable y equitativo. A pesar de contar con una red extensa de recursos hídricos y una alta precipitación anual, el país ha reconocido la importancia de gestionar. Posteriormente, la aprobación de la Ley de Riego con Destino Agrario (Ley N.º 19.553, 2017) intensificó el debate nacional al promover nuevas modalidades de gestión y almacenamiento de agua para la producción, destacando la necesidad de equilibrar las demandas del sector agropecuario con la protección de los ecosistemas y el acceso al agua como derecho humano. Estos desafíos adquirieron aún mayor relevancia durante la severa sequía de 2022–2023, que generó una de las peores crisis hídricas del país en décadas, afectando tanto a los sistemas productivos como al abastecimiento de agua potable en la zona metropolitana (INUMET, 2023).

En este contexto, la evolución histórica de la relación de Uruguay con el agua muestra la necesidad de converger una perspectiva utilitaria hacia un enfoque integral incorporando dimensiones ambientales, sociales, culturales y de resiliencia climática.

El agua posee un profundo valor simbólico que está estrechamente ligado a la identidad nacional. Según estudios como el de Martínez y López (2018), los cuerpos de agua en Uruguay, como el Río de la Plata y el Río Negro, han sido históricamente percibidos como elementos vivos que conectan a las personas con su entorno natural y su historia colectiva. Estos recursos hídricos no solo han sido fuentes de sustento económico, sino también símbolos de unidad y pertenencia, presentes en festividades locales, canciones populares y expresiones artísticas. Desde este lugar, el agua actúa como un 'puente intergeneracional', transmitiendo valores y conocimientos entre generaciones. Este vínculo entre el agua y la identidad nacional subraya la necesidad de proteger no solo el recurso físico, sino también su dimensión cultural y simbólica.

Sin embargo, en el contexto actual, marcado por disputas en torno al modelo neextractivista que desplaza comunidades, erosiona los vínculos intergeneracionales y redefine los territorios, el agua tiende a ser concebida cada vez más como un recurso económico antes que como un bien común, lo que profundiza la urgencia de resguardar su valor social, ambiental y cultural. Desde tiempos precolombinos, los pueblos originarios de Uruguay mantuvieron una relación profunda con el agua. Los ríos, arroyos y lagunas no solo eran fuentes de subsistencia, sino también espacios sagrados que conectaban a las comunidades con la naturaleza. Estos cuerpos de agua facilitaban la pesca, el transporte y la comunicación entre diferentes grupos humanos, estableciendo una base cultural y económica que perduró durante milenios (Bracco, 2006).

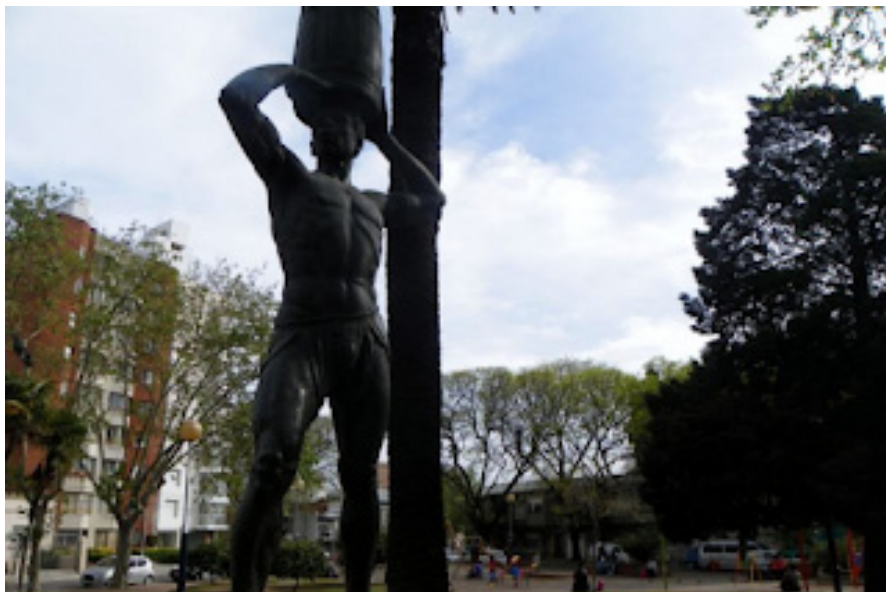
La llegada de los colonizadores europeos en el siglo XVI transformó esta relación ancestral. Los ríos, especialmente el Río de la Plata y el Río Uruguay, se

convirtieron en rutas clave para la exploración, el comercio y la expansión territorial (González, 2010). Durante el período colonial, estos cursos de agua permitieron el transporte de mercancías y personas, consolidándose como ejes fundamentales para la economía regional. Además, los asentamientos humanos comenzaron a establecerse cerca de fuentes de agua, lo que dio lugar a la fundación de ciudades como Montevideo, cuya ubicación estratégica junto al Río de la Plata favoreció su desarrollo como puerto y centro político-administrativo (Barrán & Nahum, 1984).

En los siglos XVIII y XIX, los primeros registros sobre el uso del agua relatan que los habitantes del sur especialmente Montevideo se abastecían de agua principalmente a través de pozos, manantiales y aljibes construidos para recolectar agua de lluvia (Museo Zorrilla, 2014). Uno de los primeros pozos significativos fue el del Rey, ubicado dentro de la ciudad de Montevideo, aunque su agua resultó ser salobre (Schinca, 2015). Ante esta situación, Luis Sosa Mascareño descubrió un manantial cerca del arroyo de las Canarias que se convirtió en una fuente importante de agua para la comunidad (OSE, 2025).

La figura de los aguateros fue fundamental para el abastecimiento a los pobladores de ese entonces. Extraían agua del subsuelo, la trasladaban en carros tirados por bueyes y se anunciaban en busca de clientes. Su posición monopólica les permitía subir los precios en tiempos de sequía, lo que motivaba intervenciones puntuales del Cabildo (Figura 2).

**Figura 2** – Monumento al aguatero, ciudad de Montevideo, extraída de Intendencia de Montevideo. (2021)



Cada aguador colgaba un cencerro al cuello de los bueyes. Al sonar las señoras o las criadas de la casa, o cualquier otro viviente a llamar al aguatero, y allá iba el buen hombre con la caneca en la cabeza, a echar el agua en el barril o la tinaja, a tres y cuatro canecas por medio real. El aguatero, a paso de buey, recorriendo calles, despachaba su pipa de agua, y volvía a llenarla a los pozos para una segunda jornada.

En esa época ingresaron al Cabildo dos iniciativas privadas para monopolizar el abasto de agua, que no tuvieron éxito, entre otros motivos, por la presión que ejercieron los aguateros. Estos personajes del Montevideo colonial también se opusieron al primer proyecto para que el Estado asumiera la prestación del servicio de agua potable en forma directa, que consistía en transportar agua desde Buceo.

Además, existían fuentes públicas como la del Fuerte de San José y la del Puerto, también conocida como fuente de Toribio, que eran utilizadas por los vecinos para abastecerse de agua (Montevideo Antiguo, 2018). Estas prácticas eran comunes ante la ausencia de un sistema organizado de distribución, lo que dio lugar también a situaciones de escasez, quejas y hasta actos religiosos como plegarias para obtener agua (La Diaria, 2019).

La importancia del agua y su acceso en este período reflejan el papel fundamental que tuvo en el desarrollo y organización de las primeras comunidades urbanas, y cómo los pozos y fuentes fueron los principales elementos de abastecimiento (Contraviento, 2023; Mas-historia, 2023).

En el siglo XIX, durante el proceso de independencia y consolidación del Estado uruguayo, el agua continuó siendo un recurso esencial tanto para la economía como para la identidad nacional. La ganadería, actividad económica tradicionalmente predominante en Uruguay, dependía en gran medida de los pastizales irrigados por las lluvias y los ríos. Asimismo, la navegación fluvial jugó un papel crucial en la integración comercial del país con Argentina y Brasil, vecinos con quienes comparte cuencas hidrográficas estratégicas (Bertola y Porcile, 2007).

A lo largo del siglo XX, el desarrollo industrial y urbano transformó la relación de Uruguay con el agua. La creciente demanda de energía llevó a la construcción de represas hidroeléctricas, como la Represa de Salto Grande (compartida con Argentina), que se convirtió en una fuente importante de electricidad y un ejemplo de cooperación binacional (Azar et al., 2013). Sin embargo, este período también trajo desafíos relacionados con la calidad, la cantidad del agua y la gestión inadecuada de los recursos hídricos.

El conocimiento hidrogeológico de esta zona ha avanzado notablemente en las últimas décadas. En el siguiente subcapítulo se describirán aspecto hidrogeológico y antecedentes históricos de Uruguay al respecto de las primeras perforaciones del SAG.

En síntesis, la historia ambiental de Uruguay revela un territorio profundamente marcado por el agua como eje estructurante de su identidad, su desarrollo y sus tensiones contemporáneas. Desde las cosmovisiones indígenas que concebían los

ríos como seres vivos y espacios de conexión, hasta las transformaciones coloniales, republicanas y productivas que redefinieron su uso, los bienes hídricos han sido un hilo conductor que integra dimensiones ecológicas, sociales, culturales y políticas. Hoy, en un escenario global de crisis climática, expansión de actividades extractivas, presión sobre los ecosistemas y creciente desigualdad territorial, Uruguay enfrenta el desafío de sostener sus riquezas hídricas desde un enfoque de justicia ambiental y gestión integrada. Esto implica reconocer la multifuncionalidad del agua, como derecho humano, patrimonio cultural, recurso estratégico y soporte vital de la biodiversidad y fortalecer políticas públicas que prioricen la resiliencia, la participación social, la protección de los ecosistemas y la defensa de los territorios. Solo así será posible proyectar un futuro en el que las aguas de Uruguay, en toda su diversidad, continúen siendo motor de vida, cohesión y bienestar colectivo frente a las incertidumbres del siglo XXI.

## Referencias

- Azar J, López D, Fernández R. La energía hidroeléctrica en el Cono Sur: desarrollo y desafíos. *Rev Energ Soc.* 2013;8(1):112-30.
- Banco Mundial. Uruguay: panorama general [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/country/uruguay/overview>
- Barrán JP, Nahum B. Historia rural del Uruguay moderno. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 1984.
- Bertino M, Tajam H. Historia económica del Uruguay. Montevideo: Ediciones Trilce; 1999.
- Bértola L, Porcile G. La economía uruguaya en la larga duración: desde la colonia hasta el siglo XXI. Montevideo: Ediciones Trilce; 2007.
- Bethell L. O Brasil e a ideia de “América Latina” em perspectiva histórica. *Estud Hist.* 2009;22:289-321.
- Bonomo M, Di Prado VS, Silva CB, Scabuzzo C, Ramos van Raap MA, Castiñeira Latorre C, et al. Las poblaciones indígenas prehispánicas del río Paraná Inferior y Medio. *Rev Mus La Plata.* 2019;4.
- Bracco D. Indígenas del Uruguay: presencia, resistencia y asimilación. Montevideo: Ediciones del Caballo Perdido; 2006.
- Bracco D. Los indios de la Banda Oriental: historia y cultura. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 2004.
- Brazeiro A, Cravino A, Fernandez P, Haretche F, Ruiz M. Efectos de la forestación sobre comunidades de aves y mamíferos: evaluación a múltiples escalas. En: *Biodiversidad en paisajes forestados de Uruguay.* 2023. p. 117-49.

- Caetano G. Laicismo y política en el Uruguay contemporáneo. Una mirada desde la historia. En: Da Costa N, editor. Laicidad en América Latina y Europa. Repensando lo religioso entre lo público y lo privado en el siglo XXI. Montevideo: CLAEH; 2006. p. 121-59.
- Contraviento. El agua a través de nuestra historia [Internet]. 2023 jun 2 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://contraviento.uy/2023/06/02/el-agua-a-traves-de-nuestra-historia/>
- Dirección General Forestal, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Resultados del inventario nacional forestal de bosque nativo. Etapas 2009-2016. Montevideo: MGAP; 2019.
- Dirección Nacional de Aguas. Plan Nacional de Aguas [Internet]. Montevideo: MVOTMA; 2015 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente>
- Durán A. Classification in hydrologic groups of soil of Uruguay [Internet]. 2022 [citado 2022 nov 24]. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20230065822>
- Forster PM, Smith C, Walsh T, Lamb WF, Lamboll R, Hall B, et al. Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth Syst Sci Data*. 2024;16(6):2625-58.
- Gagliardi S. Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní en la zona de Artigas [tesis/monografía]. Montevideo: Universidad de la República, Facultad de Ciencias; 2008.
- García G, Pérez A, Rodríguez M. Gestión integrada de recursos hídricos en Uruguay en el contexto del cambio climático. INNOTEC [Internet]. 2015 [citado 2025 feb 21];(10):60-7. Disponible en: <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/295>
- Genta JL, Pérez BA, Mechoso CR. La crisis hídrica y las paradojas de la gobernanza del agua en Uruguay. *Rev Urug Cienc Polit* [Internet]. 2018 [citado 2025 feb 7];27(1):203-33. Disponible en: <https://rucp.cienciassociales.edu.uy/index.php/rucp/article/view/626>
- Gianotti C, Criado-Boado F, López Mazz JM. Arqueología del paisaje: la construcción de cerritos en Uruguay. 2008.
- González M. El Río de la Plata en la geopolítica colonial y poscolonial. *Rev Hist Reg*. 2010;15(2):45-62.
- Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Continua de Hogares 2023 [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ine.gub.uy/web/guest/encuesta-continua-de-hogares>

- Instituto Nacional de Estadística. Indicadores demográficos 2023 [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ine.gub.uy/web/guest/estadisticas-demograficas>
- Instituto Uruguayo de Meteorología. Informe sobre la sequía 2022-2023 y sus impactos. Montevideo: Gobierno de Uruguay; 2023.
- Intendencia de Montevideo. El aguatero. Homenaje a la raza negra. Comisión del Centenario de 1930 [Internet]. 2021 [citado 2025 jul 10]. Disponible en: <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/personas-y-ciudadania/mapeo-afrodescendencia-resiliente/monumento-al-aguatero>
- Krastel S, Wefer G, Hanebuth TJ, Antobreh AA, Freudenthal T, Preu B, et al. Sediment dynamics and geohazards off Uruguay and the de la Plata River region (northern Argentina and Uruguay). *Geo Mar Lett*. 2011;31(4):271-83.
- Kruk C, Gascue A, Bortolotto N, Lezica LR, Delbene L, González S, et al. Problemáticas socioambientales en el territorio hidrosocial de la Laguna Merín: aportes desde la interdisciplina. *Rev Urug Antropol Etnogr*. 2022;7(2).
- La Diaria. El agua en la historia de Montevideo: escasez, plegarias y quejas [Internet]. 2019 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://ladiaria.com.uy/rioabierto/articulo/2019/1/el-agua-en-la-historia-de-montevideo-escasez-plegarias-y-quejas/>
- Martínez J, López M. El agua como patrimonio cultural: dimensiones simbólicas y sociales en América Latina. *Rev Estud Ambient Cult*. 2018;15(2):45-62.
- Más Historia. El agua en la época colonial [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://mas-historia.blogspot.com/2023/06/el-agua-en-la-epoca-colonial.html>
- Ministerio de Ambiente. Política Nacional de Aguas en Uruguay. Montevideo: Ministerio de Ambiente; 2021.
- Ministerio de Salud Pública. Cobertura del Sistema Nacional Integrado de Salud (SNIS) [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica>
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario de Uruguay [Internet]. 2019 [citado 2025 dic 1].
- Montevideo Antiguo. La fuente de la Aguada [Internet]. 2018 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.montevideoantiguo.net/la-fuente-de-la-aguada/>
- Museo Zorrilla. El agua en una vivienda colonial [Internet]. 2014 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://museozorrilla.gub.uy/innovaportal/v/61869/2/mec/el-agua-en-una-vivienda-colonial>

- Narváez GM, Vivas AG. El Derecho de los Ríos en el Estado Constitucional de Derechos y Justicia. 593 Digit Publ CEIT. 2022;7(6):220-41.
- Obras Sanitarias del Estado. Informe de gestión 2023 [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ose.com.uy>
- Oddone G, Marandino J. The case of Uruguay [Internet]. Chicago: University of Chicago; 2019. Disponible en: <https://mafhola.uchicago.edu/wp-content/uploads/The-Caseof-Uruguay.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. Salud en las Américas. Perfil de país - Uruguay [Internet]. 2024 [citado 2025 nov 25]. Disponible en: <https://hia.paho.org/es/perfiles-de-pais/uruguay>
- OSE. Montevideo colonial [Internet]. 2025 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ose.com.uy/empresa/montevideo-colonial>
- Pellegrino A. Caracterización demográfica del Uruguay [Internet]. Montevideo: Programa de Población, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República; 2003 [citado 2025 feb 21]. Disponible en: [https://anep.edu.uy/historia/clases/clase20/cuadros/15\\_Pellegrino-Demo.pdf](https://anep.edu.uy/historia/clases/clase20/cuadros/15_Pellegrino-Demo.pdf)
- Pérez LC. Patrimonio y arqueología en el sur de Brasil y región este de Uruguay: los cerritos de indios. *Salduie*. 2005;5:221-54.
- Piaggio M. El agua en Uruguay: gestión, desafíos y perspectivas. *Rev Urug Geogr*. 2012;18(2):45-67.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre desarrollo humano 2021/2022: tiempos inciertos, vidas inestables [Internet]. 2022 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://hdr.undp.org>
- Proyecto REDD+ Uruguay, Rodríguez P, Justo C, Miguel C, Olivera J, Martino D. Población indígena en Uruguay y su vínculo con el bosque [Internet]. Montevideo: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca; Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente; 2020 [citado 2025 dic 22]. Disponible en: [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/1.%20Informe\\_PI\\_y\\_BN.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/1.%20Informe_PI_y_BN.pdf)
- Rodríguez-Gallego A, Alfaro M, Carranza A, Clavijo C, De León G, Franco-Fraguas P, et al. Síntesis de la revisión de antecedentes sobre el estado de los ecosistemas y la biodiversidad en Uruguay y las causas de su degradación [Internet]. CURE, Udelar; 2019 [citado 2025 nov 24].
- Schinca. Montevideo antiguo [Internet]. 2015 [citado 2025 may 12]. Disponible en: [https://www.raicesuruguay.com/raices/mvd\\_antiguo3.html](https://www.raicesuruguay.com/raices/mvd_antiguo3.html)
- Sotelo M. Cairnes y vichaderos en las tierras altas de Uruguay. *Rev Mus Antropol*. 2014;7(2):309-16.

- Terzaghi K. Las represas y su impacto en la economía del Uruguay. Montevideo: Facultad de Ingeniería; 1996.
- Toranza Ciurlanti C. Distribución y diversidad del bosque serrano y de quebrada en Uruguay [Internet]. 2021 [citado 2025 nov 21].
- Uruguay. Ley N° 18.035. Ley General de Aguas. Diario Oficial; 2006.
- Uruguay. Ley N° 19.553. Ley de Riego con Destino Agrario. Diario Oficial; 2017.
- Uruguay XXI. Estabilidad y una oferta diversa, los puntos altos para la inversión turística en Uruguay [Internet]. 2022 [citado 2025 feb 18]. Disponible en: <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/noticias/articulo/estabilidad-y-una-oferta-diversa-los-puntos-altos-para-la-inversion-turistica-en-uruguay/>
- Veiga C, Mendizábal R. Impacto ambiental y regulación del agua en Uruguay: un análisis crítico. *Estud Medio Ambient.* 2015;12(3):75-98.
- Vidart D. El mundo de los charrúas. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 1996.
- Vidart D. El Uruguay y su gente: ensayos de identidad cultural. Montevideo: Ediciones Trilce; 2000.
- Vigna S, Barbosa AM. Cosmovisiones y modos de vida de la comunidad charrúa contemporánea en Uruguay. En: *Actas V Encuentro de Investigadores del Área Social.* Melo: Udelar; 2022.



# Marco del Sistema Acuífero Guaraní (SAG) en el litoral norte de Uruguay

Elena M. ALVAREDA MIGLIARO<sup>(1)</sup>, Julián A. RAMOS<sup>(1)</sup>, Armando A. BORRERO<sup>(1)</sup>, Andrés SARACHO<sup>(1)</sup>, Sofía DA ROCHA<sup>(1)</sup>, Eliana DALEVE<sup>(1)</sup>, Lucas BESSONE<sup>(1)</sup>, Pablo A. GAMAZO<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento del Agua. Centro Universitario Regional Litoral Norte. Rivera 1350 Salto, CP 50000, Uruguay.

## Resumen

El agua subterránea constituye un recurso estratégico para el desarrollo sostenible del Uruguay, en particular en el noroeste del país, donde cumple un rol fundamental en el abastecimiento humano, la producción agropecuaria, el turismo termal y otros usos múltiples. Este trabajo presenta una síntesis de los principales sistemas acuíferos de la región, con énfasis en el Sistema Acuífero Guaraní (SAG), así como una descripción de los principales usos del agua subterránea.

**Palabras clave:** Sistema Acuífero Guaraní, gobernanza del agua, gestión integrada, aguas termales

## Framework of the Guaraní Aquifer System (GAS) in Northern Uruguay

### Abstract

Groundwater constitutes a strategic resource for sustainable development in Uruguay, particularly in the northwestern region, where it plays a fundamental role in human supply, agricultural production, thermal tourism, and other multiple uses. This work presents a synthesis of the main aquifer systems in the region, with emphasis on the Guaraní Aquifer System (GAS), as well as a description of the principal uses of groundwater.

**Key words:** Guaraní Aquifer System, water governance, integrated management, thermal waters

## REFERENCIA NORMALIZADA

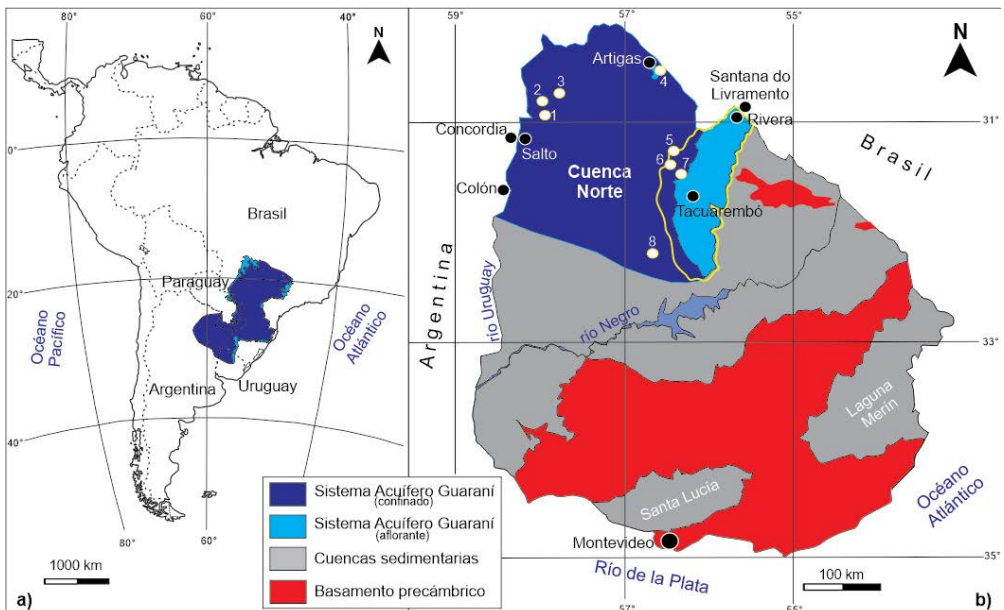
Alvareda Migliaro EM, Bortolotto N, Ernst A, del Puerto L, da Rocha S. Marco del Sistema Acuífero Guaraní (SAG) en el litoral norte de Uruguay. *Balnea*, 2026, 12, 47-50

## INTRODUCCIÓN

En cuanto al agua subterránea, Uruguay cuenta con importantes reservas distribuidas en varios sistemas acuíferos, entre los que se destacan el Sistema Acuífero Guaraní (SAG), el Raigón, el Mercedes, el Chuy, el Tacuarembó, y otros de menor escala, pero gran relevancia local, por sus usos. Estos acuíferos presentan características hidrogeológicas diversas en cuanto a extensión, profundidad, calidad del agua, recarga natural y usos predominantes (UNESCO, 2010).

El Sistema Acuífero Guaraní (SAG), de donde se extraen las aguas termales del litoral norte de Uruguay, es compartido con Brasil, Argentina y Paraguay, y constituye uno de los mayores reservorios de agua dulce subterránea del mundo (Gastmans et al., 2012) (Figura 1).

**Figura 1** – Extensión regional y en Uruguay del SAG (extraído de Manganelli et al., 2024)



En territorio uruguayo ocupa aproximadamente 36.170 km<sup>2</sup> (Presidencia de Uruguay, 2013). El SAG aflora principalmente en el norte y noreste del país, abarcando zonas de los departamentos de Artigas, Rivera, Tacuarembó, Salto y Cerro

Largo (Manganelli et al., 2024). En esta región, las formaciones del Grupo Botucatu, compuestas por areniscas porosas, permiten una significativa interacción entre el agua subterránea y los cursos de agua superficiales (OEA, 2005).

Los principales cursos de agua sobre el SAG en Uruguay corresponden a los ríos Uruguay, Arapey, Daymán, Queguay, Cuareim y Tacuarembó. Sin embargo, solo los ríos Cuareim y Tacuarembó presentan una vinculación directa comprobada con el acuífero en su zona aflorante. Entre los cuerpos de agua menores más relevantes se encuentran los arroyos Cuñapirú, Tacuarembó Chico, Tranqueras y Tamanduá, los cuales son clave para comprender las zonas de recarga y descarga del sistema.

En el litoral norte, departamentos de Salto y de Paysandú, el SAG adquiere una relevancia particular por su vinculación con los recursos termales. En esta región, las aguas subterráneas del SAG se encuentran a mayor profundidad y en contacto con formaciones geológicas que permiten una elevación natural de la temperatura, generando surgencias de aguas termales con temperaturas que oscilan entre 38 °C y 46 °C. Este fenómeno se debe a un gradiente geotérmico elevado en la región, combinado con las propiedades hidrogeológicas de las areniscas del Grupo Botucatu y los basaltos de la Formación Serra Geral, que actúan como capas confinantes y aislantes térmicos (UNESCO, 2010; DINAGUA, 2015).

Durante el 2019, y por primera vez un estudio realizado por investigadores del Departamento del Agua del CENUR LN, Udelar, entre otros, reveló una serie de componentes del tipo oligoelementos y propiedades químicas del agua del SAG en la zona del Parque Dayman Termal en Salto muy prometedoras para su uso terapéutico (Alvareda et al., 2019).

Los principales usos del agua termal en el litoral norte de Uruguay son el recreacional y la balneoterapia, los cuales generan efluentes que son vertidos al ambiente a elevadas temperaturas. En este sentido, Ramos et al. (2017) evaluaron el potencial de aprovechamiento de estos efluentes como fuente de energía térmica para la calefacción de invernáculos, analizando los balances térmicos de sistemas con y sin aporte de calefacción. Los resultados evidencian que la reutilización del efluente termal permite mejorar las condiciones térmicas de los invernáculos, constituyendo una alternativa innovadora para la valorización del recurso y la reducción del impacto ambiental asociado a su descarga.

Si bien los usos recreacionales y energéticos del agua termal se encuentran relativamente desarrollados, el uso terapéutico continúa siendo el menos explorado, motivo por el cual se presenta este vademécum con el objetivo de ampliar y sistematizar el conocimiento disponible.

A nivel de Gobernanza, Uruguay dio un avance importante al firmar en el 20 de junio del 2013 el decreto 183/013 (Decreto 183/013), pertinente a la creación de la Comisión del Sistema Acuífero Guaraní como órgano asesor del Consejo Regional de Recursos Hídricos del Río Uruguay. A partir de ello, la protección del acuífero adquiere un carácter estratégico a escala nacional y regional, debido a su fragilidad, su alto valor social y económico, y al incremento sostenido de la demanda de uso.

En este contexto, el Sistema Acuífero Guaraní se consolida como un componente clave del patrimonio hídrico del Uruguay, particularmente en el litoral norte, donde sostiene usos estratégicos vinculados al abastecimiento, la producción y el aprovechamiento termal. La complejidad hidrogeológica del sistema, su carácter transfronterizo y la creciente presión asociada a la demanda de sus recursos refuerzan la necesidad de avanzar hacia una gestión integrada, basada en el conocimiento científico, el monitoreo continuo y la cooperación interinstitucional. Fortalecer los mecanismos de protección y gobernanza del SAG resulta fundamental para garantizar la sostenibilidad del recurso, preservar su calidad y asegurar su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.

## Referencias

- Alvareda E, Salvo M, Ramos JA, Lucas C, Carrión R, Freire Magariños A, Victoria M, Veroslavsky G, Ernst A, Colina R, Blanco R, Moriondo A, Cattani C, Lavecchia F, Gamazo P. Screening preliminar de oligoelementos y componentes de tierras raras con posibles propiedades minero-medicinales en el agua del Sistema Acuífero Guaraní de la fuente termal de Daymán-Salto, Uruguay. 2019. doi:10.13140/RG.2.2.16667.27687.
- Decreto 183/013. MVOTMA. Disponible en: [archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2013/06/mvotma\\_57.pdf](http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2013/06/mvotma_57.pdf). Acceso: 22 dic 2025.
- Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA). Plan Nacional de Aguas. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA); 2015. Disponible en: [gub.uy/ministerio-ambiente](http://gub.uy/ministerio-ambiente).
- Gastmans D, Veroslavsky G, Santarosa LV, Manganelli A, Samaniego L, Carrión R. Áreas de afloramiento e áreas de recargas do sistema Aquífero Guaraní sao as mesmas? O paradigma do território uruguaio. En: XXII Congreso Brasileño de Aguas Subterráneas (CABAS); 2-5 ago 2022; São Paulo. 2022.
- Organización de los Estados Americanos (OEA). Marco conceptual para la gestión del Sistema Acuífero Guaraní. Programa GEF/OEA/BID; 2005. Disponible en: [oas.org/dsd/Guarani](http://oas.org/dsd/Guarani).
- Ramos JA, Blanco CN, Gamazo PA, Saravia C, de Souza R, de los Santos JE, Bentancur O, Ferreira Á. Potencial del efluente de los parques geotermales del Sistema Acuífero Guaraní para la calefacción de invernáculos. *Innotec*. 2017;(14):31-36. doi:10.26461/14.05.
- UNESCO. Groundwater resources in South America: aquifer systems. Regional Groundwater Project RLA/8/031; 2010.
- Veroslavsky G, Soto M, Mesa V, Manganelli A. Geology of the Guaraní Aquifer System in the outcrop area of the Tacuarembó and Rivera formations (Norte Basin, Uruguay). *Rev Asoc Geol Argent*. 2024;81(2):239-264.

# Las Aguas Termales en Uruguay: aspectos geológicos e hidrogeológicos

Gerardo VEROSLASVSKY<sup>(1)</sup> and Alberto MANGANELLI<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Department of Sedimentary and Applied Geology, Institute of Geological Sciences, Faculty of Sciences, Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay.

<sup>(2)</sup> Regional Center for Groundwater Management in Latin America and the Caribbean (CeReGAS), Montevideo, Uruguay.

## Resumen

En este trabajo se compilan los datos e información necesarios para la descripción y caracterización geológica e hidrogeológica del recurso termal de la región noroeste de Uruguay. El objetivo principal es contribuir a la difusión del conocimiento básico que sustenta la exploración, el aprovechamiento y la preservación de dicho recurso. Los aspectos aquí considerados tienen un papel fundamental en el sostenimiento de una industria que se desarrolla alrededor del recurso termal, con una rica tradición histórica, que se ha consolidado como uno de los destinos turísticos más visitados de nuestro país tanto por los uruguayos como por argentinos y brasileños. Las aguas termales de la región noroeste del país se extraen de seis centros termales: Daymán, Arapey, San Nicanor, Guaviyú, Salto Grande y Almirón. En conjunto, estos centros incluyen un total de diez perforaciones profundas: Arapey 1, Arapey 2, Altos del Arapey, Daymán, Posada del Siglo XIX, Aguas Claras, Hotel Quiroga, San Nicanor, Guaviyú y Almirón. Las aguas termales que aprovechan esos centros termales provienen de dos sistemas acuíferos que poseen características geológicas e hidrogeológicas diferentes: el Sistema Acuífero Guaraní (SAG), con significativos aportes de otros acuíferos; y el Sistema Acuífero San Gregorio-Buena Vista (SASG-BV). Mientras las aguas del SAG abastecen del recurso termal a cinco de los seis centros, el SASG-BV se explota exclusivamente en Almirón. La recopilación abarca información sobre las características geológicas e hidrogeológicas generales de ambos sistemas acuíferos, así como datos de interés sobre las perforaciones termales. Esto incluye aspectos históricos, profundidades, perfiles litológicos, estructura geológica, extensión de los sistemas acuíferos y algunos de los principales parámetros hidrogeológicos. Además, se muestran aspectos que hacen al análisis sobre el funcionamiento de estos sistemas hidrogeológicos y sus implicancias.

**Palabras clave:** Aguas termales, Sistema Acuífero Guaraní, hidrogeología

## Thermal Waters in Uruguay: Geological and Hydrogeological Aspects

### **Abstract**

This study compiles the data and information required for the geological and hydrogeological characterization of thermal resources in northwestern Uruguay. The main objective is to contribute to the dissemination of fundamental knowledge supporting the exploration, utilization, and preservation of this resource. These aspects play a fundamental role in sustaining an industry developed around thermal resources, which has a rich historical tradition and has consolidated itself as one of the most visited tourist destinations in the country by both Uruguayans and visitors from Argentina and Brazil.

Thermal waters in this region are extracted from six thermal centers: Daymán, Arapey, San Nicanor, Guaviyú, Salto Grande, and Almirón. Together, these centers include a total of ten deep wells: Arapey 1, Arapey 2, Altos del Arapey, Daymán, Posada del Siglo XIX, Aguas Claras, Hotel Quiroga, San Nicanor, Guaviyú, and Almirón.

These thermal waters originate from two aquifer systems with different geological and hydrogeological characteristics: the Guaraní Aquifer System (GAS), with contributions from other aquifers, and the San Gregorio–Buena Vista Aquifer System (SGS-BV), which is exclusively exploited in Almirón.

The compilation includes geological characteristics, lithological profiles, well depths, structural features, aquifer extension, and key hydrogeological parameters. It also addresses the functioning of these hydrogeological systems and their implications.

**Key words:** Thermal Waters, Guaraní Aquifer System, hydrogeology.

### REFERENCIA NORMALIZADA

Veroslavsky G, Manganelli A. Las Aguas Termales en Uruguay: aspectos geológicos e hidrogeológicos. *Balnea*, 2026, 12, 51-63

## INTRODUCCIÓN

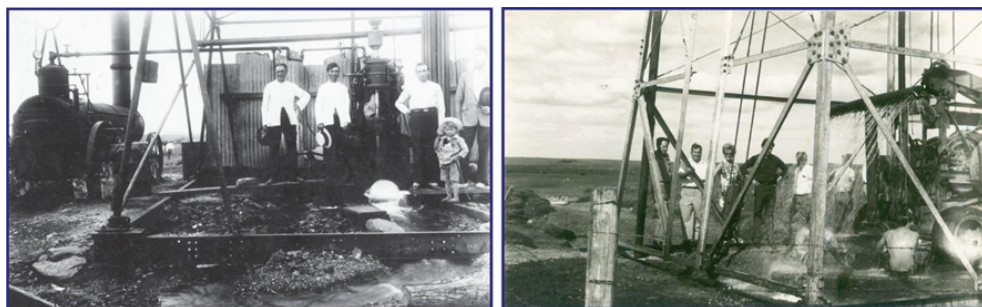
El turismo termal constituye una realidad económica, social y cultural en la región del litoral noroeste de Uruguay. En esta área se localizan seis centros termales: Arapey, Daymán y Salto Grande, en el departamento de Salto; y Guaviyú, San Nicanor y Almirón, en el departamento de Paysandú (Custodio, 2015).

El descubrimiento y aprovechamiento de las aguas termales en Uruguay están íntimamente ligados a los esfuerzos exploratorios realizados en el siglo XX en busca de hidrocarburos. Así, se evidencia que cada uno de los centros termales

antes mencionados tienen un pozo exploratorio que, en algunos casos, directamente fue utilizado a posteriori como pozo termal o, en su defecto, respaldó técnicamente la realización de nuevas perforaciones con fines termales.

En Uruguay, las aguas termales fueron alumbradas por el pozo Arapey que finalizó en 1946 y fue perforado por el Instituto Geológico del Uruguay (Figura 1). Si bien ya existían otras manifestaciones de aguas termales provenientes de otros acuíferos profundos, como las perforaciones de Paso Ullestie (Río Negro) y de Rincón del Bonete (Tacuarembó), Arapey se convirtió en un ícono por sus enormes volúmenes de agua, su calidad, alta temperatura y surgencia.

**Figura 1** – Perforaciones que marcaron mojones en el desarrollo termal de Uruguay. A la izquierda, la perforación Arapey del Instituto Geológico del Uruguay, posiblemente durante 1945. A la derecha, la perforación Guichón realizada por ANCAP, actualmente Termas de Almirón, posiblemente 1958. La perforación Arapey todavía está operativa mientras que el pozo Guichón fue cerrado luego de realizada a pocos metros, otra perforación termal.



La campaña de exploración de petróleo que se realizó en el norte del país durante la década de 1950 dio nuevos resultados para el futuro desarrollo termal. La misma incluyó estudios geológicos y geofísicos que condujeron a la realización de 6 perforaciones que permitieron avanzar significativamente en el conocimiento del relleno rocoso y estructura del subsuelo de la Cuenca Norte.

Es interesante remarcar que el relativo retraso en el desarrollo termal sobre la margen derecha del río Uruguay en el vecino país de Argentina, también tuvo que ver con el grado de avance y comprensión del modelo geológico regional. Cuando los geólogos argentinos integraron los conocimientos adquiridos a través de relevamientos sísmicos, comprobaron la continuidad de los basaltos y las rocas arenosas infrayacentes del SAG en Entre Ríos. Aquellas supuestas fallas N-S y N-E que podrían interrumpir la continuidad de esas rocas más allá del río Uruguay, en realidad, existían afectando unidades geológicas más antiguas pero que no llegaban a

afectar, mayormente, a las unidades geológicas implicadas en la explotación de las aguas termales.

De esta forma, la seguridad de la continuidad geológica de los cuerpos rocosos presentes en territorio uruguayo hacia el entrerriano dio luz verde a numerosas perforaciones que se realizaron a finales del Siglo XX para un agresivo desarrollo termal en esa provincia (Figura 2).

En Uruguay, tres de las perforaciones exploratorias de la campaña hidrocarbúrfica realizados entre 1957-1958, a la que se debe sumar Arapey, fueron aprovechadas posteriormente para el desarrollo termal. Las perforaciones son: Salto NO\_03\_S-X1, 22/01/1957, profundidad final 2204 m (Centro Termal Daymán, IMS); Quebracho NO\_04\_Q\_X1, 29/07/1957, profundidad final 1109 m (Termas de Guaviyú); y Guichón NO\_05\_Gu\_X1, 14/11/1957, profundidad final 929 m (Centro Termal de Almirón).

En las perforaciones Salto, Quebracho y Guichón la surgencia permitió el alumbramiento de importantes volúmenes de agua, despertando el interés de vecinos y gobiernos municipales de la época para su aprovechamiento. No obstante, las aguas no presentaban una naturaleza hidrogeológica homogénea, ya que provenían de distintas unidades acuíferas debido al diseño original de los pozos petroleros (e.g. paredes desnudas), aspecto que en la mayoría de los casos favorecía la mezcla de aguas de diferentes niveles acuíferos, someros y profundos.

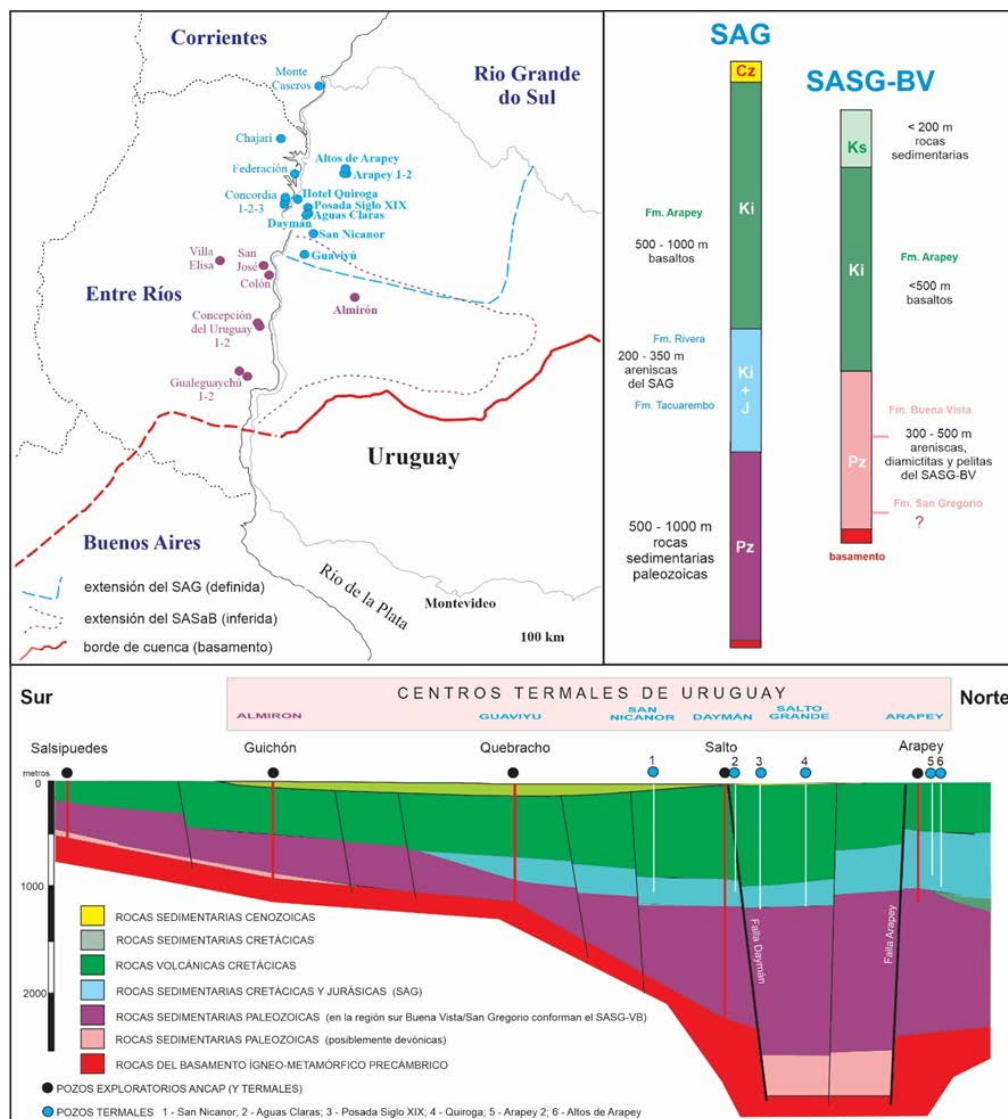
La Figura 2 presenta una sección geológica esquemática de toda la región termal, la que exhibe la naturaleza del relleno vulcano sedimentario, así como la distribución espacial de las unidades presentes en la cuenca. En ese esquema se representa el límite sur del SAG. Cabe señalar que existen otras perforaciones profundas que alcanzan el SAG en la ciudad de Salto, pero no son explotadas con fines turísticos (e.g. Club de Remeros, Pozo de Ose).

Actualmente, se conoce con certeza que en cinco de los centros termales señalados se extraen aguas provenientes del SAG (aunque existen contribuciones de acuíferos profundos), mientras que, en el Centro Termal Almirón las aguas provienen exclusivamente del SASG-BV (Figura 2).

Esa situación obedece a la naturaleza geológica del subsuelo, lo que hace que las propiedades naturales de las aguas de esos dos sistemas acuíferos alumbradas por los pozos posean características hidroquímicas muy disímiles que condicionan buena parte de su uso.

En el uso corriente, las termas del SAG se describen como ‘aguas dulces’ y las de Almirón como ‘aguas saladas’; sin embargo, dicha distinción corresponde en realidad a diferencias en la mineralización total disuelta y en las características organolépticas derivadas de dicha composición, factores que condicionan su clasificación hidroquímica y sus potenciales usos terapéuticos.

**Figura 2** – Ubicación de los centros termales de Uruguay y las perforaciones situadas a ambos lados del río Uruguay, en lo que se denomina el “Corredor Termal del Río Uruguay”. Arriba a la izquierda, un esquema que muestra la naturaleza del perfil geológico que está asociado a las termas del SAG y del SASG-BV. Abajo, un corte geológico, de dirección general Sur – Norte, que revela los principales rasgos estratigráficos y estructurales de la Cuenca Norte en la región termal del noroeste. (fuentes utilizadas: Pesce et al. 2002; de Santa Ana et al., 2006; Morales et al., 2021)



Las aguas termales, desde el punto de vista geológico, para ser consideradas como tales, deben tener una temperatura de alumbramiento superior, al menos, en 4° C a la media anual ambiental del lugar de extracción. Algunas clasificaciones sugieren otros rangos de temperatura.

Todas las perforaciones termales de la región noreste a las que se hace referencia aquí, tienen temperaturas que van desde 35 a 44°C. Si se considera que la temperatura media anual en esa región del litoral oeste es aproximadamente 18-19 °C, los mismos superan en casi 20 grados aquella condición.

Otros parámetros pueden ser utilizados para clasificar las aguas termales, por ejemplo, en función de su quimismo, dureza, temperatura y radioactividad. Por ejemplo, las aguas termales que provienen del SAG son consideradas aguas con iones predominantes en bicarbonato y sodio presentando el anión cloruro en su composición alguna de ellas, así como otros elementos como arsénico, zinc y cadmio, en concentraciones que no afectan a la actividad recreativa pero que las hacen no potables según la normativa uruguaya. Las aguas provenientes del SASG-BV son consideradas, como señalado, comúnmente “aguas saladas”, y corresponden a la categoría de aguas cloruradas sódicas, también no potables.

## **LAS AGUAS TERMALES DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

El SAG es un acuífero transfronterizo localizado en la región occidental del continente Sudamericano, abarcando un área total de 1.087.880 km<sup>2</sup> (Gastmans et al., 2012). Sus recursos hídricos los comparten una población estimada en más 90 millones en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

En Uruguay, abarca un área de 36.171 km<sup>2</sup> sobre la que viven aproximadamente 4.000.000 habitantes y se extrae un volumen de agua aproximado a 25 millones de m<sup>3</sup>/año (DINAMIGE, 2009). Posee diversos usos, entre los que se destacan: el suministro de agua potable a las poblaciones establecidas sobre el área aflorante; riego y consumo humano; y su explotación en los centros turísticos termales (Montaño et al., 1998a).

El SAG está constituido por un conjunto de rocas sedimentarias, esencialmente arenosas, siliciclásticas, con buena porosidad y permeabilidad, depositadas durante el Mesozoico, entre los 180 y 130 millones de años (PEA, 2009; ANII 2023). Estas rocas fueron depositadas por sistemas fluviales de extensas planicies arenosas asociados a importantes eventos eólicos, caracterizando un ambiente de tipo semi-árido con temperaturas cálidas (Veroslavsky et al., 2024).

Las propiedades petrofísicas de las areniscas que constituyen el SAG (porosidad, permeabilidad) le confieren características acuíferas que, sumado a la notable continuidad, homogeneidad y espesores, lo hacen un vasto reservorio subterráneo.

El SAG constituye un sistema hidrogeológico que, en una gran extensión, se encuentra confinado y protegido naturalmente por grandes espesores de rocas basálticas

cas y en un área más restricta se encuentra aflorando en la superficie. Es por ese motivo que, en Uruguay, se desarrolla a profundidades muy variables, de 0 a 1000 m, con un espesor promedio de 200 m que va de 100 m en el área aflorante a valores de 200 a 300 m en confinadas por los basaltos (Veroslavsky y Manganelli, 2018).

Esa cobertura basáltica es la que constituye una barrera natural, prácticamente impermeable, que le ofrece una protección natural a la explotación excesiva (dificultad de acceder al acuífero) y a la contaminación antrópica.

Los límites físicos que la comunidad científica y técnica, nacional e internacional, reconoce para el SAG en territorio uruguayo, fueron definidos sobre la base de la distribución espacial de las unidades geológicas que lo componen (PEA, 2009; Gastmans et al., 2012). Posteriormente, esos límites sufrieron un pequeño ajuste en función de los avances producidos que se plasmaron en el Mapa Hidrogeológico del SAG elaborado por la Dirección Nacional de Minería y Geología (Techera et al., 2017).

En la región termal, el techo del SAG se encuentra a profundidades que varían entre los 500 y 1000 m, situación propicia para que, en función del gradiente geotérmico, las aguas alcancen las altas temperaturas conocidas (Veroslavsky y Manganelli, 2018, Morales et al. 2021).

Cabe aclarar que, en la ciudad de Salto y alrededores, donde se nuclean los centros termales de Daymán y Salto Grande, es el único lugar de la Cuenca Norte donde el espesor de los basaltos supera levemente los 1000 m (Montaño et al., 1998a; Morales et al., 2021). Esto resulta en una situación propicia para ganar más temperatura en el SAG. En los otros centros termales, las perforaciones mostraron que el espesor de los basaltos raramente supera los 500 m.

Sin embargo, las aguas termales de Arapey también presentan valores altos de temperatura (comparables a las del pozo Salto) pero donde los basaltos sólo tienen 543 m de espesor (de Santa Ana et al. 2006). Esta situación anómala de temperatura, cuando relacionada al gradiente geotérmico esperado, se explicó por la existencia de un flujo ascendente de aguas más calientes provenientes de acuíferos paleozoicos profundos que logran comunicarse a través de importantes fallas geológicas (Morales et al. 2021). La hidroquímica e isotopía, incluyendo el estudio de gases nobles, reafirmaron ese planteo (Teramoto et al., 2025).

En los últimos años, muchas contribuciones científicas se orientaron a mejorar la comprensión sobre la dinámica del flujo del agua subterránea dentro del SAG, especialmente en las áreas donde este se encuentra muy confinado. Este tema resulta esencial para el desarrollo de modelos conceptuales confiables que respalden su gestión sostenible. Esa línea de trabajo para las áreas de gran confinamiento formó parte de las orientaciones técnicas que surgieron del Plan Estratégico de Acción del SAG, particularmente por las implicancias en la gestión sostenible del recurso (PEA, 2009).

En ese sentido, varios estudios han analizado las características hidráulicas, hidroquímicas e isotópicas en Argentina, Brasil y Uruguay. Los estudios hidroquímicos e isotópicos, a los que se le sumaron la obtención de las edades absolutas de las aguas del SAG, han destacado el papel de las interacciones progresivas roca-agua en la evolución hidroquímica del sistema, poniendo en duda algunas de las antiguas interpretaciones dadas a la evolución química del SAG en el subsuelo (entre otros, Vives et al. 2016, Teramoto et al. 2020).

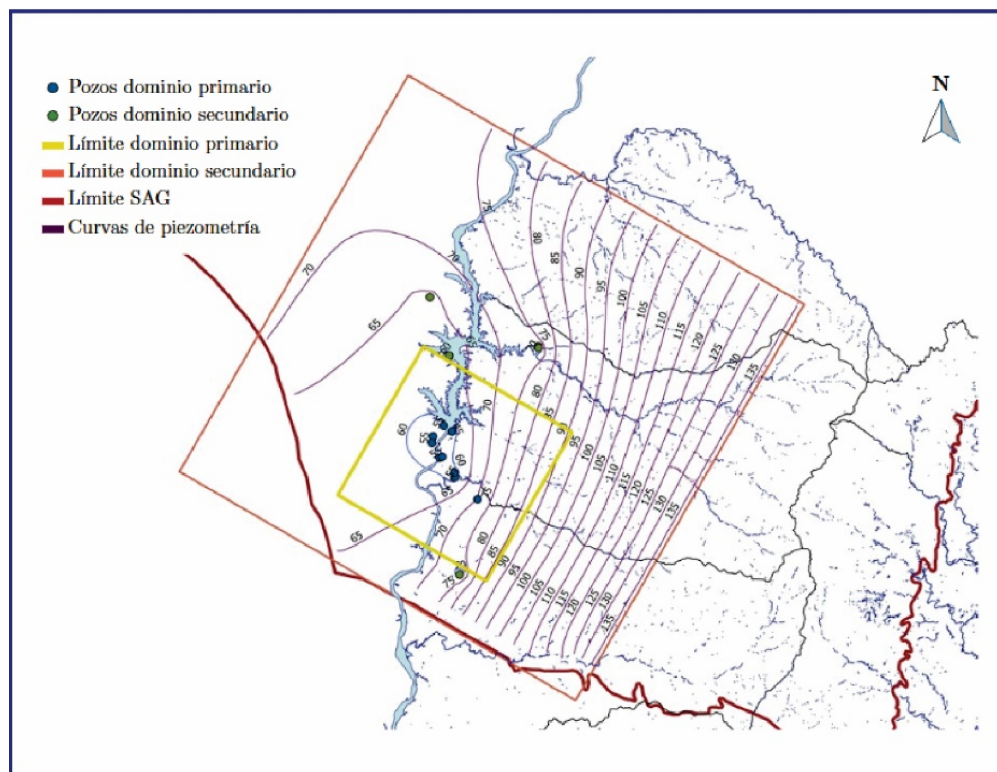
Algunos aspectos clave sobre la dinámica de los flujos en el SAG aún no se comprenden totalmente. De qué forma se recarga el SAG en aquellas regiones donde existen importantes coberturas basálticas es una cuestión que no suscita aún el consenso de la comunidad científico-técnica y, por lo tanto, es tema de debate.

Algunos sostienen que, principalmente, la recarga en áreas confinadas ocurre a través de las grandes fracturas que afectan las zonas basálticas (profundas fallas geológicas) por donde el agua se infiltraría y lograría tener una comunicación con el SAG (entre otros, Vives et al., 2020). Otros sugieren que existe un aporte significativo de otras aguas, es decir, que buena parte de las aguas del SAG están asociadas a un aporte y mezcla con los acuíferos adyacentes formando un sistema acuífero multicapa con fuertes intercambios (entre otros, Teramoto et al. 2020, 2025). Manganelli et al. (2021) y Gastmans et al. (2022) han discutido la dinámica de las aguas subterráneas en nuestro territorio en relación al comportamiento del flujo en las áreas de afloramiento y sus implicancias en las áreas confinadas del SAG.

Más recientemente, un estudio que integró a la mayoría de los pozos termales del SAG en Uruguay y el extremo sur de Brasil, demostró que las temperaturas promedio de gases nobles (NGT) calculadas indican que las condiciones de recarga han variado en el tiempo, con algunas muestras de aguas en el sector confinado del SAG que sugieren una recarga anterior al Último Máximo Glacial (LGM). Además, las firmas isotópicas e hidroquímicas, junto con los datos de gases nobles, sugieren una posible mezcla de las aguas subterráneas del SAG con acuíferos adyacentes, lo que vuelve a desafiar los modelos convencionales de circulación del agua subterránea que consideran al SAG como un sistema aislado (Teramoto et al. 2025).

En otro orden, y relacionado a la importancia de la modelación numérica de los acuíferos (Figura 3), Gamazo et al. (2016) desarrollaron un modelo matemático regional del SAG diseñado para gestionar explotaciones de aguas termales en la frontera Concordia (Ar)–Salto (Uy). El modelo integra información geológica y geofísica para reconstruir la geometría del acuífero y utiliza reinterpretaciones de ensayos de bombeo para estimar parámetros hidráulicos clave como transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Con esta herramienta, se simuló distintos escenarios para evaluar los criterios normativos exigidos para otorgar permisos de explotación, permitiendo de este modo una mejor protección del recurso.

**Figura 3** – Piezometría del SAG en la región termal contemplando información de las perforaciones termales existentes a ambos márgenes del río Uruguay utilizada como insumo para establecer un modelo matemático capaz de reproducir el comportamiento del SAG en el área de estudio, que a su vez permite generar un mapa del impacto que eventuales nuevas perforaciones podrían generar (tomado de Banega et al. 2019).



Los estudios realizados sobre el comportamiento del SAG en varias regiones dejan ver que existen evidencias fuertes, hidráulicas, hidroquímicas e isotópicas para sostener que el flujo en las regiones termales, si ocurre lateral y verticalmente, es extremadamente lento. Las edades absolutas de las aguas medidas en estas áreas (por ejemplo, en los pozos termales argentinos en Entre Ríos y Corrientes, (ver Mira et al. 2016, Vives et al. 2020), y otras evidencias como las señaladas por el estudio de gases nobles (Gemeiner et al. 2024), dan lugar a sostener que estaríamos extrayendo aguas muy viejas “aguas fósiles” en las áreas confinadas. Si esto es así, en realidad estamos explotando un gigante reservorio que progresivamente se va agotando y que, a escala humana, prácticamente no recibe significativos aportes de aguas recientes.

Esta situación requiere de mucho cuidado, y el monitoreo de los pozos termales en forma continua en sus principales parámetros resulta imprescindible para generar modelos hidrogeológicos que soporten los niveles de extracción actual y futuras demandas que existirán sobre el recurso.

Las colocaciones ante señaladas sobre las nuevas ideas sobre el comportamiento del SAG tienen implicaciones importantes para la gestión del agua subterránea, la modelización numérica del flujo y la estimación de los tiempos de residencia del agua subterránea en la región termal. Sugieren, muy fuertemente, que las aguas termales del SAG poseen renovabilidad limitada en el contexto climático actual y demandan estrategias de uso que consideren su carácter predominantemente no renovable a escala humana.

## **AGUAS TERMALES DEL SISTEMA ACUÍFERO SAN GREGORIO-BUENA VISTA**

El SASG-BV está constituido por rocas sedimentarias depositadas mucho antes que las rocas que constituyen el SAG y poseen una naturaleza diferente. Corresponden a rocas que fueron depositadas en diferentes ambientes sedimentarios (principalmente, glacimarininos a marinos, subordinadamente transicionales como deltas, estuarios, localmente fluvio-eólicos) y, con edades que van desde los 400 a 280 millones de años (de Santa Ana et al., 2006).

Por ese motivo, el SASG-BV presenta una sucesión de rocas sedimentarias, mayoritariamente arenosas y siliciclásticas, pero que presentan fuertes heterogeneidades litológicas que hacen que rasgos esenciales para la caracterización de las propiedades de los acuíferos, como la continuidad lateral, su porosidad y permeabilidad, puedan tener importantes variaciones en su comportamiento.

En el área geográfica que involucra al Centro Termal de Almirón, la geología muestra que las mismas rocas basálticas que cubren al SAG en la región de Salto y Paysandú, descansan directamente sobre areniscas de la formación Buena Vista (Pérmico, ambiente fluvio-eólico) y esta, a su vez, sobre las diamictitas y areniscas de la Formación San Gregorio (Carbonífero, ambiente glacimarino) (de Santa Ana et al. 2006).

Estas relaciones espaciales entre las formaciones San Gregorio (infrayacente) y Buena Vista (suprayacente), con una extensión relativamente importante y en aparente continuidad sólo ocurre en la Cuenca Norte en el área señalada en la Figura 2. Esa envolvente, que se continúa hacia el territorio entrerriano verificándose en los pozos termales de Gualaguaychú y Concepción del Uruguay, indicaría la distribución espacial más probable del SASG-BV. Se debe tener en cuenta que existen en esa región sólo 3 perforaciones que atraviesan los basaltos, por lo que la información disponible para una caracterización geológica e hidrogeológica es casi inexistente.

El perfil del pozo Guichón es similar al representado en la Figura 2 que se propone como modelo para el SASG-BV en la mayor parte de su área de ocurrencia (Figura 2). El pozo atravesó unos 58 m de areniscas de la Formación Guichón (de edad Cretácico Superior), 447 m de basaltos, para luego cortar 129 m de areniscas de la Formación Buena Vista, y 251 m de diamictitas rojizas a negras, areniscas y pelitas. Los últimos metros del pozo, lo conforman casi 40 m de areniscas finas blancas, subordinadamente, areniscas conglomerádicas, cuarzo-feldespáticas, a las que se intercalan niveles de pelitas y arcilitas. Si bien estos últimos términos sedimentarios se asignan en la literatura geológica a la Formación San Gregorio, deben ser considerados un paquete de dudosa posición estratigráfica.

Para concluir, la región más occidental del SASG-BV, próxima al río Uruguay, exhibe condiciones geológicas que le otorgan un potencial para el desarrollo de iniciativas termales.

## Referencias

- ANII\_FMV. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca y riesgo de contaminación del Sistema Acuífero Guaraní en áreas de recarga en Uruguay. Report No.: ANII\_FMV\_1\_2019\_1\_155736. Agencia Nacional de Investigación e Innovación; 2023.
- Banega P, Gamazo P, Ramos J, Erasun V, Sapriza G, Bessone L. Evaluación del impacto de nuevas perforaciones en el Sistema Acuífero Guaraní sobre el conjunto de pozos operando en las ciudades de Concordia y Salto. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*. 2019;(18):111-123.
- Custodio M del R. Termas del Arapey y Termas del Daymán: las políticas públicas y su influencia en el producto turístico termal (1941-2015) [tesis de maestría]. Montevideo: Universidad de la República-Universidad de Siena; 2015. 109 p.
- De Santa Ana H, Goso C, Daners G. Cuenca Norte: estratigrafía del Carbonífero-Pérmico. In: Veroslavsky G, Ubilla M, Martínez S, editores. *Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Paleozoico*. Montevideo: DIRAC - Facultad de Ciencias; 2006. p. 147-207.
- DINAMIGE. Estimación de la extracción de agua subterránea: principales acuíferos de Uruguay. Informe de Hidrogeología. DINAMIGE; 2009.
- Gamazo P, Ramos J, Olivera M, Sapriza G, Batista L, Lacues X, Panizza A, Ribero V, Manganelli A. Modelo matemático del Acuífero Guaraní para la gestión de explotaciones termales en la zona de Concordia (Entre Ríos, Argentina) y Salto (Uruguay). In: IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea; 2016.

- Gastmans D, Veroslavsky G, Chang HK, Caetano-Chang MR, Nogueira Pressinotti M. Modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero Guaraní (SAG): una herramienta para la gestión. *Bol Geol Min.* 2012;123(3):249-265.
- Gastmans D, Veroslavsky G, Santarosa L, Manganelli A, Carrión R, Samaniego L. Áreas de afloramiento e áreas de recargas do sistema Acuífero Guaraní sao as mesmas? O paradigma do território uruguaio. In: XXII Congreso Brasileño de Aguas Subterráneas (CABAS); 2-5 ago 2022; São Paulo. 2022.
- Gemeiner H, Teramoto EH, Veroslavsky G, Chang HK. Using dissolved noble gases to characterize the groundwaters of the Southern Portion of the Guarani Aquifer System at the Brazil-Uruguay Border Region. *Sci Total Environ.* 2025;966:178690.
- Manganelli A, Gastmans D, Santarosa L, Veroslavsky G, Aubet N, Samaniego L, Carrión R, Pochintesta L, Pedro A, Arteaga J. A review of regional groundwater flow model in Guarani Aquifer System outcrop region in Uruguay: consequences for integrated surface and groundwater management. In: ISARM2021, 2nd International Conference “Transboundary aquifers. Challenges and the way forward”; 2021. p. 66-67.
- Mira A, Veroslavsky G, Vives L, Rodriguez L. Influencia de los lineamientos estructurales sobre el flujo del Sistema Acuífero Guaraní en la provincia de Corrientes. *Rev Asoc Geol Argent.* 2016;73(4):478-492.
- Montaño J, Tujchneider O, Auge M, Fili M, Paris M, D’Elía M, Pérez M, Nagy MI, Collazo P, Decoud P. Acuíferos regionales en América Latina. SAG. Capítulo argentino-uruguayo. Santa Fe: Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral; 1998. 217 p.
- Morales E, Veroslavsky G, Manganelli A, Marmisolle J, Pedro A, Samaniego L, Morales M. Potential of geothermal energy in the onshore sedimentary basins of Uruguay. *Geothermics.* 2021;95:102165.
- PEA. Acuífero Guaraní: Programa Estratégico de Ações / Acuífero Guaraní: Plan Estratégico de Acción. Edición español/portugués. Organización de Estados Americanos; 2009. 424 p.
- Pesce A, Rivara A, Miranda F, Khachatryan D. Sistema Acuífero Guaraní: una gran perspectiva de desarrollo geotérmico en el noreste de Argentina. In: 15 Congreso Geológico Argentino; El Calafate. Actas. Vol. 2; 2002. p. 353-358.
- Techera J, Massa E, Izquierdo D, Pérez S. Mapa del Sistema Acuífero Guaraní en Uruguay. Montevideo: Dirección Nacional de Minería y Geología; 2017.
- Teramoto EH, Gonçalves RD, Chang HK. Hydrochemistry of the Guarani Aquifer System modulated by mixing with underlying and overlying hydrostratigraphic units. *J Hydrol Reg Stud.* 2020;30:100713.

- Teramoto EH, Gemeiner H, Veroslavsky G, Chang HK. Unraveling the water exchange dynamics of the Guaraní Aquifer System with underlying and overlying aquifers in Uruguay. *J South Am Earth Sci.* 2025.
- Vives L, Rodríguez L, Manzano M, Mira A, Araguás-Araguás L, Ortega L, Matsumoto T. Using isotope data to characterize and date groundwater in the southern sector of the Guaraní Aquifer System. *Isot Environ Health Stud.* 2020;56(5-6):533-550.
- Veroslavsky G, Manganelli A. Zoning of the Guaraní Aquifer System in Uruguay: a suggested guide for its environmental management and protection. *Aqua-LAC.* 2018;10(2):61-68.
- Veroslavsky G, Soto M, Mesa V, Manganelli A. Geology of the Guaraní Aquifer System in the outcrop area of the Tacuarembó and Rivera formations (Norte Basin, Uruguay). *Rev Asoc Geol Argent.* 2024;81(2):239-264.



# Turismo y ciencia, agítese antes de usar: El vademécum de aguas termales como dispositivo de innovación territorial en Uruguay

Luis CHALAR BERTOLOTTI<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Turismo, Historia y Comunicación, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Rivera 1350, CP 50000, Uruguay

## Resumen

El capítulo analiza el rol del vademécum de aguas termales del Uruguay como un dispositivo estratégico para articular la producción científica, la gestión turística y la construcción territorial en el contexto del turismo contemporáneo. Partiendo de la creciente complejidad del sistema turístico y de la naturaleza multidimensional del recurso termal, simultáneamente biofísico, terapéutico y simbólico, se sostiene que una concepción del vademécum restringida a la seguridad clínica resulta necesaria pero insuficiente frente a los actuales desafíos de sostenibilidad, innovación e identidad territorial. Desde un enfoque conceptual y operativo, el trabajo propone comprender el vademécum como un objeto límite que facilita la cooperación entre actores heterogéneos, manteniendo el rigor científico del dato hidroquímico a la vez que habilita su traducción hacia lenguajes turísticos, culturales y experienciales. Se argumenta que su organización en capas interdependientes, biofísico-química, hidrología médica y turismo, permite transformar el conocimiento validado en insumos para la tematización de la oferta, la mediación científica y el desarrollo de narrativas territoriales coherentes. Asimismo, se examina el potencial del vademécum como punto de apalancamiento para el turismo científico y para la innovación territorial, destacando su capacidad de proyectarse hacia las industrias creativas, los centros de interpretación y los procesos de valorización cultural y económica del recurso. Finalmente, se subraya que la efectividad de este dispositivo depende de una institucionalización sostenida y de la coordinación entre academia, sector público y operadores turísticos, condición indispensable para consolidar un modelo de termalismo basado en el conocimiento, la hospitalidad y el desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** turismo científico, construcción territorial, desarrollo sostenible, gobernanza del turismo.

## Tourism and Science, Shake Before Use: The Thermal Waters Vademecum as a Territorial Innovation Device in Uruguay

### Abstract

This chapter analyzes the role of the Uruguayan thermal waters vademecum as a strategic device for articulating scientific production, tourism management, and territorial construction within the context of contemporary tourism. Considering the increasing complexity of the tourism system and the multidimensional nature of thermal resources, simultaneously biophysical, therapeutic, and symbolic, it is argued that a vademecum limited to clinical safety is necessary but insufficient in addressing current challenges related to sustainability, innovation, and territorial identity.

From a conceptual and operational perspective, the study proposes understanding the vademecum as a boundary object that facilitates cooperation among heterogeneous actors, maintaining the scientific rigor of hydrochemical data while enabling its translation into tourism, cultural, and experiential languages. Its organization into interdependent layers, biophysical-chemical, medical hydrology, and tourism, allows validated knowledge to be transformed into inputs for product development, scientific mediation, and coherent territorial narratives.

Furthermore, the chapter explores the vademecum's potential as a leverage point for scientific tourism and territorial innovation, highlighting its capacity to extend into creative industries, interpretation centers, and processes of cultural and economic valorization of the resource. Finally, it emphasizes that the effectiveness of this device depends on sustained institutionalization and coordination among academia, the public sector, and tourism operators, which are essential conditions for consolidating a knowledge-based, hospitality-oriented, and sustainable thermal tourism model.

**Key words:** scientific tourism, territorial construction, sustainable development, tourism governance.

### REFERENCIA NORMALIZADA

Chalar Bertolotti L. Turismo y ciencia, agítese antes de usar: El vademécum de aguas termales como dispositivo de innovación territorial en Uruguay. *Balnea*, 2026, 12, 65-72

## INTRODUCCIÓN

En la complejidad del turismo contemporáneo, un destino ya no se evalúa solo por su atractivo, sino por la capacidad de gestionarlo responsablemente y de construir narrativas coherentes en torno a él. En ese marco, el saber termal uruguayo no

debe tender a fragmentarse lo cual puede suceder en cuanto la ciencia se refugie en la seguridad clínica y la experiencia turística se vea desatendida, perdiéndose la oportunidad de convertir el dato científico en un motor de innovación y sostenibilidad.

El turismo se caracteriza por una creciente confluencia de dimensiones económicas, ambientales, culturales y simbólicas. Una fuente termal es al mismo tiempo que un hecho biofísico, un insumo terapéutico y un potente símbolo cultural. Esa diversidad de facetas implica la coexistencia de actores y racionalidades que no siempre se articulan de manera automática. Y cuando la gestión del conocimiento se encapsula en circuitos cerrados, se priva al territorio de su capacidad de contar historias, dejando a un recurso despojado de significado y a una ciencia que no logra transformarse en hospitalidad.

El presente capítulo presenta, desde una perspectiva tanto conceptual como operativa, una reflexión sobre el vademécum de aguas termales en el Uruguay como dispositivo de intervención en el turismo y en el territorio objeto de estudio. Bajo la consigna metafórica de "turismo y ciencia, agítese antes de usar", se postula la ocasión para perseguir una interacción deliberada y dinámica entre rigor científico y experiencia humana.

Los estudios sociales de la ciencia sugieren que el conocimiento circula a través de redes socio-técnicas y dispositivos que estabilizan significados y condicionan las prácticas posibles (Latour, 1992). El primer vademécum de aguas termales del Uruguay se presenta, entonces, como una oportunidad estratégica para repensar el vínculo entre la producción científica, las prácticas turísticas y la construcción territorial en el litoral del país. Si bien históricamente estos documentos se han inscrito casi exclusivamente en el campo de la hidrología médica y la regulación sanitaria para garantizar la seguridad clínica (Maraver & Armijo, 2010), esta concepción resulta hoy necesaria pero insuficiente ante los desafíos de la complejidad del sistema turístico.

Por ello, se propone reivindicar al vademécum como un objeto límite (boundary object), siguiendo el planteamiento de Star & Griesemer (1989), entendiéndolo como un artefacto que facilita la cooperación entre mundos sociales diversos, como científicos, gestores públicos, trabajadores del sector y visitantes. Su eficacia radica en mantener una identidad común lo suficientemente robusta gracias al rigor del dato científico, mientras permite interpretaciones flexibles y traducciones hacia distintos lenguajes profesionales y experienciales (Trompette & Vinck, 2009). Este dispositivo también posee la capacidad de incidir en transformaciones profundas al actuar como un punto de apalancamiento (leverage point), según la terminología de Meadows (1999). De intervenir en los marcos de sentido y en narrativas integradoras, el vademécum trasciende su alcance para incidir en los paradigmas que orientan la acción colectiva, reorientando valores y formas de gobernanza en la relación entre ciencia, territorio y experiencia.

Para comprender esta potencia transformadora, es necesario reconocer la disposición estratificada que ya presenta el vademécum, el cual se organiza metodológicamente en capas interdependientes que le otorgan coherencia. En primer lugar, una capa base bio-físico-química establece las propiedades del recurso, como su mineralización y composición iónica, constituyendo el anclaje empírico y el soporte de legitimidad de todo el sistema.

Sobre esta base se sitúa una segunda capa vinculada a la hidrología médica y las ciencias de la salud, donde el dato físico-químico se traduce en protocolos de uso, indicaciones terapéuticas y criterios de interacción con el cuerpo humano. En este estrato, elementos como la dosificación térmica y los tiempos de inmersión se transforman en condiciones de cuidado que aportan responsabilidad y calidad al diseño de la oferta.

Si bien el anterior estrato ya presenta aplicación en el turismo, parece oportuna una nueva capa amoldada a sus particularidades y modeladora de su desempeño. En donde el turismo retoma lo anterior, pero su principal aporte es definir cómo eso se comunica, integra y transforma en valor experiencial, recurriendo a su campo de estudio y así incrementar la capacidad del vademécum para enlazar con otras disciplinas y ramas de la ciencia.

Al mirar el recurso desde esta perspectiva, los parámetros químicos pueden establecer diálogos (no necesariamente clínicos) por ejemplo con la geología. Esto permite explicar, por ejemplo, la identidad singular que adquiere el agua desde su origen en el Sistema Acuífero Guaraní, diferenciando las diversas termas del litoral uruguayo por su "biografía" subterránea. Esta mirada se expande aún más, ampliando el abanico de posibilidades desde una perspectiva más relacional. Un ejemplo sugerente de esta potencia es la conversión de los elementos químicos en inspiradores para distintas formas de arte, las cuales se vuelcan a los diferentes centros termales. Bajo este enfoque, el dato químico deja de ser una cifra estática para convertirse en un soporte narrativo. La calidad de este diseño entre ciencia y turismo se mide, entonces, por su capacidad de dotar de mayor densidad y coherencia a la dimensión simbólica o sensorial del agua y ampliar las fronteras de la innovación y la tematización de la oferta.

El potencial estratégico de las aguas termales surge cuando el saber sistematizado en el vademécum se proyecta hacia las industrias creativas del territorio. Al cruzar la hidroquímica, hidrología subterránea y la geología con la cultura, este documento de registro técnico se vuelve un disparador: un catálogo de insumos donde artesanos y diseñadores locales traducen la abstracción científica a lenguajes visuales y simbólicos. Bajo esta lógica, la composición de un mineral o un rasgo del paisaje dejan de ser cifras aisladas para transformarse en huellas de identidad, aplicables a la indumentaria, la cerámica o el diseño gráfico. Son objetos que codifican la complejidad técnica en experiencias sensibles y permiten que operador y visitante se apropien de un relato territorial genuino. Se genera así un cruce de ida y

vuelta: el emprendedor local encuentra un sustento sólido para innovar, mientras el destino refuerza su perfil único.

Este andamiaje propositivo encontraría un aterrizaje de conjunto y concreto en el centro de interpretación del agua termal sugerido por una consultoría para Salto y proyectado para un parque acuático de ese departamento. Dicho espacio tendría en lo anterior una fuente de insumos necesarios para cumplir su propósito, pudiendo considerarse, tal vez, como una manifestación del vademécum en sus etapas de nuevos alcances.

Asimismo, estas posibilidades conducen a pensar el vademécum desde el turismo científico, modalidad que se distingue por una mayor centralidad del conocimiento y donde es ineludible el rigor y la exactitud en la información ofrecida para obtener experiencias fundamentadas en la ciencia, lo que demanda un corpus documental especializado (Abbondio, 2019; Silva et al., 2019). El turismo científico funciona como una actividad generadora de conocimiento y mediación cultural que promueve un crecimiento bidireccional, especialmente en territorios que buscan singularidad e innovación (Leal & Sousa, 2019; Bourlon et al., 2011). Para que sea implementado de forma legítima, la ciencia subyacente debe articularse y transferirse efectivamente al sector turístico y así como base de conocimiento que soporta dicha transferencia incrementa su relevancia el vademécum.

Esta modalidad de turismo implica una serie de etapas de apropiación de recursos científicos como las propuestas por Bourlon (2020) y donde la existencia del vademécum en Uruguay acorta las fases iniciales del proceso. En efecto, selección y justificación del recurso quedan consolidadas en su estructura cuando se recopilan hallazgos clínicos e hidrológicos validados. De aquí en más el destino debe avanzar hacia las fases de conservación, exposición y valorización las cuales requieren un trabajo de mediación científica que modifique la forma en que la comunidad y los visitantes perciben el recurso (Bourlon, 2020). Por su parte, la exposición requiere la transmisión del saber experto a públicos no especializados a través de materiales de divulgación, guías de campo y experiencias vivenciales (Abbondio, 2019; Viallette et al., 2021). Finalmente, la valorización se alcanza mediante la generación de activos económicos, sociales y culturales que aumentan la atraktividad territorial y fomentan una cultura científica en la comunidad local (Abbondio, 2019; Bourlon, 2020; Fraga & Saldanha, 2021)

Como advierte Serres (2002), existe un riesgo real de que el saber experto resulte distante o genere "desencanto" si se reduce el mundo únicamente a cifras y clasificaciones abstractas. Para evitarlo señala la figura del «tercero instruido» ((le tiers-instruit) (2023). Estos mediadores, representados por guías y gestores capacitados, no necesariamente producen el conocimiento original, pero tienen, entre otras, la competencia de traducirlo en prácticas de cuidado, micro-rituales de uso y relatos territorializados que dotan de densidad cognitiva a la experiencia turística.

Entonces, un análisis químico del agua es un elemento central dentro de una red de traducciones. Ese mismo dato puede operar como referencia para la prescripción

terapéutica y/o como soporte narrativo para el diseño de experiencias turísticas. El conocimiento científico sistematizado, es la base indispensable para el correcto desarrollo de actividades tanto de la investigación académica como de la satisfacción cultural lo cual requiere integrar la producción científica de la universidad local y los centros de investigación con la gestión de los destinos termales.

## **VADEMECUM: FACILITADOR DE UNA IDENTIDAD DESTINO TERMAL EN SALUD**

El vademécum como un dispositivo inspirador incremental capaz de facilitar un grado mayor de tematización e identidad territorial en un destino termal y cuya capacidad de agencia se incrementa cuando se da continuidad y nuevos giros al proceso acumulativo. Concebido como un dispositivo modular y dinámico, trasciende su carácter de documento para convertirse en un instrumento que actualiza y contextualiza las evidencias científicas en favor de una acción colectiva integrada. Al organizar la praxis y habilitar la experimentación fortalece la capacidad local para comprender e interpretar el recurso y en base a ello diseñar propuestas situadas. La diferencia central de este enfoque no es la sustitución de la seguridad sanitaria, que sigue siendo su pilar central de legitimidad, sino la ampliación de funciones al convertir el dato científico en un material operativo para la gobernanza, la tematización experiencial y la innovación territorial.

La transición de un uso tradicional del vademécum hacia uno innovador exige un desplazamiento conceptual significativo. La perspectiva aquí propuesta lo concibe como una plataforma interdisciplinaria abierta donde la ciencia se transforma en un medio para la hospitalidad y la legitimidad territorial. En este esquema, el rigor del dato científico brinda una garantía mayor de honestidad hacia el visitante. Al ofrecer información verificada, el destino no solo comunica hechos, sino que protege la experiencia del turista frente a la superficialidad, apelando a su curiosidad intelectual y asegurando que comprenda la fragilidad del entorno que visita.

Sin embargo, la efectividad de este dispositivo no depende únicamente de su rigor técnico, sino de la capacidad de los actores locales para sostener una institucionalización y coordinación sistemática entre la academia, el sector público y los operadores turísticos (Abbondio, 2019; Fraga & Saldanha, 2021). Esta conjunción de voluntades es fundamental para dotar de coherencia territorial a los recursos termales, que permitan atender los procesos incrementales de competitividad los cuales se basan en singularidad, conocimiento, investigación e innovación (Leal & Sousa, 2019).

La institucionalización apoyada sistemáticamente por observatorios de monitoreo continuo y laboratorios de formación aplicada y acreditada favorece la coherencia y el aprendizaje colectivo en el territorio (Abbondio, 2019). El valor agregado que genera esta articulación no es solo económico, al atraer a nichos de mercado que buscan un conocimiento profundo, sino también social y cultural, pues ayuda a

la comunidad local a incorporar valores científicos a su patrimonio y a fomentar una cultura científica propia (Abbondio, 2019; Fraga & Saldanha, 2021; Leal & Sousa, 2019).

Para ello, es fundamental que los actores del sistema, la academia, el sector público y los operadores privados y turistas, dejen de ser receptores pasivos para convertirse en coproductores de sentido. En este proceso, la universidad asumiría un rol crítico como mediadora activa, asegurando la credibilidad necesaria para que la transferencia de conocimiento sea efectiva y situada en el territorio.

Este andamiaje no sólo sostiene aprendizajes compartidos, sino que termina por consolidar un modelo de turismo apropiado (en toda la riqueza semántica del término) y proyectable a otros escenarios donde la ciencia y el territorio convergen en pos de un desarrollo genuinamente sostenible. Asimismo, la apuesta por la sostenibilidad debe priorizar la conservación del recurso termal y un desarrollo local inclusivo, donde la comunidad se apropie del valor científico, en este caso de del agua, y participe activamente en su difusión (Silva et al., 2019; Fraga & Saldanha, 2021).

En última instancia, la consigna metafórica «agítese antes de usar» resume la necesidad de una interacción deliberada y constante entre las diversas capas de conocimiento que habitan o pueden habitar el vademécum. El conocimiento científico en el turismo es como un compuesto en suspensión estable: si se deja en reposo, el dato se vuelve inerte y la experiencia se torna superficial. Solo mediante la agitación que produce el diálogo interdisciplinario y entre teoría-praxis es posible generar mezclas operativas que traduzcan el conocimiento validado en insumos de sentido territorial, garantizando que el termalismo uruguayo sea, al mismo tiempo, un baluarte de la ciencia y un motor de hospitalidad y desarrollo.

## Referencias

- Abbondio L. Relevancia de los centros de investigación para el desarrollo del Turismo Científico: un caso de estudio en el Centro Nacional Patagónico (CCT CONICET CENPAT), Puerto Madryn [tesis de maestría]. Universidad Nacional de Quilmes; 2019.
- Ávila Bercial R, Barrado Timón DA. Nuevas tendencias en el desarrollo de destinos turísticos: marcos conceptuales y operativos para su planificación y gestión. *Cuad Tur.* 2005;(15):27-43.
- Bourlon F. La ciencia como recurso para el desarrollo turístico sostenible de los Archipiélagos Patagónicos. *PASOS Rev Tur Patrim Cult.* 2020;18(5):795-810.
- Fraga C, Saldanha L. Turismo Científico: uma análise textual com base em dissertações e teses no Brasil e em Portugal. *J Tour Dev.* 2021;36(2):505-517.

- Latour B. Ciencia en acción. Como seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad. Harvard University Press; 1992.
- Leal SN, Sousa VCBe. Recursos Perfeitos, Turismo e Singularidades Territoriais: contributos para o desenvolvimento do Turismo Científico na Golegã. Rev Port Estud Reg. 2019;50:383-406.
- Maraver F, Armijo F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Editorial Complutense SA; 2010.
- Meadows DH. Leverage points: places to intervene in a system. The Sustainability Institute; 1999.
- Serres M. El tercero instruido. Piedra Rosetta; 2023.
- Serres M. Los cinco sentidos: ciencia, poesía y filosofía del cuerpo. de la Maza M, traductor. Editorial Taurus; 2002.
- Silva P, Gamboa G, Chávez D. Turismo científico una alternativa para conservar el Patrimonio del CIPCA, Amazonia - Ecuador. Cienc Tecnol. 2019;12(2):55-64.
- Star SL, Griesemer JR. Institutional ecology, "translations," and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. Soc Stud Sci. 1989;19(3):387-420.
- Trompette P, Vinck D. Retour sur la notion d'objet-frontière. Rev Anthropol Connaiss. 2009;3(1):3-25.
- Vialette Y, Mao P, Bourlon F. El turismo científico en los Alpes franceses: un laboratorio para la mediación y la investigación científica. Rev Investig Alp Rev Geogr Alp. 2021;109(2).

# Las aguas termales y el ocio, una aproximación desde el turismo

Melina BARCELLOS<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Turismo, Historia y Comunicación, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Rivera 1350, CP 50000, Uruguay

## Resumen

Este trabajo pretende ser un breve acercamiento teórico a la evolución histórica del termalismo, mediante el análisis de diversas fuentes bibliográficas, sobre cómo el uso de las aguas minerales termales ha pasado de tener un valor terapéutico y místico en la antigüedad a ser un sinónimo de ocio y bienestar posmoderno con un claro corte lúdico.

Para ello, primeramente, se describe el modelo de termalismo europeo desde sus inicios hasta el paradigma, actual centrado en la recreación activa y el culto al cuerpo, pasando por los lujosos balnearios europeos del siglo XIX que funcionaban como centros de estatus social y medicina formal.

En segunda instancia, se aborda el caso particular de Uruguay, donde el descubrimiento accidental de fuentes termales en la segunda mitad del siglo XX permite el desarrollo de un destino turístico regional en el litoral norte del país. En dicho destino resulta fundamental la colaboración público-privada para transformar este recurso natural en un motor socioeconómico que promueve la salud, el contacto con la naturaleza y el descanso familiar durante todo el año.

**Palabras clave:** turismo termal, aguas termales minerales, ocio y recreación, bienestar, desarrollo regional

Thermal Waters and Leisure: A Tourism-Based Approach

## Abstract

This chapter provides a brief theoretical approach to the historical evolution of thermalism through the analysis of various bibliographic sources, examining how the use of mineral thermal waters has evolved from a therapeutic and mystical value in antiquity to a synonym of postmodern leisure and well-being with a strong recreational component.

Firstly, the European model of thermalism is described from its origins to the current paradigm focused on active recreation and body culture, including the luxurious European spa towns of the 19th century that functioned as centers of social status and formal medicine.

Secondly, the case of Uruguay is addressed, where the accidental discovery of thermal sources in the second half of the 20th century enabled the development of a regional tourism destination in the northern litoral of the country. In this destination, public-private collaboration has been fundamental in transforming this natural resource into a socio-economic driver that promotes health, contact with nature, and family recreation throughout the year.

**Key words:** thermal tourism, mineral thermal waters, leisure and recreation, wellness, regional development

#### REFERENCIA NORMALIZADA

Barcellos M. Las aguas termales y el ocio, una aproximación desde el turismo. *Balnea*, 2026, 12, 73-80

## LA CONEXIÓN ENTRE EL TURISMO, EL OCIO Y LAS AGUAS MINERALES TERMALES

Desde un punto de vista sociohistórico, la conexión entre el turismo y las aguas minerales termales para posible cura no es un invento moderno, sino una de las primeras motivaciones de viaje de la humanidad civilizada, impulsada por el contacto con el agua mineral termal en sí, con la naturaleza y sus beneficios para la salud. Este vínculo ha evolucionado hasta convertirse en un fenómeno socioeconómico centrado en el agua termal en sus distintas dimensiones. Según Urkía (2004) el estudio de este fenómeno requiere una mirada interdisciplinaria desde diversas áreas de las ciencias sociales, las ciencias médicas, hasta la arquitectura y la urbanística, todas ellas con visiones válidas y complementarias.

Así mismo, se destaca una motivación religiosa y mística mucho más profunda e inherente al ser humano que ha atraído al hombre hacia el agua desde siempre (Tuero del Prado, 2013). Aunque, actualmente, la utilización de las aguas minerales termales medicinales se realiza principalmente desde la mirada del ocio activo, al igual que en la antigua Roma, en estrecho vínculo con el desarrollo de instalaciones acuáticas (parques, centros termales, spas) tanto en entornos naturales como urbanos, dejando de lado las ventajas físicas y psicológicas que ofrecían las aguas termales en el apogeo de los balnearios europeos durante los siglos XVIII y XIX.

Según fuentes bibliográficas consultadas, los primeros vestigios del uso de instalaciones acuáticas se remontan al Valle del Indo, entre los años 2500 y 1800 a.C

aunque ya existían referencias de su uso con fines terapéuticos y religiosos en Mesopotamia y el antiguo Egipto (Tuero del Prado, 2013).

Los orígenes clásicos y sus fundamentos terapéuticos se encuentran en Grecia y Roma. Para los griegos, el uso de las aguas se asociaba a santuarios dedicados al dios de la medicina Asclepio, mientras que los romanos recibieron parte de su legado y perfeccionaron la ingeniería de las termas a través de los “balnea”, concibiéndolas no solo como centros de higiene y salud, sino como lugares clave para la socialización y el descanso. El reconocimiento de las propiedades terapéuticas y su integración en la cultura de la higiene y el ocio marcaron el origen del viaje motivado por la salud (cura balnearia o crenoterapia), a menudo impulsado por recomendaciones médicas como las de Galeno. La construcción de infraestructura social alrededor del recurso hídrico, inspirando incluso la hotelería, es un legado romano directo.

## **EL TERMALISMO MODERNO EN EUROPA**

El termalismo moderno, tal como se lo conoce actualmente, entendiéndolo, de acuerdo con la definición de Henn Bonfada et al. (2008) como el “segmento del turismo de salud que utiliza el agua mineromedicinal como materia prima” comenzó a mediados del siglo XVIII en Europa Central, Inglaterra, Alemania y Francia como consecuencia de la Revolución Industrial y su consiguiente saturación de las urbes. Siendo el siglo XIX su edad de oro, dónde destinos como Bath, Baden-Baden y Vichy se convirtieron en sinónimos de especialización en salud, lujo y prestigio para la aristocracia y la alta burguesía europea, siendo la clave de este esplendor una combinación de tres factores:

Primero: la consolidación de la Hidrología Médica como disciplina dentro de la medicina formal en el siglo XVII, clasificando las aguas según su composición química (sulfurosas, cloruradas, etc.) y estableciendo indicaciones clínicas. Durante el siglo XIX, el análisis químico de las aguas termales fue un objetivo fundamental de investigación científica para explicar la calidad de las aguas y la especialización de cada centro en el tratamiento de patologías específicas.

Segundo: el desarrollo de infraestructuras turísticas y sociales complementarias mediante Hoteles o Grandes Hoteles que brindaban soporte a la fuente mineromedicinal, el elemento sanador y actuaban como carta de presentación social y de estatus. Estas infraestructuras incluyeron casinos, teatros y parques transformando el entorno en una "ciudad balneario" autosuficiente que consideraba los aspectos tangibles e intangibles necesarios para su desarrollo. Así mismo, fue clave el avance del ferrocarril para poner estos lugares al alcance de las clases pudientes.

Tercero: ocio y socialización de la época, la visita a estos centros era una motivación dual, siendo tanto una prescripción médica como un requisito social. El balneario europeo clásico era la ciudad del tiempo libre, del goce, de la huida de la

vida urbana y un lugar para establecer contactos, realizar negocios, y disfrutar de música y baile. Los autores consultados destacan una pugna entre la visión curadora del médico y la visión festiva, social y de lucro del propietario hotelero. Sin embargo, el cambio de aires, la buena alimentación, y el entorno bello producían un efecto beneficioso para el ser humano, a veces tan importante como la medicina hidrológica misma.

Tras la Primera Guerra Mundial comienza el declive del termalismo tradicional en Europa, generalizándose hacia 1930 con el desarrollo de la farmacología potente y de rápida acción, que destronó la capacidad limitada de las aguas medicinales (Urkía, 2004). Además, el auge del turismo masivo de sol y playa luego de la Segunda Guerra Mundial desvió el foco de los balnearios tradicionales.

En respuesta ello, el termalismo actual se ha transformado, adoptando un nuevo paradigma en estrecha relación con el ocio activo y los valores de la sociedad posmoderna, para la cual el ocio y el bienestar cumplen un papel relevante en la calidad de vida (Gorbeña, 1997; citado por Tuero del Prado, 2013). Actualmente el deporte y la práctica física son vistos como manifestaciones de ocio, incluso como productos de consumo, vinculados al culto al cuerpo, el individualismo y la subjetividad (Águila, 2006; Machado, 2009; citado por Tuero del Prado, 2013).

Este cambio de paradigma lleva a que la cultura del agua en alza se combine con la interpretación actual del ocio para generar equipamientos acuáticos modernos, como parques acuáticos termales, spas y centros balnearios urbanos. Según Llopis (2010) en la actualidad el agua ha encontrado su puesto como proveedora de ocio ya que las instalaciones acuáticas confluyen en aspectos como la salud, el placer, la recreación, la actividad físico-deportiva, la relajación y el culto al cuerpo. De hecho, los servicios que ofrecen hoy los centros termales no difieren mucho de los que ofrece un centro de fitness & wellness (Reverter y Barbany, 2007; citado por Tuero del Prado 2013). Es así que se observa que los centros termales se han transformado en lugares donde el agua tiene un enorme papel lúdico (baño, masaje, gimnasia) aunque, en algunos países europeos, como en el caso de España, la integración del turismo termal en los sistemas de salud pública garantiza su supervivencia.

## **EL TERMALISMO EN URUGUAY**

En el caso de Uruguay, desde tiempos prehispánicos, se observa el papel fundamental del agua para la vida del hombre en la región, tal como lo indica Castro (2019), este elemento permitió la ocupación humana de la zona teniendo como eje el Río Uruguay y su cuenca, lugar de una dinámica poblacional compleja caracterizada por la articulación de un gran número de poblaciones, cultural y lingüísticamente diversas, durante más de 12.000 años. Ya en el siglo XX, el río continuó siendo el eje de desarrollo económico y social de las ciudades de Salto y Paysandú. Ejemplo de ello es su visualización en el escudo departamental de Salto desde 1927

(Campodónico, da Cunha, 2010) o la creación de espacios públicos de esparcimiento a la vera del río en las dos ciudades, propiciando el encuentro con la naturaleza, el disfrute de los paisajes y la socialización por estratificación de clases, a la vez que se promueve el embellecimiento urbano y contribuye al orden social (Estévez, 2022).

Luego, a partir de la década de 1940, este valor evolucionó hacia el significado de disfrute termal, con valores medicinales implícitos y, específicamente, como un significado de ocio y recreación familiar. El desarrollo de los centros termales en esta región es reciente en comparación con los balnearios europeos -y con un origen muy distinto- ya que nacen de manera fortuita a mediados del siglo XX como consecuencia de las políticas nacionales de desarrollo industrial, específicamente la búsqueda de petróleo, promovida por ANCAP (Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland) a partir de la década de 1940. El primer pozo de agua termal descubierto fue en la localidad de Arapey, Salto, el 6 de enero de 1941, tras una perforación en busca de yacimientos petrolíferos. Durante la década de 1950 el Estado continúa con la búsqueda, esta vez en la zona de Daymán, por lo que en 1952, un equipo de exploración encontró una fuente hidrotermal a orillas del río homónimo. A fines de la década, en 1957, se realizan los descubrimientos en Paysandú, específicamente en la localidad de Guaviyú y en Almirón en 1958 (Estévez, 2022).

Desde sus inicios, se destacaron las propiedades terapéuticas de las aguas termales ricas en yodo, hierro, calcio, magnesio y flúor determinando la "bondad de las aguas" para el mejoramiento de la salud, especialmente para enfermedades reumáticas y artríticas (Crodara, 1962; citado por Estévez 2022). Sin embargo, se sumó rápidamente el potencial del entorno de palmares, arroyos y montes nativos que propician el contacto con la naturaleza, observándose una visión similar a la de los balnearios europeos, así como del paradigma griego y romano de la antigüedad clásica en cuanto al uso del agua mineromedicinal. Evocando a través de los centros termales lugares bellos, saludables, tranquilos y aguas abundantes que sanan brotando desde las entrañas de la tierra, aportando cierta magia y misticismo al lugar.

También aquí, al igual que en el apogeo del balnearismo europeo, es relevante el factor de ocio y socialización de los centros termales, entendidos no sólo desde el punto de vista médico, sino como un espacio - tiempo de alejamiento de la vida cotidiana para volver a formas más naturales de tratamiento. El cual, por sus condiciones de entorno natural, de estética, de tranquilidad, junto a una alimentación correcta producen un efecto beneficioso para la salud y el bienestar del ser humano, a veces tan importante como la medicina hidrológica misma.

Una vez descubierta, el agua mineral termal y con potencial uso mineromedicinal, poco a poco se fue desarrollando la infraestructura turística y social, así como el marco normativo y de gestión de la región termal de Uruguay comprendida por estos cuatro principales centros. Así mismo, en el departamento de Paysandú, se encuentran las Termas de San Nicanor, las cuales son de propiedad privada. Ac-

tualmente también se cuenta con dos parques acuáticos termales: Acuamañá, ubicado en Termas de Daymán y el parque acuático Termas de Salto Grande a pocos kilómetros de la Represa binacional, ofreciendo un importante factor de diversificación turística, promoviendo el destino como una región que puede disfrutarse todo el año.

Es de destacar que, en este proceso de desarrollo de destino turístico, aunque la génesis es la misma y existen factores de desarrollo en común, el abordaje de la gestión en cada departamento tuvo sus particularidades. En la década de 1960 en Paysandú, la intervención estatal fue reclamada bajo el argumento de la salud pública, buscando que el desarrollo termal se convirtiera en un bien público que sirviera de esparcimiento (Mier Odizzio, 1963). Este énfasis en el entorno natural permitía a los habitantes de la ciudad llevar adelante actividades de recuperación y diversión, alejándose de los males urbanos, un concepto que evoca la tendencia europea del siglo XIX (Thomas, 1988) y que se justificaba médicamente bajo la noción de Ecología Humana (Ebole, Ruocco, & Nitrosso, 1970; citado por Estévez, 2022).

Por su parte, el surgimiento de las termas en Salto requirió una alianza estratégica público-privada para proporcionar instalaciones apropiadas. Habilitados oficialmente en la década de 1960 los primeros pabellones individuales en Daymán, la región se consolidó rápidamente como destino turístico, como lo citan Campodónico y da Cunha (2010):

“Los surgentes termales significan un antes y un después en el turismo salteño. Requirieron del esfuerzo privado/ público que en alianza estratégica aunaron los intereses de expansión empresarial con la necesidad municipal de proporcionar accesos e instalaciones apropiadas a las aguas termales. Ese es el inicio de otra historia, el de la “capital termal” como se la denomina comúnmente.”

Es por ello por lo que, desde la segunda mitad del siglo XX hasta hoy, el litoral norte uruguayo se ha consolidado como un destino turístico de referencia donde el agua termal moviliza a personas en busca de sus virtudes terapéuticas o de simple descanso, recreación y socialización.

## CONCLUSIONES

A modo de conclusión del presente capítulo, se logra determinar que el contacto con las aguas minerales termales y sus beneficios son una motivación ancestral de viaje en la historia del hombre, evolucionando desde los fines terapéuticos y religiosos de la Antigüedad Clásica hasta transformarse, actualmente, en un complejo fenómeno socioeconómico que exige un abordaje interdisciplinario. Ello se debe a un cambio de paradigma de los centros termales que responden a la visión posmoderna de ocio activo y bienestar, representando un retorno al paradigma lúdico de la

antigua Roma, donde el agua se convierte en proveedora de placer, recreación y culto al cuerpo. Por este motivo se vuelve fundamental el desarrollo de formas ayuden a convivir lo terapéutico con lo recreativo, mediante la hibridación de actividades, prestando especial atención al cuidado y conservación del entorno natural, con infraestructuras y servicios complementarios que lo acompañen.

En cuanto a la breve comparación de modelos de termalismo que se ha realizado, a diferencia del modelo europeo, el termalismo uruguayo tiene muy poco tiempo de vida, ya que surgió de forma fortuita a mediados del siglo XX. No obstante, los centros termales de Salto y Paysandú lograron incorporar rápidamente los conceptos europeos de "ciudad balneario" al integrar la "bondad de sus aguas" con un entorno natural regulado, promoviendo el orden social y el esparcimiento público, siendo un ejemplo de adaptación regional.

Esta diversificación ha transformado al agua mineral termal en un recurso que permite la desestacionalización, posicionando al litoral norte como uno de los principales destinos turísticos del interior del país, donde confluyen la salud, el descanso familiar y la regeneración física contribuyendo a la sostenibilidad y diversificación del turismo en Uruguay, donde el agua actúa como el eje articulador entre la herencia histórica y las nuevas demandas de calidad de vida de la sociedad contemporánea.

## Referencias

- Batalla Farré M. La ciudad balneario europea en el siglo XVIII y siglo XIX: laboratorio de pruebas del espacio público contemporáneo. *Revistes de la Universitat Politècnica de Catalunya*. 2014;(6).
- Campodónico R, da Cunha N. Historia del turismo en Salto: desde el encuentro social al esparcimiento termal. *Aportes Transfer*. 2010;14(2):61-78.
- Campohermoso Rodríguez O, Soliz R, Zúñiga Cuno W. Galeno de Pérgamo "Príncipe de los Médicos". 57(2):14.
- da Cunha N, Campodónico R, Maronna M, Duffau N, Buere G. *Visite Uruguay: del balneario al país turístico. 1930-1955*. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 2012.
- Estévez J. La era de las termas: el termalismo en Paysandú en la década de 1960. *Hist Educ Lat Am*. 2022;5:e28511.
- Henn Bonfada MR, Branco Bonfada PL, Gonçalves Gandara JM, Fraiz Brea JA. Turismo termal: cambios conceptuales y mercadológicos de los balnearios en España. *Tur Visão Ação*. 2008;10(3):415-434.
- Quintana C. Política pública de turismo y territorio en la región termal de Uruguay – caso: Centro Termal Guaviyú (1957-2007). *Rev Bras Pesqui Tur*. 2011;5(2):248-270.

Tuero del Prado CE. Las termas romanas, establecimientos precursores de los actuales centros acuáticos de ocio. *Citius Altius Fortius*. 2013;6(1):61-87.

Urkia Etxabe JM. El esplendor de los balnearios. In: Español González L, Escribano Benito JJ, Martínez García MA, coordinadores. *Historia de las ciencias y de las técnicas*. Vol. 1. p. 105-120.

# El agua como derecho humano, su protección y regulación en Uruguay

Juan BARCOS<sup>(1)</sup>, Elena M. ALVAREDA MIGLIARO<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento del Agua. Centro Universitario Regional Litoral Norte.  
Rivera 1350 Salto, Uruguay

## Resumen

Uruguay cuenta con un sólido marco normativo que reconoce al agua como un derecho humano fundamental, establecido en la Constitución (reforma de 2004) y desarrollado mediante leyes como la Ley N.º 18.610 de Política Nacional de Aguas. Esta legislación promueve la gestión sostenible, equitativa y participativa de los recursos hídricos, asegurando su acceso universal y su protección como bien público. Asimismo, el país ha ratificado instrumentos internacionales, entre ellos el Acuerdo de Escazú (Ley N.º 19.773) y la Carta Medioambiental Iberoamericana, que refuerzan los principios de transparencia, participación ciudadana y justicia ambiental. El marco legal uruguayo se estructura en torno a normas como el Código de Aguas (Decreto Ley N.º 14.859), que declara de interés nacional el uso y conservación del recurso, y diversos decretos que regulan la calidad, los usos y la protección de las fuentes de agua superficial y subterránea. No obstante, persiste un vacío normativo respecto al aprovechamiento terapéutico de las aguas termales minerales, las cuales carecen de una categoría específica dentro de la clasificación establecida por el Decreto N.º 226/025. La regulación del agua en Uruguay busca garantizar un equilibrio entre las dimensiones ambiental, social y económica, fortaleciendo la gestión institucional y el cumplimiento de compromisos internacionales. Este enfoque integral promueve la sostenibilidad del recurso, la equidad en su distribución y la protección de los ecosistemas acuáticos, consolidando al país como referente regional en la defensa del agua como derecho humano y patrimonio común.

**Palabras clave:** gestión integrada del agua, derecho humano al agua, marco legal uruguayo

Water as a Human Right: Protection and Regulation in Uruguay

**Abstract**

Uruguay has a robust legal framework that recognizes water as a fundamental human right, established in the Constitution (2004 reform) and further developed through laws such as Law No. 18,610 on National Water Policy. This legislation promotes sustainable, equitable, and participatory water resource management, ensuring universal access and protection as a public good.

Additionally, the country has ratified international agreements, including the Escazú Agreement (Law No. 19,773) and the Ibero-American Environmental Charter, reinforcing principles of transparency, public participation, and environmental justice.

The legal framework is structured around regulations such as the Water Code (Decree Law No. 14,859), which declares the use and conservation of water resources to be of national interest, along with various decrees regulating water quality, uses, and the protection of surface and groundwater sources. However, a regulatory gap persists regarding the therapeutic use of mineral thermal waters, which currently lack a specific classification category under Decree No. 226/025.

Water regulation in Uruguay seeks to balance environmental, social, and economic dimensions, strengthening institutional management and compliance with international commitments. This integrated approach promotes sustainability, equity in distribution, and the protection of aquatic ecosystems, positioning the country as a regional reference in defending water as a human right and common heritage.

**Key words:** integrated water management, human right to water, Uruguayan legal framework.

## REFERENCIA NORMALIZADA

Barcos J, Alvareda Migliaro EM. El agua como derecho humano, su protección y regulación en Uruguay. *Balnea*, 2026, 12, 81-91

**INTRODUCCIÓN**

En el marco legal uruguayo, el agua ha sido reconocida como un derecho humano fundamental, lo cual está reflejado en la Constitución y en leyes específicas como la Ley N° 18.610, que regula la gestión de los recursos hídricos en el país. Así como la ratificación de normativa internacional como lo son el protocolo de Escazú, (ley N° 19773) y la Carta ambiental latinoamericana.

Esta legislación tiene como objetivo garantizar un uso eficiente y sostenible del agua, promover la conservación de los ecosistemas acuáticos y asegurar el acceso universal al agua potable y al saneamiento (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, 2015). La importancia de integrar la dimensión

cultural, ética y social en la gestión del agua es clave para abordar la crisis hídrica y para el desarrollo de políticas que sean inclusivas y respetuosas con las comunidades locales.

Por estas razones, la regulación jurídica del agua en Uruguay no solo busca garantizar su uso eficiente y sostenible, sino también preservar su calidad, proteger los ecosistemas asociados y asegurar el acceso universal a este recurso vital. La normativa uruguaya reconoce explícitamente el agua como un derecho humano fundamental, estableciendo un marco legal que busca equilibrar las necesidades humanas, económicas y ambientales.

Además, con la modificación del art. 47 de la Constitución, en el año 2004, se reconoce de forma explícita, dentro del interés general, la gestión sustentable y la solidaridad con las gestiones futuras, recogidos posteriormente en el Art. 8 de la ley 18610.

Los Organismos responsables de la gestión del Agua en la República son: el Ministerio de Ambiente (MA), responsable de la política ambiental y del control de calidad del agua; el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), que regula el uso del agua en actividades agropecuarias; Obras Sanitarias del Estado (OSE), encargada de la prestación de servicios de agua potable y saneamiento; y la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) que coordina la planificación y gestión de los recursos hídricos.

## **MARCO NORMATIVO GENERAL**

Uruguay ha desarrollado un marco legal sólido para la gestión del agua, basado en principios de sostenibilidad, equidad y acceso universal. La normativa nacional establece los lineamientos para el uso, conservación y gestión de los recursos hídricos, asegurando la protección del agua como un derecho humano fundamental y un bien público.

### **Constitución de la República**

La reforma constitucional de 2004 incorporó el agua como un derecho humano fundamental. En el Artículo 47 de la Constitución, se establece que:

- El agua es un recurso natural esencial para la vida.
- Su gestión debe realizarse en base a criterios de sustentabilidad y equidad.
- Se prohíbe cualquier forma de privatización de los servicios de agua potable y saneamiento, asegurando su gestión pública y participativa.

### **Código de aguas**

Se establece en el código, la declaración de interés nacional, promoviendo el estudio, la conservación y el aprovechamiento del uso integral, así como acción contra sus efectos nocivos, es decir la regulación del buen uso de las aguas.

### **Ley general de aguas (ley n° 14.859 - 1978)**

Esta ley establece los principios fundamentales para la planificación y administración del agua en Uruguay. Define el dominio público de los recursos hídricos y establece el marco para la concesión de usos del agua. La ley también otorga al Estado la responsabilidad de regular su explotación y conservación.

### **Ley de política nacional de aguas (ley n° 18.610 - 2009)**

Esta ley desarrolla los principios constitucionales e introduce la gestión integrada del agua en Uruguay. Sus principales objetivos incluyen:

- La protección y conservación de los recursos hídricos.
- El acceso universal al agua potable y saneamiento como derecho humano.
- La participación ciudadana en la toma de decisiones.
- La gestión sostenible del agua con enfoque ecosistémico.

Desde la perspectiva de los Derechos Humanos, en el literal H, establece los criterios de Equidad, asequibilidad, solidaridad y sustentabilidad, a los efectos de tutelar el uso y acceso al recurso agua.

### **Decretos y regulaciones específicas**

A partir de estas leyes, se han promulgado varios decretos y normativas específicas que regulan los distintos usos del agua en Uruguay. Algunos de los más relevantes son:

1. Decreto N° 226/025 (Reglamenta los artículos 144 a 148 del Código de Aguas en materia de prevención de la contaminación, conservación y mejora de la calidad de las aguas)
  - Establece normas para la utilización del agua en actividades industriales, agrícolas y urbanas.
  - Regula el vertido de efluentes a cuerpos de agua.
  - Define los criterios de calidad del agua para diferentes usos.
  - Sustituye al Decreto 253/979.
2. Decreto N° 349/2005 (Normas para la Protección de Fuentes de Agua Potable)
  - Regula las actividades en zonas de recarga de acuíferos y cuencas de abastecimiento.
  - Establece restricciones para prevenir la contaminación del agua destinada al consumo humano.
3. Decreto N° 152/2013 (Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas)
  - Introduce el concepto de planificación por cuencas.

- Crea comités de cuenca como órganos de participación para la gestión del agua.
  - Promueve la coordinación entre actores públicos y privados en la gestión de los recursos hídricos.
4. Decreto N° 50/2015 (Normas de Protección de Aguas Subterráneas)
    - Regula el uso de pozos y acuíferos.
    - Establece normas para la perforación, explotación y protección de las aguas subterráneas.
  5. Decreto N° 92/2020 (Regulación del Uso de Agroquímicos en Áreas de Recarga de Acuíferos y Cuencas de Abastecimiento de Agua Potable)
    - Establece restricciones en el uso de agroquímicos en zonas estratégicas para la provisión de agua potable.
    - Obliga a implementar planes de manejo sustentable en actividades agropecuarias.

### **Otros instrumentos legales complementarios**

1. Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (N° 17.283, 2000)
  - Requisitos para proyectos que puedan afectar los recursos hídricos
2. Ley de Humedales (N° 19.146, 2013)
  - Protección de humedales como ecosistemas clave para la regulación del agua
3. Convenios Internacionales
  - Adhesión de Uruguay a tratados internacionales sobre agua, como los relacionados con la Convención de Ramsar (protección de humedales) y el Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe

## **EVOLUCIÓN DEL MARCO REGULATORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN URUGUAY**

En Uruguay, la regulación de la calidad y la protección de los recursos hídricos ha estado históricamente estructurada en torno al Decreto N.º 253/79, que durante más de cuatro décadas constituyó el marco normativo de referencia para la prevención y el control de la contaminación de las aguas. No obstante, los profundos cambios experimentados en los sistemas productivos, la intensificación de las presiones antrópicas sobre los cuerpos de agua y los avances en el conocimiento científico y técnico en materia de gestión ambiental hicieron necesaria una actualización integral de dicho instrumento. En este contexto, el reciente decreto (226/025) que sustituye al 253/79 introduce un enfoque renovado para la gestión de la calidad

de las aguas superficiales y subterráneas, incorporando criterios más acordes con la gestión integrada por cuencas, la protección de los ecosistemas acuáticos y la salvaguarda de la salud humana. Este nuevo marco normativo representa un punto de inflexión en la política ambiental del país y plantea desafíos y oportunidades relevantes para la investigación científica, el monitoreo ambiental y la toma de decisiones en materia de gestión del agua.

El Decreto N.º 253/79 establecía la clasificación de las aguas en Uruguay y su regulación en función de sus usos (Poder Ejecutivo, 1979), categorizándolas según sus características fisicoquímicas y biológicas y determinando su aptitud para el consumo humano, agrícola, industrial y recreativo. Sin embargo, una de sus principales limitaciones radicaba en la ausencia de una categoría específica para el uso de aguas termales mineras con potenciales propiedades medicinales con fines terapéuticos, a pesar de la existencia de fuentes termales utilizadas históricamente con este propósito en el país (Soutullo et al., 2013).

En respuesta a estas limitaciones, el Decreto N.º 226/025 sustituye integralmente al marco normativo previo, actualizando los criterios de clasificación, protección y control de la calidad de las aguas en Uruguay. El nuevo decreto adopta un enfoque más integral y preventivo, alineado con los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos y la consideración de los usos múltiples del agua, fortaleciendo además los mecanismos de monitoreo y control desde una perspectiva ecosistémica y de salud ambiental. Este cambio normativo abre una oportunidad para revisar críticamente la adecuación del marco regulatorio frente a usos específicos del recurso que no habían sido explícitamente contemplados en la normativa anterior.

El Decreto N.º 226/025 incluye una sección específica (Capítulo IV) sobre “calidad de las aguas de uso recreativo”, lo cual regula condiciones de baño y contacto directo con el cuerpo humano, pero lo hace desde una perspectiva de salud pública y seguridad microbiológica ambiental, no desde el reconocimiento o regulación de usos terapéuticos de aguas termales.

A pesar de que Uruguay cuenta con fuentes de aguas termales tradicionalmente utilizadas con fines medicinales y recreativos, la ausencia histórica de un reconocimiento normativo explícito del uso terapéutico de las aguas mineromedicinales ha generado un vacío regulatorio que dificulta el desarrollo de criterios específicos de gestión, control y promoción de este aprovechamiento (García & López, 2018). Esta situación puede limitar tanto la inversión en infraestructura adecuada como la implementación de protocolos estandarizados de calidad y seguridad en los tratamientos hidroterapéuticos.

En un contexto internacional donde el turismo de bienestar, la hidroterapia y el termalismo han adquirido creciente relevancia, la falta de una categoría normativa específica para el uso terapéutico de las aguas minerales termales posiciona a Uruguay en una situación comparativamente desfavorable frente a países que han incorporado este tipo de aprovechamiento en sus marcos legales (Fernández, 2020). En este sentido, la actualización normativa introducida por el Decreto N.º 226/025

constituye una base propicia para avanzar hacia la definición de criterios específicos que reconozcan y regulen el uso terapéutico de las aguas minerales termales, garantizando su explotación responsable y su potencial contribución a la salud pública, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo territorial.

## **IMPORTANCIA DE LA REGULACIÓN LEGAL PARA GARANTIZAR EL USO SOSTENIBLE, PROTECCIÓN Y ACCESO EQUITATIVO DEL AGUA**

La regulación legal del agua es fundamental para asegurar que este recurso vital sea gestionado de manera responsable, equitativa y sostenible. En un mundo donde los desafíos relacionados con el agua (escasez, contaminación, cambio climático) están en aumento, las leyes y políticas públicas juegan un papel crucial para proteger este recurso estratégico y garantizar su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras (UNESCO, 2023).

## **PROMOCIÓN DEL USO SOSTENIBLE**

El agua es un recurso finito, a pesar de su aparente abundancia en ciertas regiones. La regulación legal establece marcos claros para su uso sostenible, evitando la sobreexplotación y promoviendo prácticas que respeten los ciclos naturales del agua. Algunos aspectos clave incluyen:

- Gestión integrada de los recursos hídricos: Las leyes fomentan un enfoque holístico que considera no solo el agua superficial (ríos, lagos), sino también las aguas subterráneas, los humedales y los ecosistemas asociados. Esto permite una planificación más eficiente y equilibrada (Miguez, 2015).
- Control de actividades económicas: La normativa regula actividades como la agricultura intensiva, la minería y la industria, que pueden tener un impacto significativo en la calidad y cantidad del agua. Por ejemplo, se establecen límites máximos permisibles para vertidos industriales y agrícolas, así como requisitos para el tratamiento de aguas residuales (Gomez e Int-hamoussu, 2019).
- Fomento de tecnologías limpias: Las leyes incentivan el uso de tecnologías que minimicen el consumo de agua y reduzcan la contaminación, como sistemas de riego eficientes o procesos industriales menos intensivos en agua (UNESCO, 2023).

## **PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

La regulación legal también tiene como objetivo proteger la calidad y la integridad de los cuerpos de agua frente a amenazas humanas y ambientales. Esto incluye:

- **Prevención de la contaminación:** Las normativas establecen estándares rigurosos para evitar que sustancias tóxicas, residuos industriales y productos químicos agrícolas contaminen ríos, lagos y acuíferos. Por ejemplo, en Uruguay, la Ley General del Agua (Ley N.º 18.035) define parámetros de calidad que deben ser monitoreados regularmente por instituciones como la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) (Miguez, 2015).
- **Conservación de ecosistemas acuáticos:** Los humedales, ríos y lagunas son ecosistemas frágiles que dependen del agua para su funcionamiento. La legislación uruguaya, a través de instrumentos como la Ley de Humedales (N.º 19.146), busca proteger estos espacios, que son fundamentales para la biodiversidad, la regulación del clima y la mitigación de inundaciones (UNESCO, 2023).
- **Adaptación al cambio climático:** Las leyes también abordan los efectos del cambio climático, como sequías prolongadas, eventos extremos de precipitación y la salinización de acuíferos. La regulación legal permite implementar medidas preventivas, como la construcción de infraestructuras resilientes y la creación de reservas estratégicas de agua, (Gomez e Inthamoussu, 2019).

## **GARANTÍA DEL ACCESO EQUITATIVO**

El agua es un derecho humano fundamental reconocido tanto en la Constitución uruguaya (Artículo 47) como en tratados internacionales. La regulación legal es esencial para garantizar que todas las personas, independientemente de su ubicación geográfica o condición socioeconómica, tengan acceso al agua potable y al saneamiento básico. Algunos aspectos destacados son:

- **Priorización del consumo humano:** Las leyes establecen que el agua debe ser utilizada primero para satisfacer necesidades humanas básicas, como el consumo y la higiene, antes de ser destinada a usos industriales o agrícolas. Esto asegura que las poblaciones vulnerables no sean marginadas en situaciones de escasez (UNESCO, 2023).
- **Reducción de desigualdades:** En Uruguay, aunque el acceso al agua potable es relativamente alto en comparación con otros países de la región, aún existen disparidades entre zonas urbanas y rurales. La regulación legal obliga a los gobiernos y empresas proveedoras de agua a implementar progra-

mas específicos para mejorar la infraestructura en áreas marginadas (Miguez, 2019).

- Participación ciudadana: La legislación uruguaya fomenta la participación activa de comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con el agua. Esto incluye consultas públicas, audiencias y la creación de comités de cuenca, que permiten a los ciudadanos influir en cómo se gestiona este recurso (UNESCO, 2023).

## **FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL**

Una regulación legal sólida también contribuye al fortalecimiento de las instituciones encargadas de la gestión del agua. En Uruguay, organismos como la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) y el Ministerio de Ambiente a través de la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA), tienen un mandato claro derivado de la ley para monitorear, regular y planificar el uso del agua. Esto asegura que las políticas públicas estén alineadas con principios de sostenibilidad, equidad y transparencia.

## **CUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS INTERNACIONALES**

Uruguay ha ratificado varios tratados internacionales relacionados con el agua, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y el Acuerdo de Escazú sobre derechos ambientales. La regulación legal nacional actúa como un mecanismo para cumplir con estos compromisos globales, reforzando la importancia de una gestión responsable del agua a nivel local.

En este sentido el acuerdo de Escazú, firmado en 2018 y ratificado por la ley N° 19773, sobre Acceso a la Información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe, convirtiéndose en una herramienta fundamental para la protección de los recursos naturales, fortaleciendo una ciudadanía ecológicamente activa, siendo la protección ambiental una temática que abarca a las personas físicas y jurídicas, que conforman la sociedad, y no solo al Estado como persona pública mayor.

Es así que el acuerdo de Escazú consagra el Derecho al acceso a la información ambiental, así como la participación pública y acceso a la justicia en la temática de ambiente.

Así mismo en la Carta Medioambiental Iberoamericana, se acuerdan los lineamientos de los Estados que deberán para la protección ambiental, con fuerte énfasis en la protección del agua, siendo unos de los ejes temáticos “Recursos hídricos y océanos”.

## CONCLUSIÓN

En síntesis, Uruguay cuenta con un andamiaje jurídico robusto en materia de protección de acuíferos, acceso equitativo al agua y alineamiento con compromisos internacionales orientados a la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, persiste un vacío regulatorio en relación con las aguas termales, particularmente en lo referente a su clasificación, gestión, usos medicinales y de bienestar, e integración con el sector turístico. La ausencia de una legislación específica limita el desarrollo sanitario, científico y económico del termalismo, dificultando la definición de estándares de calidad, seguridad, trazabilidad y gobernanza que permitan consolidar un modelo moderno de aprovechamiento de sus recursos hidrotermales.

## Referencias

- Carta Medioambiental Iberoamericana. Compromiso con las próximas generaciones iberoamericanas. Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno; 2023.
- Código de Aguas. Decreto Ley No. 14859 de 15 de diciembre de 1978.
- Constitución de la República Oriental del Uruguay. Poder Legislativo; 27 nov 1967. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/constitucion/1967-1967>. Acceso 22 feb 2025.
- Decreto 226/025. Poder Ejecutivo. Prevención y control de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- Decreto 253/79. Poder Ejecutivo. Clasificación de aguas y regulación de usos. Diario Oficial de la República Oriental del Uruguay. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979>. Acceso 21 feb 2025.
- Dirección Nacional de Aguas. Informe sobre la gestión integrada de los recursos hídricos en Uruguay. 2010. Disponible en: <https://www.dinagua.gub.uy>.
- Fernández R. Regulación y aprovechamiento de aguas termales en América Latina: desafíos y oportunidades. *Rev Estud Ambient*. 2020;15(2):45-63.
- Fernández R, Martínez L. El impacto del cambio climático en los recursos hídricos de América Latina: el caso de Uruguay. *Rev Latinoam Recur Nat*. 2015;8(3):78-95.
- García A. Historia ambiental de Uruguay: naturaleza, sociedad y desarrollo. Montevideo: Fin de Siglo; 2008.
- García L, López M. Las aguas termales en Uruguay: historia, regulación y perspectivas de desarrollo. *Anu Recur Hídricos*. 2018;10(1):78-92.
- García R, Fernández P. Agua, territorio e identidad: una perspectiva latinoamericana. *Cuad Antropol Soc*. 2020;28(3):112-130.

- Gomez X, Inthamoussu A. Huella hídrica en Uruguay. Potencial impacto en los sectores agroindustriales exportadores. Uruguay XXI y CTAGUA; 2019.
- Iglesias GF. El derecho humano al ambiente sano. 1a ed. Fundación de Cultura Universitaria; 2025.
- Miguez D. Gestión integrada de recursos hídricos en Uruguay en el contexto internacional. *Innotec*. 2015;10:71-81.
- Ministerio de Ambiente. Política Nacional de Aguas en Uruguay. Montevideo: Ministerio de Ambiente; 2021.
- Ministerio de Ambiente de Uruguay. Plan Nacional de Agua 2018-2030: hacia una gestión sostenible del recurso hídrico. 2018. Disponible en: <https://www.mvotma.gub.uy>.
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Gestión sostenible del agua en Uruguay: avances y desafíos. Montevideo: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente; 2015.
- Rivarola M. Los ríos como eje de la identidad uruguaya: una perspectiva histórica. *Cuad Hist Reg*. 2012;12(2):45-62.
- Soutullo A, Arrieta D, Conde D. Gestión del agua en Uruguay: análisis de políticas y desafíos pendientes. *Rev Urug Medio Ambiente*. 2013;7(3):112-128.
- Terra J. Uruguay: geografía física y humana. Montevideo: Editorial Universidad de la República; 1996.
- UNESCO. El agua en Uruguay: una visión sobre el presente y la reflexión. 2023. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articles/el-agua-en-uruguay-una-vision-sobre-el-presente-y-la-reflexion-conjunta-sobre-el-futuro>. Acceso 22 feb 2025.



# Las aguas termales como rituales territoriales de bienestar: Una mirada social del termalismo en el departamento de Salto

Mariano SUÁREZ<sup>(1)</sup>, Alejandro NOBOA<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Ciencias Sociales, Grupo de Estudios de la Participación y la Descentralización (GEPADE), CENUR Litoral Norte, Universidad de la República.

## Resumen

Este trabajo propone una mirada sociológica del termalismo en el departamento de Salto (Uruguay), entendiendo las aguas termales no sólo como un recurso terapéutico, sino como rituales territoriales de bienestar. A partir de los aportes de Durkheim y Bourdieu, se sostiene que “ir a las termas” constituye una práctica colectiva cargada de sentido, que integra cuerpo, sociabilidad, memoria y políticas públicas. El texto reconstruye los orígenes históricos del termalismo salteño, surgido de hallazgos geológicos accidentales a mediados del siglo XX, y muestra cómo estos dieron lugar a una red de complejos termales que hoy conforman un rasgo identitario del territorio. Asimismo, se destaca el carácter popular del termalismo, su inserción en una economía local del cuidado y su articulación con debates sobre soberanía sanitaria territorial. En contraste con la medicalización contemporánea, el termalismo salteño ofrece una forma de cuidado lenta, relacional y territorializada, basada en bienes comunes y prácticas comunitarias de bienestar.

**Palabras clave:** Termalismo, sociología del cuidado, soberanía sanitaria, bienes comunes, economía del cuidado, Salto (Uruguay)

Thermal Waters as Territorial Rituals of Well-Being: A Social Perspective on Thermalism in the Department of Salto

## Abstract

This work proposes a sociological perspective on thermalism in the department of Salto (Uruguay), understanding thermal waters not only as a therapeutic resource but as territorial rituals of well-being. Drawing on the contributions of Durkheim and Bourdieu, it argues that “going to the thermal baths” constitutes a meaningful collective practice integrating body, sociability, memory, and public policies. The

text reconstructs the historical origins of thermalism in Salto, emerging from accidental geological discoveries in the mid-20th century, and shows how these gave rise to a network of thermal complexes that today represent a key element of territorial identity. It also highlights the popular character of thermalism, its integration into a local care economy, and its articulation with debates on territorial health sovereignty. In contrast to contemporary medicalization, thermalism in Salto offers a slower, relational, and territorialized form of care, based on commons and community practices of well-being.

**Key words:** Thermalism, sociology of care, health sovereignty, commons, care economy, Salto (Uruguay)

#### REFERENCIA NORMALIZADA

Suarez M, Noboa A. Las aguas termales como rituales territoriales de bienestar: Una mirada social del termalismo en el departamento de Salto. *Balnea*, 2026, 12, 93-98

## INTRODUCCIÓN

Los efectos del termalismo en la salud suelen ser interpretados desde sus propiedades fisicoquímicas y sus efectos terapéuticos sobre diversas patologías. Más allá de la fertilidad del enfoque, en territorios como el departamento de Salto (Uruguay), esta mirada puede ser complementada con una perspectiva sociológica centrada en las prácticas y rituales. Aquí, las termas no son sólo un recurso natural ni una técnica médica complementaria, sino que constituyen rituales territoriales de bienestar, prácticas colectivas que integran cuerpo, sociabilidad, memoria y políticas públicas.

El argumento de este texto es que las termas salteñas pueden comprenderse como una infraestructura social de cuidado, sostenida por formas populares de acceso, por una economía local orientada al bienestar y por una relación particular entre agua, territorio y salud.

## ORÍGENES DEL TERMALISMO EN SALTO

La historia del termalismo moderno en el departamento de Salto está estrechamente ligada a una serie de descubrimientos geológicos accidentales a mediados del siglo XX que transformaron la región en el principal destino termal de Uruguay.

El primer antecedente relevante son las Termas del Arapey, consideradas las más antiguas del país. En 1941, durante perforaciones realizadas por el Instituto Geológico del Uruguay en busca de petróleo en las cercanías del río Arapey, se produjo el hallazgo fortuito de un manantial de agua termal que emanaba del sub-

suelo. Este descubrimiento sorprendió a los equipos técnicos y rápidamente se convirtió en objeto de interés más allá de la intención original de la perforación, dando origen a la explotación de las aguas con fines de baño y, posteriormente, al desarrollo de un centro termal organizado (Campodónico y da Cunha, 2010). A partir de entonces se fue consolidando gradualmente la infraestructura para uso terapéutico y recreativo, y el sitio terminó evolucionando hacia un complejo termal que años después se profesionalizaría como destino turístico y de bienestar.

Posteriormente, en 1952 otro intento de búsqueda de hidrocarburos en el área del río Daymán condujo a un resultado similar, el surgimiento de fuentes termales. Las mismas fueron paulatinamente aprovechadas y organizadas para el uso urbano y recreativo (Campodónico y da Cunha, 2010), consolidándose las Termas del Daymán como uno de los centros termales más populares y visitados del país. Con el tiempo, Daymán no solo se afianzó como destino terapéutico, sino que también amplió su oferta con parques acuáticos y servicios turísticos variados orientados a la recreación.

Como dijimos, estos descubrimientos no fueron el resultado de búsquedas deliberadas de recursos termales, sino el producto de exploraciones orientadas a encontrar petróleo o hidrocarburos, pero el hallazgo de aguas termales transformó la vocación inicial de estas perforaciones, evidenciando un recurso natural aprovechable no solo por sus propiedades químicas y térmicas, sino también por su potencial social y económico.

Con el paso del tiempo, el crecimiento del turismo impulsó la creación de un nuevo centro termal en el departamento, las Termas de Salto Grande. Estos espacios fueron tejiendo una auténtica red de complejos termales y hoy esa red no solo ofrece descanso y bienestar, sino que también se ha convertido en un símbolo de identidad para la región y en uno de los motores para el desarrollo en el noroeste uruguayo.

## **LAS TERMAS COMO RITUALES DE BIENESTAR**

Siguiendo a Durkheim (1912/2008), los rituales no son meras acciones repetidas, sino prácticas que producen cohesión social y sentido compartido. Y, como plantea Bourdieu (1990), estas prácticas se incorporan en los cuerpos como disposiciones duraderas, moldeando percepciones y modos de habitar el mundo.

Desde esta perspectiva, en Salto, “ir a las termas” es una práctica cotidiana cargada de sentido. Personas mayores, trabajadores, familias y pacientes con enfermedades crónicas convergen en estos espacios en busca de alivio, descanso y encuentro. El baño termal funciona como un ritual en sentido durkheimiano ya que suspende el tiempo productivo, reorganiza la relación con el cuerpo, habilita la sociabilidad y produce una experiencia integrada de cuidado.

De esta manera, la eficacia terapéutica no reside únicamente en la composición mineral del agua, sino en el entramado simbólico y relacional que la envuelve. La repetición de gestos, recorridos y modos de estar (entrar lentamente al agua, alternar piscinas, conversar en los bordes) constituye un habitus termal que, siguiendo a Bourdieu (1990), estructura la experiencia corporal y emocional del bienestar.

## **TERMALISMO POPULAR: LA BASE SOCIAL DEL RITUAL**

El carácter popular del termalismo salteño es una condición fundamental para su potencia ritual. A diferencia de modelos de turismo termal asociados al lujo y la exclusividad, en Salto las termas se han integrado a políticas públicas de acceso con tarifas diferenciadas y usos comunitarios. Esto ha permitido que sectores populares se apropien de un recurso que en otros contextos es exclusivo.

La memoria social refuerza esta apropiación, ya que generaciones de salteños han transmitido saberes y narrativas sobre el “modo de ir a las termas”. Este ritual se reproduce porque es compartido y significativo, y porque se inscribe en una historia colectiva que legitima su valor.

## **AGUA, TERRITORIO Y SOBERANÍA DEL CUIDADO**

El termalismo en Salto ofrece una manera única de entender la relación entre salud y territorio. Aquí, el bienestar no proviene de medicamentos ni de tecnologías complejas, sino de un acuífero profundo que la comunidad ha sabido gestionar de forma colectiva. Siguiendo los debates latinoamericanos sobre soberanía sanitaria (Herrero & López, 2017), justicia ambiental y territorialización del cuidado (Porto, 2018), y las discusiones sobre soberanía hídrica y gestión comunitaria del agua (Boelens et al., 2014), proponemos pensar el termalismo salteño como una forma de soberanía sanitaria territorial, o sea, la capacidad de un territorio de producir bienestar a partir de sus propios bienes comunes y de sus formas locales de organización. En otras palabras, las termas no son sólo un recurso natural, sino también un símbolo de cómo la comunidad transforma su entorno en una fuente compartida de salud y calidad de vida.

Esta idea de soberanía no significa que el territorio pueda sostenerse de manera aislada o autosuficiente. Más bien, apunta a la capacidad de articular la naturaleza con políticas públicas y prácticas sociales para construir formas locales de cuidado. Sin embargo, garantizar su continuidad en el tiempo requiere enfrentar desafíos ambientales concretos como la presión sobre el acuífero, la regulación del caudal, los efectos del turismo y la necesidad de adaptarse al cambio climático. En este sentido, el ambiente no puede pensarse como un simple escenario de fondo, sino

como un elemento central que condiciona y sostiene la permanencia del ritual termal en Salto.

## **ECONOMÍA LOCAL DEL CUIDADO**

En torno a las termas se ha desarrollado una economía local orientada al bienestar: pequeños hoteles, residenciales, transporte, alimentación, servicios de apoyo y trabajadores del sector turístico y sanitario informal. Estas actividades sostienen una red de reproducción social que permite que el ritual termal exista y se renueve.

Las termas pueden entenderse como verdaderos nodos territoriales donde confluyen salud, empleo y comunidad. No se trata únicamente de las piscinas y sus aguas, sino de toda una infraestructura social que sostiene la experiencia del cuidado. En ella participan quienes cocinan, limpian, transportan, alojan y acompañan, ampliando la idea de cuidado más allá del ámbito estrictamente sanitario. De este modo, el termalismo salteño se convierte en un espacio donde bienestar y vida cotidiana se entrelazan, mostrando cómo la salud también se construye colectivamente.

## **TERMAS Y MEDICALIZACIÓN CONTEMPORÁNEA**

Comprender las termas como rituales territoriales de bienestar permite contrastarlas con la lógica medicalizada contemporánea, caracterizada por la fragmentación del cuerpo, la tecnificación del cuidado y la centralidad del mercado. Estas tendencias han sido ampliamente analizadas por la sociología crítica de la salud, que ha mostrado cómo la medicina moderna expande su jurisdicción sobre la vida cotidiana, apoyada en tecnologías diagnósticas, dispositivos de control y circuitos comerciales (Illich, 1976; Conrad, 2007; Rose, 2007).

Las termas no se oponen a la biomedicina (muchas personas combinan ambas prácticas), pero sí ofrecen una racionalidad distinta con una terapéutica lenta, relacional y territorializada, donde el bienestar se produce en comunidad. En este sentido, el termalismo salteño constituye una alternativa complementaria a la medicalización, no reemplaza tratamientos, pero introduce otra forma de cuidar, basada en la experiencia compartida, la memoria corporal y el vínculo con el territorio.

## **CIERRE**

Las aguas termales de Salto muestran que el cuidado puede ser un proceso colectivo, territorial y ritualizado. De esta forma, el termalismo no se reduce a una técnica terapéutica, sino que constituye una forma de bienestar integral que articula

cuerpo, memoria, sociabilidad, políticas públicas y economía local. Estas prácticas ofrecen una alternativa valiosa, una manera de habitar el bienestar que emerge del territorio y se sostiene en la comunidad.

## **Referencias**

- Boelens R, Hoogesteger J, Rodríguez-de-Francisco JC. Commodification and de-commodification of water: water governance and social justice in Latin America. *Water Int.* 2014;39(2):113-127.
- Bourdieu P. *The logic of practice.* Stanford: Stanford University Press; 1990.
- Breilh J. *La determinación social de la salud y la salud colectiva.* Universidad Andina Simón Bolívar; 2013.
- Campodónico R, da Cunha N. Historia del turismo en Salto: desde el encuentro social al esparcimiento termal. *Tiempo libre, turismo y recreación.* 2010;14(2):61-78.
- Conrad P. *The medicalization of society: on the transformation of human conditions into treatable disorders.* Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2007.
- Durkheim É. *Las formas elementales de la vida religiosa.* Almaraz J, traductor. Madrid: Akal; 2008.
- Herrero MB, López S. Soberanía sanitaria: debates y desafíos en América Latina. *Salud Colect.* 2017;13(3):345-360.
- Illich I. *Medical nemesis: the expropriation of health.* New York: Pantheon Books; 1976.
- Porto MF. Territorio, salud y justicia ambiental: perspectivas críticas desde América Latina. *Cad Saude Publica.* 2018;34(7):e00050718.

## **CAPÍTULO II**



# La Química del agua: Integración de clasificaciones hidroquímicas y balneoterápicas

Elena M. ALVAREDA MIGLIARO<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento del Agua. Centro Universitario Regional Litoral Norte. Rivera 1350 Salto, CP 50000, Uruguay.

## Resumen

La química del agua subterránea refleja la interacción compleja entre el agua meteórica, los materiales geológicos del acuífero y los procesos físicos, químicos y biogeoquímicos que ocurren durante el flujo subterráneo. La composición hidroquímica está controlada principalmente por la disolución y precipitación de minerales, los procesos de intercambio iónico, la oxidación-reducción y la mezcla de aguas de distinto origen. El análisis de los iones mayoritarios permite caracterizar los tipos hidroquímicos dominantes y comprender la evolución geoquímica de las aguas subterráneas a lo largo de su trayectoria de flujo. En este capítulo se revisan los fundamentos de la química del agua subterránea, su composición típica, los principales procesos geoquímicos y los criterios clásicos de clasificación hidroquímica.

**Palabras clave:** agua subterránea; hidroquímica; iones mayoritarios; clasificación hidroquímica

## Water Chemistry: Integration of Hydrochemical and Balneotherapeutic Classifications

### Abstract

Groundwater chemistry reflects the complex interaction between meteoric water, geological materials of the aquifer, and the physical, chemical, and biogeochemical processes occurring during subsurface flow. Hydrochemical composition is primarily controlled by mineral dissolution and precipitation, ion exchange processes, redox reactions, and mixing of waters from different origins. The analysis of major ions allows the characterization of dominant hydrochemical facies and the understanding of the geochemical evolution of groundwater along its flow path. This chapter reviews the fundamentals of groundwater chemistry, its typical composition, the main geochemical processes, and classical hydrochemical classification criteria.

**Key words:** groundwater; hydrochemistry; major ions; hydrochemical classification

#### REFERENCIA NORMALIZADA

Alvareda Migliaro EM. La Química del agua: Integración de clasificaciones hidroquímicas y balneoterápicas. *Balnea*, 2026, 12, 101-114

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la química del agua subterránea constituye una herramienta fundamental para la comprensión de los sistemas acuíferos, ya que integra información sobre el origen del agua, su tiempo de residencia, los procesos de interacción agua-roca y las condiciones ambientales del subsuelo. A diferencia de las aguas superficiales, las aguas subterráneas suelen presentar una composición química más estable en el tiempo, lo que las convierte en un registro valioso de los procesos geoquímicos dominantes en el medio poroso o fracturado (Freeze & Cherry, 1979).

La hidroquímica del agua subterránea se basa principalmente en el análisis de los denominados iones mayoritarios, que incluyen los cationes calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sodio ( $\text{Na}^+$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ), y los aniones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). La proporción relativa de estos iones permite clasificar las aguas subterráneas en diferentes facies hidroquímicas y evaluar su evolución geoquímica (Appelo & Postma, 2005).

Se define como agua mineromedicinal a toda agua de origen natural, generalmente subterránea, cuya composición físico-química y mineralógica es específica y estable en el tiempo, caracterizada por la presencia de minerales, oligoelementos y/o gases disueltos en concentraciones capaces de producir efectos biológicos sobre el organismo humano y que es utilizada con fines terapéuticos, preventivos o de rehabilitación, bajo criterios médicos y sanitarios (Falagas et al., 2009 San Martín Bacaicoa, 1994; Armijo & San Martín, 2004).

En el contexto uruguayo, el concepto de agua mineromedicinal no cuenta aún con una definición oficial establecida por una autoridad competente, lo que genera vacíos conceptuales y dificulta la sistematización, evaluación y puesta en valor de estos recursos. En términos generales, y siguiendo criterios ampliamente utilizados a nivel internacional, se entiende por agua mineromedicinal aquella agua de origen natural, generalmente subterránea, que presenta una composición química específica y estable en el tiempo, caracterizada por la presencia de minerales, oligoelementos o componentes con potencial acción biológica, y cuyas propiedades físicas, químicas y/o microbiológicas pueden conferirle efectos beneficiosos para la salud cuando es utilizada con fines terapéuticos o preventivos. En este sentido, resulta necesario avanzar en la adopción de una definición técnica consensuada que permi-

ta establecer criterios de clasificación, protección, uso y comunicación del recurso, contribuyendo tanto al desarrollo del termalismo y la salud como a la gestión sostenible del patrimonio hidrogeológico del país.

Es por ello que, en el mes de marzo del 2024 en reunión académica, se acuerdan algunos criterios entre los equipos académicos integrantes del Proyecto Vademecum (Escuela de Hidrología Médica Facultad de Medicina Universidad Complutense de Madrid, España y Departamento del Agua CENUR LN Udelar Uruguay), para poder presentar los resultados de las aguas analizadas (Figura 1).

**Figura 1** – Reunión de trabajo marzo 2024, Escuela de Hidrología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid (UCM), España. De izquierda a derecha Dra. Lorena Vela (UCM), Dr. Francisco Maraver (UCM), Dr. Francisco Armijo (UCM) y Dra. Elena Alvareda (CENUR LN, Udelar).



## COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

### Componentes mayoritarios

La composición química del agua subterránea está dominada por los iones disueltos que provienen principalmente de la disolución de minerales del acuífero y, en menor medida, de aportes atmosféricos y antrópicos. En la mayoría de los sistemas acuíferos, el ion bicarbonato es el anión predominante, asociado a cationes alcalinotérreos como  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , especialmente en acuíferos desarrollados en rocas carbonatadas o siliciclásticas con cemento calcáreo (Appelo & Postma, 2005).

Las aguas subterráneas más evolucionadas químicamente suelen mostrar un aumento relativo de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , como resultado de procesos de intercambio catiónico,

disolución de evaporitas o mezcla con aguas salinas profundas (Custodio & Llamas, 1983).

### **Componentes minoritarios y traza**

Además de los iones mayoritarios responsables de la clasificación hidroquímica, las aguas subterráneas presentan elementos minoritarios y traza (Fe, Mn, As, F y metales pesados, entre otros) cuya presencia responde principalmente al pH y a las condiciones redox. Esta composición, aporta información útil para evaluar calidad, seguridad y usos específicos.” (Stumm & Morgan, 1995).

## **COMPONENTE MICROBIANO DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

Además de los componentes inorgánicos disueltos, el agua subterránea alberga comunidades microbianas autóctonas cuya composición y actividad están estrechamente vinculadas a las condiciones geoquímicas del acuífero. Estos microorganismos, que incluyen bacterias, arqueas y en menor medida hongos, desempeñan un rol fundamental en los procesos biogeoquímicos, controlando reacciones de oxidación-reducción que afectan la movilidad y especiación de numerosos elementos (Chapelle, 2001; Griebler & Lueders, 2009).

En ambientes subterráneos, los procesos microbianos más relevantes incluyen la reducción de hierro y manganeso, la reducción de sulfato, la metanogénesis y la desnitrificación, los cuales influyen directamente en la concentración de especies como  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , sulfuro, metano y nitrógeno reducido. Estas reacciones pueden modificar significativamente la calidad del agua, tanto desde el punto de vista químico como sanitario (Lovley & Chapelle, 1995; Appelo & Postma, 2005).

En sistemas termales y profundos, las comunidades microbianas suelen presentar adaptaciones a altas temperaturas, baja disponibilidad de nutrientes y condiciones redox específicas, lo que da lugar a microbiotas especializadas. Estudios recientes han demostrado que incluso en aguas termales con temperaturas superiores a 40 °C persisten comunidades microbianas metabólicamente activas, capaces de influir en la precipitación o disolución de minerales y en la estabilidad química del sistema (Pedersen, 2000; Barboza et al., 2023).

Desde la perspectiva del uso balneoterápico, la caracterización microbiológica resulta esencial para garantizar la seguridad sanitaria del recurso, diferenciando entre microorganismos ambientales naturales y potenciales patógenos. En este sentido, numerosos trabajos destacan la necesidad de integrar análisis microbiológicos sistemáticos en la evaluación de aguas termales destinadas a uso recreativo y terapéutico (Falagas et al., 2009; WHO, 2006).

De acuerdo con la literatura científica internacional, las aguas minerales naturales, incluidas aquellas de origen termal, pueden albergar una flora bacteriana autóctona característica de acuíferos profundos y oligotróficos, compuesta principalmente

te por bacterias heterótrofas aerobias, saprófitas, de morfología bacilar y mayoritariamente Gram-negativas (Leclerc & Moreau, 2002). Estas comunidades suelen estar dominadas por géneros ambientales no patógenos, frecuentemente pertenecientes a las  $\alpha$ -,  $\beta$ - y  $\gamma$ -Proteobacteria (como *Pseudomonas*, *Comamonas*, *Acinetobacter* y *Alcaligenes*), así como por representantes del grupo *Cytophaga-Flavobacterium* (Leclerc & Moreau, 2002). Dichos microorganismos se encuentran adaptados a condiciones de muy baja disponibilidad de nutrientes, largos tiempos de residencia subterránea y estabilidad fisicoquímica, permaneciendo a menudo en estados de supervivencia por inanición o en condición viable pero no cultivable (VBNC) (Leclerc & Moreau, 2002).

No obstante, para las aguas termales uruguayas con temperaturas cercanas a 40 °C, este tipo de caracterización microbiológica aún no ha sido estudiada en detalle, por lo que resulta necesario desarrollar investigaciones específicas que permitan confirmar la presencia, composición y rol ecológico de esta microbiota autóctona.

## **GASES DISUELTOS Y OTROS COMPONENTES RELEVANTES**

Otro componente clave del agua subterránea es la presencia de gases disueltos, tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), metano (CH<sub>4</sub>) y, en menor medida, radón (Rn). Estos gases influyen tanto en la química del agua como en sus propiedades terapéuticas. El CO<sub>2</sub> disuelto, por ejemplo, controla el equilibrio carbonático y favorece la disolución de minerales, mientras que el H<sub>2</sub>S se asocia a aguas sulfuradas con aplicaciones específicas en balneoterapia (Hem, 1985; Armijo & San Martín, 1994).

Asimismo, la materia orgánica disuelta, aunque generalmente presente en bajas concentraciones en aguas profundas, puede actuar como fuente de carbono para procesos microbianos y como agente complejante de metales, influyendo en su movilidad y biodisponibilidad (Thurman, 2012; Stumm & Morgan, 1996).

## **INTEGRACIÓN HIDROQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y FUNCIONAL**

La integración de los componentes mayoritarios, microbiológicos y gaseosos permite una comprensión más completa del funcionamiento de los sistemas acuíferos. Mientras que la composición iónica define la facies hidroquímica y la evolución geoquímica del agua, los procesos microbianos y la presencia de gases disueltos modulan la dinámica química del sistema y condicionan tanto la calidad del recurso como sus posibles usos (Dinkel et al., 2020; Appelo & Postma, 2005; Griebler et al., 2014).

En el caso de aguas termales, esta visión integrada resulta particularmente relevante, ya que sustenta no solo la interpretación hidrogeológica del sistema, sino también la valoración sanitaria, terapéutica y turística del recurso, en concordancia con los principios de la hidrología médica moderna.

## **PROCESOS GEOQUÍMICOS QUE CONTROLAN LA QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

La evolución química del agua subterránea está determinada por una serie de procesos interrelacionados:

- Disolución y precipitación de minerales, especialmente carbonatos, sulfatos y silicatos.
- Intercambio iónico, mediante el cual cationes como  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  son intercambiados por  $\text{Na}^+$  adsorbido en las superficies minerales.
- Procesos de oxidación-reducción, que controlan la movilidad de elementos sensibles al estado redox, como Fe, Mn y As.
- Mezcla de aguas, ya sea entre distintos niveles acuíferos o con aguas de origen superficial o marino.

Según Appelo y Postma (2005), la combinación de estos procesos explica la transición típica desde aguas bicarbonatadas cálcicas en zonas de recarga hacia aguas sódicas cloruradas o bicarbonatadas en zonas de descarga.

## **CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

### **Criterios de clasificación basados en iones mayoritarios**

La clasificación hidroquímica se basa en la dominancia relativa de cationes y aniones expresados en miliequivalentes por litro ( $\text{meq L}^{-1}$ ). Una facies hidroquímica se define cuando un ion o grupo de iones representa más del 50 % del total de cationes o aniones (Custodio & Llamas, 1983).

Entre las facies más comunes se destacan:

- Aguas bicarbonatadas cálcicas
- Aguas bicarbonatadas magnésicas
- Aguas bicarbonatadas sódicas
- Aguas cloruradas sódicas
- Aguas sulfatadas cálcicas o sódicas

### **Herramientas para la clasificación del agua según sus iones mayoritarios**

El diagrama de Piper (1944) es una de las herramientas gráficas más utilizadas para la clasificación hidroquímica de aguas subterráneas. Consiste en dos diagramas

triangulares que representan la composición catiónica y aniónica, y un rombo central que integra ambas informaciones.

Este diagrama permite:

- Identificar facies hidroquímicas dominantes.
- Reconocer procesos de mezcla.
- Analizar tendencias evolutivas en la química del agua subterránea.

El uso del diagrama de Piper, en combinación con diagramas de Stiff o Schoeller, constituye una práctica estándar en estudios hidrogeológicos y geoquímicos (Appelo & Postma, 2005).

Existen otras tantas relaciones iónicas y patrones como las huellas químicas que pueden apoyar la evaluación de la hidroquímica, esto fue recientemente publicado por Alvareda et al., 2026.

## **EVOLUCIÓN HIDROQUÍMICA Y SIGNIFICADO HIDROGEOLÓGICO**

La interpretación hidroquímica proporciona información clave sobre la dinámica del acuífero. Las aguas jóvenes, cercanas a las zonas de recarga, suelen ser de baja mineralización y dominadas por  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{HCO}_3^-$ , mientras que las aguas más antiguas muestran una mayor mineralización y una composición enriquecida en  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . Estas tendencias reflejan tiempos de residencia más largos y una interacción prolongada con la matriz geológica (Freeze & Cherry, 1979).

La química del agua subterránea constituye un componente esencial para la caracterización y gestión de los recursos hídricos subterráneos. El análisis de los iones mayoritarios y su clasificación hidroquímica permiten comprender los procesos de interacción agua-roca, la evolución geoquímica y las condiciones hidrogeológicas de los acuíferos. Los esquemas conceptuales propuestos por Appelo y Postma, junto con herramientas gráficas clásicas como el diagrama de Piper, continúan siendo pilares fundamentales en el estudio hidrogeoquímico de aguas subterráneas.

## **CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS SEGÚN CRITERIOS BALNEOTERÁPICOS**

Además de la clasificación hidroquímica basada en los iones mayoritarios, las aguas subterráneas, en particular las aguas minerales y termales, pueden clasificarse según criterios balneoterápicos. Este enfoque considera no solo la composición química, sino también propiedades físicas y fisicoquímicas que determinan sus potenciales efectos terapéuticos. Estas clasificaciones han sido ampliamente utilizadas en hidrología médica y termalismo, especialmente en Europa y América Latina (San Martín Bacaicoa, 1994; Armijo & San Martín, 2004; Maraver et al., 2020; Armijo & Maraver 2022).

### **Clasificación según la temperatura**

La temperatura del agua subterránea en el punto de emergencia constituye uno de los criterios fundamentales en balneoterapia, ya que condiciona tanto los mecanismos de acción terapéutica como las técnicas de aplicación. De acuerdo con este criterio, las aguas se clasifican en (Armijo & San Martín, 2004):

- Aguas frías: temperatura inferior a 20 °C.
- Aguas hipotermales: temperatura entre 20 y 30 °C.
- Aguas mesotermales: temperatura entre 30 y 40 °C.
- Aguas hipertermales: temperatura superior a 40 °C.

Las aguas mesotermales e hipertermales son particularmente relevantes en el tratamiento de afecciones reumatológicas, musculoesqueléticas y dermatológicas, debido a sus efectos vasodilatadores, analgésicos y miorreajantes.

### **Clasificación según el grado de mineralización**

Desde el punto de vista balneoterápico, la mineralización total del agua, expresada como residuo seco a 180 °C o como sólidos disueltos totales (TDS), permite diferenciar:

- Aguas débilmente mineralizadas: < 500 mg L<sup>-1</sup>
- Aguas de mineralización media: 500–1500 mg L<sup>-1</sup>
- Aguas fuertemente mineralizadas: > 1500 mg L<sup>-1</sup>

Las aguas de baja mineralización suelen utilizarse con fines preventivos o de bienestar, mientras que las aguas fuertemente mineralizadas se asocian a efectos terapéuticos más específicos y requieren indicaciones médicas precisas.

### **Clasificación según el ion o componente dominante con interés terapéutico**

En hidrología médica, las aguas minerales se clasifican frecuentemente según el componente químico predominante al que se atribuye un efecto biológico específico. Entre las más relevantes se incluyen:

- aguas bicarbonatadas: con efecto digestivo y regulador metabólico.
- aguas cloruradas sódicas: con acción estimulante y antiinflamatoria, utilizadas en afecciones reumatológicas y ginecológicas.
- aguas sulfatadas: con efecto colerético y laxante.
- aguas cálcicas y magnésicas: indicadas en afecciones osteoarticulares y neuromusculares.
- aguas fluoradas: asociadas a efectos sobre el metabolismo óseo y dental.
- aguas ferruginosas: utilizadas tradicionalmente en estados carenciales.

Esta clasificación es compatible con la clasificación hidroquímica clásica, aunque su interpretación se orienta a los usos terapéuticos más que a los procesos geoquímicos.

### **Clasificación según el contenido de gases disueltos**

El contenido de gases disueltos constituye otro criterio relevante en balneoterapia, ya que puede potenciar los efectos fisiológicos del agua. En función del gas predominante, se distinguen:

- Aguas carbónicas (ricas en  $\text{CO}_2$ ): con efecto vasodilatador periférico y cardiovascular.
- Aguas sulfuradas (ricas en  $\text{H}_2\text{S}$ ): con acción antiinflamatoria, queratolítica y antiséptica, ampliamente utilizadas en dermatología y reumatología.
- Aguas radiactivas (con radón): utilizadas históricamente en balneoterapia, aunque actualmente su uso está sujeto a estrictas regulaciones sanitarias.

### **Clasificación según el pH y otras propiedades fisicoquímicas**

El pH del agua condiciona su tolerancia cutánea y mucosa, así como ciertos efectos terapéuticos. En este sentido, se reconocen:

- Aguas ácidas ( $\text{pH} < 7$ ): utilizadas en tratamientos dermatológicos específicos.
- Aguas neutras ( $\text{pH} \approx 7$ ).
- Aguas alcalinas ( $\text{pH} > 7$ ): frecuentemente asociadas a aguas bicarbonatadas, con efectos antiácidos y relajantes.

Otras propiedades relevantes incluyen la conductividad eléctrica, el potencial redox y la presencia de compuestos orgánicos naturales, que pueden influir en la respuesta biológica del organismo.

## **INTEGRACIÓN DE CLASIFICACIONES HIDROQUÍMICAS Y BALNEOTERÁPICAS**

La integración de los criterios hidroquímicos y balneoterápicos permite una caracterización más completa y funcional de las aguas subterráneas, particularmente en sistemas termales, donde confluyen procesos geoquímicos profundos y usos terapéuticos específicos. La clasificación basada en la composición de los iones mayoritarios constituye una herramienta fundamental para interpretar los mecanismos de interacción agua-roca, la evolución hidrogeoquímica del acuífero y las condiciones de recarga, tránsito y descarga del flujo subterráneo (Appelo & Postma, 2005; West & Sinha, 2019). En este sentido, la identificación de facies hidroquímicas, como aguas bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas sódicas o cloruradas sódicas, aporta información clave sobre el tiempo de residencia del agua, los procesos de intercambio iónico y la posible influencia de aguas profundas o salinas (Andersen et al., 2005; Runnells, 1969; Appelo et al., 1984).

No obstante, desde la perspectiva de la hidrología médica, la sola clasificación hidroquímica resulta insuficiente para evaluar el potencial terapéutico de un recurso termal. La clasificación balneoterápica incorpora propiedades físicas y fisicoquímicas

cas adicionales, tales como la temperatura, el grado de mineralización, el contenido de gases disueltos y el pH, que influyen directamente en los mecanismos de acción biológica del agua sobre el organismo humano (Albu et al., 2012; San Martín Bacaicoa, 1994; Armijo & San Martín, 1994). Por ejemplo, la temperatura del agua condiciona los efectos vasodilatadores, analgésicos y miorelajantes, mientras que determinados componentes químicos, como los bicarbonatos, sulfatos, cloruros o compuestos sulfurados, se asocian a indicaciones terapéuticas específicas en reumatología, dermatología y afecciones respiratorias.

La combinación de ambos enfoques permite establecer una relación directa entre el origen hidrogeológico del agua y sus propiedades terapéuticas, facilitando la gestión integrada de los recursos termales. Diversos estudios han señalado que las aguas termales con composiciones químicas estables, asociadas a acuíferos profundos y tiempos de residencia prolongados, presentan mayores garantías de constancia terapéutica y sanitaria, lo que resulta esencial para su aprovechamiento sostenible (La Moreaux & Tanner, 2001; Pesce, 2013).

Asimismo, la caracterización integrada constituye una base científica sólida para la protección legal de las aguas minerales naturales, su regulación sanitaria y su valorización en el marco del turismo termal y de salud.

En este contexto, la integración de criterios hidroquímicos y balneoterápicos no solo mejora la comprensión científica de los sistemas acuíferos termales, sino que también fortalece la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial, planificación turística y desarrollo de estrategias de uso racional del recurso, alineadas con los principios de sostenibilidad y salud pública (OMS, 2017; Armijo & San Martín, 1994).

## **APORTES RECIENTES DESDE EL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ: COMPONENTES BIOLÓGICAMENTE ACTIVOS (BAC) Y LA INTEGRACIÓN HIDROQUÍMICA-BALNEOTERÁPICA**

Estudios recientes en el Sistema Acuífero Guaraní (SAG) refuerzan la importancia de integrar la caracterización hidroquímica clásica con criterios balneoterápicos y geotérmicos para una evaluación integral de las aguas subterráneas termales (Lazzerini y da Silva, 2020).

Algunos de los primeros trabajos sobre la hidroquímica clásica en el SAG zona norte de Uruguay fueron publicados por Montañó y Collazo (1998b); Carrión (2006), Carrión y Mazza (2010); Manzano et al. (2012) entre otros. Sin embargo, no fue sino hasta pasado el 2020, que comienza a profundizarse y ampliar el conocimiento de la hidroquímica del SAG sobre los Departamentos de Salto y Paysandú, con el primer reporte técnico publicado por Alvareda et al. (2023).

En el 2020, Lazzerini y da Silva, revelaron la primera evaluación balneológica de 85 surgencias y pozos hidrotermales distribuidos en Brasil, Argentina, Uruguay

y Paraguay, compilando parámetros fisicoquímicos clave como temperatura, pH, sólidos disueltos totales (SDT), iones mayoritarios ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) y elementos traza potencialmente bioactivos ( $\text{F}^-$ , Si, B, Li, Fe, Mn, Zn). Los resultados evidencian que una proporción significativa de las aguas termales del SAG presenta componentes biológicamente activos (BAC) en concentraciones iguales o superiores a los valores mínimos reportados en la literatura para aplicaciones balneoterápicas, particularmente en aguas bicarbonatadas sódicas, sulfatadas y cloruradas sódicas, asociadas a sistemas confinados profundos y tiempos de residencia prolongados. Asimismo, se destaca que temperaturas superiores a 33 °C constituyen un umbral mínimo para la manifestación de efectos terapéuticos asociados al termalismo, criterio ampliamente utilizado en hidrología médica (Lanzzneri y da Silva, 2020).

Alvareda et al., (2023) presentaron resultados sobre un *screening* preliminar de la composición de oligoelementos, elementos de tierras raras y otros de la fuente del Parque Termal Daymán (Alvareda et al., 2023), en donde se evidencia el potencial uso de estas aguas por su riqueza en la combinación de los elementos detectados. El *screening* ampliado de elementos traza, metales, metaloides y tierras raras permitió identificar la presencia de componentes potencialmente bioactivos (BAC), que según el Vademecum de agua mineromedicinales españolas de la Escuela de Hidrología médica de la Universidad Complutense de Madrid (Maraver et al., 2020), describe las potenciales acciones terapéuticas que serán para el futuro uso de las aguas con fines terapéuticos en Uruguay muy promisorias: sílice ( $\text{SiO}_2 \approx 9,8 \text{ mg L}^{-1}$ ), asociada a efectos antiinflamatorios y dermatológicos; boro ( $\text{B} \approx 0,30 \text{ mg L}^{-1}$ ), vinculado a beneficios sobre el metabolismo osteoarticular; litio ( $\text{Li}^+ \approx 0,015 \text{ mg L}^{-1}$ ), reconocido por su acción neuromoduladora; estroncio ( $\text{Sr}^{2+} \approx 0,16 \text{ mg L}^{-1}$ ), relacionado con efectos tróficos óseos; vanadio ( $\text{V} \approx 0,15 \text{ mg L}^{-1}$ ), con potencial influencia metabólica; zinc ( $\text{Zn}^{2+} \approx 0,017 \text{ mg L}^{-1}$ ), involucrado en procesos de regeneración tisular e inmunológica; manganeso ( $\text{Mn}^{2+} \approx 0,0005 \text{ mg L}^{-1}$ ) y hierro ( $\text{Fe} \leq 0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ), con acción catalítica en procesos biológicos, junto con una matriz dominada por sodio ( $\text{Na}^+ \approx 153 \text{ mg L}^{-1}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^- \approx 345 \text{ mg L}^{-1}$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-} \approx 51 \text{ mg L}^{-1}$ ) y cloruro ( $\text{Cl}^- \approx 40 \text{ mg L}^{-1}$ ), refuerza el elevado valor hidroterápico del agua termal de Daymán para aplicaciones balneoterápicas, rehabilitadoras y de bienestar, en concordancia con los principios de la hidrología médica moderna (Alvareda et al., 2023).

La evidencia científica corrobora que la composición química estable, el gradiente geotérmico normal del sistema, y la presencia de una potente cobertura basáltica que favorece el aislamiento térmico del acuífero, confieren al SAG un elevado potencial para usos directos de la energía geotérmica vinculados a la balneoterapia, el bienestar y el turismo de salud. En este contexto, la hidroquímica no solo permite comprender los procesos de evolución del agua subterránea, sino que constituye un criterio fundamental para la valorización sanitaria y terapéutica del recurso.

Finalmente, la integración entre hidrogeología, geoquímica, balneología y planificación territorial resulta esencial para garantizar un aprovechamiento sostenible del SAG, especialmente en regiones donde el desarrollo de balnearios termales actúa como motor económico local. La generación de bases de datos hidroquímicas comparables y el establecimiento de líneas de base de calidad de agua son identificados como herramientas clave para la gestión transfronteriza, la protección del recurso y la consolidación del termalismo como patrimonio natural y sanitario regional (Lazzerini & da Silva, 2020).

## Referencias

- Albu M, Banks D, Nash H, editores. Mineral and thermal groundwater resources. Springer Science & Business Media; 2012.
- Alvareda E, Salvo M, Ramos J, et al. Screening preliminar de oligoelementos y componentes de tierras raras con posibles propiedades minero-medicinales en el agua del Sistema Acuífero Guaraní de la fuente termal de Daymán-Salto, Uruguay. 2020. doi:10.13140/RG.2.2.16667.27687.
- Alvareda E, Vela L, Armijo F, Ernst A, Da Rocha S, Gamazo P, Maraver F. Hydrogeochemical Characterization of Thermal Waters from the Guaraní Aquifer in Uruguay and Their Potential Use in Balneology. *Water*. 2026;18(5):534.
- Andersen MS, Nyvang V, Jakobsen R, Postma D. Geochemical processes and solute transport at the seawater/freshwater interface of a sandy aquifer. *Geochim Cosmochim Acta*. 2005;69(16):3979-3994.
- Appelo CAJ, Beekman HE, Oosterbaan AWA. Hydrochemistry of springs from dolomite reefs in the southern Alps of northern Italy. *IAHS Publ*. 1984;150:125-138.
- Appelo CAJ, Postma D. *Geochemistry, groundwater and pollution*. 2nd ed. Rotterdam: Balkema; 2005.
- Armijo F, Maraver F. Natural mineral water: concept and classifications. In: Martins MJ, editor. *Mineral water: from basic research to clinical applications*. New York: Nova Science Publishers; 2022. p. 1-28.
- Armijo M, San Martín J. *Curas balnearias y climáticas, talasoterapia y helioterapia*. Madrid: Ed. Complutense; 1994.
- Armijo Castro F, San Martín Bacaicoa J. Conductividad eléctrica de las aguas mineromedicinales. *Bol Soc Esp Hidrol Med*. 1994;9(3):157-162.
- Bacaicoa JSM. Conceptos generales. Terminología. Curas balnearias como agentes terapéuticos. Bases biológicas. In: *Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. 2006. p. 27.

- Barbosa C, Tamayo-Leiva J, Alcorta J, Salgado O, Daniele L, Morata D, Díez B. Effects of hydrogeochemistry on the microbial ecology of terrestrial hot springs. *Microbiol Spectr.* 2023;11(5):e00249-23.
- Carrión R. CEREGAS. Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní. Programa de seguimiento y control de calidad: informe de actividades. 2006.
- Carrión R, Mazza E. Caracterización hidroquímica de las regiones termales recreativas de Uruguay. 2010.
- Chapelle FH. Ground-water microbiology and geochemistry. 2nd ed. Wiley; 2001.
- Custodio E, Llamas MR. Hidrología subterránea. Barcelona: Omega; 1983.
- Dinkel E, Braun B, Schröder J, Muhrbeck M, Reul W, Meeder A, et al. Groundwater circulation wells for geothermal use and their impact on groundwater quality. *Geothermics.* 2020;86:101812.
- Falagas ME, Zarkadoulia E, Rafailidis PI. The therapeutic effect of balneotherapy: evaluation of the evidence from randomised controlled trials. *Int J Clin Pract.* 2009;63(7):1068-1084.
- Griebler C, Lueders T. Microbial biodiversity in groundwater ecosystems. *Freshw Biol.* 2009;54(4):649-677.
- Griebler C, Malard F, Lefébure T. Current perspectives on groundwater ecology. *FEMS Microbiol Ecol.* 2014;87:1-13.
- Hem JD. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Vol. 2254. Department of the Interior, US Geological Survey; 1985.
- Lazzerini FT, da Silva P. Guaraní aquifer system (GAS): geothermal spa balneology assessment. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2020;35(1):33-59.
- Leclerc H, Moreau A. Microbiological safety of natural mineral water. *FEMS Microbiol Rev.* 2002;26(2):207-222.
- Lovley DR, Chapelle FH. Deep subsurface microbial processes. *Rev Geophys.* 1995;33:365-381.
- Manzano M, Guimaraens M. Hidroquímica del Sistema Acuífero Guaraní e implicaciones para la gestión. *Bol Geol Min.* 2012;123(3):281-295.
- Maraver F, Vázquez I, Armijo de Castro F. Vademécum III de aguas mineromedicinales españolas. 2020.
- Montaño J, Collazo P. Hidrogeoquímica del Sistema Acuífero Guaraní (Uruguay). In: II Congreso Uruguayo de Geología; Punta del Este. Actas. 1998. p. 395-400.
- Morgan JJ. Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters. USA: John Wiley; 1995.

- Pedersen K. Exploration of deep intraterrestrial microbial life: current perspectives. *FEMS Microbiol Lett.* 2000;185(1):9-16.
- Piper AM. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *Trans Am Geophys Union.* 1944;25:914-928.
- Runnells DD. Diagenesis, chemical sediments, and the mixing of natural waters. *J Sediment Res.* 1969;39(3).
- Stumm W, Morgan JJ. *Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters.* 3rd ed. Wiley; 1995.
- Thurman EM. *Organic geochemistry of natural waters.* Vol. 2. Springer Science & Business Media; 2012.
- West LJ, Sinha S. Groundwater. In: *Water resources.* Routledge; 2019. p. 151-194.
- WHO. *Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2: swimming pools and similar environments.* World Health Organization; 2006.

# Huella química de las aguas termales del litoral uruguayo: diferenciación hidrogeoquímica de siete sistemas del corredor termal

Elena M. ALVAREDA MIGLIARO<sup>(1)</sup>, María L. VELA<sup>(2)</sup>, Francisco ARMIJO<sup>(2)</sup>,  
Francisco MARAVER<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento del Agua. CENUR Litoral Norte. Rivera 1350 Salto, CP 50000, Uruguay.

<sup>(2)</sup> Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia, Facultad de Medicina,  
Universidad Complutense de Madrid

## Resumen

Las aguas termales del litoral uruguayo constituyen un recurso hidrogeológico singular asociado principalmente al Sistema Acuífero Guaraní (SAG). En el Proyecto Vademecum iniciado en el 2023, se analizaron de manera integral las aguas de siete fuentes termales ubicadas en el corredor termal del noroeste del país: 5 ubicadas en el Departamento de Salto: Altos del Arapey (AdA), Arapey (A) (Municipal), Club Remeros (CR), Daymán (D) (Municipal), Aguas Claras (AC), y 2 ubicadas en el Departamento de Paysandú: Guaviyú (G) (Municipal) y Almirón (Al) (Municipal). A partir de la composición de iones mayoritarios y traza se generaron perfiles hidroquímicos normalizados que permiten identificar la firma geoquímica (huella química) del inglés *chemical fingerprints*, característica de cada sistema.

Seis de las siete aguas estudiadas están asociadas al SAG: D, G, AdA, A, AC y CR, presentan una composición dominada por los iones bicarbonato y sodio, con mineralización débil a moderada y temperaturas mesotermiales a hipertermiales. Estas características reflejan procesos de circulación profunda y prolongada interacción agua-roca dentro de las areniscas siliciclásticas del acuífero. Sin embargo, el análisis de las huellas químicas evidencia variaciones relativas en la abundancia de cloruros, sulfatos y calcio, lo que permite diferenciar subgrupos hidrogeoquímicos dentro del mismo sistema regional.

A su vez, el sistema termal de Al ubicado en Paysandú presenta una firma química distinta, dominada por sodio y cloruros y caracterizada por alta mineralización, lo que indica un origen hidrogeológico diferente. El análisis comparativo de las huellas químicas demuestra que, incluso dentro de un mismo sistema acuífero, los procesos de circulación profunda y las trayectorias de flujo generan composiciones específicas que permiten identificar cada fuente termal como una unidad hidrogeoquímica particular.

**Palabras clave:** aguas termales; huella química; hidrogeoquímica; Sistema Acuífero Guaraní; Uruguay.

## Chemical Fingerprint of Thermal Waters from the Uruguayan Litoral: Hydrogeochemical Differentiation of Seven Systems in the Thermal Corridor

### **Abstract**

The thermal waters of the Uruguayan littoral constitute a unique hydrogeological resource primarily associated with the Guaraní Aquifer System (GAS). Within the framework of the Vademecum Project initiated in 2023, waters from seven thermal sources located along the northwestern thermal corridor were comprehensively analyzed: five in the Department of Salto—Altos del Arapey (AdA), Arapey (A) (Municipal), Club Remeros (CR), Daymán (D) (Municipal), and Aguas Claras (AC) and two in the Department of Paysandú, Guaviyú (G) (Municipal) and Almirón (Al) (Municipal). Based on the composition of major and trace ions, normalized hydrochemical profiles were generated, allowing the identification of the characteristic geochemical signature (chemical fingerprint) of each system.

Six of the seven waters studied are associated with the GAS (D, G, AdA, A, AC, and CR), and exhibit a composition dominated by bicarbonate and sodium ions, with low to moderate mineralization and mesothermal to hyperthermal temperatures. These characteristics reflect deep circulation processes and prolonged water–rock interaction within the siliciclastic sandstones of the aquifer. However, the analysis of chemical fingerprints reveals relative variations in the abundance of chlorides, sulfates, and calcium, enabling the differentiation of hydrogeochemical subgroups within the same regional system.

In contrast, the Almirón thermal system, located in Paysandú, displays a distinct chemical signature dominated by sodium and chlorides and characterized by high mineralization, indicating a different hydrogeological origin. Comparative analysis of the chemical fingerprints demonstrates that, even within the same aquifer system, deep circulation processes and flow paths generate specific compositions that allow each thermal source to be identified as a distinct hydrogeochemical unit.

**Key words:** Thermal waters; chemical fingerprint; hydrogeochemistry; Guaraní Aquifer System; Uruguay.

### REFERENCIA NORMALIZADA

Alvareda Migliaro EM, Vela ML, Armijo F, Maraver F. Huella química de las aguas termales del litoral uruguayo: diferenciación hidrogeoquímica de siete sistemas del corredor termal. *Balnea*, 2026, 12, 115-119

## INTRODUCCIÓN

Las aguas termales del litoral noroeste de Uruguay constituyen uno de los sistemas hidrotermales más relevantes del país y se encuentran principalmente vinculadas al SGA, uno de los reservorios de agua subterránea más extensos de América del Sur. La caracterización hidrogeoquímica de estas aguas permite comprender los procesos que controlan su composición y, al mismo tiempo, identificar la firma química particular de cada surgencia.

Una forma útil de analizar estas diferencias consiste en evaluar la denominada huella química, es decir, el patrón relativo de abundancia de los principales iones disueltos. Al normalizar las concentraciones de los iones mayoritarios y representarlas gráficamente, es posible comparar diferentes aguas independientemente de sus concentraciones absolutas. Este enfoque permite reconocer similitudes y diferencias en la evolución geoquímica de cada sistema.

Este tipo de aproximación hidrogeoquímica ha sido ampliamente utilizado en el estudio de aguas mineromedicinales en distintos países. En España, diversos trabajos han aplicado la caracterización físico-química sistemática de las aguas termales para identificar tipologías hidroquímicas y relacionarlas con su origen geológico y sus potenciales usos terapéuticos. Estos estudios han permitido establecer clasificaciones hidroquímicas y bases comparativas entre diferentes sistemas termales a partir de la composición iónica mayoritaria (Maraver et al., 2020).

En este contexto, el análisis de huellas químicas constituye una herramienta útil para identificar similitudes y diferencias entre aguas termales, permitiendo reconocer patrones hidrogeoquímicos característicos de cada sistema.

Los últimos avances logrados en Uruguay sobre este tema lo produjeron los autores de ésta misma síntesis (Alvareda et al., 2026).

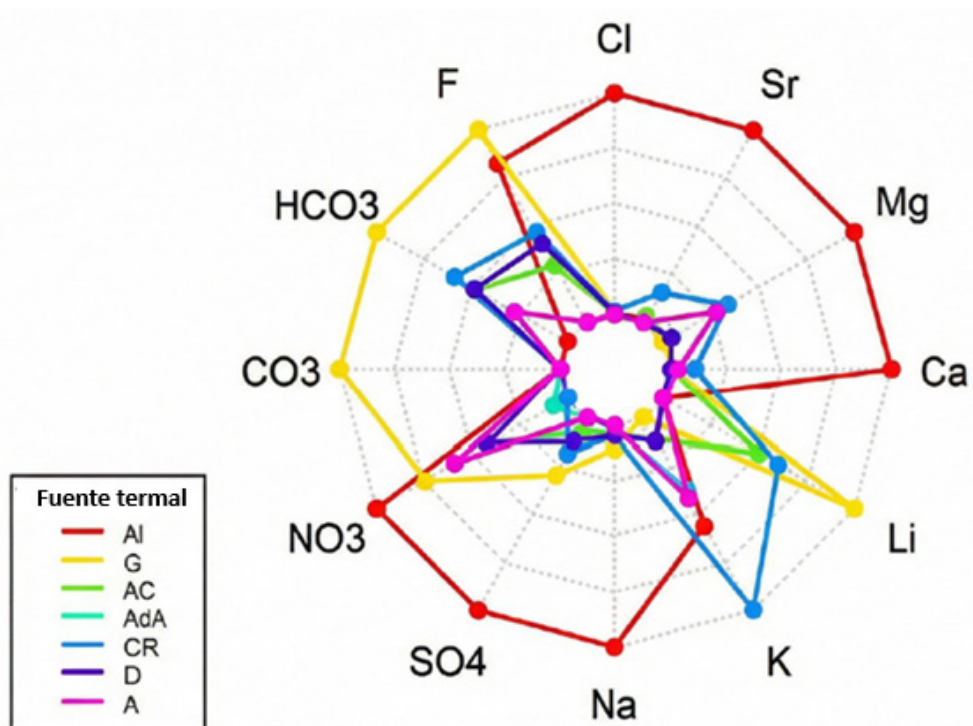
## HUELLAS QUÍMICAS TERMALES

En el corredor termal uruguayo, seis de las fuentes estudiadas (D, G, AdA, A, AC y CR) comparten una composición dominada por los iones bicarbonato y sodio. Estas características reflejan procesos de interacción agua-roca dentro de las areniscas siliciclásticas del SAG durante largos tiempos de residencia y bajo condiciones de confinamiento profundo. A pesar de esta similitud general, las huellas químicas revelan variaciones en la proporción relativa de cloruros, sulfatos y calcio, lo que permite distinguir diferentes patrones hidrogeoquímicos dentro del mismo sistema regional (Alvareda et al., 2026).

Los resultados se muestran en la Figura 1, algunas aguas muestran mayor predominio de bicarbonato, lo que sugiere una evolución geoquímica controlada principalmente por disolución de minerales carbonatados y procesos de intercambio catiónico. Otras presentan proporciones relativamente mayores de cloruros o sulfa-

tos, lo que podría reflejar trayectorias de flujo distintas, mayor interacción con ciertos niveles sedimentarios o procesos de mezcla con aguas de diferente composición (Alvareda et al., 2026).

**Figura 1** – Huellas químicas de cada fuente termal analizada y diferenciada por color. Extraída y modificada de Alvareda et al., 2026.



El agua termal de la fuente de Al presenta una huella química claramente diferenciada. Esta agua se caracteriza por una fuerte dominancia de sodio y cloruros y por una mineralización considerablemente mayor. Esta composición indica un origen hidrogeológico distinto, relacionado con unidades sedimentarias más antiguas y posiblemente con trayectorias de flujo más profundas o prolongadas.

## CONCLUSIÓN

El análisis comparativo de las huellas químicas demuestra que las aguas termales del litoral uruguayo presentan una diversidad hidrogeoquímica significativa, incluso dentro de un mismo sistema acuífero regional. A pesar de que seis de las fuentes analizadas se encuentran asociadas al Sistema Acuífero Guaraní y comparten una composición general bicarbonatada sódica, las variaciones en la proporción relativa de iones mayoritarios permiten identificar patrones hidrogeoquímicos particulares para cada surgencia.

La aplicación del concepto de huella química constituye una herramienta útil para comparar sistemas termales y reconocer similitudes y diferencias en su evolución hidrogeoquímica. Este enfoque facilita la interpretación de los procesos de interacción agua-roca, los tiempos de residencia y las posibles trayectorias de flujo que controlan la composición química final de las aguas subterráneas termales.

Por otra parte, la clara diferenciación del sistema termal de Al caracterizado por una composición sódico-clorurada y una mayor mineralización evidencia la existencia de condiciones hidrogeológicas distintas respecto a las aguas asociadas al SGA. Este resultado refleja la diversidad natural de los sistemas hidrotermales presentes en la región.

Es importante destacar que estas diferencias composicionales no implican que una fuente termal sea mejor o superior a otra. Por el contrario, cada agua presenta una huella química propia, resultado de su historia geológica y de los procesos hidrogeoquímicos que la originan. Desde la perspectiva del termalismo y la hidrología médica, esta diversidad constituye un valor, ya que distintas composiciones químicas pueden asociarse a diferentes propiedades y aplicaciones terapéuticas.

Es por ello que amerita resaltar que la diversidad química observada en estas aguas termales no representa una jerarquía entre ellas, sino la expresión de distintos sistemas hidrogeológicos que conforman, en conjunto, el patrimonio hidrotermal del Uruguay.

Finalmente, la identificación de firmas hidrogeoquímicas características para cada fuente termal constituye una base científica relevante para futuras investigaciones sobre el origen y evolución de estos sistemas, así como para la valorización y gestión sostenible del patrimonio termal del litoral uruguayo.

## Referencias

- Alvareda E, Vela L, Armijo F, Ernst A, Da Rocha S, Gamazo P, Maraver F. Hydrogeochemical Characterization of Thermal Waters from the Guaraní Aquifer in Uruguay and Their Potential Use in Balneology. *Water*. 2026;18(5):534.
- Maraver F, Vázquez I, Armijo F. *Vademécum III de aguas mineromedicinales españolas*. Madrid: Editorial Complutense; 2020.



# El agua como agente terapéutico: no todas son iguales

María L. VELA<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Professional School of Medical Hydrology and Hydrotherapy, Faculty of Medicine, Complutense University of Madrid

## Resumen

Desde la hidrología médica, el agua deja de ser un simple recurso hidratante para convertirse en un verdadero agente terapéutico con identidad propia. Aunque a simple vista todas las aguas parecen iguales, su origen, composición y propiedades fisicoquímicas determinan usos y efectos muy distintos sobre la salud. Las aguas potables están destinadas al consumo cotidiano y cumplen una función preventiva, mientras que las aguas mineromedicinales resultan de un prolongado recorrido subterráneo que les confiere pureza de origen, composición constante y ausencia de intervención humana. Estas características permiten que sean reconocidas oficialmente como agentes terapéuticos naturales. El fundamento de las curas termales reside precisamente en estas aguas, cuya identidad se define a partir de su temperatura de surgencia, grado de mineralización, pH y composición iónica. Lejos de ser un aspecto secundario, la composición química determina sus acciones biológicas, indicaciones y contraindicaciones. Minerales como calcio, magnesio, sodio, bicarbonato o azufre ejercen efectos específicos sobre sistemas digestivos, musculoesqueléticos, cutáneos, respiratorios y metabólicos. Las acciones terapéuticas dependen también de la vía de administración, oral, inhalatoria o tópica y de la temperatura, que modula respuestas locales y generales como la analgesia, la acción antiinflamatoria, la relajación muscular y la estimulación de mecanismos neuroendocrinos e inmunológicos. Comprender estas diferencias permite valorar el agua como un recurso terapéutico integral, capaz de acompañar procesos de salud, bienestar y rehabilitación cuando se utiliza de forma adecuada y fundamentada.

**Palabras clave:** hidrología médica, aguas mineromedicinales, terapia termal, Composición mineral

Water as a Therapeutic Agent: Not All Waters Are the Same

**Abstract**

From the perspective of medical hydrology, water ceases to be merely a hydrating resource and becomes a true therapeutic agent with its own identity. Although all waters may appear similar at first glance, their origin, composition, and physico-chemical properties determine markedly different uses and health effects. Drinking water is intended for daily consumption and fulfills a preventive function, whereas mineral–medicinal waters result from prolonged underground circulation, which confers purity at origin, stable composition, and absence of human intervention. These characteristics allow them to be officially recognized as natural therapeutic agents. The basis of thermal therapies lies precisely in these waters, whose identity is defined by their emergence temperature, degree of mineralization, pH, and ionic composition. Far from being a secondary aspect, chemical composition determines their biological actions, indications, and contraindications. Minerals such as calcium, magnesium, sodium, bicarbonate, and sulfur exert specific effects on digestive, musculoskeletal, cutaneous, respiratory, and metabolic systems. Therapeutic actions also depend on the route of administration, oral, inhalation, or topical and on temperature, which modulates both local and systemic responses such as analgesia, anti-inflammatory effects, muscle relaxation, and the stimulation of neuroendocrine and immunological mechanisms. Understanding these differences allows water to be valued as an integral therapeutic resource, capable of supporting processes of health, well-being, and rehabilitation when used appropriately and based on sound scientific principles.

**Key words:** medical hydrology; mineral medicinal waters; thermal therapy; mineral composition.

## REFERENCIA NORMALIZADA

Vela ML. El agua como agente terapéutico: no todas son iguales. *Balnea*, 2026, 12, 121-135

**INTRODUCCIÓN**

A simple vista, todas las aguas parecen iguales. Transparentes, incoloras, sin olor ni sabor. Sin embargo, cuando aprendemos a escucharlas desde la hidrología médica, descubrimos que cada agua tiene una historia, una identidad y una función distinta.

Las aguas potables son aquellas destinadas al consumo cotidiano. Son seguras, controladas y aptas para beber porque cumplen con los criterios sanitarios que garantizan que no causarán daño a la salud humana. Su función principal es hidratar, acompañar la vida diaria y asegurar que el agua que ingerimos no sea un vehículo de enfermedad. Son aguas pensadas para no hacer daño.

Pero existen otras aguas que van más allá del simple acto de beber. Las aguas mineromedicinales no son solo agua: son el resultado de un largo y silencioso viaje subterráneo. Mientras se infiltran lentamente en el interior de la tierra, las moléculas de agua se enriquecen con iones, oligoelementos y otros componentes que la naturaleza incorpora de manera única e irrepetible. Ese recorrido profundo les confiere tres características esenciales: pureza de origen, composición constante y ausencia de intervención humana. Lo que emerge a la superficie es, en esencia, la misma agua que se formó siglos atrás, conservando intacta su identidad.

Por esta razón, las aguas mineromedicinales son consideradas agentes terapéuticos naturales. Su composición química, y sus propiedades física y fisicoquímica les permite actuar sobre el organismo humano de manera específica, y su uso terapéutico está reconocido oficialmente por el Estado a través de su declaración de utilidad sanitaria.

El agua de mar, por su parte, ocupa un lugar singular. Se trata de una solución intensamente mineralizada, con una concentración cercana a los 35 gramos de sales por litro. Predominan el cloruro y el sodio, seguidos por sulfatos, bicarbonatos, magnesio, calcio y potasio, además de oligoelementos como el yoduro y el bromuro. Aunque no se clasifica como agua mineromedicinal, sus propiedades han sido aprovechadas desde la antigüedad a través de la talasoterapia, una práctica que integra el agua de mar, el clima, el aire marino y otros factores naturales que actúan en conjunto sobre el cuerpo humano.

Desde la hidrología médica solemos explicar que no todas las aguas sirven para lo mismo. Las aguas potables están destinadas a beber y a cuidar la salud desde la prevención, mientras que las aguas mineromedicinales y termales pueden utilizarse con fines terapéuticos, acompañando el tratamiento de diversas afecciones.

Surge entonces una distinción importante: agua mineromedicinal y agua termal no son sinónimos. Se denomina en España a agua mineromedicinal aquella que ha sido declarada de utilidad pública por los organismos competentes porque han demostrado tener efectos beneficiosos para la salud. Así, existen aguas mineromedicinales calientes y otras frías. En realidad, la clave terapéutica no reside solo en la temperatura, sino también en la composición del agua y que efectos tienen demostrados en procesos preventivos y curativos.

En la vida cotidiana, esta diversidad también se refleja en las aguas que encontramos embotelladas. Las aguas minerales naturales proceden de acuíferos subterráneos protegidos, brotan de manantiales y conservan una composición estable. Se distinguen por su contenido mineral específico, su pureza original y, en algunos casos, por efectos fisiológicos particulares, como las aguas de muy baja mineralización con acción diurética.

Las aguas de manantial, aunque también potables y de origen subterráneo, no están obligadas a demostrar efectos beneficiosos ni a mantener una composición constante. Su mineralización puede variar con las estaciones y con las condiciones ambientales.

Finalmente, existen las aguas preparadas, sometidas a tratamientos fisicoquímicos para garantizar su potabilidad y, en ocasiones, para añadir iones de forma controlada. Son aguas seguras desde el punto de vista sanitario, pero que no siempre conservan la riqueza y complejidad que la naturaleza otorga al agua durante su lento recorrido subterráneo.

Comprender estas diferencias nos permite valorar el agua no solo como un recurso indispensable para la vida, sino también como un elemento terapéutico con identidad propia, capaz de acompañar procesos de salud y bienestar cuando se la utiliza de forma adecuada y consciente.

## **LAS CURAS TERMALES Y EL USO TERAPÉUTICO DEL AGUA MINEROMEDICINAL**

El verdadero fundamento de las curas termales reside en las aguas mineromedicinales. Basta con recorrer distintos centros termales para comprender que ninguno es igual a otro, y la razón principal de esta diversidad está en el agua. Las aguas mineromedicinales no son todas iguales, y es precisamente esa diferencia la que otorga identidad terapéutica a cada establecimiento termal.

Las aguas de los centros termales suelen recibir nombres de fantasía, que en muchos casos hacen referencia al lugar donde brotan o a alguna de sus características sensoriales: un color particular, un olor intenso, que delata la presencia de determinados minerales. Sin embargo, más allá de estos nombres evocadores, cada agua posee una denominación científica basada en su clasificación. Esta clasificación es la que permite a la comunidad científica saber con exactitud de qué tipo de agua se trata y cuáles son sus propiedades salutíferas.

La clasificación de las aguas mineromedicinales se realiza, fundamentalmente, atendiendo a dos criterios. En primer lugar, a sus factores mineralizantes, responsables en gran medida de sus acciones terapéuticas. En segundo lugar, a su temperatura de surgencia, que permite distinguir entre aguas frías y termales.

Más allá de estas categorías, lo esencial de un agua mineromedicinal es su acción terapéutica, y para que esta sea reconocida es imprescindible que su composición se mantenga constante en el tiempo. De ahí la importancia de conocer su composición química de la forma más exacta, amplia y detallada posible, y de describirla de manera clara y relativamente uniforme, facilitando así su estudio, comprensión y aplicación clínica.

El conocimiento de la composición fisicoquímica de un agua se obtiene a través de su análisis. A lo largo del tiempo, las técnicas analíticas han experimentado avances significativos, lo que ha permitido identificar un número cada vez mayor de elementos minerales, detectar materia en suspensión e incluso evidenciar la presencia de posibles contaminantes. La hidrología médica ha sido históricamente pionera

en la aplicación de tecnología al análisis del agua, ya que de estos resultados se desprenden sus potenciales usos terapéuticos.

Un análisis moderno del agua consta de varias partes, que se desarrollan en detalle en el capítulo correspondiente. Cuando se analiza una fuente termal, los datos obtenidos aportan la información necesaria para establecer conclusiones sobre el tipo de agua, sus acciones, indicaciones y contraindicaciones, permitiendo así un uso terapéutico adecuado y fundamentado.

## **LA IDENTIDAD DE LAS AGUAS: NOMBRE, COMPOSICIÓN Y USO TERAPÉUTICO**

Los datos que aportan los análisis de agua permiten conocer en profundidad la identidad de cada agua mineromedicinal y establecer su clasificación. Esta clasificación no es un mero ejercicio descriptivo: es la base para comprender sus efectos terapéuticos y orientar adecuadamente su uso. Este aspecto se ha desarrollado extensamente en capítulos anteriores.

### **Y CADA MINERAL, ¿PARA QUÉ SIRVE?**

Cuando hablamos de aguas mineromedicinales, no hablamos solo de agua. Hablamos de un vehículo natural que transporta hasta nuestro organismo sustancias esenciales, capaces de interactuar con múltiples sistemas biológicos. La gran molécula de agua facilita la llegada de estos elementos a los tejidos, donde contribuyen al equilibrio metabólico, ayudan a mejorar procesos crónicos y colaboran en el mantenimiento de la salud.

A continuación, se describen algunos de los minerales y componentes más relevantes desde el punto de vista terapéutico.

#### **Calcio**

El calcio desempeña un papel fundamental en el organismo. Interviene en la coagulación sanguínea, en la transmisión del impulso nervioso, en la contracción muscular y en la acción de determinadas hormonas que regulan la osificación ósea. Cuando la concentración de calcio extracelular disminuye, puede aparecer irritabilidad neuromuscular, manifestada clínicamente en forma de calambres o espasmos musculares.

#### **Magnesio**

El magnesio es un mineral clave en el metabolismo energético. Estabiliza las reacciones enzimáticas implicadas en la producción de energía, como las relacionadas con el ATP, y participa en el metabolismo de la glucosa, en la síntesis de pro-

teínas y de ácidos nucleicos. Interviene en la contracción muscular y en el funcionamiento del sistema nervioso, modulando la sensibilidad y contribuyendo a la disminución del dolor. Además, participa en la movilización del tejido óseo, proceso regulado por la hormona paratiroidea y la vitamina D.

### **Sodio**

El sodio es esencial para la hidratación del organismo y cumple una función reguladora en los procesos de permeabilidad celular. Prácticamente todas las funciones orgánicas requieren sodio en alguna medida. No obstante, su consumo debe ser controlado en determinadas situaciones clínicas, como en personas con hipertensión arterial, donde se recomiendan dietas bajas en sodio.

### **Potasio**

El potasio es indispensable para mantener los equilibrios iónicos del organismo y constituye el principal catión intracelular. Contribuye a conservar el tono muscular y a garantizar el adecuado funcionamiento del sistema nervioso, siendo esencial para la excitabilidad neuromuscular.

### **Bicarbonato**

Las aguas bicarbonatadas presentan un claro efecto antiácido. Estimulan la actividad pancreática, favorecen el poder saponificador de las grasas por parte de la bilis y ejercen un efecto hepatoprotector. Además, favorecen la glucogenogénesis y contribuyen a la movilización y eliminación del ácido úrico a través de la orina, lo que explica su utilidad en determinados trastornos metabólicos.

### **Azufre**

El azufre puede encontrarse en las aguas mineromedicinales en distintas formas, principalmente como sulfato o como azufre reducido, y ambas presentan efectos terapéuticos de gran interés. En forma de ion sulfato, el azufre está asociado a los glicosaminoglicanos, como el sulfato de condroitina, el sulfato de dermatano y el ácido hialurónico, presentes en la piel y en el cartílago. Su aporte resulta fundamental durante las etapas de crecimiento óseo y en los procesos de cicatrización. Asimismo, el sulfato facilita la excreción hepática de metabolitos y ejerce efectos antiinflamatorios y antipruriginosos. A nivel cutáneo, presenta acciones queratolíticas y queratoplásticas, lo que explica su uso tradicional en dermatología termal. En forma de sulfuro, el azufre adquiere un marcado interés terapéutico. Las aguas sulfuradas poseen efectos antisépticos, antiflogísticos y estimulantes de la cicatrización. Actúan favorablemente sobre la piel y las mucosas, y se utilizan con frecuencia en afecciones dermatológicas, respiratorias y reumatológicas. Además, el sulfuro estimula la secreción gástrica y biliar, contribuyendo a mejorar determinados trastornos digestivos.

Pensar el agua como un simple elemento hidratante es reducir su verdadero valor. Las aguas mineromedicinales son un sistema complejo en el que el agua actúa como vehículo de elementos esenciales, permitiendo que estos lleguen de forma natural al organismo. Este equilibrio mineral favorece la regulación metabólica, contribuye a mejorar el estado de salud en patologías crónicas y ayuda a mantener la homeostasis necesaria para prevenir la enfermedad.

## **ACCIONES ESPECÍFICAS DERIVADAS DE LA MINERALIZACIÓN**

Las acciones específicas están condicionadas por los iones predominantes en el agua y por la forma en que esta entra en contacto con el organismo (baños, inhalaciones, ingestión, aplicaciones locales).

### **Aguas cloruradas**

Las aguas cloruradas, especialmente cuando se aplican por vía tópica, ejercen un marcado efecto estimulante sobre las funciones orgánicas y metabólicas. Mejoran el trofismo celular, favorecen los procesos de cicatrización y reparación tisular y estimulan la circulación sanguínea y linfática. Por su acción osmotizante y estimulante, se utilizan con frecuencia en afecciones reumatológicas crónicas, alteraciones circulatorias periféricas y procesos dermatológicos.

### **Aguas sulfatadas**

Las aguas sulfatadas, dependiendo del catión acompañante, presentan acciones diferenciadas. En general, poseen un efecto regulador del tránsito intestinal, estimulando suavemente la función digestiva cuando se utilizan por vía oral. Por vía tópica, ejercen efectos antiinflamatorios, descongestivos y queratolíticos, siendo útiles en afecciones cutáneas y osteoarticulares. Además, favorecen la eliminación de metabolitos y productos de desecho.

### **Aguas bicarbonatadas**

Las aguas bicarbonatadas actúan principalmente sobre el sistema digestivo y metabólico. Tienen un efecto antiácido, estimulan la secreción pancreática y favorecen la acción de la bilis sobre las grasas. A nivel hepático, presentan una acción hepatoprotectora y favorecen la glucogenogénesis. También contribuyen a la movilización y eliminación del ácido úrico, lo que explica su utilidad en determinadas alteraciones metabólicas y reumatológicas.

### **Aguas sulfuradas**

Las aguas sulfuradas poseen una de las acciones terapéuticas más completas. En forma de azufre reducido, presentan efectos antisépticos, antiinflamatorios (antiflogísticos) y cicatrizantes. Actúan favorablemente sobre la piel y las mucosas, siendo

ampliamente utilizadas en afecciones dermatológicas, respiratorias y reumatológicas. Además, estimulan la secreción gástrica y biliar y ejercen una acción reguladora sobre procesos inflamatorios crónicos.

### **Aguas carbogaseosas**

Las aguas carbogaseosas, ricas en dióxido de carbono, ejercen una acción marcada sobre el sistema cardiovascular. El CO<sub>2</sub> favorece la vasodilatación periférica, mejora la microcirculación y reduce la resistencia vascular. Estas aguas se emplean especialmente en trastornos circulatorios, insuficiencia venosa y determinadas patologías cardiovasculares, siempre bajo control médico.

### **Aguas ferruginosas**

Las aguas ferruginosas contienen hierro biodisponible, ion ferroso lo que les confiere un interés particular en situaciones de déficit de hierro. Por vía oral, pueden contribuir a mejorar estados carenciales leves, mientras que por vía tópica ejercen efectos estimulantes y reconstituyentes.

### **Aguas cálcicas y magnésicas**

Las aguas cálcicas presentan acciones sedantes suaves, reguladoras de la excitabilidad neuromuscular y beneficiosas para el metabolismo óseo. Las aguas magnésicas intervienen en la regulación neuromuscular, presentan efectos relajantes, moduladores del dolor y favorecen la función metabólica y energética del organismo

## **ACCIONES DERIVADAS DE LA VÍA DE ADMINISTRACIÓN**

Además de la composición del agua, los efectos terapéuticos de las aguas mineromedicinales dependen en gran medida de la vía por la cual se administran. Cada vía de aplicación condiciona la forma en que el agua entra en contacto con el organismo y, por tanto, los mecanismos fisiológicos que se ponen en marcha.

### **Vía oral**

La vía oral permite la incorporación directa del agua al medio interno, facilitando de manera extraordinaria la absorción de elementos. A través del aparato digestivo, las aguas mineromedicinales ejercen acciones sobre el estómago, el hígado, el páncreas, el intestino y el metabolismo general.

Según su composición, pueden estimular o regular la secreción gástrica, favorecer la digestión, actuar sobre el tránsito intestinal, modular el equilibrio ácido-base y contribuir a la eliminación de productos de desecho. Además, determinadas aguas influyen positivamente en el metabolismo hepático y renal, reforzando los procesos de depuración del organismo.

### **Vía atmiátrica**

La vía atmiátrica comprende las aplicaciones del agua sobre las mucosas del aparato respiratorio, generalmente en forma de aerosoles, inhalaciones, pulverizaciones o nebulizaciones.

A través de esta vía, los componentes minerales actúan directamente sobre la mucosa respiratoria, ejerciendo efectos antiinflamatorios, antisépticos, fluidificantes de las secreciones y reguladores del epitelio respiratorio.

Esta forma de administración resulta especialmente útil en afecciones de las vías respiratorias altas y bajas, contribuyendo a mejorar la función respiratoria y a disminuir la frecuencia y la intensidad de procesos inflamatorios crónicos.

### **Vía tópica**

La vía tópica incluye todas las aplicaciones externas del agua mineromedicinal sobre la piel y las mucosas, y constituye una de las formas más características de la terapia termal. A través de baños, duchas, chorros, inmersiones, compresas, cataplasmas o envolturas, el agua entra en contacto directo con el organismo y desencadena una respuesta compleja.

Desde el punto de vista físico, la temperatura del agua, la presión hidrostática y la flotación influyen sobre la circulación sanguínea y linfática, la relajación muscular y la movilidad articular.

Desde el punto de vista químico, los elementos disueltos pueden penetrar parcialmente a través de la piel y las mucosas, ejerciendo acciones locales y, en menor medida, generales.

Desde el punto de vista biológico, se estimulan los mecanismos de adaptación del organismo, modulando la respuesta inflamatoria, el dolor y el tono neuromuscular.

Las aplicaciones tópicas favorecen la vasodilatación, mejoran el trofismo de los tejidos, estimulan los procesos de cicatrización y reparación, y ejercen efectos analgésicos, antiinflamatorios y relajantes. En el ámbito dermatológico, ciertas aguas actúan como reguladoras de la función cutánea, mejorando la hidratación, la descamación y la barrera de la piel.

Además, la vía tópica integra de forma especialmente intensa los efectos inespecíficos del tratamiento termal: el contacto con el agua, el entorno natural, el descanso y la experiencia sensorial contribuyen al bienestar global del paciente y potencian la eficacia terapéutica

## **ACCIONES DERIVADAS DE LA TEMPERATURA**

La temperatura del agua es uno de los factores físicos más relevantes en la terapia termal, ya que condiciona de manera directa la respuesta del organismo.

Cuando la temperatura es baja, el agua produce vasoconstricción y una clara sensación de estímulo. Sin embargo, en los centros termales las aplicaciones se realizan mayoritariamente con temperaturas elevadas, responsables de una amplia gama de efectos terapéuticos, tanto locales como generales.

### **Efectos locales**

Los efectos locales se manifiestan principalmente en el área de aplicación y están relacionados con la transferencia de calor a los tejidos.

- Aumento de la temperatura local, que el paciente percibe como una sensación de calor o ligero picor.
- Vasodilatación e hiperemia local, con mejora de la irrigación sanguínea en la piel y en los tejidos subyacentes. Este aumento del flujo sanguíneo favorece el trofismo y la nutrición tisular, y las modificaciones circulatorias pueden persistir incluso después de que la temperatura cutánea vuelva a la normalidad.
- Liberación de mediadores químicos, como histamina y acetilcolina, que participan en los fenómenos vasodilatadores y en la modulación de la respuesta inflamatoria.
- Modificaciones en los niveles séricos de determinados aminoácidos, entre ellos triptófano, cisteína y citrulina, relacionados con procesos metabólicos y neuromoduladores.

### **Efectos generales**

Los efectos generales son el resultado de la interacción de múltiples mecanismos fisiológicos y pueden mantenerse detectables incluso después de la normalización de la temperatura de la piel.

- Aumento transitorio de la frecuencia respiratoria y cardíaca, como respuesta adaptativa al calor.
- Incremento de la sudoración, que contribuye a la termorregulación.
- Sensación de calor agradable, acompañada frecuentemente de relajación y tendencia al sueño.
- Descenso de la presión arterial, debido a la vasodilatación periférica.
- Aumento de la temperatura corporal.
- Hemoconcentración, secundaria a la pérdida de líquidos por sudoración.
- Disminución de la diuresis, con aumento de la concentración urinaria.
- En aplicaciones prolongadas, aumento de las proteínas plasmáticas.
- Descenso de la reserva alcalina, acompañado de un aumento compensatorio de la frecuencia respiratoria.
- Facilitación de la respuesta inmunológica, mediada por la estimulación de los sistemas neuroendocrino y neurovegetativo.
- Activación de la función oxidativa de los neutrófilos, lo que estimula los mecanismos de defensa del organismo.

- Efectos condroprotectores, especialmente relevantes en patologías osteoarticulares.
- Efectos analgésicos, sedantes, reabsortivos y antiespásticos, que explican el alivio del dolor, la relajación muscular y la mejora funcional observada tras los tratamientos termales.

## **EFFECTOS BIOLÓGICOS EN EL ORGANISMO**

Las acciones biológicas de las aguas mineromedicinales y de sus productos derivados se expresan a través de una compleja interacción entre mecanismos neuroendocrinos, inmunológicos, metabólicos y tisulares. Estas acciones explican muchos de los efectos clínicos observados en los tratamientos termales y su utilidad en patologías crónicas.

### **Acción analgésica**

Las aguas mineromedicinales ejercen una clara acción analgésica, relacionada con la activación de los mecanismos endógenos de control del dolor. Entre ellos se incluyen el denominado *control gate* y la secreción de endorfinas, lo que se traduce en una elevación del umbral del dolor y en una mejor tolerancia a estímulos dolorosos, especialmente en procesos musculoesqueléticos crónicos.

### **Acción antiinflamatoria**

La acción antiinflamatoria es uno de los pilares de la terapia hidromineral y se produce a través de múltiples mecanismos complementarios:

- Estimulación de las glándulas suprarrenales, con liberación de mediadores de acción antiinflamatoria.
- Inhibición de la síntesis de prostaglandinas y leucotrienos, implicados en los procesos inflamatorios.
- Mejoría del estado antioxidativo, con activación de sistemas enzimáticos como la superóxido dismutasa, la glutatión peroxidasa, la mieloperoxidasa y la modulación del óxido nítrico.
- Disminución de la actividad condrolítica, mediante la inhibición de citocinas proinflamatorias y la estimulación de inmunoglobulinas, lo que contribuye a la protección del cartílago.
- Modulación del tono muscular, con contracción de fibras musculares lisas mediada por mecanismos adrenérgicos y dopaminérgicos, favoreciendo la normalización del equilibrio muscular.

### **Acción cicatrizante**

La acción cicatrizante de las aguas mineromedicinales se ve favorecida por la estimulación de la angiogénesis y el aumento de la secreción de ácido hialurónico,

procesos esenciales para la reparación tisular. Estos efectos explican su utilidad en la recuperación de lesiones cutáneas y en procesos de reparación de tejidos blandos.

## **RESPUESTAS INESPECÍFICAS DEL ORGANISMO**

Los tratamientos termales, más allá de sus efectos específicos, generan una serie de respuestas inespecíficas que forman parte esencial de su acción terapéutica. Todo tratamiento termal puede considerarse una pequeña agresión controlada, capaz de activar los mecanismos de defensa y adaptación del organismo, dando lugar a efectos globales beneficiosos.

## **RESPUESTAS GENERALES**

Estas respuestas son comunes a la mayoría de las curas termales y reflejan la capacidad del organismo para adaptarse a estímulos físicos y químicos. A través de esta activación se ponen en marcha procesos reguladores que contribuyen al restablecimiento del equilibrio funcional.

## **EFEECTO PSICOTRÓPICO Y/O PLACEBO**

El efecto psicotrópico, también denominado efecto placebo, se manifiesta fundamentalmente como una respuesta neurocortical desencadenada por las aplicaciones frías o calientes. Estas generan sensaciones de estimulación o sedación, que influyen de manera directa en la percepción del bienestar, del dolor y del estado emocional.

A este efecto se suma la carga simbólica y sugestiva propia del tratamiento termal. El entorno del balneario, el ritual terapéutico, el descanso y la expectativa de mejoría crean las condiciones óptimas para potenciar este fenómeno, tal como ya ocurría en las prácticas terapéuticas de la antigüedad. En este sentido, puede afirmarse que *toda representación lleva en sí la tendencia a su realización*.

## **EFECTOS NO DESEADOS**

Como cualquier agente terapéutico, las aguas mineromedicinales pueden provocar respuestas anormales o excesivas en determinados individuos. La expresión más característica de estas reacciones es la denominada crisis termal.

La crisis termal consiste en episodios de intensidad variable y duración limitada que suelen aparecer entre el quinto y sexto día de iniciado el tratamiento. Se mani-

fiestan mediante una sintomatología general común, acompañada de signos locales específicos de cada establecimiento balneario, en relación con el tipo de agua utilizada y la patología del paciente.

Estas reacciones carecen de gravedad y forman parte del proceso de adaptación del organismo al estímulo termal. Suelen desaparecer espontáneamente o tras la interrupción temporal de la cura, sin dejar secuelas.

## **Referencias**

- Agostini G. Manuale di medicina termale. Torino: Archimedita; 2000.
- Aguilera L, Corvillo I, Martín-Megias AI, Maraver F. Balneoterapia en pediatría. *Med Naturista*. 2015;9(1):59-60.
- Armand B, Armenier F, Auge M, Casedevant B, Darrouzet JM, Delaire PL, et al. Mieux connaître le cures thermales chez l'enfant. París: Expansion Scientifique Française; 1991.
- Armijo F. Cien años de análisis de las aguas mineromedicinales. Madrid: Universidad Complutense; 2012.
- Armijo M, San Martín J. Curas balnearias y climáticas, talasoterapia y helioterapia. Madrid: Ed. Complutense; 1994.
- Bellussi L, De Benedetto M, Giordano C, Mira E, Paludetti G, Passáli D, Scaglione F. Crenotherapy and upper airways diseases. Consensus Conference. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2006;26(4 Suppl 83):5-54.
- Bender T, Karagülle Z, Bálint GP, Gutenbrunner C, Bálint PV, Sukenik S. Hydrotherapy, balneotherapy, and spa treatment in pain management. *Rheum Int*. 2005;25:220-224.
- Carpentier PH, Blaise S, Satger B, Genty C, Rolland C, Roques C, Bosson JL. A multicenter randomized controlled trial evaluating balneotherapy in patients with advanced chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg*. 2014;59(2):447-454.
- Ceballos MA. Glosario de hidrología médica. Madrid: Ediciones UEM; 2001.
- Dubois O, Boulangé M, Lôo H. Thermalisme hydrothérapie et psychiatrie. París: Masson; 2000.
- Dupont C, Campagne A, Constant F. Efficacy and safety of a magnesium sulfate-rich natural mineral water for patients with functional constipation. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2014;12(8):1280-1287.
- Fioravanti A, Cantarini L, Guidelli GM, Galeazzi M. Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatol Int*. 2011;31(1):1-8.

- Forestier R, Erol Forestier FB, Francon A. Spa therapy and knee osteoarthritis: a systematic review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59(3):216-226.
- Forestier R, Erol-Forestier FB, Francon A. Current role for spa therapy in rheumatology. *Joint Bone Spine.* 2016.
- Forestier R, Tabone W, Palmer M, Jeambrun P, Chareyras JB, Guerrero D, Fabry R, Françon A. La crénobalnéothérapie en France. *Revue générale. Press Therm Climat.* 2012;149:45-59.
- Gutenbrunner C, Bender T, Cantista P, Karagülle Z. A proposal for a worldwide definition of health resort medicine, balneology, medical hydrology and climatology. *Int J Biometeorol.* 2010;54(5):495-507.
- Karagülle O, Smorag U, Candir F, Gundermann G, Jonas U, Becker AJ, Gehrke A, Gutenbrunner C. Clinical study on the effect of mineral waters containing bicarbonate on the risk of urinary stone formation in patients with multiple episodes of CaOx-urolithiasis. *World J Urol.* 2007;25(3):315-323.
- Martín AI. Aspectos negativos de la cura termal. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 2015;30(2):205-215.
- Maraver F. Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales. En: Maraver F, coordinador. *Vademécum de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid: ISCIII; 2003. p. 13-22.
- Maraver F, Armijo F. *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid: Complutense; 2010.
- Maraver F, Conde M. Crenoterapia en odonto-estomatología. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 1989;4(1):33-35.
- Maraver F, Corvillo I, Martín-Megías AI, Armijo F. Hidrología médica, una especialidad poco conocida. *Med Clin (Barc).* 2013;141(12):556-557.
- Matz H, Orion E, Wolf R. Balneotherapy in dermatology. *Dermatol Ther.* 2003;16(2):132-140.
- Pérez Fernández MR. *Principios de hidroterapia y balneoterapia.* Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España; 2005.
- Queneau P, Bolangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. *Médecine thermale - faits et preuves.* París: Masson Col Abrégés; 2000.
- Roques CF. Modernité du thermalisme. En: *La Presse Thermale et Climatique,* editor. *Florilège thermal. Les 150 ans de la Société.* París: Société Française d'Hydrologie et de Climatologie Médicales; 2006. p. 5-8.
- Roques CF. Thermalisme sanitaire et thermalisme social. *Press Therm Climat.* 2003;140:15-19.

- Santos I, Cantista P, Vasconcelos C. Balneotherapy in rheumatoid arthritis-a systematic review. *Int J Biometeorol.* 2016;60(8):1287-1301.
- San José C. Hidrología médica y terapias complementarias. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2012.
- San José-Rodríguez JC. La trascendencia del Programa de Termalismo Social en la promoción de la salud y en el tratamiento de enfermedades crónicas. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2014;29(1):13-16.
- San-José JC. Hidrología médica: fundamentos y aplicación práctica. *Jano.* 2008;1700:28-35.
- Saz P, Gálvez JJ, Ortiz M, Saz S. Agua y salud. *Balneoterapia. Offarm.* 2011;30(6):66-70.
- Stier-Jarmer M, Kus S, Frisch D, Sabariego C, Schuh A. Health resort medicine in non-musculoskeletal disorders: is there evidence of its effectiveness? *Int J Biometeorol.* 2015;59(10):1523-1544.
- Storozhenko N, Solimene U, Cantista P, Surdu O, Ponikowska I, Ponomarenko G, Dubois T, Santuari A, Boikov A. St. Petersburg Declaration on Thermal Medicine 23rd-24th April 2013. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2013;28(1):59-64.
- Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. *Le guide des bonnes pratiques thermales.* Press Therm Climat. 2004;141:101-143.
- Tenti S, Chelleschi S, Galeazzi M, Fioravanti A. Spa therapy: can be a valid option for treating knee osteoarthritis? *Int J Biometeorol.* 2015;59(8):1133-1143.
- Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SM, Boers M, Cardoso JR, Lambeck J, de Bie RA, de Vet HC. Balneotherapy for osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;(4):CD006864.



# Radiactividad en aguas termales

German AZCUNE<sup>(1)</sup>, Ana Lía NOGUERA<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Desarrollo Tecnológico en la sede Rocha del CURE.  
Ruta nacional N° 9 intersección con ruta N° 15.

## Resumen

La radiactividad natural constituye la principal fuente de exposición a radiaciones ionizantes para la población mundial y se origina fundamentalmente en radionucleidos presentes en la corteza terrestre y en la radiación cósmica. Entre los radionucleidos de mayor relevancia ambiental se destacan aquellos pertenecientes a las series de decaimiento del uranio y del torio, así como el potasio-40. En sistemas hidrogeológicos, estos radionucleidos pueden movilizarse desde la roca madre hacia las aguas subterráneas y superficiales, condicionados por factores fisicoquímicos y ambientales como litología, pH, temperatura, porosidad y tiempo de residencia del agua. En el caso particular de las aguas termales, el radón-222 y el radio ( $^{226}\text{Ra}$  y  $^{228}\text{Ra}$ ) desempeñan un papel central debido a su elevada movilidad y a su contribución significativa a la dosis efectiva recibida por los seres humanos. El radón, gas noble producto del decaimiento del radio, puede disolverse en el agua subterránea y liberarse posteriormente al aire, constituyendo una vía de exposición relevante en entornos balnearios. La concentración de radón en aguas termales depende principalmente de la litología del acuífero, la profundidad de circulación y el gradiente geotérmico. Históricamente, las aguas termales con actividad radiactiva han sido utilizadas con fines terapéuticos en distintas regiones del mundo, dando origen a la denominada radonterapia. Si bien diversos estudios clínicos sugieren potenciales beneficios en patologías inflamatorias crónicas, persiste un debate científico respecto a los riesgos asociados a exposiciones repetidas, en particular por inhalación. En este contexto, la evaluación de la radiactividad en aguas termales requiere un enfoque multidisciplinario que permita ponderar de manera equilibrada los beneficios terapéuticos y los riesgos radiológicos, así como establecer criterios técnicos y regulatorios adecuados para su uso seguro.

**Palabras clave:** radiactividad natural, aguas termales, radón, riesgo radiológico

Radioactivity in Thermal Waters

**Abstract**

Natural radioactivity constitutes the main source of exposure to ionizing radiation for the global population and originates primarily from radionuclides present in the Earth's crust and from cosmic radiation. Among the radionuclides of greatest environmental relevance are those belonging to the uranium and thorium decay series, as well as potassium-40. In hydrogeological systems, these radionuclides may be mobilized from the parent rock into groundwater and surface water, controlled by physicochemical and environmental factors such as lithology, pH, temperature, porosity, and water residence time. In the specific case of thermal waters, radon-222 and radium ( $^{226}\text{Ra}$  and  $^{228}\text{Ra}$ ) play a central role due to their high mobility and their significant contribution to the effective dose received by humans. Radon, a noble gas produced by the decay of radium, can dissolve in groundwater and subsequently be released into the air, constituting a relevant exposure pathway in spa environments. The concentration of radon in thermal waters depends mainly on aquifer lithology, circulation depth, and the geothermal gradient. Historically, thermal waters with radioactive activity have been used for therapeutic purposes in different regions of the world, giving rise to so-called radon therapy. Although several clinical studies suggest potential benefits in chronic inflammatory diseases, a scientific debate persists regarding the risks associated with repeated exposure, particularly via inhalation. In this context, the assessment of radioactivity in thermal waters requires a multidisciplinary approach that enables a balanced evaluation of therapeutic benefits and radiological risks, as well as the establishment of appropriate technical and regulatory criteria for their safe use.

**Key words:** natural radioactivity, thermal waters, radon, radiological risk

## REFERENCIA NORMALIZADA

Azcune G, Nogera AI. Radiactividad en aguas termales. *Balnea*, 2026, 12, 137-154

**ORÍGENES DE LA RADIATIVIDAD NATURAL**

La radiactividad es la desintegración espontánea de núcleos atómicos inestables que emiten energía en forma de radiaciones ionizantes (principalmente en forma de radiación, alfa, beta y gamma) para alcanzar un estado energéticamente más estable. La radiactividad natural constituye la principal fuente de exposición a la radiación ionizante en los seres humanos. La dosis efectiva promedio debida a estas fuentes es de aproximadamente 2,4 milisieverts (mSv) por año, con variaciones, que en determinadas regiones alcanzan valores cercanos a 13 mSv, e incluso pueden superarse (UNSCEAR, 2008).

Las fuentes naturales de radiación se clasifican en dos grandes grupos:

- De origen terrestre, asociadas a los radionucleidos presentes en la corteza terrestre.
- De origen cósmico o cosmogénicas generadas por la interacción de los rayos cósmicos con la atmósfera terrestre.

En conjunto, estas contribuciones representan alrededor del 85 % de la dosis anual de radiación recibida por la población mundial, superando ampliamente la dosis recibida por fuentes artificiales (UNSCEAR, 2008). Los radionucleidos más relevantes presentes en la corteza terrestre corresponden principalmente a las series de decaimiento radiactivo del uranio-238 ( $^{238}\text{U}$ ), uranio -235 ( $^{235}\text{U}$ ) y del torio-232 ( $^{232}\text{Th}$ ) y el radionucleido potasio-40 ( $^{40}\text{K}$ ). La Figura 1 muestra las cadenas de decaimiento radiactivo del uranio-238 ( $^{238}\text{U}$ ), del uranio-235 ( $^{235}\text{U}$ ) y del torio-232 ( $^{232}\text{Th}$ ), así como las posibles emisiones del decaimiento del  $^{40}\text{K}$ .

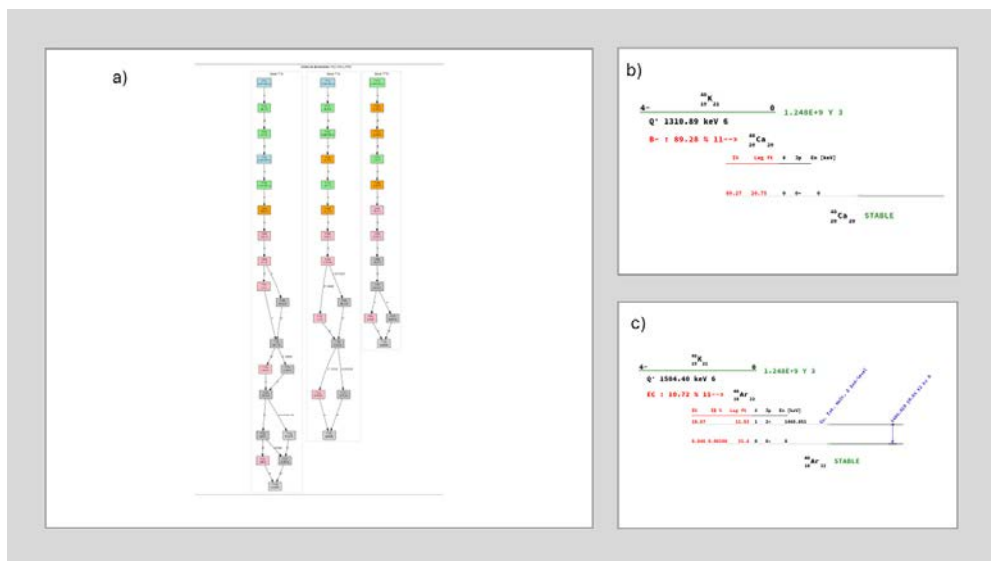
Los radionucleidos iniciales de dichas cadenas (denominados padres) ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  y  $^{232}\text{Th}$ ), así como el  $^{40}\text{K}$  se caracterizan por poseer períodos de semidesintegración del orden de miles de millones de años, lo que ha permitido su permanencia en el planeta desde los orígenes de la Tierra. Su decaimiento radiactivo genera productos de desintegración (denominados hijos y/o nietos en función de su ubicación en la cadena), que poseen variadas características físicas, químicas y radioquímicas, así como períodos de semidesintegración muy diversos. Dichas características (período de semidesintegración, propiedades fisicoquímicas y emisiones radiactivas) hacen que cada radionucleido revista importancia diversa en el ambiente y en los seres humanos.

Las propiedades fisicoquímicas de cada radionucleido, junto con variables ambientales como pH, salinidad, temperatura, porosidad y flujo hidráulico, condicionan su movilidad. En consecuencia, los radionucleidos naturales pueden migrar desde la roca madre hacia aguas subterráneas y superficiales, incorporarse a suelos y sedimentos, transferirse a organismos vivos y, en algunos casos, pasar a la atmósfera por emanación/exhalación o aerosolización. Un esquema de dicha movilidad se muestra en la Figura 2.

En esta diversidad de radionucleidos de origen natural, merece la pena destacar el radón-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ), responsable de cerca de la mitad de la dosis efectiva media que recibe la población mundial a partir de fuentes naturales. Este isótopo se forma por desintegración alfa del radio-226 ( $^{226}\text{Ra}$ ) integrante de la cadena de decaimiento del uranio-238 ( $^{238}\text{U}$ ), presente en minerales y rocas de diversa naturaleza geológica (Bonotto, 2019; Mehta et al., 2016). Debido a su inercia química y a su condición de gas, posee gran capacidad de difusión a través de poros y fracturas, permitiendo migrar desde el subsuelo hacia espacios cerrados (EL-Araby et al., 2024; El-Araby & Azazi, 2023; Elezaj et al., 2025; Mudelsee et al., 2020; Pérez et al., 2025), aguas subterráneas y manantiales, incluidos los de origen termal (Deepika et al., 2025; Manawi et al., 2024; Novikov et al., 2025; Nunes et al., 2023). La movilidad particular de este radionucleido, y en especial su transferencia hacia

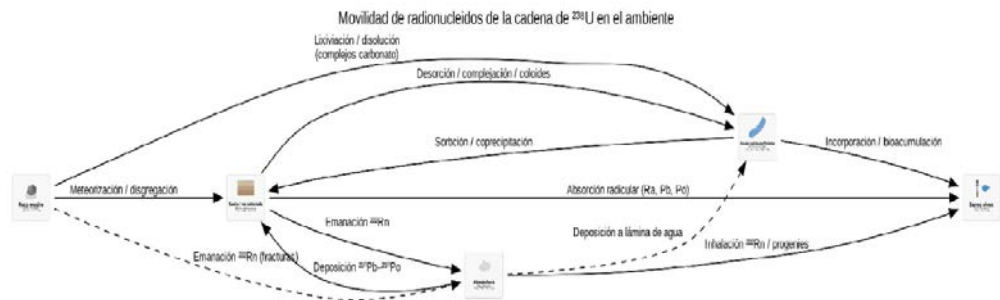
las aguas subterráneas y termales, será analizada en profundidad en la sección siguiente.

**Figura 1** – a) Series de decaimientos radiactivos del  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  y  $^{232}\text{Th}$ , b) y c) decaimientos del  $^{40}\text{K}$  (IAEA, 2025)



La comprensión de la radiación natural y sus implicancias para la salud requiere un abordaje multidisciplinario que abarque la geología, la hidrología, la física de la radiación, la medicina y la salud pública. En este sentido, el estudio de la radiactividad en aguas termales constituye un campo de interés tanto para la ciencia básica como para la aplicada, integrando conocimientos sobre los procesos de generación y transporte de radionúclidos, las interacciones biológicas de la radiación y las evaluaciones de riesgo y beneficio en diferentes escenarios.

**Figura 2** - Esquema de movilidad de radionucleidos de la cadena del  $^{238}\text{U}$  en el ambiente



## RADIATIVIDAD EN AGUA

Dentro del marco general ya expuesto, la radiactividad en aguas naturales es el resultado de procesos geológicos, geoquímicos e hidrológicos que controlan la presencia y movilidad de los radionucleidos en los acuíferos. Entre los más relevantes se encuentran aquellos pertenecientes a las series de decaimiento del uranio ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ) y del torio ( $^{232}\text{Th}$ ), así como el  $^{40}\text{K}$  (Chau & Nowak, 2021; Erees et al., 2006).

En el caso de las aguas termales, el radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) y el radio ( $^{226}\text{Ra}$  y  $^{228}\text{Ra}$ ), desempeñan un papel central tanto por su abundancia relativa como por su movilidad, y constituyen además los radionucleidos más relevantes desde el punto de vista de los efectos que pueden causar en la salud humana (Adelikhah et al., 2020; Bonotto, 2019; Erees et al., 2006; Girault et al., 2016; Godoy & Godoy, 2006). El radón es un gas noble incoloro, inodoro e insípido, con una vida media de 3,82 días, que se forma en el subsuelo a partir de la desintegración alfa del radio. Debido a su carácter químicamente inerte y a su radio de difusión relativamente alto en medios porosos, puede migrar desde su lugar de generación hacia el agua subterránea, donde se disuelve, o hacia la atmósfera (Balraj et al., 2023; Girault et al., 2016).

La concentración de radón en aguas subterráneas y termales está controlada principalmente por la litología del acuífero, el contenido en  $^{226}\text{Ra}$  de los minerales, la temperatura, la profundidad de circulación y el tiempo de residencia del agua. En acuíferos asociados a rocas ígneas graníticas y volcánicas ácidas, las concentraciones de radón tienden a ser más elevadas (Erees et al., 2006; Girault et al., 2016). El transporte de radón desde las superficies minerales hacia el agua está mediado por procesos de emanación y difusión, cuya eficiencia depende de la mineralogía de la roca, la fracturación, la presencia de gases y el flujo de agua. Su solubilidad, a su vez, está condicionada por la temperatura y el pH, factores que incrementan la acumulación en sistemas termales (Erees et al., 2006).

En sistemas abiertos, el radón disuelto puede escapar a la atmósfera durante el transporte desde el punto de surgencia hasta las piscinas o bañeras, reduciendo la concentración efectiva a la que se expone el usuario. La tasa de pérdida depende del tiempo de tránsito, la turbulencia, la temperatura y la geometría de conducción. Este fenómeno se ha documentado en complejos balnearios donde la concentración de radón en agua disminuye significativamente a medida que se aleja de la fuente (Adelikhah et al., 2020). Además, la transferencia de radón del agua al aire interior constituye una vía de exposición relevante en instalaciones termales (Chau & Nowak, 2021).

Desde un punto de vista geográfico, los manantiales radiactivos se localizan con frecuencia en zonas con actividad tectónica y vulcanismo reciente o pasado, donde los gradientes geotérmicos y la permeabilidad de las fracturas facilitan la circulación profunda del agua. Ejemplos históricos se encuentran en Europa (Joachimstal, Bad Brambach, Merano), en Turquía (Denizli) y en Japón (provincias de Masutomi

y Misasa), donde el uso medicinal de estas aguas ha estado ligado a su contenido en radón (Erees et al., 2006; Girault et al., 2016; Godoy & Godoy, 2006; Ionescu et al., 2021; Kataoka et al., 2023).

Además del radón, otros radionucleidos solubles o en suspensión pueden encontrarse en aguas naturales. El radio, tanto  $^{226}\text{Ra}$  como  $^{228}\text{Ra}$ , puede incorporarse al agua por disolución de minerales que lo contienen o por intercambio iónico con minerales arcillosos y carbonatados; sus concentraciones tienden a ser mayores en aguas más salinas o ricas en cloruros (Bonotto, 2019; Godoy & Godoy, 2006; Ortega et al., 1996). El uranio natural, por su parte, se ha detectado en aguas subterráneas y superficiales en diversos contextos hidrogeológicos, mostrando una gran variabilidad vinculada a factores litológicos y geoquímicos, así como a la dinámica hidrológica (Camacho et al., 2010; Godoy & Godoy, 2006).

La caracterización de estos sistemas requiere mediciones específicas. Para el radón, se utilizan métodos como detectores de estado sólido (RAD7) o centelleo, mientras que para radionucleidos emisores gamma como  $^{226}\text{Ra}$  se aplica espectrometría gamma de alta resolución. En el caso del radio ( $^{226}\text{Ra}$  y  $^{228}\text{Ra}$ ), también puede determinarse mediante conteo alfa y beta total con separación radioquímica (Bonotto, 2019; Chau & Nowak, 2021; Shuktomova & Rachkova, 2011; Wang et al., 2017). Estos procedimientos permiten cuantificar concentraciones, evaluar variaciones temporales y correlacionarlas con parámetros fisicoquímicos.

En términos de exposición humana, la radiactividad en agua implica tres vías principales: ingestión, inhalación y absorción dérmica. La ingestión es relevante en zonas donde se consume agua subterránea o mineral con contenidos elevados de  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  o  $^{210}\text{Pb}$  (de Oliveira et al., 2001; Godoy & Godoy, 2006). La inhalación ocurre cuando el radón se libera del agua al aire, como en duchas o durante baños termales, constituyendo la vía de exposición predominante en entornos balnearios (Chau & Nowak, 2021). La absorción dérmica, aunque menor en términos dosimétricos, puede contribuir a la dosis en tratamientos prolongados (Amini Birami et al., 2020).

La radiactividad en aguas naturales, y especialmente en aguas termales, responde a una compleja interacción entre factores geológicos, hidrogeológicos y procesos físico-químicos. Dentro de este entramado, el radón se presenta como el principal contribuyente a la dosis en contextos de balneoterapia, tanto por su movilidad y abundancia como por los efectos terapéuticos que históricamente se le han atribuido (Deetjen, 1992; Ionescu et al., 2021; Passali et al., 2016). Comprender su origen, distribución y comportamiento resulta fundamental para ponderar de manera equilibrada beneficios y riesgos, y para definir lineamientos técnicos y regulatorios que permitan un uso seguro en entornos recreativos y médicos (Girault et al., 2016; Petoussi-Henss et al., 2020).

## USO HISTÓRICO DE LAS AGUAS TERMALES CON ACTIVIDAD RADIATIVA

El uso de aguas termales con propiedades radiactivas tiene una larga historia que combina observaciones empíricas, tradiciones culturales y, en épocas más recientes, intentos de fundamentación científica. Mucho antes del descubrimiento de la radiactividad, diversas civilizaciones atribuían propiedades curativas a determinadas fuentes minerales, muchas de ellas con radón u otros radionucleidos disueltos. En el mundo grecorromano, por ejemplo, se establecieron baños en regiones con manantiales ricos en minerales y gases, donde la experiencia transmitida de generación en generación guiaba su uso terapéutico. Aunque en esos tiempos no existía conocimiento sobre la radiación ionizante, la recurrencia de estos emplazamientos en zonas graníticas o de emanaciones naturales sugiere que algunas aguas podían contener radón, identificado recién a fines del siglo XIX (Deetjen, 1992).

Con el descubrimiento de la radiactividad y la identificación del radón como gas radiactivo, el panorama cambió. Balnearios ya conocidos por sus propiedades comenzaron a promocionarse resaltando su “actividad radiactiva”, entendida como vitalidad y energía. Ciudades como Bad Gastein, en Austria, se convirtieron en destinos internacionales, recibiendo pacientes que buscaban alivio para afecciones reumáticas, respiratorias o dermatológicas mediante baños, inhalaciones o permanencia en galerías subterráneas con aire enriquecido en radón (Deetjen, 1992; Girault et al., 2016). Situaciones similares se documentaron en Europa Central (Alemania, Italia, Checoslovaquia), donde la medición de la “actividad” de las aguas pasó a formar parte de la identidad de los complejos balnearios (Deetjen, 1992; Moody et al., 1986). En el caso de España, de las aguas termales utilizadas con fines mineromedicinales, las clasificadas como radiactivas han sido históricamente recomendadas sobre todo para afecciones del sistema locomotor, seguidas por las del aparato respiratorio y, en menor medida, para enfermedades de la piel (Maraver et al., 2018). Cabe señalar que para que un agua termal sea considerada bajo la clasificación de radioactiva no existe un criterio único, ya que este depende de la normativa establecida en cada país, en aquellos casos donde efectivamente se ha definido una clasificación (Armijo & Maraver, 2022).

En Italia, un ejemplo emblemático fue Merano, donde se combinaron baños e inhalaciones de radón con registros sistemáticos de la composición fisicoquímica de las aguas, integrados en protocolos médicos (Ionescu et al., 2021; Passali et al., 2016). El prestigio de la “novedad científica” se sumaba al de la medicina termal, reforzando su popularidad. En paralelo, Japón consolidó la tradición de los onsen radiactivos, como Misasa, donde la práctica local se entrelazó con la investigación médica para tratar afecciones musculoesqueléticas y dermatológicas (Deetjen, 1992).

A lo largo del siglo XX, los estudios clínicos y observacionales comenzaron a sistematizarse. Investigaciones en Europa central mostraron que exposiciones

controladas a radón podían mejorar marcadores de inflamación y dolor en pacientes con enfermedades reumáticas, con efectos sostenidos durante meses (Deetjen, 1992). En Merano, se evaluaron inhalaciones de radón para tratar rinitis alérgica y enfermedades respiratorias, documentando eficacia en estudios controlados (Ionescu et al., 2021; Passali et al., 2016). En Alemania e Italia, entre 1950 y 1970, la “radonterapia” se promovió como especialidad médica, aunque basada en pautas empíricas y mediciones periódicas más que en criterios de radio protección actuales (Deetjen, 1992).

El desarrollo de la dosimetría y de la protección radiológica en la segunda mitad del siglo XX introdujo cambios importantes. La radiactividad, antes símbolo de modernidad, comenzó a asociarse también con riesgos, en especial por la relación entre inhalación de radón en interiores y cáncer de pulmón. Esto llevó a la introducción de límites de exposición y a mejoras en ventilación, dosificación y duración de las terapias (Moody et al., 1986; Petoussi-Henss et al., 2020). En Merano, por ejemplo, las inhalaciones se realizan en cabinas con control de concentración y se combinan con terapias complementarias (Ionescu et al., 2021).

Fuera de Europa, se han documentado prácticas semejantes en Japón, donde las aguas termales con contenido de radón son empleadas en balnearios locales como parte de la tradición terapéutica (Kataoka et al., 2023). En Brasil, las “águas radioativas” de Poços de Caldas atrajeron visitantes durante décadas, asociadas a altas concentraciones naturales de  $^{222}\text{Rn}$  y  $^{226}\text{Ra}$  en surgencias termales (Godoy & Godoy, 2006).

Hoy, el uso de aguas termales radiactivas persiste en un marco regulado, que combina tradición y evidencia científica. Estudios recientes confirman que, en condiciones controladas, la radonterapia puede contribuir a la mejoría de afecciones del sistema respiratorio, como rinitis alérgica y enfermedades de vías respiratorias altas (Ionescu et al., 2021; Keller et al., 2014; Passali et al., 2016), aunque enfatizan la necesidad de evaluar la relación riesgo–beneficio. Este equilibrio entre tradición y ciencia refleja más de un siglo de transformaciones: desde el uso empírico antiguo, pasando por la fascinación inicial con la radiactividad, hasta la actual aplicación clínica bajo estándares de seguridad. Lugares como Merano o Poços de Caldas simbolizan esta evolución, manteniendo viva una práctica que, pese a las controversias, sigue convocando pacientes y visitantes en busca de bienestar.

## **RADIACIONES Y SALUD: ENTRE EL USO TERAPÉUTICO Y LOS RIESGOS**

A pesar de la larga tradición en el uso de aguas termales con actividad radiactiva, no existe aún un consenso científico sobre sus efectos en la salud. Desde mediados del siglo XIX la relación entre radiación ionizante y salud humana ha sido objeto de atención, tanto por los posibles beneficios de exposiciones controladas

como por los riesgos asociados a la irradiación. Esta tensión entre la aplicación terapéutica y la prevención de efectos adversos constituye el marco de la discusión contemporánea sobre radiaciones y salud.

Cuando la radiación ionizante atraviesa las células, ioniza o excita los átomos y puede alterar el ADN, induciendo lesiones. Dependiendo del tipo y la energía de la radiación incidente, esta puede interactuar con el ADN humano de manera directa o indirecta. La radiación incidente directa puede alterar la estructura molecular del ADN debido a rupturas de cadena simple, rupturas de doble cadena y lesiones en las bases, pudiendo producirse también daños agrupados en el ADN (Elgazzar, 2015; Mohan & Chopra, 2022). Las interacciones indirectas ocurren cuando la radiación interactúa con átomos o moléculas presentes en la célula, generalmente las moléculas de agua, y se produce la hidrólisis de estas, generando iones y radicales libres (altamente reactivos).

Los efectos biológicos de la radiación dependen del tipo y la energía de la radiación, la dosis y la tasa de exposición, así como de la radiosensibilidad de las células. La clasificación de los efectos puede basarse en la naturaleza del efecto, distinguiendo efectos somáticos y hereditarios, y en el momento de aparición, clasificándose como efectos deterministas y estocásticos. Los efectos deterministas son consecuencia de una exposición intensa a la radiación y su intensidad depende fuertemente de la dosis, mientras que los efectos estocásticos son probabilísticos (Elgazzar, 2015; Mohan & Chopra, 2022). Estos últimos se asocian con dosis más bajas de radiación, no tienen un umbral definido. El principal efecto estocástico es el cáncer (Magill & Galy, 2005). La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer ha clasificado a los emisores alfa y gamma, incluido el radón ( $^{222}\text{Rn}$ ), como carcinógenos para humanos (IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2000).

La correlación entre radionucleidos ambientales y cáncer ha sido ampliamente investigada en diversas regiones con alta radiación natural (HRBAs, por sus siglas en inglés). Algunos de los estudios más representativos sobre riesgos radiológicos en dichas áreas se han llevado a cabo en Kerala, India, donde se ha reportado una alta incidencia de patologías genómicas y un incremento en los defectos congénitos (Jaikrishan et al., 2013; Kochupillai et al., 1976). Sin embargo, otros estudios en la misma zona han concluido que otros factores pueden contribuir a estos efectos, y los resultados de distintas investigaciones en Kerala y en otras áreas de alta radiación han sido contradictorios (Aliyu & Ramli, 2015; Goldberg & Lehnert, 2002; Hendry et al., 2009; Veiga & Koifman, 2005) realizaron estudios epidemiológicos en Poços de Caldas, Araxá y Guarapari, Brasil, utilizando diez años de datos de mortalidad (1991-2000) relacionados con cáncer y otras causas. El estudio mostró que la mortalidad por cáncer esperada era mayor en Poços de Caldas y Guarapari en comparación con el área de control, pero menor en Araxá (Veiga & Koifman, 2005). Sin embargo, es importante señalar que el estudio se basó en investigaciones preliminares y no todas las muertes relacionadas con cáncer pueden atribuirse a la expo-

sición a radiación. Además, la mayor incidencia de cáncer en Guarapari, a pesar de presentar niveles más bajos de radiación, sugiere que otros factores como condiciones socioeconómicas, dieta, tabaquismo y exposición a pesticidas y actividades agrícolas pudieron haber influido en los resultados. En Araxá, la mortalidad por cáncer fue menor de lo esperado, pero las deficiencias en los datos podrían haber generado sesgos y resultados confusos (Aliyu & Ramli, 2015). Mientras tanto, Barcinski et al., (1975) realizaron un estudio citogenético en residentes de Guarapari para investigar posibles efectos biológicos de la exposición crónica a la radiación natural. Observaron un aumento en las aberraciones cromosómicas en los residentes de las HRBAs en comparación con los de áreas cercanas con niveles normales de radiación de fondo, atribuyéndolo a la radiación elevada causada por la presencia de monacita en las arenas costeras (Barcinski et al., 1975).

En contraste con los riesgos documentados, existen tradiciones médicas que han explorado los efectos potencialmente beneficiosos de exposiciones controladas a bajas dosis de radiación. Desde principios del siglo XX, el radón presente en aguas termales ha sido utilizado en la llamada radonterapia, aplicada en centros europeos como Bad Gastein (Austria) y Merano (Italia) y del resto del mundo como se mencionó anteriormente en Japón y en Brasil (Poços de Caldas). Desde el punto de vista terapéutico, la radonterapia ha sido utilizada para tratar enfermedades inflamatorias crónicas, dolor musculoesquelético y patologías reumáticas, partiendo de la hipótesis de que exposiciones controladas a bajas dosis pueden inducir efectos biológicos beneficiosos, a menudo descritos en términos de “hormesis radiológica” (Becker, 2004; Deetjen, 1992; Ionescu et al., 2021; Maraver et al., 2015; Santos et al., 2016). La hormesis sugiere que mientras las dosis altas de radiación son indiscutiblemente dañinas, dosis bajas podrían activar mecanismos de reparación y modulación inmunitaria (Scott, 2014). En estudios clínicos desarrollados en centros europeos como Bad Gastein (Austria) o las termas de Merano (Italia), se ha reportado mejoría significativa del dolor y la funcionalidad en pacientes con espondilitis anquilosante, artritis reumatoide y otras patologías reumatológicas tras programas de baños o inhalaciones con radón, manteniendo niveles de exposición dentro de márgenes considerados seguros para aplicaciones médicas (Deetjen, 1992; Winklmayr et al., 2015). En el ámbito otorrinolaringológico, la exposición terapéutica a aguas radiactivas o su inhalación ha mostrado potencial para la mejoría de síntomas en rinitis alérgica y otras afecciones inflamatorias de las vías respiratorias superiores (Keller et al., 2014; Passali et al., 2016). Por ejemplo, en el tratamiento con inhalaciones de aguas de Merano, se observó reducción significativa de la sintomatología nasal y mejora en parámetros funcionales similares a los obtenidos para furoato de mometasona, con efectos persistentes después de la terapia (Passali et al., 2016). Estos resultados se han asociado con una disminución de mediadores inflamatorios y una modulación de la respuesta inmune local (Keller et al., 2014). Adicionalmente, se ha señalado que el radón presente en estas aguas puede potenciar la actividad antioxidante y modular la respuesta inmunológica, lo que contribuiría a la protección

celular y a la atenuación de procesos inflamatorios crónicos. (Ionescu et al., 2021). Sin embargo, la evidencia clínica sobre estos mecanismos sigue siendo limitada y, en muchos casos, proviene de estudios con tamaños muestrales reducidos o diseños observacionales (Maier et al., 2021).

El modelo lineal sin umbral (LNT), adoptado por organismos internacionales como la ICRP, plantea que no existe un nivel de exposición a radiación ionizante que pueda considerarse completamente seguro, de modo que incluso las dosis más bajas conllevan un riesgo proporcional de efectos estocásticos, principalmente cáncer (Zlobina et al., 2022). En consecuencia, las políticas de protección radiológica han incorporado el principio ALARA (“tan bajo como razonablemente sea posible”), que orienta la reducción sistemática de la exposición. Sin embargo, este enfoque precautorio convive con reportes de evidencia clínica y experimental que sugiere que dosis bajas y controladas de radiación podrían inducir respuestas biológicas adaptativas con potencial beneficio terapéutico. Los mecanismos propuestos se enmarcan en el concepto de hormesis radiológica, que sugiere que dosis bajas de radiación podrían inducir respuestas adaptativas beneficiosas, como activación de sistemas antioxidantes, modulación inmunitaria y reducción del estrés oxidativo. Aunque ensayos clínicos han reportado mejorías sintomáticas en espondilitis anquilosante, artritis reumatoide y rinitis alérgica (Ionescu et al., 2021; Keller et al., 2014; Passali et al., 2016; Winklmayr et al., 2015), la evidencia disponible se basa en estudios de tamaño muestral limitado y diseños observacionales, lo que exige cautela en su interpretación.

La evaluación de los beneficios terapéuticos frente a los riesgos carcinogénicos constituye un desafío. Por un lado, la radonterapia ofrece resultados clínicos prometedores en patologías crónicas refractarias; por otro, la exposición repetida al radón, incluso en dosis bajas, conlleva incertidumbres respecto a los riesgos a largo plazo. Además, las condiciones de exposición en balnearios difieren sustancialmente de las observadas en contextos ocupacionales o domésticos de alto riesgo, lo que limita la extrapolación directa de datos epidemiológicos (Bonotto, 2019; Maier et al., 2021).

En este marco, la radiación ionizante ambiental encarna una dualidad entre riesgo y potencial terapéutico. Si bien su asociación con el cáncer está sólidamente documentada en exposiciones ambientales y ocupacionales, también se exploran aplicaciones médicas en contextos controlados que podrían aportar beneficios en patologías inflamatorias y dolor crónico. El desafío científico y sanitario radica en definir con rigor los límites de seguridad y eficacia, avanzando en estudios clínicos y epidemiológicos que permitan equilibrar el potencial terapéutico de la radiación con la prevención de sus efectos adversos. El debate científico sobre la hormesis, el modelo LNT y los umbrales de seguridad seguirá siendo relevante para orientar tanto la práctica clínica como la regulación del termalismo radiactivo en el futuro.

## RECOMENDACIONES Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

En Uruguay, la regulación de la radiactividad en aguas es muy limitada y se concentra exclusivamente en el agua destinada al consumo humano. La UNIT 833:2008 es la única norma nacional que establece límites explícitos de actividad radiactiva en agua potable (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2008). En particular, fija un máximo de 1 Bq/L para la actividad alfa y beta total. Para los demás usos del agua, tales como el riego o los usos recreativos, la normativa aplicable es el Decreto 253/79, que constituye el marco legal nacional en vigor en materia de calidad de aguas pero que no incluye disposiciones vinculadas a la radiactividad (Presidencia de la República, 1979). En consecuencia, no existen en Uruguay límites específicos para aguas termales, que quedarían comprendidas dentro del marco más general de las aguas de uso recreativo reguladas por dicho decreto.

En el plano internacional ocurre algo similar, no se han definido normas específicas para la radiactividad en aguas que no sean de consumo humano, de modo que las recomendaciones se concentran exclusivamente en el agua potable. Esta ausencia incluye tanto a las aguas de uso recreativo como a las aguas mineromedicinales, que suelen carecer de un marco regulatorio propio en lo que refiere a radiactividad. Por ello, cuando se analizan referencias y estándares internacionales, debe aclararse que todos los valores de referencia actualmente reconocidos están formulados en relación con la seguridad del agua destinada al consumo humano.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aborda este tema en el capítulo 9 de sus Guías para la calidad del agua de consumo humano, donde establece criterios generales para evaluar la seguridad del agua potable frente a la presencia de radionucleidos. Allí se recomienda emplear los valores de 0,5 Bq/L para la actividad alfa total y 1 Bq/L para la actividad beta total, considerados como valores de screening (Organización Mundial de la Salud, 2018). Si en un análisis de agua potable se superan estos límites, las guías indican que deben identificarse y cuantificarse los radionucleidos presentes en forma individual, a fin de poder calcular la dosis efectiva recibida por la población consumidora (Organización Mundial de la Salud, 2018). Estos valores no constituyen en sí mismos límites de seguridad absoluta, sino herramientas prácticas para detectar situaciones en las que es necesario profundizar el análisis.

En esta misma línea, el Codex Alimentarius FAO/OMS coincide en que los valores de alfa y beta total deben considerarse como indicadores preliminares. El criterio esencial se basa en la dosis efectiva anual derivada del conjunto de radionucleidos presentes en el agua potable. Según este organismo, la dosis total no debe superar 1 mSv/año, en tanto que para cada radionucleido en particular se establece un criterio de dosis individual (CDI) de 0,1 mSv/año (Codex Alimentarius, 2023). De esta manera, se pasa de un enfoque basado en actividades globales de radiación

(alfa y beta total) a un enfoque que busca asegurar que la exposición real de las personas no exceda umbrales internacionalmente aceptados.

En Estados Unidos, la Environmental Protection Agency (EPA) ha desarrollado normas específicas para el agua potable en el marco de la Safe Drinking Water Act. Allí se fija un límite de dosis de 0,04 mSv/año para fuentes antropogénicas que emiten radiación beta y gamma, además de establecer concentraciones máximas permitidas para varios radionucleidos emisores alfa, como el radio y el radón (ATSDR, 1999).

El caso del radón en agua potable ha sido objeto de atención especial en distintos marcos regulatorios internacionales. La Unión Europea, a través de una recomendación de 2001, propuso un nivel de referencia de 100 Bq/L para los suministros públicos de agua potable y de 1000 Bq/L para los suministros privados (Comisión Europea, 2001). Por su parte, la OMS recomienda adoptar medidas correctivas si la concentración de  $^{222}\text{Rn}$  supera los 100 Bq/L en agua de consumo humano (Organización Mundial de la Salud, 2018). A su vez, el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) ha sugerido un rango de 4 a 40 Bq/L como nivel de referencia para consumo humano, reflejando la variabilidad observada en aguas subterráneas de distintas regiones del mundo (Suresh et al., 2020). En todos los casos, se enfatiza que el riesgo sanitario principal no proviene de la ingestión directa, sino de la liberación del gas radón al ambiente interior, que aumenta la exposición por inhalación.

Otro aspecto relevante es la regulación del tritio, para el cual los límites establecidos en agua potable difieren ampliamente. En algunos países se fijan valores de decenas de Bq/L, mientras que en otros se admiten concentraciones de miles de Bq/L (ver Tabla 1). Estas diferencias responden a consideraciones técnicas, sociales y económicas propias de cada jurisdicción, pero muestran también la falta de un consenso global uniforme sobre este radionucleido en particular.

**Tabla 1** - Límites de tritio en agua potable por país/organización. Adaptado de (Canadian Nuclear Safety Commission, 2009)

<b>País / Organización</b>	<b>Límite de tritio en agua potable (Bq/L)</b>
<b>Finlandia</b>	<b>30.000</b>
<b>OMS</b>	<b>10.000</b>
<b>Suiza</b>	<b>10.000</b>
<b>Rusia</b>	<b>7.700</b>
<b>Canadá (Ontario)</b>	<b>7.000</b>
<b>Estados Unidos</b>	<b>740</b>
<b>Unión Europea</b>	<b>100</b>
<b>ODWAC (límites propuestos)</b>	<b>20</b>
<b>California – Objetivo de Salud Pública (no vinculante)</b>	<b>14,8</b>

Si bien la mayor parte de las recomendaciones internacionales se centran en el agua potable, es necesario considerar la exposición al radón en aire interior, especialmente en espacios cerrados donde se utilice agua con contenido radiactivo, como ocurre en algunas piscinas termales cubiertas. En este caso, el radón disuelto en el agua puede liberarse al ambiente durante su uso, incrementando la concentración en el aire y, por ende, la dosis por inhalación.

La EPA recomienda que la concentración de radón en interiores no exceda los 148 Bq/m<sup>3</sup> (ATSDR, 1999), mientras que la OMS establece un nivel de referencia de 100 Bq/m<sup>3</sup> en viviendas, con un máximo aceptable de 300 Bq/m<sup>3</sup> en casos donde no sea posible alcanzar el nivel recomendado, lo que corresponde a una dosis anual aproximada de 10 mSv (Organización Mundial de la Salud, 2009). En Uruguay, la normativa nacional de protección radiológica (Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección, 2022) adopta criterios similares, estableciendo un nivel de referencia de 300 Bq/m<sup>3</sup> para edificios con alta ocupación, como escuelas u hospitales. Estos criterios pueden extrapolarse a escenarios termales cerrados, donde la acumulación de radón en aire puede representar un riesgo adicional para la salud de los usuarios y trabajadores si no se cuenta con una adecuada ventilación.

En este contexto, los análisis realizados en aguas termales de Uruguay muestran que las concentraciones de radionucleidos se encuentran por debajo de los umbrales establecidos en todas las normativas nacionales e internacionales de referencia. En consecuencia, se considera que no presentarían riesgos radiológicos asociados para los usuarios.

## Referencias

- Adelikhah M, Shahrokhi A, Chalupnik S, Tóth-Bodrogi E, Kovács T. High level of natural ionizing radiation at a thermal bath in Dehloran, Iran. *Heliyon*. 2020;6(7):e04297.
- Aliyu AS, Ramli AT. The world's high background natural radiation areas (HBN-RAs) revisited: a broad overview of the dosimetric, epidemiological and radiobiological issues. *Radiat Meas*. 2015;73:51-59.
- Amini Birami F, Moore F, Faghihi R, Keshavarzi B. Assessment of spring water quality and associated health risks in a high-level natural radiation area, North Iran. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020;27(6):6589-6602.
- Armijo F, Maraver F. Natural Mineral Waters: Concept and Classifications. In: Martins MJ, editor. *Mineral Water: From Basic Research to Clinical Applications*. Nova Science Publishers; 2022.
- ATSDR. Radiación ionizante. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU.; 1999.

- Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección. Norma UY 100, Revisión No IX. Ministerio de Industria, Energía y Minería; 2022. p. 1-73.
- Balraj S, Basunia MS, Jun C, Dimitriou P, Amro BMS, Basu S, Das S, Diwanshu, Karmakar A, Lazaric MJ, Leblond SR, Nayak SS, Ngwetsheni C, Rathi A, Rawat PS, Rohila B, Vallet V. Nuclear Structure and Decay Data for  $A = 222$  Isobars. Nucl Data Sheets. 2023;192:315-421.
- Barcinski MA, Do Céu Abreu M, De Almeida JC, Naya JM, Fonseca LG, Castro LE. Cytogenetic investigation in a Brazilian population living in an area of high natural radioactivity. Am J Hum Genet. 1975;27(6):802-806.
- Becker K. One century of radon therapy. Int J Low Radiat. 2004;1(3):333.
- Bonotto DM. Gross alpha/beta radioactivity and radiation dose in thermal and non-thermal spas groundwaters. Heliyon. 2019;5(5):e01563.
- Camacho A, Devesa R, Vallés I, Serrano I, Soler J, Blázquez S, Ortega X, Matia L. Distribution of uranium isotopes in surface water of the Llobregat river basin (Northeast Spain). J Environ Radioact. 2010;101(12):1048-1054.
- Canadian Nuclear Safety Commission. Tritium in drinking water. 2009.
- Chau ND, Nowak J. Natural Radioactivity in Thermal Waters: A Case Study from Poland. Energies. 2021;14(3):541.
- Codex Alimentarius. La radiactividad natural en los alimentos, los piensos y el agua potable (CL 2023/17-CF). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud; 2023.
- Comisión Europea. Commission recommendation of 20 December 2001 on the protection of the public against exposure to radon in drinking water supplies. Off J Eur Communities. 2001;L344:85-87.
- de Oliveira J, Paci Mazzilli B, da Costa P, Akiko Tanigava P. Natural radioactivity in Brazilian bottled mineral waters and consequent doses. J Radioanal Nucl Chem. 2001;249(1):173-176.
- Deepika DN, Ambika MR, Karthik Kumar MB, Alsufyani SJ, Bradley DA, Khandaker MU, Karunakara N, Nagaiah N. Radiological assessment of radium and dissolved radon in groundwater near the Manchanabele reservoir, Bengaluru, India. Radiat Phys Chem. 2025;233:112735.
- Deetjen P. Radon-Balneotherapie - neue Aspekte. Phys Med Rehabil Kurortmed. 1992;2(3):100-103.
- El-Araby EH, Azazi A. The effect of geometrical parameters on the radon emanation coefficient and different radon parameters. Nucl Eng Technol. 2023;55(11):4096-4101.

- El-Araby EH, Azazi A, Yajzey R, Abouelnaga AM, Elhelali TM, Askar NA, Mobaraki G, Dhawale SP. Determination of radon activity among beach soil samples in Jeddah and Al-Qunfudhah, Saudi Arabia. *Process Saf Environ Prot.* 2024;181:1-7.
- Elezaj N, Xhixha G, Zorko B, Mustafa S, Bytyqi V, Rrakaqi B. Temporal variation of radon in soil and water in Kosovo. *Radiochim Acta.* 2025;113(6):471-483.
- Elgazzar AH, editor. *The Pathophysiologic Basis of Nuclear Medicine.* Springer International Publishing; 2015.
- Erees FS, Yener G, Salk M, Özbal Ö. Measurements of radon content in soil gas and in the thermal waters in Western Turkey. *Radiat Meas.* 2006;41(3):354-361.
- Girault F, Perrier F, Przylibski TA. Radon-222 and radium-226 occurrence in water: a review. *Geol Soc Lond Spec Publ.* 2016;451(1):131-154.
- Godoy JM, Godoy ML. Natural radioactivity in Brazilian groundwater. *J Environ Radioact.* 2006;85(1):71-83.
- Goldberg Z, Lehnert B. Radiation-induced effects in unirradiated cells: A review and implications in cancer. *Int J Oncol.* 2002.
- Hendry JH, Simon SL, Wojcik A, Sohrabi M, Burkart W, Cardis E, Laurier D, Tirmarche M, Hayata I. Human exposure to high natural background radiation: what can it teach us about radiation risks? *J Radiol Prot.* 2009;29(2A):A29-A42.
- IAEA. *Live Chart of Nuclides.* Nuclear Data Section; 2025.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *Ionizing Radiation, Part 1: X- and Gamma ( $\gamma$ )-Radiation, and Neutrons.* IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2000;75.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. *UNIT 833 Standard.* 2008.
- Ionescu AC, Mattina R, Brambilla E, Ralli M, Passali FM, Passali D. Antibacterial and antibiofilm effects of radioactive thermal water. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2021;25(9):3576-3584.
- Jaikrishan G, Sudheer KR, Andrews VJ, Koya PKM, Madhusoodhanan M, Jagadeesan CK, Seshadri M. Study of stillbirth and major congenital anomaly among newborns in the high-level natural radiation areas of Kerala, India. *J Community Genet.* 2013;4(1):21-31.
- Kataoka T, Habu H, Tanaka A, Naoe S, Murakami K, Fujimoto Y, Yukimine R, Takao S, Mitsunobu F, Yorifuji T, Yamaoka K. Association between Radon Hot Spring Bathing and Health Conditions: A Cross-Sectional Study in Misasa, Japan. *Acta Med Okayama.* 2023;77(4):387-394.

- Keller S, König V, Mösges R. Thermal Water Applications in the Treatment of Upper Respiratory Tract Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Allergy*. 2014;2014:1-17.
- Kochupillai N, Verma IC, Grewal MS, Ramalingaswami V. Down's syndrome and related abnormalities in an area of high background radiation in coastal Kerala. *Nature*. 1976;262(5563):60-61.
- Magill J, Galy J. Radioactivity Radionuclides Radiation. Springer-Verlag; 2005.
- Maier A, Wiedemann J, Rapp F, Papenfuß F, Rödel F, Hehlhans S, Gaipf US, Kraft G, Fournier C, Frey B. Radon Exposure—Therapeutic Effect and Cancer Risk. *Int J Mol Sci*. 2021;22(1):316.
- Manawi Y, Hassan A, Atieh MA, Lawler J. Overview of radon gas in groundwater around the world: Health effects and treatment technologies. *J Environ Manage*. 2024;368:122176.
- Maraver F, Martín-Megías AI, Corvillo I, Armijo F. Cuando el radón es beneficioso para la salud. *Gac Sanit*. 2015;29(3):232-233.
- Maraver F, Ródenas C, Martín-Megías AI, Corvillo I, Vázquez I, Armijo F. Las aguas radiactivas de los balnearios españoles. Aplicaciones e indicaciones. *Med Naturista*. 2018;12(1):15-22.
- Mehta V, Shikha D, Singh P, Chauhan P, Mudahar S. Measurement of radon, thoron and their progeny in indoor environment of Mohali, Punjab, Northern India, using pinhole dosimeters. *Nucl Technol Radiat Prot*. 2016;31(3):299-305.
- Mohan S, Chopra V. Biological effects of radiation. In: *Radiation Dosimetry Phosphors*. Elsevier; 2022. p. 485-508.
- Moody DW, Carr J, Chase EB, Paulson RW, editors. National water summary 1986 - Hydrologic Events and Ground-Water Quality. 1986.
- Mudelsee M, Albert J, Sirocko F. Weather control in radon flux time series from Schleswig-Holstein, Germany. *GEM Int J Geomathematics*. 2020;11(1):23.
- Novikov DA, Dultsev FF, Pyryaev AN, Khvashchevskaya AA, Derkachev AS, Chernykh AV. Natural radionuclides and geochemical features of Siberian waters: the case of the Novobibeyevo hydro-radon occurrence. *Appl Radiat Isot*. 2025;223:111852.
- Nunes LJR, Curado A, Lopes SI. The Relationship between Radon and Geology: Sources, Transport and Indoor Accumulation. *Appl Sci*. 2023;13(13):7460.
- Organización Mundial de la Salud. WHO handbook on indoor radon: A public health perspective. 2009.
- Organización Mundial de la Salud. Radiological aspects. In: *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. 2018. p. 239-256.

- Ortega X, Vallés I, Serrano I. Natural radioactivity in drinking water in Catalonia (Spain). *Environ Int.* 1996;22(Suppl 1):347-354.
- Passali D, Gabelli G, Passali GC, Magnato R, Platzgummer S, Salerno L, Lo Cunsolo S, Joos A, Bellussi LM. Radioactive Merano SPA Treatment for Allergic Rhinitis Therapy. *Int J Otolaryngol.* 2016;2016:1-7.
- Pérez B, Stieff LC, Ponce-Amanca RE, Guevara-Pillaca CJ, Palacios D. Edaphic and meteorological parameters as determinants of radon exhalation and its environmental implication in Peruvian agroecosystems. *Sci Rep.* 2025;15(1):22140.
- Petoussi-Henss N, Satoh D, Endo A, Eckerman KF, Bolch WE, Hunt J, Jansen JTM, Kim CH, Lee C, Saito K, Schlattl H, Yeom YS, Yoo SJ. ICRP Publication 144: Dose Coefficients for External Exposures to Environmental Sources. *Ann ICRP.* 2020;49(2):11-145.
- Presidencia de la República. Decreto 253/979 Norma para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas. 1979.
- Santos I, Cantista P, Vasconcelos C. Balneotherapy in rheumatoid arthritis—a systematic review. *Int J Biometeorol.* 2016;60(8):1287-1301.
- Scott BR. Radiation-hormesis phenotypes, the related mechanisms and implications for disease prevention and therapy. *J Cell Commun Signal.* 2014;8(4):341-352.
- Shuktomova II, Rachkova NG. Determination of <sup>226</sup>Ra and <sup>228</sup>Ra in slightly mineralised natural waters. *J Environ Radioact.* 2011;102(2):84-87.
- Suresh S, Rangaswamy DR, Srinivasa E, Sannappa J. Measurement of radon concentration in drinking water and natural radioactivity in soil and their radiological hazards. *J Radiat Res Appl Sci.* 2020;13(1):12-26.
- UNSCEAR. Sources and effects of Ionizing Radiation. Vol. 1. 2008.
- Veiga LHS, Koifman S. Pattern of cancer mortality in some Brazilian HBRAs. *Int Congr Ser.* 2005;1276:110-113.
- Wang S, Ye C, Liu J, Lin P, Liu K, Dong P, Sun Y, Liu Y, Wang L, Wang G. Natural radioactivity of geothermal water in Beijing, China. *J Radioanal Nucl Chem.* 2017;314(3):1547-1555.
- Winklmayr M, Kluge C, Winklmayr W, Küchenhoff H, Steiner M, Ritter M, Hartl A. Radon balneotherapy and physical activity for osteoporosis prevention: a randomized, placebo-controlled intervention study. *Radiat Environ Biophys.* 2015;54(1):123-136.
- Zlobina A, Farkhutdinov I, Carvalho FP, Wang N, Korotchenko T, Baranovskaya N, Farkhutdinov A. Impact of Environmental Radiation on the Incidence of Cancer and Birth Defects in Regions with High Natural Radioactivity. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(14):8643.

# Indicaciones terapéuticas de las aguas minero-medicinales

María L. VELA<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

## Resumen

La medicina termal constituye una estrategia terapéutica complementaria de amplio alcance, basada en el uso de aguas mineromedicinales con propiedades sus propiedades físicas y fisicoquímicas específicas y con indicaciones clínicas respaldadas por evidencia científica variable según la patología. Se destaca la reumatología como el campo con mayor nivel de evidencia, sustentado por ensayos clínicos aleatorizados que demuestran beneficios sostenidos en patologías crónicas como la osteoartritis, la lumbalgia mecánica y la fibromialgia, principalmente a través de la reducción del dolor, la mejora funcional y la disminución del consumo farmacológico. Asimismo, la crenoterapia muestra efectos favorables en enfermedades respiratorias crónicas y recidivantes, patología otorrinolaringológica, trastornos digestivos y metabólicos, afecciones urinarias, dermatológicas, flebológicas, neurológicas y cardiovasculares en fases estables, así como en el ámbito de la salud mental, los trastornos del sueño y la salud ginecológica de la mujer. Estos efectos se relacionan con mecanismos antiinflamatorios, analgésicos, tróficos, moduladores del sistema nervioso autónomo y de la microcirculación, integrándose siempre como complemento de los tratamientos médicos convencionales. Desde una perspectiva hidroterapéutica, las aguas cloruradas sódicas de fuerte mineralización, como las de Almirón, se asocian principalmente a indicaciones reumatológicas, dermatológicas, respiratorias y de rehabilitación funcional, mientras que las aguas de débil a media mineralización del litoral termal uruguayo se caracterizan por su excelente tolerancia y su aplicabilidad en programas prolongados orientados al manejo de patologías crónicas, la prevención, el envejecimiento saludable y el bienestar. En conjunto, estos resultados refuerzan el valor de las aguas termales de Uruguay como recurso terapéutico de interés sanitario, preventivo y rehabilitador, cuyo aprovechamiento requiere un marco regulatorio y clínico acorde a su potencial.

**Palabras clave:** medicina termal uruguayo, balneoterapia, patologías crónicas, salud respiratoria, bienestar.

## Therapeutic Indications of Mineral Medicinal Waters

### **Abstract**

Thermal medicine constitutes a complementary therapeutic strategy of broad scope, based on the use of mineral–medicinal waters with specific physical and physico-chemical properties, and with clinical indications supported by varying levels of scientific evidence depending on the pathology. Rheumatology stands out as the field with the highest level of evidence, supported by randomized clinical trials demonstrating sustained benefits in chronic conditions such as osteoarthritis, mechanical low back pain, and fibromyalgia, mainly through pain reduction, functional improvement, and decreased pharmacological consumption.

Likewise, crenotherapy shows favorable effects in chronic and recurrent respiratory diseases, otorhinolaryngological conditions, digestive and metabolic disorders, urinary, dermatological, phlebological, neurological, and cardiovascular conditions in stable phases, as well as in the field of mental health, sleep disorders, and women’s gynecological health. These effects are related to anti-inflammatory, analgesic, and trophic mechanisms, as well as modulation of the autonomic nervous system and microcirculation, always integrated as a complement to conventional medical treatments.

From a hydrotherapeutic perspective, highly mineralized sodium–chloride waters, such as those from Almirón, are mainly associated with rheumatological, dermatological, respiratory, and functional rehabilitation indications. In contrast, the low- to moderately mineralized waters of the Uruguayan thermal region are characterized by excellent tolerance and their suitability for prolonged programs aimed at the management of chronic conditions, prevention, healthy aging, and well-being.

Overall, these findings reinforce the value of Uruguay’s thermal waters as a therapeutic resource of sanitary, preventive, and rehabilitative interest, whose proper use requires a regulatory and clinical framework consistent with their potential.

**Key words:** thermal medicine, Balneotherapy, chronic diseases, respiratory health, wellness.

### REFERENCIA NORMALIZADA

Vela ML. Indicaciones terapéuticas de las aguas mineromedicinales. *Balnea*, 2026, 12, 155-169

## **INDICACIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS SEGÚN LOS TIPOS DE AGUAS DE URUGUAY**

## **REUMATOLOGÍA**

Una parte sustancial de las indicaciones reumatológicas de la crenoterapia se fundamenta en ensayos clínicos aleatorizados, lo que convierte a la reumatología en la orientación terapéutica mejor documentada dentro del ámbito del termalismo.

Estos estudios aportan evidencia científica, para la mayoría de las indicaciones, sobre la eficacia del tratamiento termal, especialmente en enfermedades de evolución crónica.

Los efectos terapéuticos de la crenoterapia se manifiestan fundamentalmente a través de la disminución del dolor y, en consecuencia, del consumo de fármacos analgésicos y antiinflamatorios, así como mediante la mejora de la capacidad funcional y el incremento de la calidad de vida de los pacientes.

### **Osteoartrosis**

La artrosis lumbar y la lumbalgia mecánica crónica, de origen discal o articular posterior, con o sin irradiación radicular, se encuentran entre las principales indicaciones reumatológicas del tratamiento termal. Los ensayos clínicos aleatorizados permiten concluir un efecto beneficioso prolongado, que se mantiene entre tres y doce meses tras la cura, con mejoría del dolor, reducción del consumo de analgésicos y antiinflamatorios, aumento de la capacidad funcional y mejora de la calidad de vida en pacientes con lumbalgia crónica.

En la cervicoartrosis, existen estudios controlados y aleatorizados que comparan la cura con agua mineromedicinal frente al uso de agua del grifo, concluyendo una mejoría significativa del dolor, que persiste hasta tres meses después de finalizado el tratamiento.

En la coxartrosis y la gonartrosis, a pesar de los avances en la cirugía ortopédica, la crenoterapia mantiene su indicación. Los estudios controlados demuestran mejoría del dolor, disminución del consumo de medicación, mejora del estado funcional y de las escalas de calidad de vida. Su indicación resulta especialmente relevante en aquellos casos en los que la cirugía está contraindicada o aún no es necesaria.

La artrosis digital y la rizartrosis constituyen una de las indicaciones en las que los tratamientos termales muestran una eficacia especialmente favorable frente a la terapéutica medicamentosa convencional antiinflamatorios no esteroideos, infiltraciones con corticoides o fármacos para el control de síntomas, que con frecuencia resulta insuficiente. Ensayos clínicos han demostrado mejores resultados de las técnicas crenoterápicas frente a placebos o tratamientos farmacológicos en parámetros como el dolor, la inflamación articular, la fuerza de prensión y la capacidad funcional.

En los casos de poliartrosis, el interés del tratamiento termal se ve reforzado, ya que permite abordar de forma simultánea varias articulaciones afectadas, con un enfoque global del paciente.

### **Reumatismos extraarticulares**

Los reumatismos extraarticulares, como las tendinitis y las periartrosis, especialmente en sus formas crónicas y recidivantes, constituyen una buena indicación de tratamiento termal. Ensayos clínicos aleatorizados han demostrado que, en la periartrosis escapulo-humeral, la crenoterapia presenta un efecto analgésico comparable al tratamiento farmacológico y superior a la ausencia de tratamiento.

### **Reumatismos inflamatorios**

En la artritis reumatoide, existen estudios que evidencian beneficios analgésicos y funcionales. Las técnicas termales deben ser siempre suaves y aplicarse exclusivamente en periodos de inactividad clínica. El tratamiento termal está desaconsejado en presencia de brotes inflamatorios intensos, compromiso visceral, vasculitis o durante tratamientos inmunosupresores a dosis elevadas.

La artropatía psoriásica comparte indicaciones y contraindicaciones con la artritis reumatoide. Los estudios disponibles muestran que la terapia termal proporciona una mayor mejoría en las manifestaciones axiales que en las lesiones articulares periféricas.

En la espondilitis anquilosante, la crenoterapia adquiere especial relevancia. El tratamiento con agua termal contribuye a combatir la tendencia a la anquilosis articular. Ensayos clínicos aleatorizados demuestran una reducción significativa del dolor y del consumo de antiinflamatorios no esteroideos, con efectos que persisten hasta tres meses tras la finalización del tratamiento.

### **Otras indicaciones reumatológicas**

La recuperación postquirúrgica ósea y las secuelas postraumáticas constituyen indicaciones frecuentes de tratamiento termal, especialmente en los síndromes algoneurodistroóficos, el dolor lumbar crónico persistente tras cirugía de columna y el dolor asociado a determinadas prótesis.

La osteoporosis representa una indicación relevante, principalmente en el tratamiento del dolor de espalda crónico secundario a alteraciones de la estática vertebral debidas a fracturas osteoporóticas, con un beneficio fundamentalmente analgésico.

En la fibromialgia primaria, las técnicas termales de carácter sedante, junto con los programas de rehabilitación progresiva y las condiciones ambientales propias del medio termal, pueden resultar de gran utilidad. Estudios controlados que comparan la balneoterapia con la ausencia de tratamiento han mostrado un efecto beneficioso significativo, especialmente sobre el dolor, con mejoras que se mantienen en el tiempo.

## **PATOLOGÍA BRONQUIAL Y OTORRINOLARINGOLÓGICA (ORL)**

El tratamiento termal constituye una opción terapéutica complementaria de reconocido interés en la patología bronquial y otorrinolaringológica, especialmente en procesos crónicos, recidivantes o funcionales, tanto en población pediátrica como adulta. Sus efectos se relacionan con la mejora del aclaramiento mucociliar, la modulación de la inflamación de las mucosas respiratorias y la disminución de la hiperreactividad bronquial, lo que se traduce en una reducción de las exacerbaciones y del consumo de medicación.

### **Patología ORL infecciosa y recidivante**

El tratamiento termal encuentra indicación en las rinofaringitis recidivantes, particularmente en la infancia, así como en las rinitis y rinosinusitis crónicas. Resulta igualmente útil en las otitis agudas de repetición y en las otitis seromucosas, especialmente en niños con disfunción tubárica. La amigdalitis crónica y las anginas recidivantes constituyen también una indicación del tratamiento termal cuando la amigdalectomía está contraindicada o se desea retrasar la intervención quirúrgica. Asimismo, las laringitis subglóticas de repetición, sobre todo cuando se asocian a patología rinosinusal crónica, pueden beneficiarse de la crenoterapia, contribuyendo a disminuir la frecuencia de los episodios y a mejorar la función respiratoria alta.

### **Patología ORL alérgica**

En la patología ORL de origen alérgico, la crenoterapia resulta beneficiosa en la rinitis alérgica y en las rinosinusitis alérgicas, especialmente cuando existe engrosamiento mucoso objetivable mediante estudios radiológicos. En estos casos, el tratamiento termal contribuye a reducir la hiperreactividad de las mucosas y a mejorar la tolerancia a los estímulos ambientales.

### **Patología bronquial crónica y recidivante**

En el ámbito bronquial, el tratamiento termal encuentra indicación en el asma bronquial del adulto, del adolescente y de la infancia, siempre fuera de las fases agudas. Resulta igualmente beneficioso en las bronquitis de la infancia, en las bronquitis de repetición y en la bronquitis crónica sin lesión anatómica establecida. También se considera indicado en las bronquitis crónicas relacionadas con la exposición al tabaquismo activo o pasivo.

### **Patología respiratoria asociada al tabaquismo**

En los pacientes fumadores, tanto activos como pasivos, el tratamiento termal puede contribuir a mejorar la tos crónica irritativa y la disfunción mucociliar secundaria al tabaco, favoreciendo la fluidificación de las secreciones y la limpieza de las vías aéreas. En este contexto, la crenoterapia puede integrarse como tratamiento

complementario dentro de programas de deshabituación tabáquica y de prevención secundaria.

### **Secuelas respiratorias postinfecciosas (post-covid-19)**

El tratamiento termal adquiere un interés creciente en pacientes que presentan síntomas respiratorios persistentes tras procesos infecciosos virales, en particular tras la infección por SARS-CoV-2, una vez superada la fase aguda. En casos de tos residual crónica, disnea leve o moderada, hiperreactividad bronquial o fatiga respiratoria, la crenoterapia puede contribuir a la recuperación funcional respiratoria, mejorando la ventilación pulmonar y reduciendo la sintomatología residual, especialmente cuando se integra en programas de rehabilitación respiratoria.

### ***ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO Y METABÓLICAS***

El tratamiento termal constituye una opción terapéutica complementaria de interés en las enfermedades del aparato digestivo y en determinadas alteraciones metabólicas, especialmente en procesos crónicos, funcionales o en fases de estabilidad clínica. Su acción se relaciona con la modulación de la secreción digestiva, la motilidad gastrointestinal, la función hepatobiliar y los mecanismos metabólicos, integrándose dentro de programas higiénico-dietéticos y de promoción de hábitos de vida saludables.

En el ámbito de la patología digestiva, el tratamiento termal encuentra indicación en las alteraciones funcionales intestinales, caracterizadas por la presencia de síntomas digestivos crónicos sin lesión orgánica demostrable. En las dispepsias, el tratamiento con aguas bicarbonatadas sódicas, sulfatadas o mixtas favorece la regulación de la secreción gástrica y la mejoría de la sintomatología. En las hernias de hiato y en los síndromes postgastrectomizados, las aguas bicarbonatadas constituyen la indicación preferente, contribuyendo al control de la acidez y a una mejor tolerancia digestiva.

El estreñimiento y la constipación representan indicaciones clásicas del tratamiento termal, siendo necesario individualizar la prescripción según el mecanismo fisiopatológico predominante. Cuando se asocian a colecistopatías, están indicadas las aguas cloruradas sulfatadas, clorurado-bicarbonatadas y sulfuradas sódicas. En los casos de estreñimiento por atonía intestinal, se recomiendan aguas sulfatadas mixtas, cloruradas o bicarbonatadas, pudiendo emplearse, en situaciones seleccionadas, aguas más hipertónicas como las sulfatadas sódicas o magnésicas.

En la litiasis biliar, el tratamiento termal puede resultar beneficioso fuera de las fases agudas, ajustando la indicación al tipo de alteración funcional. En los cuadros asociados a hiperclorhidria e hipercinesia, se indican aguas bicarbonatadas mixtas y sulfuradas, mientras que en situaciones de hipoclorhidria e hipocinesia se recomiendan aguas cloruradas sulfatadas o bicarbonatadas sulfatadas. Las discinesias

biliares constituyen también una indicación clásica del tratamiento termal, diferenciando su prescripción según se trate de formas atónicas, hipertónicas o dolorosas.

En el ámbito de las alteraciones metabólicas, el tratamiento termal encuentra indicación como terapia complementaria en el sobrepeso, la obesidad y las alteraciones del metabolismo lipídico, especialmente cuando se integra en programas estructurados de educación nutricional, actividad física y modificación de hábitos. Diversos estudios han mostrado que la crenoterapia puede contribuir a la mejora del perfil lipídico, con efectos favorables sobre las lipoproteínas plasmáticas, especialmente mediante la reducción del colesterol total y del colesterol LDL, así como una posible mejora del colesterol HDL, en el contexto de curas termales repetidas.

En pacientes con resistencia a la insulina, el tratamiento termal puede favorecer una mejor regulación metabólica, contribuyendo a la mejora de la sensibilidad insulínica, particularmente cuando se asocia a pérdida ponderal, ejercicio físico y cambios dietéticos mantenidos en el tiempo. De forma emergente, el tratamiento termal muestra un interés creciente en la modulación del microbiota intestinal, ya que los cambios en la dieta, el ritmo de vida, el entorno termal y el consumo de determinadas aguas mineromedicinales pueden influir positivamente en el equilibrio del ecosistema intestinal, con posible repercusión sobre la inflamación de bajo grado y el metabolismo energético

### ***ENFERMEDADES DEL APARATO URINARIO***

El tratamiento termal constituye una opción terapéutica complementaria de interés en diversas enfermedades del aparato urinario, especialmente en procesos crónicos o recidivantes y fuera de las fases agudas. Su acción se relaciona fundamentalmente con el aumento del volumen urinario, la mejora del aclaramiento de las vías urinarias y la modulación de los procesos inflamatorios, integrándose dentro de un abordaje médico global.

En la litiasis urinaria, el tratamiento termal encuentra indicación en las principales variedades químicas, incluyendo las litiasis oxalato-cálcicas, fosfato-cálcicas y de ácido úrico, siempre fuera de los episodios agudos obstructivos o infecciosos. En este contexto, las aguas de débil mineralización desempeñan un papel especialmente relevante, ya que favorecen la dilución urinaria, el aumento de la diuresis y la disminución de la sobresaturación de los solutos litogénicos, contribuyendo tanto a la prevención de recidivas como al acompañamiento del tratamiento médico.

Las infecciones urinarias recidivantes o crónicas, tanto de las vías urinarias altas como renales, así como de las vías urinarias bajas, particularmente las cistitis de repetición, constituyen también una indicación del tratamiento termal. En estos casos, el uso de aguas de débil mineralización contribuye a mejorar el lavado de las vías urinarias y a reducir la frecuencia de los episodios infecciosos, siempre como tratamiento complementario y fuera de los periodos de infección aguda.

La prostatitis crónica y las prostatitis de curso recidivante representan otra indicación clásica del tratamiento termal, donde la crenoterapia puede contribuir a la mejoría de la sintomatología dolorosa, miccional y funcional, especialmente en programas que incluyen técnicas balnearias locales.

Por último, las cistalgias de orina clara, caracterizadas por dolor o molestias vesicales en ausencia de infección demostrable, pueden beneficiarse del tratamiento termal, en particular mediante el uso de aguas de débil mineralización, que favorecen una micción más frecuente, disminuyen la irritación vesical y contribuyen a la mejora del confort urinario del paciente.

## **DERMATOLOGÍA**

El tratamiento termal constituye una opción terapéutica complementaria de interés en diversas enfermedades dermatológicas, especialmente en procesos crónicos, inflamatorios o recidivantes, y siempre fuera de las fases agudas. Sus efectos se relacionan con la acción antiinflamatoria, queratoplástica, antipruriginosa y reguladora de la función cutánea, contribuyendo a la mejora clínica y al aumento de la calidad de vida de los pacientes.

En los eczemas, el tratamiento termal resulta beneficioso, particularmente en el eczema seborreico, donde las aguas sulfuradas ejercen una acción reguladora de la secreción sebácea, antipruriginosa y antiinflamatoria, favoreciendo la mejoría de las lesiones cutáneas y la disminución de las recidivas.

La psoriasis constituye una de las indicaciones dermatológicas más clásicas del tratamiento termal. Las aguas cloruradas y las aguas sulfuradas han mostrado efectos favorables sobre la inflamación, la descamación y el prurito, contribuyendo a la regresión de las lesiones y a la mejora del confort cutáneo, especialmente en formas crónicas estables y en programas de tratamiento repetidos.

Las secuelas de quemaduras representan otra indicación del tratamiento termal, particularmente en la fase de reparación tisular, donde la crenoterapia puede favorecer la elasticidad cutánea, la hidratación de la piel y la mejora del aspecto de las cicatrices, contribuyendo a la atenuación de las discromías. El tratamiento termal puede ayudar en presencia de cicatrices hipertróficas o queloideas activas.

El tratamiento termal puede considerarse asimismo en pacientes con secuelas cutáneas post-oncológicas, una vez finalizados los tratamientos específicos y en situación de estabilidad clínica. En estos casos, la crenoterapia puede contribuir a la recuperación de la integridad cutánea, a la mejora de la sequedad, el prurito o la fragilidad de la piel secundaria a la radioterapia o quimioterapia, así como al bienestar general del paciente. La indicación debe ser siempre individualizada y coordinada con el equipo médico responsable del seguimiento oncológico

## **FLEBOLOGÍA**

El tratamiento termal constituye una opción terapéutica complementaria de interés en las enfermedades del sistema venoso y linfático, especialmente en procesos crónicos y evolutivos, y siempre fuera de las fases agudas. Sus efectos se relacionan con la mejora del retorno venoso y linfático, la reducción del edema, la modulación de los fenómenos inflamatorios locales y la mejora de la troficidad cutánea, contribuyendo al alivio sintomático y al aumento de la calidad de vida de los pacientes.

En la insuficiencia venosa crónica, especialmente cuando se acompaña de edema persistente y trastornos tróficos venosos, como la dermatitis de éstasis y la hipodermatitis, el tratamiento termal puede contribuir a disminuir la sensación de pesadez, el edema y las molestias locales, así como a mejorar el estado de la piel y los tejidos subcutáneos. Las varices y las complicaciones derivadas de las varices perforantes constituyen también una indicación frecuente, siempre como tratamiento complementario y fuera de los periodos inflamatorios agudos.

Las secuelas de flebitis, tanto profundas como superficiales, representan otra indicación clásica del tratamiento termal, particularmente en la fase de estabilización, donde la crenoterapia puede favorecer la recuperación funcional, mejorar la sintomatología residual y reducir el edema persistente.

Las hemorroides, en sus formas crónicas no complicadas, pueden beneficiarse del tratamiento termal mediante técnicas locales que contribuyen a disminuir la congestión venosa y las molestias asociadas, siempre fuera de las fases agudas trombosadas.

En la insuficiencia linfática crónica, el tratamiento termal puede integrarse como terapia complementaria, contribuyendo a la reducción del edema y a la mejora del confort del paciente, especialmente cuando se asocia a medidas de compresión y cuidado cutáneo. De igual modo, en la acrocianosis, el tratamiento termal puede favorecer la mejora de la microcirculación periférica y del trofismo cutáneo, con alivio de la sintomatología

## **ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES**

El tratamiento termal puede considerarse una opción terapéutica complementaria en determinadas enfermedades cardiovasculares crónicas, especialmente en aquellas que afectan a la circulación periférica, siempre en fases estables y tras una adecuada valoración médica. Su interés se fundamenta en la mejora de la microcirculación, la modulación del tono vascular y la influencia favorable sobre determinados factores de riesgo cardio metabólico, integrándose dentro de programas globales de rehabilitación y prevención secundaria.

En las afecciones arteriales, y de forma particular en la arteriopatía ocluyente crónica de los miembros inferiores, el tratamiento termal puede contribuir a la mejora de la sintomatología funcional, como el dolor isquémico y la claudicación

intermitente, así como a una mayor tolerancia al esfuerzo. De igual modo, en los fenómenos de Raynaud, la acción vasodilatadora y reguladora del tono vascular periférico puede favorecer la disminución de la frecuencia e intensidad de los episodios vasoespásticos, mejorando el confort del paciente.

El papel del tratamiento termal adquiere especial relevancia cuando se considera su efecto sobre el riesgo cardio metabólico, dado que la obesidad representa uno de los trastornos más prevalentes y severos, habitualmente asociada a hipertensión arterial, dislipidemia, diabetes y enfermedad cardiovascular. Los programas termales estructurados, particularmente cuando se combinan con intervenciones dietéticas, ejercicio físico adaptado y educación sanitaria, pueden contribuir a la reducción ponderal y a la mejora de parámetros metabólicos, con repercusión favorable sobre el perfil de riesgo vascular.

En pacientes con diabetes tipo 2 y síndrome metabólico, la balneoterapia integrada en programas de modificación del estilo de vida ha mostrado beneficios sobre el control metabólico y el estado inflamatorio de bajo grado, factores estrechamente relacionados con la salud vascular. Estas mejoras metabólicas pueden traducirse en un efecto indirecto de protección vascular, especialmente en contextos de enfermedad cardiovascular crónica estable.

Desde un punto de vista fisiopatológico, el tratamiento termal puede influir favorablemente sobre mecanismos implicados en la función endotelial, la microcirculación y la respuesta inflamatoria, contribuyendo a un entorno vascular más estable. En este sentido, la crenoterapia debe considerarse siempre como un complemento a las medidas terapéuticas convencionales y no como un sustituto, formando parte de un abordaje integral orientado a la mejora de la calidad de vida y la prevención de la progresión de la enfermedad cardiovascular.

## **NEUROLOGÍA**

El tratamiento termal y, de forma específica, la hidroterapia, constituyen una opción terapéutica complementaria de interés en pacientes con secuelas neurológicas no evolutivas y en enfermedades neurológicas crónicas en fase estacionaria, donde los objetivos principales son la mejora de la función motora, la reducción de la discapacidad y el mantenimiento de la capacidad funcional. La evidencia disponible apoya su utilidad especialmente en parámetros como la marcha, el equilibrio, la movilidad, la espasticidad y la calidad de vida.

En las secuelas motrices de origen cerebral, en particular las hemiplejías secundarias a accidente vascular cerebral, la hidroterapia puede contribuir a la mejora del equilibrio, la marcha y la seguridad en el movimiento. Las propiedades físicas del medio acuático, como la flotación, la presión hidrostática y la resistencia graduable, facilitan el reaprendizaje motor y permiten la realización de ejercicios funcionales con menor carga y menor riesgo de caídas.

Las secuelas de traumatismos craneoencefálicos y las situaciones próximas a lesiones medulares constituyen también una indicación del tratamiento termal en fases estables, donde la hidroterapia se orienta a la reeducación postural, el fortalecimiento muscular y el entrenamiento de la marcha cuando es posible, favoreciendo la recuperación funcional y la autonomía.

En las enfermedades neurológicas y neuromusculares crónicas en fase estacionaria, como la enfermedad de Parkinson, la esclerosis múltiple y las distrofias musculares, la hidroterapia puede integrarse como complemento de la rehabilitación convencional, favoreciendo la movilidad, el equilibrio y la capacidad funcional, siempre mediante programas individualizados y adaptados al grado de afectación.

En todos los casos, la indicación del tratamiento termal debe realizarse de forma individualizada, considerándose siempre como un complemento a los programas de rehabilitación neurológica convencionales y no como un sustituto de los mismos.

### ***SALUD MENTAL Y TRASTORNOS DEL SUEÑO***

El tratamiento termal constituye una opción terapéutica complementaria de interés en el ámbito de la salud mental y de los trastornos del sueño, especialmente en cuadros de intensidad leve a moderada y en situaciones asociadas a estrés crónico, alteraciones adaptativas y sobrecarga psicoemocional. En las últimas décadas se ha observado un aumento significativo de la prevalencia de los trastornos mentales y de los trastornos del sueño, lo que ha puesto de manifiesto la necesidad de estrategias terapéuticas integradoras que contribuyan a mejorar el bienestar y la calidad de vida de la población.

El sueño, tanto en su cantidad como en su calidad, desempeña un papel esencial en el funcionamiento físico, mental, social y emocional. Las alteraciones del sueño repercuten de forma negativa sobre la salud general, el rendimiento cognitivo, el equilibrio emocional y la capacidad de afrontamiento del estrés. En este contexto, la balneoterapia, administrada de forma aislada o en combinación con otras técnicas termales y programas de ejercicio físico adaptado, ha mostrado un efecto favorable sobre la percepción subjetiva de la calidad del sueño, contribuyendo a una mejora del descanso nocturno y del estado general.

Los mecanismos implicados en esta mejoría parecen ser multifactoriales. Entre ellos, destaca la influencia del tratamiento termal sobre la termorregulación, un componente clave del ciclo sueño-vigilia, así como su acción relajante global y su capacidad para favorecer la sincronización de los ritmos biológicos. Asimismo, se ha observado que la balneoterapia puede modular procesos inflamatorios de bajo grado, contribuyendo a la disminución de mediadores biológicos asociados a una mala calidad del sueño, lo que sugiere un posible efecto inmunomodulador relacionado con la regulación del descanso.

En el ámbito de la salud mental, el tratamiento termal puede resultar beneficioso en los trastornos de ansiedad, las somatizaciones, los trastornos de la adaptación,

los cuadros secundarios a estrés prolongado y los trastornos depresivos de carácter reactivo. En estos casos, la crenoterapia actúa como un modulador del estrés, favoreciendo la relajación, la disminución de la tensión psíquica y una mejor regulación emocional.

El tratamiento termal puede desempeñar también un papel de apoyo en los procesos de deshabitación frente a la dependencia o el abuso de sustancias psicotrópicas, siempre como complemento de los programas médicos y psicoterapéuticos específicos. En este contexto, su utilidad se relaciona principalmente con la mejora del sueño, la reducción del estrés y el fortalecimiento de los recursos adaptativos del paciente.

En todos los casos, la indicación del tratamiento termal en salud mental y trastornos del sueño debe realizarse de forma individualizada, integrándose dentro de un abordaje multidisciplinar y considerándose siempre como una terapia complementaria, orientada a la mejora del bienestar global y de la calidad de vida, sin sustituir a los tratamientos médicos o psicológicos establecidos.

### ***MEDICINA TERMAL Y SALUD GINECOLÓGICA DE LA MUJER***

El tratamiento termal constituye una opción terapéutica complementaria de especial interés en diversas afecciones ginecológicas crónicas, especialmente aquellas que cursan con dolor, inflamación, alteraciones tróficas de las mucosas o repercusión sobre la calidad de vida. Su utilidad se fundamenta en la acción antiinflamatoria, analgésica, trófica y reguladora del medio termal, integrándose dentro de un abordaje médico global y siempre fuera de las fases agudas.

El tratamiento termal encuentra indicación en las afecciones inflamatorias crónicas del aparato ginecológico, así como en las algias pélvicas crónicas cuando alcanzan un carácter invalidante. En este grupo se incluyen la dismenorrea, la dispareunia y otros cuadros dolorosos persistentes, donde la crenoterapia puede contribuir a la reducción del dolor, a la relajación de la musculatura pélvica y a la mejora del bienestar general.

La atrofia mucosa, particularmente cuando se acompaña de sequedad, fragilidad tisular y molestias locales, constituye otra indicación relevante del tratamiento termal. En estos casos, la terapia con aguas mineromedicinales puede favorecer la hidratación y el trofismo de las mucosas, contribuyendo a la disminución de las molestias locales y a una mejor tolerancia funcional.

Los trastornos asociados a la menopausia constituyen una de las indicaciones ginecológicas más frecuentes del tratamiento termal. Entre ellos destacan la sequedad de las mucosas, las molestias genitourinarias y otros síntomas funcionales que repercuten sobre la calidad de vida. En este contexto, el tratamiento termal puede contribuir a mejorar el confort local, el bienestar general y la percepción de salud, integrándose dentro de un enfoque preventivo y de acompañamiento.

La medicina termal ha estado históricamente vinculada a la salud de la mujer, que constituye el principal grupo de usuarias de los balnearios, tanto por la mayor prevalencia de determinadas patologías crónicas como por su papel activo en el cuidado de la salud y la prevención. En este sentido, el tratamiento termal ofrece un espacio terapéutico integrador que aborda de forma conjunta los aspectos físicos, funcionales y de bienestar, contribuyendo a una mejora global de la calidad de vida femenina en distintas etapas del ciclo vital.

En todos los casos, la indicación del tratamiento termal en ginecología debe realizarse de forma individualizada, bajo supervisión médica y como complemento a los tratamientos ginecológicos convencionales, sin sustituirlos.

## Referencias

- Agostini G. *Manuale di medicina termale*. Torino: Archimedica; 2000.
- Aguilera L, Corvillo I, Martín-Megias AI, Maraver F. Balneoterapia en pediatría. *Med Naturista*. 2015;9(1):59-60.
- Armand B, Armenier F, Auge M, Casedevant B, Darrouzet JM, Delaire PL, et al. *Mieux connaître le cures thermales chez l'enfant*. París: Expansion Scientifique Française; 1991.
- Armijo F. *Cien años de análisis de las aguas mineromedicinales*. Madrid: Universidad Complutense; 2012.
- Armijo M, San Martín J. *Curas balnearias y climáticas, talasoterapia y helioterapia*. Madrid: Ed. Complutense; 1994.
- Bellussi L, De Benedetto M, Giordano C, Mira E, Passáli D, Paludetti G, Scaglione F. Crenotherapy and upper airways diseases. Consensus Conference. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2006;26(4 Suppl 83):5-54.
- Bender T, Karagülle Z, Bálint GP, Gutenbrunner C, Bálint PV, Sukenik S. Hydrotherapy, balneotherapy, and spa treatment in pain management. *Rheum Int*. 2005;25:220-224.
- Carpentier PH, Blaise S, Satger B, Genty C, Rolland C, Roques C, Bosson JL. A multicenter randomized controlled trial evaluating balneotherapy in patients with advanced chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg*. 2014;59(2):447-454.
- Ceballos MA. *Glosario de hidrología médica*. Madrid: Ediciones UEM; 2001.
- Dubois O, Boulangé M, Lhô H. *Thermalisme hydrothérapie et psychiatrie*. París: Masson; 2000.
- Dupont C, Campagne A, Constant F. Efficacy and safety of a magnesium sulfate-rich natural mineral water for patients with functional constipation. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2014;12(8):1280-1287.

- Fioravanti A, Cantarini L, Guidelli GM, Galeazzi M. Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatol Int.* 2011;31(1):1-8.
- Forestier R, Erol Forestier FB, Francon A. Spa therapy and knee osteoarthritis: a systematic review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59(3):216-226.
- Forestier R, Erol-Forestier FB, Francon A. Current role for spa therapy in rheumatology. *Joint Bone Spine.* 2016.
- Forestier R, Tabone W, Palmer M, Jeambrun P, Chareyras JB, Guerrero D, Fabry R, Françon A. La crénobalnéothérapie en France. *Revue générale. Press Therm Climat.* 2012;149:45-59.
- Gutenbrunner C, Bender T, Cantista P, Karagülle Z. A proposal for a worldwide definition of health resort medicine, balneology, medical hydrology and climatology. *Int J Biometeorol.* 2010;54(5):495-507.
- Karagülle O, Smorag U, Candir F, Gundermann G, Jonas U, Becker AJ, Gehrke A, Gutenbrunner C. Clinical study on the effect of mineral waters containing bicarbonate on the risk of urinary stone formation in patients with multiple episodes of CaOx-urolithiasis. *World J Urol.* 2007;25(3):315-323.
- Martín AI. Aspectos negativos de la cura termal. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 2015;30(2):205-215.
- Maraver Eyzaguirre F. Indicaciones de las aguas mineromedicinales. En: *Vademécum de las aguas mineromedicinales de Galicia.* Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela; 2017. p. 29-36.
- Maraver F. Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales. En: Maraver F, coordinador. *Vademécum de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid: ISCIII; 2003. p. 13-22.
- Maraver F, Armijo F. *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid: Complutense; 2010.
- Maraver F, Conde M. Crenoterapia en odonto-estomatología. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 1989;4(1):33-35.
- Maraver F, Corvillo I, Martín-Megías AI, Armijo F. Hidrología médica, una especialidad poco conocida. *Med Clin (Barc).* 2013;141(12):556-557.
- Matz H, Orion E, Wolf R. Balneotherapy in dermatology. *Dermatol Ther.* 2003;16(2):132-140.
- Pérez Fernández MR. *Principios de hidroterapia y balneoterapia.* Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España; 2005.

- Queneau P, Bolangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. *Médecine thermale - faits et preuves*. París: Masson Col Abrégés; 2000.
- Roques CF. Modernité du thermalisme. En: *La Presse Thermale et Climatique*, editor. *Florilège thermal. Les 150 ans de la Société*. París: Société Française d'Hydrologie et de Climatologie Médicales; 2006. p. 5-8.
- Roques CF. Thermalisme sanitaire et thermalisme social. *Press Therm Climat*. 2003;140:15-19.
- San José C. *Hidrología médica y terapias complementarias*. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2012.
- San José-Rodríguez JC. La trascendencia del Programa de Termalismo Social en la promoción de la salud y en el tratamiento de enfermedades crónicas. *Bol Soc Esp Hidrol Med*. 2014;29(1):13-16.
- San-José JC. *Hidrología médica: fundamentos y aplicación práctica*. Jano. 2008;1700:28-35.
- Santos I, Cantista P, Vasconcelos C. Balneotherapy in rheumatoid arthritis-a systematic review. *Int J Biometeorol*. 2016;60(8):1287-1301.
- Saz P, Gálvez JJ, Ortiz M, Saz S. Agua y salud. *Balneoterapia*. *Offarm*. 2011;30(6):66-70.
- Stier-Jarmer M, Kus S, Frisch D, Sabariego C, Schuh A. Health resort medicine in non-musculoskeletal disorders: is there evidence of its effectiveness? *Int J Biometeorol*. 2015;59(10):1523-1544.
- Storozhenko N, Solimene U, Cantista P, Surdu O, Ponikowska I, Ponomarenko G, Dubois T, Santuari A, Boikov A. St. Petersburg Declaration on Thermal Medicine 23rd-24th April 2013. *Bol Soc Esp Hidrol Med*. 2013;28(1):59-64.
- Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. *Le guide des bonnes pratiques thermales*. *Press Therm Climat*. 2004;141:101-143.
- Tenti S, Chelieschi S, Galeazzi M, Fioravanti A. Spa therapy: can be a valid option for treating knee osteoarthritis? *Int J Biometeorol*. 2015;59(8):1133-1143.
- Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SM, Boers M, Cardoso JR, Lambeck J, de Bie RA, de Vet HC. Balneotherapy for osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;(4):CD006864.



# Indicaciones terapéuticas de las aguas termales estudiadas de Uruguay

María L. VELA<sup>(1)</sup>, Francisco MARAVER<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

## Resumen

El presente trabajo analiza las indicaciones terapéuticas de las principales aguas termales del litoral norte de Uruguay, estableciendo una diferenciación clara según su composición físico-química, grado de mineralización y temperatura, y relacionándolas con sus aplicaciones clínicas en medicina termal. Las aguas cloruradas sódicas de fuerte mineralización de Almirón (Paysandú) se caracterizan por una marcada acción estimulante metabólica, trófica y circulatoria, siendo especialmente indicadas en patología reumatológica crónica, procesos de rehabilitación funcional, afecciones respiratorias crónicas, dermatosis persistentes y secuelas postraumáticas, postquirúrgicas y postoncológicas. Su utilización es fundamentalmente tópica, mediante balneación, duchas, masoterapia y fangoterapia, con uso hidropícnico limitado y siempre bajo control médico. Por su parte, las aguas termales de débil a media mineralización de Guaviyú, Aguas Claras, Altos del Arapey, Arapey Municipal, Club Remeros y Daymán (Paysandú y Salto) presentan una excelente tolerancia, lo que las hace especialmente adecuadas para tratamientos prolongados, población sensible y programas preventivos. Estas aguas ejercen efectos relajantes, analgésicos y moduladores del sistema nervioso autónomo, estando indicadas en afecciones reumatológicas no inflamatorias, patología respiratoria crónica, dermatosis estables, trastornos del sueño, estrés crónico, salud ginecológica de la mujer, envejecimiento saludable y recuperación funcional en el ámbito deportivo. En conjunto, se pone de manifiesto el alto valor terapéutico, preventivo y rehabilitador de las aguas termales uruguayas, tanto en el abordaje de patologías crónicas como en programas de promoción de la salud, bienestar y longevidad, subrayando la necesidad de su integración dentro de protocolos médicos estructurados y supervisados.

**Palabras clave:** aguas termales de Uruguay, medicina termal, balneoterapia, patologías crónicas, rehabilitación, envejecimiento saludable.

## Therapeutic indications of the Studied Thermal Waters in Uruguay.

### **Abstract**

The therapeutic indications of the main thermal waters of northern Uruguay were analyzed, establishing a clear differentiation based on their physicochemical composition, degree of mineralization, and temperature, and linking these characteristics to their clinical applications in thermal medicine. Highly mineralized sodium–chloride waters from Almirón (Paysandú) are characterized by a marked metabolic, trophic, and circulatory stimulating effect, making them particularly suitable for chronic rheumatologic conditions, functional rehabilitation processes, chronic respiratory diseases, persistent dermatoses, and post-traumatic, post-surgical, and post-oncological sequelae. Their use is primarily topical, through balneation, showers, massage therapy, and peloid therapy, with limited hydropinic use and always under medical supervision. In contrast, the low- to moderately mineralized thermal waters of Guaviyú, Aguas Claras, Altos del Arapey, Arapey Municipal, Club Remeros, and Daymán (Paysandú and Salto) exhibit excellent tolerance, making them especially suitable for prolonged treatments, sensitive populations, and preventive programs. These waters exert relaxing, analgesic, and autonomic nervous system–modulating effects and are indicated for non-inflammatory rheumatologic conditions, chronic respiratory diseases, stable dermatoses, sleep disorders, chronic stress, women’s gynecological health, healthy aging, and functional recovery in sports contexts. Overall, the chapter highlights the high therapeutic, preventive, and rehabilitative value of Uruguay’s thermal waters, both in the management of chronic diseases and in health promotion, well-being, and longevity programs, underscoring the need for their integration into structured and supervised medical protocols.

**Key words:** Uruguayan thermal waters, thermal medicine, balneotherapy, rehabilitation, healthy aging.

### REFERENCIA NORMALIZADA

Vela ML, Maraver F. Indicaciones terapéuticas de las aguas termales estudiadas de Uruguay. *Balnea*, 2026, 12, 171-181

## INTRODUCCIÓN

El litoral norte del Uruguay alberga un conjunto de aguas termales de notable interés sanitario, cuyas características hidrogeológicas, fisicoquímicas y térmicas permiten su aplicación en distintos ámbitos de la medicina termal. Estas aguas mineromedicinales, utilizadas tradicionalmente con fines terapéuticos y de bienestar,

presentan composiciones diversas que condicionan sus efectos biológicos y determinan indicaciones clínicas diferenciadas.

La correcta interpretación de las propiedades de cada tipo de agua resulta esencial para su uso racional en la práctica clínica. Factores como la mineralización, el predominio iónico y la temperatura influyen directamente en los mecanismos de acción y, en consecuencia, en su indicación terapéutica.

En este contexto, el presente apartado tiene como objetivo describir de forma sistemática las indicaciones terapéuticas de las aguas termales analizadas en Uruguay, estableciendo una clasificación funcional que permita relacionar su composición fisicoquímica con su aplicación en patologías crónicas, procesos de rehabilitación, programas preventivos y estrategias orientadas al bienestar y al envejecimiento saludable

## **AGUAS CLORURADAS SÓDICAS: AGUAS MINERALES DE ALMIRÓN (DEPARTAMENTO DE PAYSANDÚ)**

Las aguas minerales de Almirón, en el departamento de Paysandú (Uruguay), se caracterizan por ser hipotermas, de mineralización fuerte, cloruradas sódicas y extremadamente duras. Desde el punto de vista terapéutico, estas aguas ejercen una acción estimulante sobre las funciones orgánicas y metabólicas, favorecen el trofismo celular y los procesos de cicatrización y reparación tisular, y contribuyen a la mejora de la circulación sanguínea y linfática, siendo especialmente indicadas en patologías crónicas y estados de recuperación funcional.

La administración de estas aguas se realiza fundamentalmente por vía tópica, mediante baños de inmersión, chorros y masajes bajo ducha, pudiendo integrarse asimismo en técnicas complementarias.

### **Afecciones reumatológicas**

Las principales indicaciones de estas aguas corresponden a los trastornos reumatológicos, destacando la artrosis de los miembros, las raquialgias crónicas, la fibromialgia, los reumatismos inflamatorios no articulares, las tendinopatías crónicas, los síndromes algoneurodistróficos, así como los estados postraumáticos y la recuperación postquirúrgica del aparato locomotor, donde contribuyen a la reducción del dolor y a la mejora funcional.

### **Afecciones respiratorias**

Aplicadas en forma de vapor o inhalaciones, las aguas cloruradas sódicas de Almirón están indicadas en afecciones del tracto respiratorio, tanto de las vías respiratorias superiores, como rinitis, rinosinusitis, laringitis, faringitis y otitis, como de las vías respiratorias bajas, incluyendo la bronquitis crónica, los procesos

broncoobstructivos crónicos y determinadas formas de asma, siempre fuera de las fases agudas.

### **Afecciones dermatológicas**

Estas aguas presentan indicación en diversas enfermedades dermatológicas crónicas, como la psoriasis, los eczemas y determinadas dermatitis. Resultan igualmente beneficiosas en las secuelas de quemaduras, de cirugía plástica y reparadora, así como en las secuelas cutáneas de tratamientos oncológicos, incluyendo xerosis, radiodermatitis, cicatrices, fisuras y alteraciones mucosas posteriores a quimioterapia o radioterapia. Otras indicaciones incluyen la eritrosis, la ictiosis y el liquen plano.

### **Afecciones infantiles**

En la población pediátrica, las aguas cloruradas sódicas de Almirón están indicadas en trastornos respiratorios recidivantes, como rinosinusitis crónica, otitis de repetición y asma infantil, así como en afecciones dermatológicas, entre ellas la dermatitis atópica, los eczemas, la psoriasis y las secuelas de quemaduras. También pueden integrarse en programas de rehabilitación neurológica infantil, siempre en fases estables y bajo supervisión especializada.

### **Afecciones asociadas al estilo de vida contemporáneo**

Las aguas cloruradas sódicas han despertado un interés creciente en relación con las afecciones asociadas al estrés crónico, la exposición solar y el envejecimiento cutáneo. Su elevada mineralización y la calidad de sus sales pueden influir en los procesos de renovación celular y ejercer un efecto protector frente al daño oxidativo, especialmente a nivel cutáneo, contribuyendo al mantenimiento del tónico y la vitalidad de la piel.

asociadas al estilo de vida contemporáneo

### **Afecciones deportivas**

En el ámbito de la medicina del deporte, estas aguas permiten abordar la rehabilitación de lesiones aprovechando las propiedades de flotabilidad, que reducen la carga articular y facilitan el movimiento precoz. Combinadas con masajes terapéuticos y fisioterapia, favorecen una recuperación funcional más rápida y global, en un entorno no hospitalario que mejora la adhesión al tratamiento.

**AGUAS DE DÉBIL A MEDIA MINERALIZACIÓN: CENTROS TERMALES DE GUAUVIYÚ – PAYSANDÚ Y AGUAS CLARAS, ALTOS DEL ARAPEY, ARAPEY MUNICIPAL, CLUB REMEROS Y DAYMÁN – SALTO.**

Las aguas minerales de Guaviyú, Aguas Claras, Altos del Arapey, Arapey Municipal, Club Remeros y Daymán presentan características hidrogeológicas comunes que permiten su agrupación terapéutica. Se trata de aguas termales con temperaturas superiores a 35 °C, mesotermiales e hipertermiales, de mineralización débil a media (inferior a 1 g/L), con iones predominantes bicarbonato y sodio, y presencia variable de cloruros y calcio.

Estas características confieren a estas aguas una excelente tolerancia, lo que las hace especialmente adecuadas para tratamientos prolongados, para población sensible y para programas orientados tanto a la patología crónica como a la prevención y el bienestar. Desde el punto de vista terapéutico, ejercen una acción relajante, analgésica y sedante, favorecen la vasodilatación periférica, la relajación muscular y la modulación del sistema nervioso autónomo.

### **Afecciones reumatológicas**

En el ámbito de la reumatología, están indicadas en la artrosis, las raquialgias crónicas, los reumatismos no inflamatorios, la fibromialgia, las tendinopatías y los estados de rigidez muscular, así como en la recuperación postraumática y postquirúrgica del aparato locomotor, donde el efecto termoterápico facilita la movilidad, reduce el dolor y mejora la capacidad funcional.

### **Afecciones respiratorias**

Estas aguas presentan indicación en las afecciones respiratorias, tanto de vías respiratorias superiores, rinitis, rinosinusitis, faringitis, laringitis y otitis, como de vías respiratorias bajas, incluyendo bronquitis crónica, procesos broncoobstructivos y asma, especialmente mediante técnicas de balneación, vapor e inhalaciones, siempre fuera de las fases agudas.

### **Afecciones dermatológicas**

En dermatología, estas aguas son bien toleradas en pieles sensibles y están indicadas en dermatosis crónicas como eczemas, dermatitis y psoriasis en fases estables, así como en alteraciones tróficas y sequedad cutánea. Resultan igualmente adecuadas en las secuelas cutáneas postoncológicas, contribuyendo a mejorar la hidratación, el confort cutáneo y la calidad de vida.

### **Salud mental y trastornos del sueño**

Estas aguas se integran con facilidad en programas de salud mental y trastornos del sueño, ya que su elevada temperatura y baja mineralización favorecen la relajación profunda, la disminución del estrés, la regulación del tono neurovegetativo y la mejora del descanso nocturno. En este sentido, resultan especialmente indicadas en estados de estrés crónico, ansiedad leve y trastornos adaptativos.

### **Medicina termal, longevidad y salud ginecológica de la mujer**

En el ámbito de la salud de la mujer, estas aguas se emplean como tratamiento complementario en patologías ginecológicas crónicas, en los trastornos asociados a la menopausia, la sequedad de mucosas y las algias pélvicas funcionales, aportando alivio sintomático y mejora del bienestar general.

Por sus características físico-químicas, estas aguas resultan especialmente adecuadas para programas relacionados con el estilo de vida y la longevidad, orientados a la prevención del envejecimiento funcional, la reducción de la fatiga, la mejora de la movilidad y el mantenimiento de la calidad de vida en adultos y personas mayores. En este contexto, se integran dentro de estrategias de envejecimiento saludable y promoción de hábitos de vida activos.

### **Rehabilitación: medicina en el deporte**

En el ámbito deportivo, estas aguas permiten abordar la recuperación muscular y articular tras el esfuerzo físico, así como la rehabilitación de lesiones, aprovechando la flotabilidad, el efecto termoterápico y la relajación muscular. Su uso favorece la recuperación funcional, la disminución del dolor y una reincorporación progresiva a la actividad física.

### **Medicina estética y bienestar (wellness)**

Estas aguas mineromedicinales del litoral norte de Uruguay encontrarán la posible aplicación en programas de estética y bienestar, contribuyendo a la mejora del trefismo cutáneo, la hidratación de la piel, la relajación muscular y la percepción de bienestar general, integrándose en protocolos de cuidado corporal y prevención del envejecimiento cutáneo.

## **CONCLUSIÓN**

El análisis de las aguas termales del litoral norte del Uruguay pone de manifiesto su relevante valor terapéutico, preventivo y rehabilitador, sustentado en la diversidad de sus características fisicoquímicas y en la adecuada correspondencia entre tipo de agua, técnica de aplicación e indicación clínica. La diferenciación entre aguas cloruradas sódicas de fuerte mineralización y aguas de débil a media mineralización permite establecer perfiles de uso bien definidos, optimizando su aplicación en función de la patología y de las características del paciente.

Las aguas de Almirón destacan especialmente en el abordaje de afecciones reumatológicas crónicas, dermatológicas, respiratorias y en la rehabilitación funcional, mientras que las aguas de menor mineralización muestran una excelente tolerancia, lo que las convierte en un recurso idóneo para tratamientos prolongados, programas de prevención, envejecimiento saludable, bienestar y recuperación funcional en distintos grupos etarios.

En conjunto, los resultados refuerzan la necesidad de integrar las aguas termales uruguayas dentro de protocolos médicos estructurados y supervisados, garantizando su uso seguro, eficaz y basado en criterios clínicos. Asimismo, se pone de relieve la importancia de continuar desarrollando investigación clínica y traslacional que permita consolidar la evidencia científica y favorecer un marco regulatorio y asistencial acorde al potencial sanitario de la medicina termal en Uruguay.

## **Referencias**

- Alvareda E, Vela L, Armijo F, Ernst A, Da Rocha S, Gamazo P, Maraver F. Hydrogeochemical Characterization of Thermal Waters from the Guaraní Aquifer in Uruguay and Their Potential Use in Balneology. *Water*. 2026;18(5):534.
- Antonelli M, Donelli D. Mud therapy and skin microbiome: a review. *Int J Biometeorol*. 2018;62:2037-2044.
- Antonelli M, Donelli D. Effects of balneotherapy and spa therapy on levels of cortisol as a stress biomarker: a systematic review. *Int J Biometeorol*. 2018;62:913-924.
- Antonelli M, Donelli D, Veronesi L, et al. Clinical efficacy of medical hydrology: an umbrella review. *Int J Biometeorol*. 2021;65:1597-1614.
- Bernetti A, Mangone M, Alvitto F, et al. Spa therapy and rehabilitation of musculoskeletal pathologies: a proposal for best practice in Italy. *Int J Biometeorol*. 2020;64:905-914.
- Bourrain M, Suzuki MT, Calvez A, et al. In-depth prospection of Avène Thermal Spring Water reveals an uncommon and stable microbial community. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2020;34 Suppl 5:8-14.
- Burton A, Smith M, Falkenberg T. Building WHO's global strategy for traditional Medicine. *Eur J Integr Med*. 2015;7:13-15.
- Cacciapuoti S, Luciano MA, Megna M, et al. The role of thermal water in chronic skin diseases management: a review of the literature. *J Clin Med*. 2020;9:3047.
- Calzetta L, Di Daniele N, Chetta A, et al. The impact of thermal water in asthma and COPD: a systematic review according to the PRISMA statement. *J Clin Med*. 2024;13:1071.
- Carbajo JM, Maraver F. Sulphurous mineral waters: new applications for health. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2017;2017:8034084.
- Carbajo JM, Maraver F, Vela L, Munteanu C. Hydrogen sulfide in balneology: physiology, evidence, and clinical translation. *Int J Mol Sci*. 2025;26(21):10790.

- Castelli L, Galasso L, Mulè A, et al. Sleep and spa therapies: what is the role of balneotherapy associated with exercise? A systematic review. *Front Physiol.* 2022;13:964232.
- Cheleschi S, Tenti S, Seccafico I, et al. Balneotherapy year in review 2021: focus on the mechanisms of action of balneotherapy in rheumatic diseases. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022;29:8054-8073.
- Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. *Metabolism.* 2019;92:6-10.
- Clark-Kennedy J, Kennedy G, Cohen M, Conduit R. Mental health outcomes of balneotherapy: a systematic review. *Int J Spa Wellness.* 2021;4:69-92.
- de Moraes Silva MA, Nakano LC, Cisneros LL, Miranda F Jr. Balneotherapy for chronic venous insufficiency. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;8:CD013085.
- Facchini M, Paduano S, Venturelli F, et al. Effects of mud-therapy on pain, function and quality of life in patients with rheumatic and dermatologic diseases: a systematic review and meta-analysis. *Popul Med.* 2023;5.
- Fioravanti A. Foreword: balneotherapy in rheumatic diseases. *Int J Biometeorol.* 2020;64:903-904.
- Fioravanti A, Adamczyk P, Pascarelli NA, et al. Clinical and biochemical effects of a 3-week program of diet combined with spa therapy in obese and diabetic patients: a pilot open study. *Int J Biometeorol.* 2015;59:783-789.
- Fioravanti A, Antonelli M, Vitale M. Advances in modern balneology: new evidence-based indications from recent studies. *Int J Biometeorol.* 2024;68(11):2447-2452.
- Fioravanti A, Karagülle M, Bender T, Karagülle MZ. Balneotherapy in osteoarthritis: facts, fiction and gaps in knowledge. *Eur J Integr Med.* 2017;9:148-150.
- Fioravanti A, Lamboglia A, Pascarelli NA, et al. Thermal water of Vetricolo, Trentino, inhibits the negative effect of interleukin-1 $\beta$  on nitric oxide production and apoptosis in human osteoarthritic chondrocyte. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2013;27:891-902.
- Gálvez I, Fioravanti A, Ortega E. Spa therapy and peripheral serotonin and dopamine function: a systematic review. *Int J Biometeorol.* 2024;68:153-161.
- Gin H, Demeaux J-L, Grelaud A, et al. Observation of the long-term effects of lifestyle intervention during balneotherapy in metabolic syndrome. *Thérapie.* 2013;68:163-167.
- Grishechkina IA, Lobanov AA, Andronov SV, et al. Long-term outcomes of different rehabilitation programs in patients with long COVID syndrome: a cohort prospective study. *Eur J Transl Myol.* 2023;33.

- Güneri FD, Karaarslan F, Forestier FBE, et al. Publication activity in water treatments: web of Science-based bibliometric analysis of the last two decades. *Int J Biometeorol.* 2022;66:1829-1839.
- Hanh T, Serog P, Fauconnier J, et al. One-year effectiveness of a 3-week balneotherapy program for the treatment of overweight or obesity. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2012;2012:150839.
- Koçak FA, Kurt EE, Milletli Sezgin F, et al. The effect of balneotherapy on body mass index, adipokine levels, sleep disturbances, and quality of life of women with morbid obesity. *Int J Biometeorol.* 2020;64:1463-1472.
- Lobanov AA, Irina A, Grishechkina I, Andronov SV, et al. Can aquatic exercises contribute to the improvement of the gait stereotype function in patients with long COVID outcomes? *Eur J Transl Myol.* 2022;32.
- Maccarone MC, Magro G, Tognolo L, Masiero S. Post COVID-19 persistent fatigue: a proposal for rehabilitative interventions in the spa setting. *Int J Biometeorol.* 2021;65:2241-2243.
- Maccarone MC, Masiero S. Health resort therapy interventions in the COVID-19 pandemic era: what next? *Int J Biometeorol.* 2021;65:1995-1997.
- Maccarone MC, Masiero S. Spa therapy interventions for post-respiratory rehabilitation in COVID-19 subjects: does the review of recent evidence suggest a role? *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021;28:46063-46066.
- Maccarone MC, Venturini E, Masiero S. Exploring the potential role of health resort medicine in the management of breast cancer-related lymphedema: a viable alternative for innovative rehabilitation opportunities? *Int J Biometeorol.* 2023;67:1505-1507.
- Manara S, Beghini F, Masetti G, et al. Thermal therapy modulation of the psoriasis-associated skin and gut microbiome. *Dermatol Ther.* 2023;13:2769-2783.
- Manica P, Claudatus J, Pertile R, et al. Efficacy of balneotherapy on pain, function, and sleep quality in patients with chronic low back pain: a prospective observational study. *Int J Biometeorol.* 2024.
- Menegatti E, Masiero S, Zamboni P, et al. Randomized controlled trial on dryland and thermal aquatic standardized exercise protocol for chronic venous disease (DATA study). *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2021;9:1226-1234.e2.
- Mirandola P, Gobbi G, Micheloni C, et al. Hydrogen sulfide inhibits IL-8 expression in human keratinocytes via MAP kinase signaling. *Lab Invest.* 2011;91:1188-1194.
- Oronsky B, Larson C, Hammond TC, et al. A review of persistent post-COVID syndrome (PPCS). *Clin Rev Allergy Immunol.* 2023;64:66-74.

- Pozzi G, Gobbi G, Masselli E, et al. Buffering adaptive immunity by hydrogen sulfide. *Cells*. 2022;11.
- Pozzi G, Masselli E, Gobbi G, et al. Hydrogen sulfide inhibits TMPRSS2 in human airway epithelial cells: implications for SARS-CoV-2 infection. *Biomedicines*. 2021;9.
- Queneau P, Roques C, coordinadores. *Medicina termal: datos científicos*. Madrid: Videocinco; 2019.
- Rapolienė L, Razbadauskas A, Sąlyga J, Martinkėnas A. Stress and fatigue management using balneotherapy in a short-time randomized controlled trial. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2016;2016:9631684.
- Reger M, Kutschan S, Freuding M, et al. Water therapies (hydrotherapy, balneotherapy or aqua therapy) for patients with cancer: a systematic review. *J Cancer Res Clin Oncol*. 2022;148:1277-1297.
- Schnebelen-Berthier C, Negro N, Jaruga A, et al. Long-term effect of spa therapy combined with patient education program on subjects with overweight and obesity: a controlled study. *Obes Res Clin Pract*. 2019;13:492-498.
- Silva J, Martins J, Nicomédeo C, et al. A novel approach to assess balneotherapy effects on musculoskeletal diseases: an open interventional trial combining physiological indicators, biomarkers, and patients' health perception. *Geriatrics (Basel)*. 2023;8:55.
- Soriano JB, Murthy S, Marshall JC, et al. A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus. *Lancet Infect Dis*. 2022;22:e102-e107.
- Stranges S, Tigbe W, Gómez-Olivé FX, et al. Sleep problems: an emerging global epidemic? Findings from the INDEPTH WHO-SAGE study among more than 40,000 older adults from 8 countries across Africa and Asia. *Sleep*. 2012;35:1173-1181.
- Ultimo S, Zauli G, Martelli AM, et al. Influence of physical exercise on microRNAs in skeletal muscle regeneration, aging and diseases. *Oncotarget*. 2018;9:17220-17237.
- Ushikoshi-Nakayama R, Yamazaki T, Omagari D, et al. Evaluation of the benefits of neutral bicarbonate ionized water baths in an open-label, randomized, crossover trial. *Sci Rep*. 2024;14:1261.
- Vaccarezza M, Vitale M. Crenotherapy: a neglected resource for human health now re-emerging on sound scientific concepts. *Int J Biometeorol*. 2010;54:491-493.
- Vela ML, Michan-Doña A, Pini V, Fernández-Porta C, De Gracia JA, Fernández-Torán MA, Maraver F. Prevalence of frailty, prefrailty and geriatric syndromes in people aged 60 or more that use the Cofrentes spa: a pilot study. *Balneo PRM Res J*. 2023;14(2):548.

- Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SMA, Boers M, et al. Balneotherapy for osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;CD006864.
- Viegas J, Cardoso EM, Bonneau L, et al. A novel bionebulizer approach to study the effects of natural mineral water on a 3D in vitro nasal model from allergic rhinitis patients. *Biomedicines*. 2024;12.
- Viegas J, Esteves AF, Cardoso EM, et al. Biological effects of thermal water-associated hydrogen sulfide on human airways and associated immune cells: implications for respiratory diseases. *Front Public Health*. 2019;7:128.
- Yang B, Qin Q-Z, Han L-L, et al. Spa therapy (balneotherapy) relieves mental stress, sleep disorder, and general health problems in sub-healthy people. *Int J Biometeorol*. 2018;62:261-272.



## **CAPÍTULO III**



# Análisis de las aguas minerales y termales del litoral norte de Uruguay

Elena M. ALVAREDA MIGLIARO<sup>(1)</sup>, María L. VELA<sup>(2)</sup>, Ana ERNST<sup>(3)</sup>,  
Francisco ARMIJO<sup>(2)</sup>, Francisco MARAVER<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento del Agua. CENUR Litoral Norte. Rivera 1350 Salto, CP 50000, Uruguay.

<sup>(2)</sup> Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia, Facultad de Medicina,  
Universidad Complutense de Madrid

<sup>(3)</sup> Medicina Física e Hidrología Médica. Joaquín Suarez 32, Salto Uruguay

## Resumen

Este estudio presenta la caracterización hidroquímica y geoespacial de los sistemas de agua subterránea termal en Uruguay, lo que permite su clasificación desde el punto de vista de la hidrología médica. Estos recursos, se explotan desde no hace más de 50 años, dentro de estrategias regionales de turismo de salud y bienestar, convirtiéndose en la actualidad en el cuarto destino turísticos del país.

Se investigaron siete fuentes de agua subterránea termal ubicadas en el noroeste de Uruguay, principalmente asociadas al Sistema Acuífero Guaraní, junto con el singular manantial Almirón, asociado a otro entorno hidrogeológico distinto, el Sistema Acuífero San Gregorio-Buena Vista. Se realizaron mediciones de campo y análisis de laboratorio para determinar parámetros fisicoquímicos, iones principales y contenido en gases. Los resultados indican que la mayoría de las aguas termales asociadas al Sistema Acuífero Guaraní se caracterizan por facies de bicarbonato de sodio, con mineralización de débil a media. Residuo seco hasta 180 °C, (311–734 mg/L), y temperaturas Mesotermiales e hipertermiales (36,3–44,5 °C). En comparación, el manantial de Almirón presenta una facies de cloruro-sodio con una fuerte mineralización. Residuo seco hasta 180 °C, (6590 mg/L) e hipotermal (32 °C).

**Palabras clave:** aguas minerales, aguas termales subterráneas; análisis; Sistema Acuífero Guaraní; Uruguay

Analysis of the mineral and thermal waters of the northern  
Litoral of Uruguay

**Abstract**

This study presents the hydrochemical and geospatial characterization of thermal groundwater systems in Uruguay, allowing for their classification from a medical hydrology perspective. These resources have been exploited for no more than 50 years within regional health and wellness tourism strategies, becoming the country's fourth most popular tourist destination.

Seven thermal groundwater sources located in northwestern Uruguay were investigated, primarily associated with the Guarani Aquifer System, along with the unique Almirón spring, associated with a different hydrogeological environment, the San Gregorio-Buena Vista Aquifer System. Field measurements and laboratory analyses were performed to determine physicochemical parameters, main ions, and gas content. The results indicate that most of the thermal waters associated with the Guarani Aquifer System are characterized by sodium bicarbonate facies, with weak to moderate mineralization. Dry residue up to 180 °C (311–734 mg/L), and mesothermal and hyperthermal temperatures (36.3–44.5 °C). In comparison, the Almirón spring exhibits a sodium chloride facies with strong mineralization. Dry residue up to 180 °C (6590 mg/L) and hypothermal (32 °C).

**Key words:** mineral waters, underground thermal waters; analysis; Guarani Aquifer System; Uruguay

## REFERENCIA NORMALIZADA

Alvareda Migliaro EM, Vela ML, Ernst A, Armijo F, Maraver F. Análisis de las aguas minerales y termales del litoral norte de Uruguay. *Balnea*, 2026, 12, 185-227

**INTRODUCCIÓN**

En Uruguay, los manantiales termales representan un patrimonio natural y cultural, asociado principalmente al Sistema Acuífero Guaraní (SAG), uno de los mayores reservorios transfronterizos de agua dulce de Sudamérica. En el norte de Uruguay, especialmente en los departamentos de Salto y Paysandú, varios manantiales termales afloran a la superficie, ofreciendo oportunidades únicas para la investigación científica, la gestión sostenible y posibles aplicaciones relacionadas con la salud.

Actualmente, las aguas termales de estas regiones se gestionan mediante iniciativas públicas y privadas, con un creciente interés en sus posibles aplicaciones en programas de salud y bienestar. Los departamentos de Salto y Paysandú han desarrollado infraestructuras en torno a estos recursos, ofreciendo instalaciones accesibles inmejorables para desarrollar estos fines.

Arapey, Altos del Arapey, Club Remeros, Dayman y Aguas Claras pertenecen al departamento de Salto y tienen su origen en el SAG. Guaviyú y Almirón pertenecen al departamento de Paysandú. El origen de las aguas subterráneas de Guaviyú es el SAG; sin embargo, la fuente termal de Almirón, también ubicada en Paysandú, presenta una formación hidrogeológica vinculada al Sistema Acuífero San Gregorio-Buena Vista (SASG-BV) (Veroslavsky & Manganelli).

Estas ubicaciones fueron seleccionadas por su accesibilidad, relevancia histórica y potencial para su futura integración en políticas de salud y estrategias de gestión sostenible Figura 1 y Tabla 1.

**Figura 1** – Corredor termal del norte litoral uruguayo, asociado a la cuenca del (GAS) en color azul claro (izquierda), y ubicación de las fuentes termales estudiadas. A la derecha pozos en punto rojo. Arapey (A), Altos del Arapey (AdA), Club Remeros (CR), Daymán (D), Aguas Claras (AC), Guaviyú (G) y Almirón (Al).



**Tabla 1** - Ubicación y contexto hidrogeológico de sitios muestreados (Avareda et al. 2026).

Centro Termal (Departamento)	Latitud (S)	Longitud (W)	Sistema Hidrogeológico	Profundidad (m)
Altos del Arapey–AdA (Salto)	30°56'37"	57°30'45"	SAG	950
Arapey–A (Salto)	30°56'53"	57°31'08"	SAG	1300
Club Remeros–CR (Salto)	31°22'40"	57°58'08"	SAG	1070
Aguas Claras–AC (Salto)	31°27'23"	57°54'18"	SAG	1200
Daymán–D (Salto)	31°27'31"	57°54'31"	SAG	2204
Guaviyú–G (Paysandú)	31°50'28"	57°53'12"	SAG	1109
Almirón–Al (Paysandú)	32°21'28"	57°16'07"	SASG-BV	929

## METODOLOGÍA

Dice un viejo aforismo, que utilizan las personas que se dedican al análisis químico, que “*la calidad de cualquier determinación analítica no puede ser mejor que la calidad de la muestra sobre la que se hace*”, por eso hemos puesto especial cuidado en la realización de esta tarea haciéndolo presencialmente los miembros del equipo del laboratorio de Agua y Suelos del Departamento del Agua del CENUR LN Universidad de la república, Uruguay.

La toma de muestras se ha realizado siguiendo las recomendaciones incluidas en el apartado 1060 B de los métodos estándares de análisis de aguas y efluentes (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*) en su 23ª edición. Para cada análisis se han tomado tres tipos de muestras. Se han utilizado frascos de PET limpios para el almacenamiento de las muestras, rotulados y se conservaron refrigerados en conservadoras con datalogger para el control de trazabilidad de temperatura de conservación la muestra.

El primero para hacer el análisis de los cationes. Se han recogido dos litros de muestra en frascos de material polimérico, nuevos, estériles y dotados de cierre hermético con obturador plano, estabilizándose inmediatamente por la adición de HNO<sub>3</sub> hasta pH inferior a dos, conservándose posteriormente a 4 °C.

El segundo, para el análisis de los aniones. Se han recogido dos litros de agua en el mismo tipo de envase polimérico conservándose en la oscuridad

El tercero para la medida de la radiactividad. La muestra se toma directamente del manantial, sin agitación, en un envase cilíndrico de 250 mL, llenado hasta el borde y cerrado mediante un obturador plano a presión enviándose al laboratorio del Departamento de Desarrollo Tecnológico en la sede Rocha del CURE Universidad de la República Udelar antes de 72 horas, incluyéndose en el informe de toma de muestra la hora exacta de recogida.

Para realizar las determinaciones analíticas incluidos en este Vademécum, tanto a pie de manantial como en nuestros laboratorios, se ha tomado como referencia los métodos estándares de análisis para agua (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*) en su 23ª edición. (SM), los métodos de la Asociación Oficial de químicos analistas (*Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (AOAC)), y las Normas de la Agencia estadounidense de protección del ambiente US EPA (EPA) Tablas 2 a 4.

**Tabla 2** – Propiedades Físicas y asimiladas

<b>Medida</b>	<b>Método</b>	<b>Apartado</b>
Alcalinidad	Volumetría	(SM) 2320 B
Conductividad	Electrométrico	(SM) 2510 B
Dureza	Cálculo	(SM) 2340 B
Residuo seco total a 105 ° C	Gravimétrico	(SM) 2540 B
Residuo seco total a 180 ° C	Gravimétrico	(SM) 2540 C
Temperatura	Electrométrico	(SM) 2550 B

**Tabla 3 – Iones**

<b>Medida</b>	<b>Método</b>	<b>Apartado</b>
Amonio	Cromatografía Iónica	(EPA) 3007
Bicarbonatos	Volumetría	(AOAC) 33017
Bromuros	Cromatografía Iónica	(SM) 4110B
Calcio	Cromatografía Iónica	(EPA) 3007
Carbonatos	Volumetría	(AOAC) 33017
Cloruros	Cromatografía Iónica	(SM) 4110 B
Estroncio	Cromatografía Iónica	(EPA) 3007
Fluoruros	Cromatografía Iónica	(SM) 4110 B
Litio	Cromatografía Iónica	(EPA) 3007
Magnesio	Cromatografía Iónica	(EPA) 3007
Nitratos	Cromatografía Iónica	(SM) 4110 B
Nitritos	Cromatografía Iónica	(SM) 4110 B
Potasio	Cromatografía Iónica	(EPA) 3007
Sodio	Cromatografía Iónica	(EPA) 3007
Sulfatos	Cromatografía Iónica	(SM) 4110 B

**Tabla 4 – Otros parámetros**

<b>Medida</b>	<b>Método</b>	<b>Apartado</b>
Dióxido de Carbono	Volumétrico	(SM) 2320 B
pH	Electrométrico	(SM) 2510 B
Radón <sup>(222Rn)</sup>	Electrométrico	(SM) 2550 B

Como se ha descadado con anterioridad (Alvareda Migliaro 2026) existen numerosas fórmulas para clasificar este tipo de aguas. En este Vademecum se han clasificado desde el punto de vista de la Hidrología Médica siguiendo los criterios propuestos por Armijo & Maraver, así como por el Vademecum de Aguas Minero-medicinales Españolas. Estos esquemas de clasificación se basan principalmente en la temperatura del agua, la mineralización total expresada como residuo seco a 180 °C, los elementos mineralizantes dominantes y la presencia o ausencia de gases disueltos en concentraciones consideradas relevantes para aplicaciones terapéuticas.

## RESULTADOS

Se describen los resultados analíticos y las clasificaciones de las aguas minerales y termales de cada una de las Termas, reflejandose también información sobre los antecedentes, perfiles de visitantes y servicios, e infraestructuras turísticas.

# Termas del Daymán (Salto)



1

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

## RESULTADOS

### DEL ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES DE DAYMAN DEPARTAMENTO DE SALTO (URUGUAY)

#### PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Temperatura .....	43° C.
pH .....	7,9
Conductividad (a 20°C) .....	652 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
Residuo Seco (a 180° C) .....	394 mg/l

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS

##### ANIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	39,80	1,123	15,89
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	1,20	0,063	0,89
Bicarb. (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	305,0	4,999	70,75
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0,00	0,000	0,00
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,90	0,047	0,66
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	40,10	<u>0,835</u>	<u>11,81</u>
TOTAL=		7,067	100,00



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

#### CACIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Sodio (Na <sup>+</sup> )	146,9	5,977	92,20
Potasio (K <sup>+</sup> )	2,40	0,060	0,92
Litio (Li <sup>+</sup> )	0,00	0,000	0,00
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	4,70	0,235	3,42
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	2,10	0,173	2,52
Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	0,00	<u>0,000</u>	<u>0,00</u>
TOTAL=		6,860	100,00

#### GASES DISUELTOS

Anhidrido carbónico (CO <sub>2</sub> )..	6,10 mg/l
Sulfuro de hidrógeno (SH <sub>2</sub> ).	< 1,00 mg/l

#### PROPIEDAD DERIVADA

Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca) .....	20,40 mg/l
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)....	250 mg/l

#### RADIOACTIVIDAD

Radón.....	3,20 Bq/l
------------	-----------

- A partir de estos datos podemos concluir que la temperatura de las aguas minerales de Dayman es de 43 °C, lo que desde el punto de vista fisiológico permite clasificarlas como **Hipertermales**, al tener más de 37° C.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
*Catedrático de Hidrología Médica*  
DIRECTOR

- Por su mineralización (Residuo seco a 180° C. = 394 mg/L) según el C.A.E. pueden ser consideradas como aguas **De mineralización débil** por estar comprendida entre 250 y 500 mg/L.
- Los iones predominantes son: *bicarbonatos* 305 mg/l (70,75 % mEq), y *sodio* 146,9 mg/l (93,15 % mEq).
- Por su dureza 20,4 mg/l CaCO<sub>3</sub>, las aguas pueden ser consideradas como **Muy blandas**.
- Por todo lo anterior podemos concluir que las aguas minerales de Dayman, departamento de Salto (Uruguay) son: **Hipertermales, De mineralización débil, iones predominantes bicarbonato, sodio y Muy blandas**.

Madrid, a fecha de firma electrónica

Firmado por MARAVER EYZAGUIRRE  
FRANCISCO DE PAULA - DNI \*\*\*9513\*\*  
el día 16/07/2025 con un  
certificado emitido por AC Sector  
Público

NB: las determinaciones analíticas realizadas a pie de manantial: temperatura, pH, gases (anhídrido carbónico, sulfuro de hidrógeno) y radiactividad; han sido determinadas por el Departamento del Agua – Unidad Laboratorio de Aguas y Suelos – Centro Universitario Regional Litoral Norte – Universidad de la República, que dirige la Prof<sup>a</sup> Elena Alvareda Migliano

## ANTECEDENTES

Las Termas del Daymán constituyen uno de los centros de termalismo más antiguos y relevantes de Uruguay. Ubicadas aproximadamente a 10 km al sur de la ciudad de Salto, a orillas del río homónimo, estas aguas son de vital importancia en la región por sus características fisicoquímicas únicas, su origen geológico profundo y su acción terapéutica comprobada. La fuente de las Termas del Daymán surge del Sistema Acuífero Guaraní (SAG), uno de los reservorios de agua dulce subterránea más grandes del mundo. Específicamente, el agua emerge desde una profundidad que alcanza los 2.204 metros.

El hallazgo de estas aguas fue fortuito:

- 1957: La perforación fue iniciada por la empresa petrolera estatal uruguaya, ANCAP, en búsqueda de yacimientos de petróleo. En lugar de crudo, se produjo el alumbramiento de una surgente de agua caliente de alto caudal.
- 1960: El predio, que inicialmente pertenecía a la Diócesis de Salto, pasa a la órbita de la Intendencia de Salto.
- Década de 1970: Se consolida la infraestructura de piscinas y servicios, transformando el área en un centro turístico planificado.

## PERFIL DEL VISITANTE Y SERVICIOS

Termas del Daymán es un destino que prioriza la experiencia familiar y el turismo de descanso.

### Perfil Demográfico

El perfil del turista que visita la región de Salto, donde se ubica Daymán, se caracteriza por:

- Origen: Principalmente Turismo Interno, seguido por visitantes de Brasil y Argentina (países limítrofes).
- Edad y Motivo: Predominan las personas entre 32 y 38 años (aunque recibe todas las edades) y el motivo primordial del viaje es el descanso y disfrute (relax).
- Estadía y Organización: La estadía promedio es de 3 días. El viaje es mayoritariamente organizado de forma personal (cerca del 75%), y la llegada es usualmente en auto particular con núcleos familiares (media de 5 personas).
- Nivel Socioeconómico: Mayoritariamente Medio

## INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA

El complejo ofrece una infraestructura diversificada que complementa el uso de las aguas termales:

- Alojamiento: Variedad de opciones desde camping y bungalows hasta hoteles de alta categoría (incluyendo hoteles con piscinas termales privadas).
- Salud y Bienestar: Complejo Médico Hidrotermal con servicios de spa, masajes, tratamientos faciales y duchas terapéuticas.
- Entretenimiento: El primer parque acuático de agua termal de Uruguay, Acuamanía, se encuentra junto al complejo municipal, asegurando el atractivo para el segmento familiar y juvenil.
- Entorno: La proximidad al Río Uruguay y al Río Daymán ofrece oportunidades adicionales de recreación y contacto con la naturaleza, como playas de arena y actividades al aire libre.

Agradecimiento al Sr Carlos Cattani (Peteco) por el recorrido y relato brindado en el 2024 sobre parte de la historia del Parque Termal Dayman.

**Figura 1** – Termas del Daymán



# Termas Aguas Claras (Salto)



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

1

## RESULTADOS

### DEL ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES DE AGUAS CLARAS DEPARTAMENTO DE SALTO (URUGUAY)

#### PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Temperatura .....	44,5° C.
pH .....	7,8
Conductividad (a 20°C) .....	601 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
Residuo Seco (a 180° C) .....	384,3 mg/l

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS

##### ANIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	34,40	0,970	14,61
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	1,00	0,053	0,79
Bicarb. (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	302,10	4,951	74,56
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0,00	0,000	0,00
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,90	0,047	0,70
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	29,80	<u>0,620</u>	<u>9,34</u>
TOTAL=		6,641	100,00



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

#### CATIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Sodio (Na <sup>+</sup> )	137,40	5,977	92,20
Potasio (K <sup>+</sup> )	2,30	0,060	0,92
Litio (Li <sup>+</sup> )	0,05	0,007	0,11
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	5,10	0,254	3,93
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	2,20	0,181	2,79
Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	0,15	<u>0,003</u>	<u>0,05</u>
TOTAL=		6,482	100,00

#### GASES DISUELTOS

Anhidrido carbónico (CO <sub>2</sub> )..	18,00 mg/l
Sulfuro de hidrógeno (SH <sub>2</sub> ).	< 1,00 mg/l

#### PROPIEDAD DERIVADA

Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca) .....	21,80 mg/l
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)....	247,62 mg/l

#### RADIOACTIVIDAD

Radón.....	3,40 Bq/l
------------	-----------

- A partir de estos datos podemos concluir que la temperatura de las aguas minerales de Aguas Claras es de 44,5 °C, lo que desde el punto de vista fisiológico permite clasificarlas como **Hipertermales**, al tener más de 37° C.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

- Por su mineralización (Residuo seco a 180° C. = 384 mg/L) según el C.A.E. pueden ser consideradas como aguas **De mineralización débil** por estar comprendida entre 250 y 500 mg/L.
- Los iones predominantes son: *bicarbonatos* 302,1 mg/l (74,56 % mEq), y *sodio* 137,4 mg/l (92,20 % mEq).
- Por su dureza 21,8 mg/l CaCO<sub>3</sub>, las aguas pueden ser consideradas como **Muy blandas**.
- Por todo lo anterior podemos concluir que las aguas minerales de Aguas Claras, departamento de Salto (Uruguay) son: **Hipertermales, De mineralización débil, iones predominantes bicarbonato, sodio y Muy blandas**.

Madrid, a fecha de firma electrónica

Firmado por MARAVER EYZAGUIRRE  
FRANCISCO DE PAULA - DNI \*\*\*9513\*\*  
el día 16/07/2025 con un  
certificado emitido por AC Sector  
Público

## ANTECEDENTES

El parque termal Agua Clara fue inaugurado en el año 2011, está ubicado a 7 Km de la ciudad de Salto a orillas del Río Daymán y tiene una superficie de 3800 metros cuadrados con su propio pozo de agua termal de 1200 metros aproximadamente de profundidad, la cual surge a 45 grados de temperatura.

## PERFIL DEL VISITANTE Y SERVICIOS

El agua termal es el principal atractivo, pero su entorno natural lo convierten en un lugar ideal para descansar. Es el lugar preferido durante todo el año por muchos turistas y residentes que necesitan de paz y tranquilidad, también se ha convertido en un lugar elegido por diversos grupos que buscan un lugar seguro y de relax.

## INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA

El parque cuenta con cuatro grandes piscinas; una de ellas es semi cerrada, otra con bancos en todo su interior, la cual es la preferida del público adulto, debido a su comodidad y profundidad, también cuenta con una piscina para niños.

La temperatura del agua de cada piscina es regulada por un sistema automatizado variando las mismas en época de invierno entre 38° y 40° y en verano entre 35° y 38°.

Cuenta además con duchas escocesas, finlandesas y danesas, camas de hidromasajes, áreas de reposo y distensión con reposeras, colchonetas, sillas y mesas.

Posee quinchos y áreas con sombráculos y sombrillas para los días más soleados de la época de verano.

Brinda además wi-fi en todo el predio, cobertura médica al cuidado de la salud de los usuarios

Cuenta con servicio de masajes con personal altamente calificado, restaurante con comida y bebidas refrescantes.

El parque permanece abierto de lunes a domingos a partir de las 8:00 AM hasta las 22HS:

<https://parquetermalaguaclara.com.uy/>

Tel: 47369733

Cel. 098552800

Frente al Parque Termal se encuentra ubicado el Hotel Vacacional Daymán donde los turistas alojados en allí tiene el beneficio de poder acceder diariamente durante toda su estadía, en forma gratuita al complejo Agua Clara.

INFORMACION DE ALOJAMIENTO

<https://vacacionaldaymansm.com/hotel/>

Tel: 47369733 - 473369141

Cel. 098552800

**Figura 2** – Termas Aguas Claras



# Club Remeros (Salto)



1

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
*Catedrático de Hidrología Médica*  
DIRECTOR

## RESULTADOS

### DEL ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES DEL CLUB REMEROS DEPARTAMENTO DE SALTO (URUGUAY)

#### PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Temperatura .....	43,8 °C.
pH .....	8,1
Conductividad (a 20°C) .....	883 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
Residuo Seco (a 180° C) .....	598 mg/l

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS

##### ANIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Cloruro ( $\text{Cl}^-$ )	88,20	2,488	27,21
Fluoruro ( $\text{F}^-$ )	1,30	0,068	0,75
Bicarb. ( $\text{HCO}_3^-$ )	335,5	5,499	60,15
Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	0,00	0,000	0,00
Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )	0,00	0,000	0,00
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	52,20	<u>1,087</u>	<u>11,89</u>
TOTAL=		9,142	100,00



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

#### CATIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Sodio (Na <sup>+</sup> )	143,90	6,260	66,36
Potasio (K <sup>+</sup> )	11,20	0,291	3,08
Litio (Li <sup>+</sup> )	0,06	0,009	0,09
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	40,10	2,001	21,21
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	10,4	0,856	9,07
Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	0,80	<u>0,018</u>	<u>0,19</u>
TOTAL=		9,435	100,00

#### GASES DISUELTOS

Anhidrido carbónico (CO <sub>2</sub> )..	5,10 mg/l
Sulfuro de hidrógeno (SH <sub>2</sub> ).	< 1,00 mg/l

#### PROPIEDAD DERIVADA

Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca) .....	143 mg/l
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)....	275 mg/l

#### RADIOACTIVIDAD

Radón.....	0,80 Bq/l
------------	-----------

- A partir de estos datos podemos concluir que la temperatura de las aguas minerales del Club Remeros es de 43,8 °C, lo que desde el punto de vista fisiológico permite clasificarlas como **Hipertermales**, al tener más de 37° C.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

- Por su mineralización (Residuo seco a 180° C. = 598 mg/L) según el C.A.E. pueden ser consideradas como aguas **De mineralización media** por estar comprendida entre 500 y 1.000 mg/l.
- Los iones predominantes son: *bicarbonatos* 335 mg/l (60,15 % mEq), *cloruros* 88,20 mg/l (27,21 % mEq), *sodio* 143,9 mg/l (66,36 % mEq) y *calcio* 82,1 mg/l (21,21 % mEq).
- Por su dureza 143 mg/l CaCO<sub>3</sub>, las aguas pueden ser consideradas como **Blandas** por estar comprendida entre 100 y 200 mg/l.
- Por todo lo anterior podemos concluir que las aguas minerales de Club Remeros, departamento de Salto (Uruguay) son: **Hipertermales, De mineralización media, iones predominantes bicarbonatos, cloruros, sodio, calcio y Blandas.**

Madrid, a fecha de firma electrónica

Firmado por MARAVER EYZAGUIRRE FRANCISCO DE PAULA  
- DNI \*\*\*9513\*\* el día 16/07/2025 con un  
certificado emitido por AC Sector Público

NB: las determinaciones analíticas realizadas a pie de manantial: temperatura, pH, gases (anhídrido carbónico, sulfuro de hidrógeno) y radiactividad; han sido determinadas por el Departamento del Agua – Unidad Laboratorio de Aguas y Suelos – Centro Universitario Regional Litoral Norte – Universidad de la República, que dirige la Prof<sup>a</sup> Elena Alvareda Migliano

## **ANTECEDENTES**

El Club Remeros Salto es una asociación civil sin fines de lucro constituida con fecha 12 de octubre de 1916, con Sede Central ubicada en Av. Costanera Norte y calle Belén, contando además con dos sedes satélites, una situada en calle Diego Lamas; Sede Diego Lamas y la otra, el Campus Deportivo situado en Av. Garibaldi y calle Saturnino Ribes, en la ciudad de Salto (Club Remeros Salto, s.f.-a).

## **PERFIL DEL VISITANTE Y SERVICIOS**

Es una institución social y deportiva, cuyo objetivo es brindar servicios dirigidos al bienestar integral de sus asociados a través de la actividad física, eventos sociales, ámbitos de esparcimiento y formación en valores (Club Remeros Salto, s.f.-b). En sus inicios, la piedra fundacional estuvo dada por una especie de construcción precaria en el margen del río Uruguay, al norte del arroyo Sauzal. Luego con la adquisición del barco “Francisca Nadal” se inauguró la primera sede flotante de la institución, denominándose a esta etapa como época del río (Club Remeros Salto, s.f.-c). A esta etapa le siguió la época de la costa, cuando el Club adquiere terrenos sobre la costa y es en la década de los 40 que se coloca la piedra fundacional de su actual Sede Central (Club Remeros Salto, s.f.-c). En el año 2000, el Club se convierte en el primer Club Termal de Sudamérica al realizar una perforación infra basáltica del subsuelo y alumbrar agua del Acuífero Guaraní. Esto marca un hito en la historia de la institución, posicionándolo como un centro de referencia a nivel deportivo y social, además de la responsabilidad social que lo caracteriza. El pozo termal provee agua a las instalaciones como son las piscinas cubiertas y exteriores, así como también a la zona de vestuarios (Club Remeros Salto, s.f.-c). Actualmente la masa social de la institución asciende a más de 6000 socios.

## **INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA**

Es uno de los centros más importantes del país, ya que cuenta con una infraestructura de primer nivel, donde se destacan tres canchas de tenis, tres de pádel, dos canchas de baby fútbol, gimnasio de básquetbol cerrado, piscina climatizada, cuatro piscinas exteriores y una calidad edilicia envidiable (Club Remeros Salto, s.f.-b; s.f.-c).

En el año 2018, se inauguran canchas de césped natural en el Campus Deportivo, quedando habilitadas dos canchas de baby fútbol, dos canchas de fútbol 11 y una de césped sintético, usada principalmente para entrenamientos y partidos de hockey (Club Remeros Salto, s.f.-c).

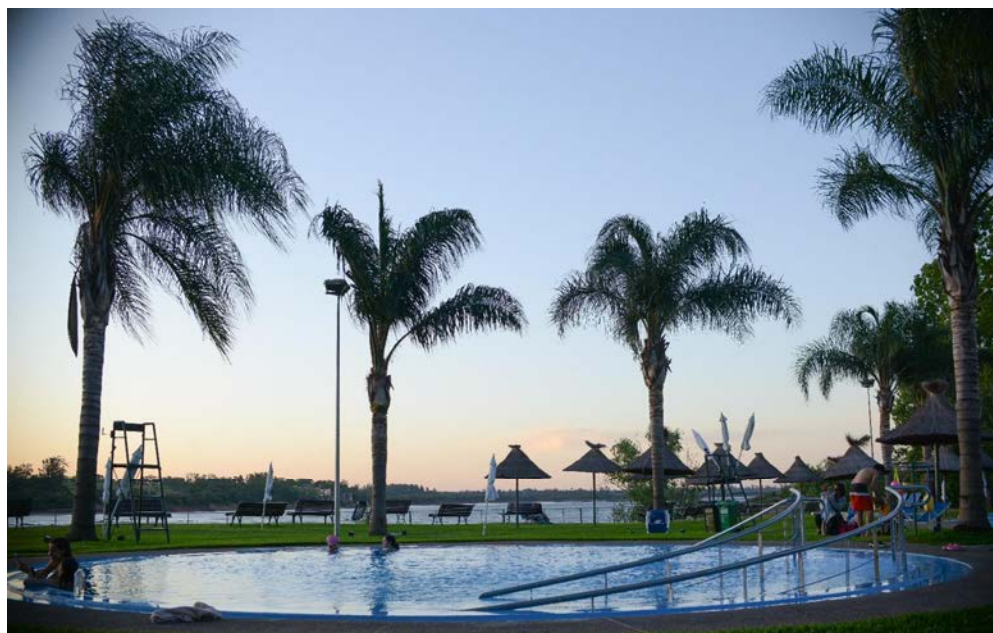
En el año 2020, con la llegada de la pandemia, el club cierra sus puertas, pero no así sus actividades, ya que brinda a través de sus canales de difusión clases de gimnasia para realizar en los hogares. Luego, implementa un plan de retorno, respetando las recomendaciones dictadas por las autoridades sanitarias del país (Club Remeros Salto, s.f.-c).

En el año 2023, al cumplir 107 años, se inaugura la nueva Sala de Aparatos en la Sede Diego Lamas (Club Remeros Salto, 2023).

Contactos:

- Club Remeros Salto. (s.f.-a). Contacto y sedes. Sitio oficial del Club Remeros Salto., <https://clubremerosalto.com/contacto.html>
- Club Remeros Salto. (s.f.-b). Institucional. Sitio oficial del Club Remeros Salto., <https://clubremerosalto.org.uy/institucional/>
- Club Remeros Salto. (s.f.-c). Historia del Club. Sitio oficial del Club Remeros Salto., <https://clubremerosalto.org.uy/institucional/historia-del-club.html>
- Club Remeros Salto. (2023). El Club de fiesta: 107 años. Comunicaciones institucionales., <https://mail.clubremerosalto.com.uy/noticias/el-club-de-fiesta-2023.html>

**Figura 3** – Club Remeros



# Termas del Arapey (Salto)



1

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
*Catedrático de Hidrología Médica*  
DIRECTOR

## RESULTADOS

### DEL ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES DE TERMAS DE ARAPEY DEPARTAMENTO DE SALTO (URUGUAY)

#### PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Temperatura .....	36° C.
pH .....	7,8
Conductividad (a 20°C) .....	460 $\mu\text{S}/\text{cm}^1$
Residuo Seco (a 180° C) .....	311,5 mg/l

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS

##### ANIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Cloruro ( $\text{Cl}^-$ )	16,30	0,460	9,51
Fluoruro ( $\text{F}^-$ )	0,50	0,026	0,54
Bicarb. ( $\text{HCO}_3^-$ )	244,0	3,999	82,72
Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	0,00	0,000	0,00
Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )	4,10	0,066	1,37
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	13,60	<u>0,283</u>	<u>5,86</u>
TOTAL=		4,834	100,00



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

#### CATIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Sodio (Na <sup>+</sup> )	70,50	3,067	64,32
Potasio (K <sup>+</sup> )	5,40	0,140	2,94
Litio (Li <sup>+</sup> )	0,00	0,000	0,00
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	17,10	0,853	17,90
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	8,60	0,708	14,84
Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	0,00	<u>0,000</u>	<u>0,00</u>
TOTAL=		5,110	100,00

#### GASES DISUELTOS

Anhidrido carbónico (CO <sub>2</sub> )..	13,50 mg/l
Sulfuro de hidrógeno (SH <sub>2</sub> ).	< 1,00 mg/l

#### PROPIEDAD DERIVADA

Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca) .....	78,1 mg/l
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)....	200 mg/l

#### RADIOACTIVIDAD

Radón.....	3,40 Bq/l
------------	-----------

- A partir de estos datos podemos concluir que la temperatura de las aguas minerales de Termas de Arapey es de 36 °C, lo que desde el punto de vista fisiológico permite clasificarlas como **Mesotermales**, al tener una temperatura comprendida entre 35 a 37° C.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

- Por su mineralización (Residuo seco a 180° C. = 311,5 mg/L) según el C.A.E. pueden ser consideradas como aguas **De mineralización débil** por estar comprendida entre 250 y 500 mg/L.
- Los iones predominantes son: *bicarbonatos* 244 mg/l (82,72 % mEq), y *sodio* 70,5 mg/l (64,32 % mEq).
- Por su dureza 78,1 mg/l CaCO<sub>3</sub>, las aguas pueden ser consideradas como **Muy blandas**.
- Por todo lo anterior podemos concluir que las aguas minerales de Termas de Arapey, departamento de Salto (Uruguay) son: **Mesotermales, De mineralización débil, iones predominantes bicarbonato, sodio y Muy blandas**.

Madrid, a fecha de firma electrónica

Firmado por MARAVER EYZAGUIRRE FRANCISCO  
DE PAULA - DNI \*\*\*9513\*\* el día  
16/07/2025 con un certificado emitido  
por AC Sector Público

NB: las determinaciones analíticas realizadas a pie de manantial: temperatura, pH, gases (anhídrido carbónico, sulfuro de hidrógeno) y radiactividad; han sido determinadas por el Departamento del Agua – Unidad Laboratorio de Aguas y Suelos – Centro Universitario Regional Litoral Norte – Universidad de la República, que dirige la Prof<sup>a</sup> Elena Alvareda Migliano

## ANTECEDENTES

Tiene la instalación de aguas termales más antigua del país y es considerada como una de las más influyentes en la región. Se encuentra situada en el km 549 a unos 80 km al norte de la capital departamental y a unos 560 respecto a la ciudad de Montevideo. Posee una fuente termal que está manando desde el año 1945; 400.000 litros de agua por hora en sus napas de 725 y 1.300 mts de profundidad. Fue descubierta por el Instituto Geológico del Uruguay, en ocasión de una perforación realizada en busca de petróleo. El agua termal procede del acuífero guaraní. La temperatura promedio de sus aguas asciende a los 39° C. Sus aguas templadas son asimismo empleadas con fines terapéuticos.

## PERFIL DEL VISITANTE Y SERVICIOS

Tiene mucha afluencia de turistas en feriados picos como fiestas tradicionales, fines de semanas largo, carnaval, semana de turismo, vacaciones de invierno y primavera. Posee numerosos complejos con piscinas cerradas y al aire libre, rodeados de jardines que le aportan una inconfundible belleza natural.

## INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA

Constituye un atractivo turístico que convoca visitantes desde Uruguay, Brasil, Argentina y en menor medida desde otros países.

Ofrece más de dos mil plazas entre hoteles y bungalows. Además, cuentan con un amplio predio de camping con capacidad para cinco mil personas.

Permanece abierto todo el año. Oferta:

Arapey Thermal (202 habitaciones), Altos del Arapey (156 habitaciones) y Oasis Termal (40 alojamientos); Predio Militar (10 cabañas); Alojamientos Municipales: Complejo Ñandubay (25 alojamientos), Bungalows (30 alojamientos) y Moteles (44 alojamientos).

Cómo llegar: Vía terrestre, camino Raúl Gaudin (19 Km) en el km 549 de ruta 3; Vía aérea, pista de aterrizaje para avionetas en Altos del Arapey (previa autorización).

Contactos:

Teléfono: +(598) 47682101

Celular: +(598) 98395302

Correo electrónico: [admarapey@gmail.com](mailto:admarapey@gmail.com)

**Figura 4** – Termas del Arapey



# Altos del Arapey (Salto)



1

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
*Catedrático de Hidrología Médica*  
DIRECTOR

## RESULTADOS

### DEL ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES DE ALTOS DEL ARAPEY DEPARTAMENTO DE SALTO (URUGUAY)

#### PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Temperatura .....	36,3° C.
pH .....	7,8
Conductividad (a 20°C) .....	487 $\mu$ S/cm <sup>-1</sup>
Residuo Seco (a 180° C) .....	322,2 mg/l

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS

##### ANIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	18,50	0,522	10,54
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	0,50	0,026	0,53
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	248,0	4,065	82,12
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0,00	0,000	0,00
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,50	0,008	0,16
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	15,80	<u>0,329</u>	<u>6,65</u>
TOTAL=		4,950	100,00



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

#### CATIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Sodio (Na <sup>+</sup> )	82,10	3,571	69,89
Potasio (K <sup>+</sup> )	4,90	0,127	2,49
Litio (Li <sup>+</sup> )	0,00	0,000	0,00
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	14,10	0,704	13,77
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	8,60	0,708	13,85
Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	0,00	<u>0,000</u>	<u>0,00</u>
TOTAL=		5,110	100,00

#### GASES DISUELTOS

Anhídrido carbónico (CO <sub>2</sub> )..	14,00 mg/l
Sulfuro de hidrógeno (SH <sub>2</sub> ).	< 1,00 mg/l

#### PROPIEDAD DERIVADA

Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca) .....	70,60 mg/l
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)....	203,20 mg/l

#### RADIOACTIVIDAD

Radón.....	3,70 Bq/l
------------	-----------

- A partir de estos datos podemos concluir que la temperatura de las aguas minerales de Altos del Arapey es de 36,3 °C, lo que desde el punto de vista fisiológico permite clasificarlas como **Mesotermales**, al tener una temperatura comprendida entre 35 a 37° C.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

- Por su mineralización (Residuo seco a 180° C. = 322 mg/L) según el C.A.E. pueden ser consideradas como aguas **De mineralización débil** por estar comprendida entre 250 y 500 mg/L.
- Los iones predominantes son: *bicarbonatos* 248 mg/l (82,12 % mEq), y *sodio* 82,1 mg/l (69,89 % mEq).
- Por su dureza 70,6 mg/l CaCO<sub>3</sub>, las aguas pueden ser consideradas como **Muy blandas**.
- Por todo lo anterior podemos concluir que las aguas minerales de Altos del Arapey, departamento de Salto (Uruguay) son: **Mesotermales, De mineralización débil, iones predominantes bicarbonato, sodio y Muy blandas**.

Madrid, a fecha de firma electrónica

Firmado por MARAVER EYZAGUIRRE  
FRANCISCO DE PAULA - DNI \*\*\*9513\*\*  
el día 16/07/2025 con un  
certificado emitido por AC Sector  
Público

## **ANTECEDENTES**

Altos del Arapey Club de Golf & Hotel Termal es un complejo turístico de cinco estrellas ubicado en el área de Termas del Arapey, en el departamento de Salto, Uruguay. Su propuesta arquitectónica, desarrollada por el Arq. Miguel Bono, se caracteriza por una cuidadosa integración con el entorno natural y la topografía del lugar, potenciando los atributos paisajísticos y ambientales del destino. La calidad y el estándar internacional de sus instalaciones y servicios posicionan al resort como una de las principales referencias del turismo termal en la región, siendo además el único en el país que combina aguas termales, campo de golf, spa y un sistema exclusivo de modalidad *all inclusive*.

## **PERFIL DEL VISITANTE Y SERVICIOS**

Familias y grupos de Uruguay, Argentina y Brasil

Servicios disponibles: Resort All Inclusive 5 estrellas. Campo de golf 18 hoyos, Spa, 8 piscinas de agua termal, gimnasio, restaurante, snack bar

Período de funcionamiento: Todo el año

## **INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA**

156 habitaciones, pozo termal propio, cancha de golf, spa, piscinas de agua termal exteriores. Piscina de agua termal cubierta, 100 hectáreas de propiedad, pista de aterrizaje habilitada para avionetas, salones para eventos, etc.

Se llega por auto, avión desde Montevideo, Buses o avión privado

Información de contacto y web

[www.altosdelarapey.com](http://www.altosdelarapey.com)

+598 4768-2200

Contactos:

Teléfono: +(598) 4768-2200

[www.altosdelarapey.com](http://www.altosdelarapey.com)

**Figura 5** – Altos del Arapey Club de Golf & Hotel Termal



# Termas de Almirón (Paysandú)



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

1

## RESULTADOS

### DEL ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES DE ALMIRÓN DEPARTAMENTO DE PAYSANDÚ (URUGUAY)

#### PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Temperatura .....	32° C.
pH .....	8,2
Conductividad (a 20°C) .....	10.885 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
Residuo Seco (a 180° C) .....	6.590 mg/l

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS

##### ANIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	3.125,5	88,170	92,13
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	1,90	0,100	0,10
Bicarb. (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	163,00	2,672	2,79
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0,00	0,000	0,00
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	6,90	4,111	0,12
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	223,40	<u>4.651</u>	<u>4.86</u>
TOTAL=		95,704	100,00



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

#### CATIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Sodio (Na <sup>+</sup> )	1.778,4	77,360	79,54
Potasio (K <sup>+</sup> )	6,80	0,177	0,18
Litio (Li <sup>+</sup> )	0,00	0,000	0,00
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	345,30	17,230	17,72
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	28,90	2,378	2,45
Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	5,10	<u>0,116</u>	<u>0,11</u>
TOTAL=		97,622	100,00

#### GASES DISUELTOS

Anhidrido carbónico (CO <sub>2</sub> )..	3,10 mg/l
Sulfuro de hidrógeno (SH <sub>2</sub> ).	< 1,00 mg/l

#### PROPIEDAD DERIVADA

Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca) .....	981,20 mg/l
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)....	133,60 mg/l

#### RADIOACTIVIDAD

Radón.....	2,03 Bq/l
------------	-----------

- A partir de estos datos podemos concluir que la temperatura de las aguas minerales de Almirón es de 32 °C, lo que desde el punto de vista fisiológico permite clasificarlas como **Hipotermales**, al tener menos de 35° C.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

- Por su mineralización (Residuo seco a 180° C. = 6.590 mg/L) según el C.A.E. pueden ser consideradas como aguas **De mineralización fuerte** por tener más de 1.000 mg/L.
- Por su contenido iónico, cuando las aguas mineromedicinales contienen más de 1000 mg/L como es el caso de estas aguas, también se clasifican según el predominio de aniones o cationes atendiendo específicamente a los porcentajes en equivalentes (más del 20 % en mEq), por tanto las aguas minerales de Almirón: por su contenido en cloruros (3.125,5 mg/L – 92,13 % mEq) pueden ser consideradas como **Cloruradas** y por su contenido en sodio (1.778,4 mg/L – 79,54 % mEq) pueden ser consideradas como **Sódicas**.
- Por su dureza 981,2 mg/l CaCO<sub>3</sub>, las aguas pueden ser consideradas como **Extremadamente duras**.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
*Catedrático de Hidrología Médica*  
DIRECTOR

- Por todo lo anterior podemos concluir que las aguas minerales de Almirón, departamento de Paysandú (Uruguay) son: **Hipotermales, De mineralización fuerte, cloruradas sódicas y Extremadamente duras.**

Madrid, a fecha de firma electrónica

Firmado por MARAVER EYZAGUIRRE  
FRANCISCO DE PAULA - DNI  
\*\*\*9513\*\* el día 16/07/2025 con  
un certificado emitido por AC  
Sector Público

NB: las determinaciones analíticas realizadas a pie de manantial: temperatura, pH, gases (anhídrido carbónico, sulfuro de hidrógeno) y radiactividad; han sido determinadas por el Departamento del Agua – Unidad Laboratorio de Aguas y Suelos – Centro Universitario Regional Litoral Norte – Universidad de la República, que dirige la Prof<sup>a</sup> Elena Alvareda Migliano

## **ANTECEDENTES**

En 1958 ANCAP realizó perforaciones en la zona en busca de petróleo, pero en vez de obtenerlo, descubrieron aguas termales saladas en la estancia ubicada a orillas del arroyo Guayabos Chico, lugar donde hoy se encuentra el complejo termal. Años después, en 1974, las termas se habilitaron para el uso público

Éstas se encuentran por la Ruta N°. 90, a 87 kilómetros de Paysandú y a 8 kilómetros de la ciudad de Guichón. Son las únicas termas de agua natural saladas que existen en la región, y están insertas en un entorno natural, caracterizándose por su tranquilidad. Hay distintas propuestas en la zona, asociadas al relax, terapias alternativas, y circuitos relacionados a la naturaleza y aventura.

## **PERFIL DEL VISITANTE Y SERVICIOS**

El perfil de visitantes, la mayor parte de quienes visitan termas son adultos mayores, lo que principalmente se debe al uso terapéutico del agua termal salada. Específicamente en lo relativo a su nacionalidad, el público es mayormente nacional. La entrada es gratis para los menores entre 0 a 10 años. Para quienes residen en Paysandú durante todo el año el costo es de \$60 (pesos uruguayos), mientras que para los no residentes es de \$120. Por otro lado, el ingreso de vehículo no tiene costo si se tiene matrícula de Paysandú, en caso contrario, se debe abonar \$100 (costos a octubre 2025).

## **INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA**

El complejo termal cuenta con cinco piscinas; cuatro de ellas de agua caliente (dos cerradas), a una temperatura promedio de entre 34 y 38°. La restante de agua fría, consistiendo en una piscina abierta exterior. El horario de funcionamiento de las piscinas es de 07:00 a 22:00, y el de atención en portería es de 07:00 a 01:00. Las piscinas tienen escaleras para ingresar, por lo que no son accesibles para personas con movilidad reducida o nula, ya que tampoco se cuenta con rampas para silla de ruedas.

Sumado a esto, existen distintas opciones de alojamiento, encontrándose las cabañas y moteles municipales, el Resort Termal Salinas del Almirón, y casas de alquiler de operadores privados. Las cabañas tienen puertas de ingreso un poco más anchas que los moteles, lo que es preferible para aquellas personas en silla de ruedas; algunas cabañas y moteles no tienen escalón para su ingreso, facilitando el acceso a los usuarios mencionados previamente.

A su vez, cuenta con un camping que tiene parrilleros, servicios higiénicos y otras comunidades. Entre otros atractivos, hay canchas de fútbol, un espacio saludable, y un local donde se pueden adquirir artesanías locales. En lo que respecta a servicios gastronómicos, dentro Termas de Almirón hay 2 restaurantes y un comercio con algunas opciones de comida.

Contactos con Termas de Almirón:

Teléfono: 091714583

[termas.almiron@paysandu.gub.uy](mailto:termas.almiron@paysandu.gub.uy)

Más información

<https://descubripaysandu.gub.uy/>

**Figura 6** – Termas de Almirón



# Termas de Guaviyu (Paysandú)



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGIA MEDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

1

## RESULTADOS

### DEL ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS PROPIEDADES FISCOQUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES DE GUAVIYÚ DEPARTAMENTO DE PAYSANDÚ (URUGUAY)

#### PROPIEDADES FISCOQUÍMICAS

Temperatura .....	38,7° C.
pH .....	8,5
Conductividad (a 20°C) .....	1.096 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
Residuo Seco (a 180° C) .....	734 mg/l

#### DETERMINACIONES QUÍMICAS

##### ANIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	75,80	2,138	18,73
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	2,20	0,116	1,01
Bicarb. (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	456,5	7,482	65,54
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0,60	0,020	0,18
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	5,10	0,082	0,72
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	75,80	<u>1,578</u>	<u>13,82</u>
TOTAL=		11,416	100,00



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
Catedrático de Hidrología Médica  
DIRECTOR

#### CATIONES

	mg/l	mEq/l	% mEq
Sodio (Na <sup>+</sup> )	253,60	11,032	97,48
Potasio (K <sup>+</sup> )	1,20	0,031	0,28
Litio (Li <sup>+</sup> )	0,10	0,014	0,13
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	3,30	0,165	1,46
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	0,90	0,074	0,65
Estroncio (Sr <sup>2+</sup> )	0,00	<u>0,000</u>	<u>0,00</u>
TOTAL=		11,316	100,00

#### GASES DISUELTOS

Anhidrido carbónico (CO <sub>2</sub> )..	0,00 mg/l
Sulfuro de hidrógeno (SH <sub>2</sub> ).	< 1,00 mg/l

#### PROPIEDAD DERIVADA

Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca) .....	11,90 mg/l
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)....	374,10 mg/l

#### RADIOACTIVIDAD

Radón.....	5,20 Bq/l
------------	-----------

- A partir de estos datos podemos concluir que la temperatura de las aguas minerales de Guabiyú es de 38,7 °C, lo que desde el punto de vista fisiológico permite clasificarlas como **Hipertermales**, al tener más de 37° C.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE  
HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE  
*Catedrático de Hidrología Médica*  
DIRECTOR

- Por su mineralización (Residuo seco a 180° C. = 734 mg/L) según el C.A.E. pueden ser consideradas como aguas **De mineralización media** por estar comprendida entre 500 y 1.000 mg/L.
- Los iones predominantes son: *bicarbonatos* 456,5 mg/l (65,54 % mEq), y *sodio* 253,6 mg/l (97,48 % mEq).
- Por su dureza 11,9 mg/l CaCO<sub>3</sub>, las aguas pueden ser consideradas como **Muy blandas**.
- Por todo lo anterior podemos concluir que las aguas minerales de Guaviyú, departamento de Paysandú (Uruguay) son: **Hipertermales, De mineralización media, iones predominantes bicarbonato, sodio y Muy blandas**.

Madrid, a fecha de firma electrónica

Firmado por MARAVER EYZAGUIRRE  
FRANCISCO DE PAULA - DNI \*\*\*9513\*\* el  
día 16/07/2025 con un certificado  
emitido por AC Sector Público

## **ANTECEDENTES**

Las aguas termales se descubrieron a partir de una perforación llevada a cabo por ANCAP en 1957. El objetivo de dicha perforación era encontrar petróleo, no agua caliente; sin embargo, el resultado permitió la creación de Termas de Guaviyú, que hoy en día es un lugar clave en lo que respecta a la actividad turística del departamento de Paysandú. Termas de Guaviyú se encuentra a 60 kilómetros de la ciudad de Paysandú, ubicada en el kilómetro 432 de la Ruta N°. 3. El complejo termal se encuentra ubicado en una zona rodeada de praderas naturales, palmares, y lugares con una historia significativa, como lo es el caso del Saladero Guaviyú.

## **PERFIL DEL VISITANTE Y SERVICIOS**

La entrada es gratuita para los menores entre 0 a 5 años, de 6 a 12 años se abona \$130, mientras que de 13 años en adelante el costo de la entrada es de \$200. Por otro lado, el ingreso de vehículo tiene un costo de \$100 para aquellos con matrícula de Paysandú, en caso de ser matrículas de otro departamento o país el precio es de \$200 (precios a octubre 2025).

## **INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA**

El complejo cuenta con ocho piscinas, dos de ellas cerradas; en los últimos años, además, se han generado distintas transformaciones que han sido notorias, tal como es el caso de la instalación de una nueva piscina semi techada. Entre los cambios también se puede mencionar que se instaló una bomba de calor que permite mantener constante la temperatura de las piscinas en todo momento del año. El ingreso al Centro Termal permanece abierto las 24 horas del día. Por otra parte, el ingreso a las piscinas comienza a las 08:00. El cierre de las piscinas techadas es a las 22:00, mientras que las que están al aire libre cierran a las 23:00. Específicamente en lo relativo a accesibilidad, el centro termal cuenta con rampas y sillas de ruedas para la piscina.

En lo que respecta a alojamiento, Termas de Guaviyú existen varias ofertas de alojamiento. Entre ellos se puede mencionar a la motelería gestionada por ANEP-UTU, que ofrecen moteles de diferentes categorías, adaptándose a las necesidades de los visitantes. Sumado a esto, también existen cabañas, casas, y otros alojamientos que son de particulares.

Desde el 1° de marzo de 2023, la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU) asumió la gestión de 46 cabañas ubicadas dentro del complejo termal. En el año 2024 se incorporó además un parador gastronómico que amplía la oferta de servicios disponibles para los visitantes.

Estas iniciativas se enmarcan en el Centro de Especialización Hotelera y Gastronómica, un proyecto surgido a partir de un acuerdo entre la Intendencia de Paysandú y la institución educativa, que brinda a estudiantes de diversas orientaciones la posibilidad de realizar sus primeras experiencias laborales mediante pasantías formativas y becas asociadas a la atención primaria del establecimiento. El Centro recibe estudiantes que deben cumplir instancias prácticas obligatorias para la culminación de sus trayectorias educativas.

Los funcionarios activos de UTU acceden a beneficios especiales en los servicios del complejo, con descuentos en los alojamientos que varían entre el 10% y el 30%, según las condiciones establecidas, así como un 10% de descuento en el parador gastronómico. El Centro se encuentra abierto al público en general y funciona de forma ininterrumpida durante los 365 días del año, (<https://guaviyu.utu.edu.uy/pagina-de-inicio/>).

Otro de los elementos de los que se encarga UTU es el Parador, en el cual estudiantes de gastronomía cumplen pasantías prácticas, ofreciendo servicios gastronómicos. Entre otros servicios, Guaviyú cuenta con una amplia zona de camping con una capacidad aproximada de 700 plazas, luz eléctrica, parrilleros, y zonas deportivas. Asimismo, hay distintos establecimientos que contribuyen al aspecto comercial del centro termal, y que ayudan a satisfacer las demandas de los turistas; se pueden encontrar lugares como restaurantes, heladerías, regalerías, minimercado, panadería, y farmacia.

Contactos con Termas de Guaviyú:

Teléfono: +(598) 47552032 o 47552023

[guaviyu@paysandu.gub.uy](mailto:guaviyu@paysandu.gub.uy)

Contactos con el complejo Parador Gastronómico UTU:

Teléfono: +(598) 47552090 o 091844341

[reservasguaviyu@utu.edu.uy](mailto:reservasguaviyu@utu.edu.uy)

Más información

<https://descubripaysandu.gub.uy/>

**Figura 7** – Termas de Guaviyu



## Referencias

- Alvareda E, Salvo M, Ramos J, Lucas Ch, Carrión R, Freire A, Victoria M, Veroslavsky G, Ernst A, Colina R, Blanco R, Moriondo A, Cattani C, Lavecchia F, Gamazo P. Screening preliminar de oligoelementos y componentes de tierras raras con posibles propiedades mineromedicinales en el agua del Sistema Acuífero Guaraní de la fuente termal de Daymán-Salto, Uruguay. *Bol Soc Esp Hidrol Med*, 2025; 40(1): 9-22
- Alvareda E, Vela L, Armijo F, Ernst A, Da Rocha S, Gamazo P, Maraver F. Hydrogeochemical Characterization of Thermal Waters from the Guaraní Aquifer in Uruguay and Their Potential Use in Balneology. *Water*. 2026;18(5):534.
- Alvareda Migliaro EM. La Química del agua: Integración de clasificaciones hidroquímicas y balneoterápicas. *Balnea*, 2026, 12, 101-114
- Armijo, F.; Maraver, F. Natural Mineral Water: Concept and Classifications. In *Mineral Water: From Basic Research to Clinical Applications*; Martins, M.J., Ed.; Nova Science Publishers: New York, NY, USA, 2022; pp. 1–28.
- Azcune G, Nogra AI. Radiactividad en aguas termales. *Balnea*, 2026, 12, 137-154
- 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.
- Horwitz, W. (Ed.) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*; AOAC: Washington, DC, USA, 1970.
- Environmental Protection Agency (EPA). *Wet Deposition by Chemically Suppressed Ion Chromatography*; Method 300.7; Environmental Protection Agency: Cincinnati, OH, USA, 1986.
- Maraver F, Vásquez I, Armijo F. *Vademécum III de aguas mineromedicinales españolas*. Madrid: Editorial Complutense; 2020.
- Veroslasvsky G, Manganelli A. *Las Aguas Termales en Uruguay: aspectos geológicos e hidrogeológicos*. *Balnea*, 2026, 12, 51-63



## Bibliografía general

- Abbondio L. Relevancia de los centros de investigación para el desarrollo del Turismo Científico: un caso de estudio en el Centro Nacional Patagónico (CCT CONICET CENPAT), Puerto Madryn [tesis de maestría]. Universidad Nacional de Quilmes; 2019.
- Adelikhah M, Shahrokhi A, Chalupnik S, Tóth-Bodrogi E, Kovács T. High level of natural ionizing radiation at a thermal bath in Dehloran, Iran. *Heliyon*. 2020;6(7):e04297.
- Agostini G. *Manuale di medicina termale*. Torino: Archimedita; 2000.
- Aguilera L, Corvillo I, Martín-Megias AI, Maraver F. Balneoterapia en pediatría. *Med Naturista*. 2015;9(1):59-60.
- Albu M, Banks D, Nash H, editores. *Mineral and thermal groundwater resources*. Springer Science & Business Media; 2012.
- Aliyu AS, Ramli AT. The world's high background natural radiation areas (HBNRAs) revisited: a broad overview of the dosimetric, epidemiological and radiobiological issues. *Radiat Meas*. 2015;73:51-59.
- Alvareda E, Salvo M, Ramos J, et al. Screening preliminar de oligoelementos y componentes de tierras raras con posibles propiedades minero-medicinales en el agua del Sistema Acuífero Guaraní de la fuente termal de Daymán-Salto, Uruguay. 2020. doi:10.13140/RG.2.2.16667.27687.
- Alvareda E, Vela L, Armijo F, Ernst A, Da Rocha S, Gamazo P, Maraver F. Hydrogeochemical Characterization of Thermal Waters from the Guaraní Aquifer in Uruguay and Their Potential Use in Balneology. *Water*. 2026;18(5):534. doi:10.3390/w18050534
- Amini Birami F, Moore F, Faghihi R, Keshavarzi B. Assessment of spring water quality and associated health risks in a high-level natural radiation area, North Iran. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020;27(6):6589-6602.
- Andersen MS, Nyvang V, Jakobsen R, Postma D. Geochemical processes and solute transport at the seawater/freshwater interface of a sandy aquifer. *Geochim Cosmochim Acta*. 2005;69(16):3979-3994.
- ANII\_FMV. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca y riesgo de contaminación del Sistema Acuífero Guaraní en áreas de recarga en Uruguay. Report No.: ANII\_FMV\_1\_2019\_1\_155736. Agencia Nacional de Investigación e Innovación; 2023.
- Antonelli M, Donelli D, Veronesi L, et al. Clinical efficacy of medical hydrology: an umbrella review. *Int J Biometeorol*. 2021;65:1597-1614.

- Antonelli M, Donelli D. Effects of balneotherapy and spa therapy on levels of cortisol as a stress biomarker: a systematic review. *Int J Biometeorol.* 2018;62:913-924.
- Antonelli M, Donelli D. Mud therapy and skin microbiome: a review. *Int J Biometeorol.* 2018;62:2037-2044.
- Appelo CAJ, Beekman HE, Oosterbaan AWA. Hydrochemistry of springs from dolomite reefs in the southern Alps of northern Italy. *IAHS Publ.* 1984;150:125-138.
- Appelo CAJ, Postma D. *Geochemistry, groundwater and pollution.* 2nd ed. Rotterdam: Balkema; 2005.
- Armand B, Armenier F, Auge M, Casedevant B, Darrouzet JM, Delaire PL, et al. *Mieux connaître le cures thermales chez l'enfant.* París: Expansion Scientifique Française; 1991.
- Armijo Castro F, San Martín Bacaicoa J. Conductividad eléctrica de las aguas mineromedicinales. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 1994;9(3):157-162.
- Armijo F, Maraver F. Natural mineral water: concept and classifications. In: Martins MJ, editor. *Mineral water: from basic research to clinical applications.* New York: Nova Science Publishers; 2022. p. 1-28.
- Armijo F. *Cien años de análisis de las aguas mineromedicinales.* Madrid: Universidad Complutense; 2012.
- Armijo M, San Martín J. *Curas balnearias y climáticas, talasoterapia y helioterapia.* Madrid: Ed. Complutense; 1994.
- ATSDR. *Radiación ionizante.* Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU; 1999.
- Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección. Norma UY 100, Revisión No IX. Ministerio de Industria, Energía y Minería; 2022. p. 1-73.
- Ávila Bercial R, Barrado Timón DA. Nuevas tendencias en el desarrollo de destinos turísticos: marcos conceptuales y operativos para su planificación y gestión. *Cuad Tur.* 2005;(15):27-43.
- Azar J, López D, Fernández R. La energía hidroeléctrica en el Cono Sur: desarrollo y desafíos. *Rev Energ Soc.* 2013;8(1):112-30.
- Azcune G, Nogra AI. Radiactividad en aguas termales. *Balnea,* 2026, 12, 137-154
- 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.
- Balraj S, Basunia MS, Jun C, Dimitriou P, Amro BMS, Basu S, Das S, Diwanshu, Karmakar A, Lazaric MJ, Leblond SR, Nayak SS, Ngwetsheni C, Rathi A, Rawat PS, Rohila B, Vallet V. Nuclear Structure and Decay Data for A = 222 Isobars. *Nucl Data Sheets.* 2023;192:315-421.
- Banco Mundial. Uruguay: panorama general [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/country/uruguay/overview>

- Banega P, Gamazo P, Ramos J, Erasun V, Sapriza G, Bessone L. Evaluación del impacto de nuevas perforaciones en el Sistema Acuífero Guaraní sobre el conjunto de pozos operando en las ciudades de Concordia y Salto. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*. 2019;(18):111-123.
- Barbosa C, Tamayo-Leiva J, Alcorta J, Salgado O, Daniele L, Morata D, Díez B. Effects of hydrogeochemistry on the microbial ecology of terrestrial hot springs. *Microbiol Spectr*. 2023;11(5):e00249-23.
- Barcinski MA, Do Céu Abreu M, De Almeida JC, Naya JM, Fonseca LG, Castro LE. Cytogenetic investigation in a Brazilian population living in an area of high natural radioactivity. *Am J Hum Genet*. 1975;27(6):802-806.
- Barrán JP, Nahum B. *Historia rural del Uruguay moderno*. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 1984.
- Batalla Farré M. La ciudad balneario europea en el siglo XVIII y siglo XIX: laboratorio de pruebas del espacio público contemporáneo. *Revistes de la Universitat Politècnica de Catalunya*. 2014;(6).
- Becker K. One century of radon therapy. *Int J Low Radiat*. 2004;1(3):333.
- Bellussi L, De Benedetto M, Giordano C, Mira E, Paludetti G, Passáli D, Scaglione F. Crenotherapy and upper airways diseases. Consensus Conference. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2006;26(4 Suppl 83):5-54.
- Bender T, Karagülle Z, Bálint GP, Gutenbrunner C, Bálint PV, Sukenik S. Hydrotherapy, balneotherapy, and spa treatment in pain management. *Rheum Int*. 2005;25:220-224.
- Bernetti A, Mangone M, Alviti F, et al. Spa therapy and rehabilitation of musculoskeletal pathologies: a proposal for best practice in Italy. *Int J Biometeorol*. 2020;64:905-914.
- Bertino M, Tajam H. *Historia económica del Uruguay*. Montevideo: Ediciones Trilce; 1999.
- Bértola L, Porcile G. *La economía uruguaya en la larga duración: desde la colonia hasta el siglo XXI*. Montevideo: Ediciones Trilce; 2007.
- Bethell L. O Brasil e a ideia de “América Latina” em perspectiva histórica. *Estud Hist*. 2009;22:289-321.
- Boelens R, Hoogesteger J, Rodríguez-de-Francisco JC. Commodification and de-commodification of water: water governance and social justice in Latin America. *Water Int*. 2014;39(2):113-127.
- Bonomo M, Di Prado VS, Silva CB, Scabuzzo C, Ramos van Raap MA, Castiñeira Latorre C, et al. Las poblaciones indígenas prehispánicas del río Paraná Inferior y Medio. *Rev Mus La Plata*. 2019;4.
- Bonotto DM. Gross alpha/beta radioactivity and radiation dose in thermal and non-thermal spas groundwaters. *Heliyon*. 2019;5(5):e01563.
- Bourdieu P. *The logic of practice*. Stanford: Stanford University Press; 1990.
- Bourlon F. La ciencia como recurso para el desarrollo turístico sostenible de los Archipiélagos Patagónicos. *PASOS Rev Tur Patrim Cult*. 2020;18(5):795-810.

- Bourrain M, Suzuki MT, Calvez A, et al. In-depth prospection of Avène Thermal Spring Water reveals an uncommon and stable microbial community. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2020;34 Suppl 5:8-14.
- Bracco D. *Indígenas del Uruguay: presencia, resistencia y asimilación.* Montevideo: Ediciones del Caballo Perdido; 2006.
- Bracco D. *Los indios de la Banda Oriental: historia y cultura.* Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 2004.
- Brazeiro A, Cravino A, Fernandez P, Haretche F, Ruiz M. Efectos de la forestación sobre comunidades de aves y mamíferos: evaluación a múltiples escalas. En: *Biodiversidad en paisajes forestados de Uruguay.* 2023. p. 117-49.
- Breilh J. *La determinación social de la salud y la salud colectiva.* Universidad Andina Simón Bolívar; 2013.
- Burton A, Smith M, Falkenberg T. Building WHO's global strategy for traditional Medicine. *Eur J Integr Med.* 2015;7:13-15.
- Cacciapuoti S, Luciano MA, Megna M, et al. The role of thermal water in chronic skin diseases management: a review of the literature. *J Clin Med.* 2020;9:3047.
- Caetano G. Laicismo y política en el Uruguay contemporáneo. Una mirada desde la historia. En: Da Costa N, editor. *Laicidad en América Latina y Europa. Repensando lo religioso entre lo público y lo privado en el siglo XXI.* Montevideo: CLAEH; 2006. p. 121-59.
- Calzetta L, Di Daniele N, Chetta A, et al. The impact of thermal water in asthma and COPD: a systematic review according to the PRISMA statement. *J Clin Med.* 2024;13:1071.
- Camacho A, Devesa R, Vallés I, Serrano I, Soler J, Blázquez S, Ortega X, Matia L. Distribution of uranium isotopes in surface water of the Llobregat river basin (Northeast Spain). *J Environ Radioact.* 2010;101(12):1048-1054.
- Cámara Uruguaya de Turismo. Promoción y desarrollo del turismo en Uruguay [Internet]. [citado s. f.]. Disponible en: <https://www.camtur.org.uy>
- Campodónico R, da Cunha N. Historia del turismo en Salto: desde el encuentro social al esparcimiento termal. *Tiempo libre, turismo y recreación.* 2010;14(2):61-78.
- Campohermoso Rodríguez O, Soliz R, Zúñiga Cuno W. Galeno de Pérgamo "Príncipe de los Médicos". *57(2):14.*
- Canadian Nuclear Safety Commission. Tritium in drinking water. 2009.
- Carbajo JM, Maraver F, Vela L, Munteanu C. Hydrogen sulfide in balneology: physiology, evidence, and clinical translation. *Int J Mol Sci.* 2025;26(21):10790.
- Carbajo JM, Maraver F. Sulphurous mineral waters: new applications for health. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2017;2017:8034084.
- Carpentier PH, Blaise S, Satger B, Genty C, Rolland C, Roques C, Bosson JL. A multicenter randomized controlled trial evaluating balneotherapy in patients with advanced chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg.* 2014;59(2):447-454.
- Carrión R, Mazza E. *Caracterización hidroquímica de las regiones termales recreativas de Uruguay.* 2010.

- Carrión R. CEREGAS. Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní. Programa de seguimiento y control de calidad: informe de actividades. 2006.
- Carta Medioambiental Iberoamericana. Compromiso con las próximas generaciones iberoamericanas. Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno; 2023.
- Castelli L, Galasso L, Mulè A, et al. Sleep and spa therapies: what is the role of balneotherapy associated with exercise? A systematic review. *Front Physiol.* 2022;13:964232.
- Ceballos MA. Glosario de hidrología médica. Madrid: Ediciones UEM; 2001.
- Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social. Contribución del turismo al PIB uruguayo [informe interno]. 2023.
- Chapelle FH. Ground-water microbiology and geochemistry. 2nd ed. Wiley; 2001.
- Chau ND, Nowak J. Natural Radioactivity in Thermal Waters: A Case Study from Poland. *Energies.* 2021;14(3):541.
- Cheleschi S, Tenti S, Seccafico I, et al. Balneotherapy year in review 2021: focus on the mechanisms of action of balneotherapy in rheumatic diseases. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022;29:8054-8073.
- Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. *Metabolism.* 2019;92:6-10.
- Clark-Kennedy J, Kennedy G, Cohen M, Conduit R. Mental health outcomes of balneotherapy: a systematic review. *Int J Spa Wellness.* 2021;4:69-92.
- Codex Alimentarius. La radiactividad natural en los alimentos, los piensos y el agua potable (CL 2023/17-CF). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud; 2023.
- Código de Aguas. Decreto Ley No. 14859 de 15 de diciembre de 1978.
- Comisión Europea. Commission recommendation of 20 December 2001 on the protection of the public against exposure to radon in drinking water supplies. *Off J Eur Communities.* 2001;L344:85-87.
- Conrad P. The medicalization of society: on the transformation of human conditions into treatable disorders. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2007.
- Constitución de la República Oriental del Uruguay. Poder Legislativo; 27 nov 1967. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/constitucion/1967-1967>. Acceso 22 feb 2025.
- Contraviento. El agua a través de nuestra historia [Internet]. 2023 jun 2 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://contraviento.uy/2023/06/02/el-agua-a-traves-de-nuestra-historia/>
- Custodio E, Llamas MR. Hidrología subterránea. Barcelona: Omega; 1983.
- Custodio M del R. Termas del Arapey y Termas del Daymán: las políticas públicas y su influencia en el producto turístico termal (1941-2015) [tesis de maestría]. Montevideo: Universidad de la República-Universidad de Siena; 2015. 109 p.
- da Cunha N, Campodónico R, Maronna M, Duffau N, Buere G. Visite Uruguay: del balneario al país turístico. 1930-1955. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 2012.

- de Moraes Silva MA, Nakano LC, Cisneros LL, Miranda F Jr. Balneotherapy for chronic venous insufficiency. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;8:CD013085.
- de Oliveira J, Paci Mazzilli B, da Costa P, Akiko Tanigava P. Natural radioactivity in Brazilian bottled mineral waters and consequent doses. *J Radioanal Nucl Chem.* 2001;249(1):173-176.
- De Santa Ana H, Goso C, Daners G. Cuenca Norte: estratigrafía del Carbonífero-Pérmico. In: Veroslavsky G, Ubilla M, Martínez S, editores. *Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Paleozoico.* Montevideo: DIRAC - Facultad de Ciencias; 2006. p. 147-207.
- Decreto 183/013. MVOTMA. Disponible en: [archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2013/06/mvotma\\_57.pdf](http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2013/06/mvotma_57.pdf). Acceso: 22 dic 2025.
- Decreto 226/025. Poder Ejecutivo. Prevención y control de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- Decreto 253/79. Poder Ejecutivo. Clasificación de aguas y regulación de usos. *Diario Oficial de la República Oriental del Uruguay.* Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979>. Acceso 21 feb 2025.
- Deepika DN, Ambika MR, Karthik Kumar MB, Alsufyani SJ, Bradley DA, Khandaker MU, Karunakara N, Nagaiah N. Radiological assessment of radium and dissolved radon in groundwater near the Manchanabele reservoir, Bengaluru, India. *Radiat Phys Chem.* 2025;233:112735.
- Deetjen P. Radon-Balneotherapie - neue Aspekte. *Phys Med Rehabil Kurortmed.* 1992;2(3):100-103.
- DINAMIGE. Estimación de la extracción de agua subterránea: principales acuíferos de Uruguay. *Informe de Hidrogeología.* DINAMIGE; 2009.
- Dinkel E, Braun B, Schröder J, Muhrbeck M, Reul W, Meeder A, et al. Groundwater circulation wells for geothermal use and their impact on groundwater quality. *Geothermics.* 2020;86:101812.
- Dirección General Forestal, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Resultados del inventario nacional forestal de bosque nativo. Etapas 2009-2016. Montevideo: MGAP; 2019.
- Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA). Plan Nacional de Aguas. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA); 2015. Disponible en: [gub.uy/ministerio-ambiente](http://gub.uy/ministerio-ambiente).
- Dirección Nacional de Aguas. Informe sobre la gestión integrada de los recursos hídricos en Uruguay. 2010. Disponible en: <https://www.dinagua.gub.uy>.
- Dirección Nacional de Aguas. Plan Nacional de Aguas [Internet]. Montevideo: MVOTMA; 2015 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente>
- Dubois O, Boulangé M, Lôo H. *Thermalisme hydrothérapie et psychiatrie.* París: Masson; 2000.

- Dupont C, Campagne A, Constant F. Efficacy and safety of a magnesium sulfate-rich natural mineral water for patients with functional constipation. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2014;12(8):1280-1287.
- Durán A. Classification in hydrologic groups of soil of Uruguay [Internet]. 2022 [citado 2022 nov 24]. Disponible en: <https://www.cabidigitalibrary.org/doi/full/10.5555/20230065822>
- Durkheim É. *Las formas elementales de la vida religiosa*. Almaraz J, traductor. Madrid: Akal; 2008.
- El-Araby EH, Azazi A, Yajzey R, Abouelnaga AM, Elhelali TM, Askar NA, Mobarki G, Dhawale SP. Determination of radon activity among beach soil samples in Jeddah and Al-Qunfudhah, Saudi Arabia. *Process Saf Environ Prot*. 2024;181:1-7.
- El-Araby EH, Azazi A. The effect of geometrical parameters on the radon emanation coefficient and different radon parameters. *Nucl Eng Technol*. 2023;55(11):4096-4101.
- Elezaj N, Xhixha G, Zorko B, Mustafa S, Bytyqi V, Rrakaqi B. Temporal variation of radon in soil and water in Kosovo. *Radiochim Acta*. 2025;113(6):471-483.
- Elgazzar AH, editor. *The Pathophysiologic Basis of Nuclear Medicine*. Springer International Publishing; 2015.
- Environmental Protection Agency (EPA). *Wet Deposition by Chemically Suppressed Ion Chromatography; Method 300.7*; Environmental Protection Agency: Cincinnati, OH, USA, 1986.
- Erees FS, Yener G, Salk M, Özbal Ö. Measurements of radon content in soil gas and in the thermal waters in Western Turkey. *Radiat Meas*. 2006;41(3):354-361.
- Estévez J. La era de las termas: el termalismo en Paysandú en la década de 1960. *Hist Educ Lat Am*. 2022;5:e28511.
- Facchini M, Paduano S, Venturelli F, et al. Effects of mud-therapy on pain, function and quality of life in patients with rheumatic and dermatologic diseases: a systematic review and meta-analysis. *Popul Med*. 2023;5.
- Falagas ME, Zarkadoulia E, Rafailidis PI. The therapeutic effect of balneotherapy: evaluation of the evidence from randomised controlled trials. *Int J Clin Pract*. 2009;63(7):1068-1084.
- Fernández R, Martínez L. El impacto del cambio climático en los recursos hídricos de América Latina: el caso de Uruguay. *Rev Latinoam Recur Nat*. 2015;8(3):78-95.
- Fernández R. Regulación y aprovechamiento de aguas termales en América Latina: desafíos y oportunidades. *Rev Estud Ambient*. 2020;15(2):45-63.
- Fioravanti A, Adamczyk P, Pascarelli NA, et al. Clinical and biochemical effects of a 3-week program of diet combined with spa therapy in obese and diabetic patients: a pilot open study. *Int J Biometeorol*. 2015;59:783-789.
- Fioravanti A, Antonelli M, Vitale M. Advances in modern balneology: new evidence-based indications from recent studies. *Int J Biometeorol*. 2024;68(11):2447-2452.

- Fioravanti A, Cantarini L, Guidelli GM, Galeazzi M. Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatol Int.* 2011;31(1):1-8.
- Fioravanti A, Karagülle M, Bender T, Karagülle MZ. Balneotherapy in osteoarthritis: facts, fiction and gaps in knowledge. *Eur J Integr Med.* 2017;9:148-150.
- Fioravanti A, Lamboglia A, Pascarelli NA, et al. Thermal water of Vetricolo, Trentino, inhibits the negative effect of interleukin-1 $\beta$  on nitric oxide production and apoptosis in human osteoarthritic chondrocyte. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2013;27:891-902.
- Fioravanti A. Foreword: balneotherapy in rheumatic diseases. *Int J Biometeorol.* 2020;64:903-904.
- Forestier R, Erol Forestier FB, Francon A. Spa therapy and knee osteoarthritis: a systematic review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59(3):216-226.
- Forestier R, Erol-Forestier FB, Francon A. Current role for spa therapy in rheumatology. *Joint Bone Spine.* 2016.
- Forestier R, Tabone W, Palmer M, Jeambrun P, Chareyras JB, Guerrero D, Fabry R, Françon A. La crénobalnéothérapie en France. *Revue générale. Press Therm Climat.* 2012;149:45-59.
- Forster PM, Smith C, Walsh T, Lamb WF, Lamboll R, Hall B, et al. Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth Syst Sci Data.* 2024;16(6):2625-58.
- Fraga C, Saldanha L. Turismo Científico: uma análise textual com base em dissertações e teses no Brasil e em Portugal. *J Tour Dev.* 2021;36(2):505-517.
- Gagliardi S. Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní en la zona de Artigas [tesis/monografía]. Montevideo: Universidad de la República, Facultad de Ciencias; 2008.
- Gálvez I, Fioravanti A, Ortega E. Spa therapy and peripheral serotonin and dopamine function: a systematic review. *Int J Biometeorol.* 2024;68:153-161.
- Gamazo P, Ramos J, Olivera M, Sapriza G, Batista L, Lacues X, Panizza A, Ribero V, Manganelli A. Modelo matemático del Acuífero Guaraní para la gestión de explotaciones termales en la zona de Concordia (Entre Ríos, Argentina) y Salto (Uruguay). In: IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea; 2016.
- García A. Historia ambiental de Uruguay: naturaleza, sociedad y desarrollo. Montevideo: Fin de Siglo; 2008.
- García G, Pérez A, Rodríguez M. Gestión integrada de recursos hídricos en Uruguay en el contexto del cambio climático. INNOTECH [Internet]. 2015 [citado 2025 feb 21];(10):60-7. Disponible en: <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTECH/article/view/295>
- García L, López M. Las aguas termales en Uruguay: historia, regulación y perspectivas de desarrollo. *Anu Recur Hídricos.* 2018;10(1):78-92.
- García R, Fernández P. Agua, territorio e identidad: una perspectiva latinoamericana. *Cuad Antropol Soc.* 2020;28(3):112-130.

- Gastmans D, Veroslavsky G, Chang HK, Caetano-Chang MR, Nogueira Pressinotti M. Modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero Guaraní (SAG): una herramienta para la gestión. *Bol Geol Min.* 2012;123(3):249-265.
- Gastmans D, Veroslavsky G, Santarosa L, Manganelli A, Carrión R, Samaniego L. Áreas de afloramiento e áreas de recargas do sistema Acuífero Guaraní sao as mesmas? O paradigma do território uruguaio. In: XXII Congreso Brasileño de Aguas Subterráneas (CABAS); 2-5 ago 2022; São Paulo. 2022.
- Gemeiner H, Teramoto EH, Veroslavsky G, Chang HK. Using dissolved noble gases to characterize the groundwaters of the Southern Portion of the Guaraní Aquifer System at the Brazil-Uruguay Border Region. *Sci Total Environ.* 2025;966:178690.
- Genta JL, Pérez BA, Mechoso CR. La crisis hídrica y las paradojas de la gobernanza del agua en Uruguay. *Rev Urug Cienc Polit [Internet].* 2018 [citado 2025 feb 7];27(1):203-33. Disponible en: <https://rucp.cienciassociales.edu.uy/index.php/rucp/article/view/626>
- Gianotti C, Criado-Boado F, López Mazz JM. Arqueología del paisaje: la construcción de cerritos en Uruguay. 2008.
- Gin H, Demeaux J-L, Grelaud A, et al. Observation of the long-term effects of lifestyle intervention during balneotherapy in metabolic syndrome. *Therapie.* 2013;68:163-167.
- Girault F, Perrier F, Przylibski TA. Radon-222 and radium-226 occurrence in water: a review. *Geol Soc Lond Spec Publ.* 2016;451(1):131-154.
- Godoy JM, Godoy ML. Natural radioactivity in Brazilian groundwater. *J Environ Radioact.* 2006;85(1):71-83.
- Goldberg Z, Lehnert B. Radiation-induced effects in unirradiated cells: A review and implications in cancer. *Int J Oncol.* 2002.
- Gomez X, Inthamoussu A. Huella hídrica en Uruguay. Potencial impacto en los sectores agroindustriales exportadores. Uruguay XXI y CTAGUA; 2019.
- González M. El Río de la Plata en la geopolítica colonial y poscolonial. *Rev Hist Reg.* 2010;15(2):45-62.
- Griebler C, Lueders T. Microbial biodiversity in groundwater ecosystems. *Freshw Biol.* 2009;54(4):649-677.
- Griebler C, Malard F, Lefébure T. Current perspectives on groundwater ecology. *FEMS Microbiol Ecol.* 2014;87:1-13.
- Grishechkina IA, Lobanov AA, Andronov SV, et al. Long-term outcomes of different rehabilitation programs in patients with long COVID syndrome: a cohort prospective study. *Eur J Transl Myol.* 2023;33.
- Güneri FD, Karaarslan F, Forestier FBE, et al. Publication activity in water treatments: web of Science-based bibliometric analysis of the last two decades. *Int J Biometeorol.* 2022;66:1829-1839.
- Gutenbrunner C, Bender T, Cantista P, Karagülle Z. A proposal for a worldwide definition of health resort medicine, balneology, medical hydrology and climatology. *Int J Biometeorol.* 2010;54(5):495-507.

- Hanh T, Serog P, Fauconnier J, et al. One-year effectiveness of a 3-week balneotherapy program for the treatment of overweight or obesity. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2012;2012:150839.
- Hem JD. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Vol. 2254. Department of the Interior, US Geological Survey; 1985.
- Hendry JH, Simon SL, Wojcik A, Sohrabi M, Burkart W, Cardis E, Laurier D, Tirmarche M, Hayata I. Human exposure to high natural background radiation: what can it teach us about radiation risks? *J Radiol Prot.* 2009;29(2A):A29-A42.
- Henn Bonfada MR, Branco Bonfada PL, Gonçalves Gandara JM, Fraiz Brea JA. Turismo termal: cambios conceptuales y mercadológicos de los balnearios en España. *Tur Visão Açãõ.* 2008;10(3):415-434.
- Herrero MB, López S. Soberanía sanitaria: debates y desafíos en América Latina. *Salud Colect.* 2017;13(3):345-360.
- Horwitz, W. (Ed.) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*; AOAC: Washington, DC, USA, 1970.
- IAEA. Live Chart of Nuclides. Nuclear Data Section; 2025.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Ionizing Radiation, Part 1: X- and Gamma ( $\gamma$ )-Radiation, and Neutrons. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum.* 2000;75.
- Iglesias GF. *El derecho humano al ambiente sano.* 1a ed. Fundación de Cultura Universitaria; 2025.
- Illich I. *Medical nemesis: the expropriation of health.* New York: Pantheon Books; 1976.
- Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Continua de Hogares 2023 [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ine.gub.uy/web/guest/encuesta-continua-de-hogares>
- Instituto Nacional de Estadística. Indicadores demográficos 2023 [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ine.gub.uy/web/guest/estadisticas-demograficas>
- Instituto Uruguayo de Meteorología. Informe sobre la sequía 2022-2023 y sus impactos. Montevideo: Gobierno de Uruguay; 2023.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. UNIT 833 Standard. 2008.
- Intendencia de Montevideo. El aguatero. Homenaje a la raza negra. Comisión del Centenario de 1930 [Internet]. 2021 [citado 2025 jul 10]. Disponible en: <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/personas-y-ciudadania/mapeo-afrodescendencia-resiliente/monumento-al-aguatero>
- Ionescu AC, Mattina R, Brambilla E, Ralli M, Passali FM, Passali D. Antibacterial and antibiofilm effects of radioactive thermal water. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2021;25(9):3576-3584.
- Jaikrishan G, Sudheer KR, Andrews VJ, Koya PKM, Madhusoodhanan M, Jagadeesan CK, Seshadri M. Study of stillbirth and major congenital anomaly among newborns in the

- high-level natural radiation areas of Kerala, India. *J Community Genet.* 2013;4(1):21-31.
- Karagülle O, Smorag U, Candir F, Gundermann G, Jonas U, Becker AJ, Gehrke A, Gutenbrunner C. Clinical study on the effect of mineral waters containing bicarbonate on the risk of urinary stone formation in patients with multiple episodes of CaOx-uroolithiasis. *World J Urol.* 2007;25(3):315-323.
- Kataoka T, Habu H, Tanaka A, Naoe S, Murakami K, Fujimoto Y, Yukimine R, Takao S, Mitsunobu F, Yorifuji T, Yamaoka K. Association between Radon Hot Spring Bathing and Health Conditions: A Cross-Sectional Study in Misasa, Japan. *Acta Med Okayama.* 2023;77(4):387-394.
- Keller S, König V, Mösges R. Thermal Water Applications in the Treatment of Upper Respiratory Tract Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Allergy.* 2014;2014:1-17.
- Koçak FA, Kurt EE, Milletli Sezgin F, et al. The effect of balneotherapy on body mass index, adipokine levels, sleep disturbances, and quality of life of women with morbid obesity. *Int J Biometeorol.* 2020;64:1463-1472.
- Kochupillai N, Verma IC, Grewal MS, Ramalingaswami V. Down's syndrome and related abnormalities in an area of high background radiation in coastal Kerala. *Nature.* 1976;262(5563):60-61.
- Krastel S, Wefer G, Hanebuth TJ, Antobreh AA, Freudenthal T, Preu B, et al. Sediment dynamics and geohazards off Uruguay and the de la Plata River region (northern Argentina and Uruguay). *Geo Mar Lett.* 2011;31(4):271-83.
- Kruk C, Gascue A, Bortolotto N, Lezica LR, Delbene L, González S, et al. Problemáticas socioambientales en el territorio hidrosocial de la Laguna Merín: aportes desde la interdisciplina. *Rev Urug Antropol Etnogr.* 2022;7(2).
- La Diaria. El agua en la historia de Montevideo: escasez, plegarias y quejas [Internet]. 2019 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://ladiaria.com.uy/rioabierto/articulo/2019/1/el-agua-en-la-historia-de-montevideo-escasez-plegarias-y-quejas/>
- Latour B. *Ciencia en acción. Como seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad.* Harvard University Press; 1992.
- Lazzerini FT, da Silva P. Guarani aquifer system (GAS): geothermal spa balneology assessment. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2020;35(1):33-59.
- Leal SN, Sousa VCB. Recursos Perfeitos, Turismo e Singularidades Territoriais: contributos para o desenvolvimento do Turismo Científico na Golegã. *Rev Port Estud Reg.* 2019;50:383-406.
- Leclerc H, Moreau A. Microbiological safety of natural mineral water. *FEMS Microbiol Rev.* 2002;26(2):207-222.
- Lobanov AA, Irina A, Grishechkina I, Andronov SV, et al. Can aquatic exercises contribute to the improvement of the gait stereotype function in patients with long COVID outcomes? *Eur J Transl Myol.* 2022;32.

- Lovley DR, Chapelle FH. Deep subsurface microbial processes. *Rev Geophys.* 1995;33:365-381.
- Maccarone MC, Magro G, Tognolo L, Masiero S. Post COVID-19 persistent fatigue: a proposal for rehabilitative interventions in the spa setting. *Int J Biometeorol.* 2021;65:2241-2243.
- Maccarone MC, Masiero S. Health resort therapy interventions in the COVID-19 pandemic era: what next? *Int J Biometeorol.* 2021;65:1995-1997.
- Maccarone MC, Masiero S. Spa therapy interventions for post-respiratory rehabilitation in COVID-19 subjects: does the review of recent evidence suggest a role? *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021;28:46063-46066.
- Maccarone MC, Venturini E, Masiero S. Exploring the potential role of health resort medicine in the management of breast cancer-related lymphedema: a viable alternative for innovative rehabilitation opportunities? *Int J Biometeorol.* 2023;67:1505-1507.
- Magill J, Galy J. *Radioactivity Radionuclides Radiation.* Springer-Verlag; 2005.
- Maier A, Wiedemann J, Rapp F, Papenfuß F, Rödel F, Hehlhans S, Gaipl US, Kraft G, Fournier C, Frey B. Radon Exposure—Therapeutic Effect and Cancer Risk. *Int J Mol Sci.* 2021;22(1):316.
- Manara S, Beghini F, Masetti G, et al. Thermal therapy modulation of the psoriasis-associated skin and gut microbiome. *Dermatol Ther.* 2023;13:2769-2783.
- Manawi Y, Hassan A, Atieh MA, Lawler J. Overview of radon gas in groundwater around the world: Health effects and treatment technologies. *J Environ Manage.* 2024;368:122176.
- Manganelli A, Gastmans D, Santarosa L, Veroslavsky G, Aubet N, Samaniego L, Carrión R, Pochintesta L, Pedro A, Arteaga J. A review of regional groundwater flow model in Guarani Aquifer System outcrop region in Uruguay: consequences for integrated surface and groundwater management. In: ISARM2021, 2nd International Conference “Transboundary aquifers. Challenges and the way forward”; 2021. p. 66-67.
- Manica P, Claudatus J, Pertile R, et al. Efficacy of balneotherapy on pain, function, and sleep quality in patients with chronic low back pain: a prospective observational study. *Int J Biometeorol.* 2024.
- Manzano M, Guimaraens M. Hidroquímica del Sistema Acuífero Guaraní e implicaciones para la gestión. *Bol Geol Min.* 2012;123(3):281-295.
- Maraver F, Alvareda E, Ramos J, Gamazo P, Ernst A. Curso de Educación Permanente: Introducción a las aguas subterráneas mineromedicinales e Hidrología Médica. Salto: Universidad de la República, Centro Comercial e Industrial de Salto; 2024.
- Maraver F, Armijo F. *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas.* Editorial Complutense SA; 2010.
- Maraver F, Conde M. Crenoterapia en odonto-estomatología. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 1989;4(1):33-35.
- Maraver F, Corvillo I, Martín-Megías AI, Armijo F. Hidrología médica, una especialidad poco conocida. *Med Clin (Barc).* 2013;141(12):556-557.

- Maraver F, Martín-Megías AI, Corvillo I, Armijo F. Cuando el radón es beneficioso para la salud. *Gac Sanit.* 2015;29(3):232-233.
- Maraver F, Ródenas C, Martín-Megías AI, Corvillo I, Vázquez I, Armijo F. Las aguas radiactivas de los balnearios españoles. Aplicaciones e indicaciones. *Med Naturista.* 2018;12(1):15-22.
- Maraver F, Vázquez I, Armijo F. *Vademécum III de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid: Editorial Complutense; 2020.
- Maraver F. *Hidrología Médica y aguas mineromedicinales: bases científicas para el turismo de salud.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2023.
- Maraver F. Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales. En: Maraver F, coordinador. *Vademécum de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid: ISCIII; 2003. p. 13-22.
- Maraver F. Indicaciones de las aguas mineromedicinales. En: *Vademécum de las aguas mineromedicinales de Galicia.* Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela; 2017. p. 29-36.
- Martín AI. Aspectos negativos de la cura termal. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 2015;30(2):205-215.
- Martínez J, López M. El agua como patrimonio cultural: dimensiones simbólicas y sociales en América Latina. *Rev Estud Ambient Cult.* 2018;15(2):45-62.
- Más Historia. El agua en la época colonial [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://mas-historia.blogspot.com/2023/06/el-agua-en-la-epoca-colonial.html>
- Matz H, Orion E, Wolf R. Balneotherapy in dermatology. *Dermatol Ther.* 2003;16(2):132-140.
- Meadows DH. *Leverage points: places to intervene in a system.* The Sustainability Institute; 1999.
- Mehta V, Shikha D, Singh P, Chauhan P, Mudahar S. Measurement of radon, thoron and their progeny in indoor environment of Mohali, Punjab, Northern India, using pinhole dosimeters. *Nucl Technol Radiat Prot.* 2016;31(3):299-305.
- Menegatti E, Masiero S, Zamboni P, et al. Randomized controlled trial on dryland and thermal aquatic standardized exercise protocol for chronic venous disease (DATA study). *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2021;9:1226-1234.e2.
- Míguez D. Gestión integrada de recursos hídricos en Uruguay en el contexto internacional. *Innotec.* 2015;10:71-81.
- Ministerio de Ambiente de Uruguay. *Plan Nacional de Agua 2018-2030: hacia una gestión sostenible del recurso hídrico.* 2018. Disponible en: <https://www.mvotma.gub.uy>.
- Ministerio de Ambiente. *Política Nacional de Aguas en Uruguay.* Montevideo: Ministerio de Ambiente; 2021.
- Ministerio de Salud Pública. Cobertura del Sistema Nacional Integrado de Salud (SNIS) [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica>

- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario de Uruguay [Internet]. 2019 [citado 2025 dic 1].
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Gestión sostenible del agua en Uruguay: avances y desafíos. Montevideo: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente; 2015.
- Mira A, Veroslavsky G, Vives L, Rodriguez L. Influencia de los lineamientos estructurales sobre el flujo del Sistema Acuífero Guaraní en la provincia de Corrientes. *Rev Asoc Geol Argent*. 2016;73(4):478-492.
- Mirandola P, Gobbi G, Micheloni C, et al. Hydrogen sulfide inhibits IL-8 expression in human keratinocytes via MAP kinase signaling. *Lab Invest*. 2011;91:1188-1194.
- Mohan S, Chopra V. Biological effects of radiation. In: *Radiation Dosimetry Phosphors*. Elsevier; 2022. p. 485-508.
- Montaño J, Collazo P. Hidrogeoquímica del Sistema Acuífero Guaraní (Uruguay). In: II Congreso Uruguayo de Geología; Punta del Este. Actas. 1998. p. 395-400.
- Montaño J, Tujchneider O, Auge M, Fili M, Paris M, D'Elía M, Pérez M, Nagy MI, Collazo P, Decoud P. Acuíferos regionales en América Latina. SAG. Capítulo argentino-uruguayo. Santa Fe: Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral; 1998. 217 p.
- Montevideo Antiguo. La fuente de la Aguada [Internet]. 2018 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.montevideoantiguo.net/la-fuente-de-la-aguada/>
- Moody DW, Carr J, Chase EB, Paulson RW, editors. National water summary 1986 - Hydrologic Events and Ground-Water Quality. 1986.
- Morales E, Veroslavsky G, Manganelli A, Marmisolle J, Pedro A, Samaniego L, Morales M. Potential of geothermal energy in the onshore sedimentary basins of Uruguay. *Geothermics*. 2021;95:102165.
- Morgan JJ. Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters. USA: John Wiley; 1995.
- Mudelsee M, Albert J, Sirocko F. Weather control in radon flux time series from Schleswig-Holstein, Germany. *GEM Int J Geomathematics*. 2020;11(1):23.
- Museo Zorrilla. El agua en una vivienda colonial [Internet]. 2014 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://museozorrilla.gub.uy/innovaportal/v/61869/2/mec/el-agua-en-una-vivienda-colonial>
- Narváez GM, Vivas AG. El Derecho de los Ríos en el Estado Constitucional de Derechos y Justicia. 593 *Digit Publ CEIT*. 2022;7(6):220-41.
- Novikov DA, Dultsev FF, Pyryaev AN, Khvashchevskaya AA, Derkachev AS, Chernykh AV. Natural radionuclides and geochemical features of Siberian waters: the case of the Novobibeyevo hydro-radon occurrence. *Appl Radiat Isot*. 2025;223:111852.
- Nunes LJR, Curado A, Lopes SI. The Relationship between Radon and Geology: Sources, Transport and Indoor Accumulation. *Appl Sci*. 2023;13(13):7460.

- Obras Sanitarias del Estado. Informe de gestión 2023 [Internet]. 2023 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ose.com.uy>
- Oddone G, Marandino J. The case of Uruguay [Internet]. Chicago: University of Chicago; 2019. Disponible en: <https://mafhola.uchicago.edu/wp-content/uploads/The-Caseof-Uruguay.pdf>
- Organización de los Estados Americanos (OEA). Marco conceptual para la gestión del Sistema Acuífero Guaraní. Programa GEF/OEA/BID; 2005. Disponible en: [oas.org/dsd/Guarani](https://oas.org/dsd/Guarani).
- Organización Mundial de la Salud. Radiological aspects. In: Guías para la calidad del agua de consumo humano. 2018. p. 239-256.
- Organización Mundial de la Salud. WHO handbook on indoor radon: A public health perspective. 2009.
- Organización Panamericana de la Salud. Salud en las Américas. Perfil de país - Uruguay [Internet]. 2024 [citado 2025 nov 25]. Disponible en: <https://hia.paho.org/es/perfiles-de-pais/uruguay>
- Oronsky B, Larson C, Hammond TC, et al. A review of persistent post-COVID syndrome (PPCS). *Clin Rev Allergy Immunol*. 2023;64:66-74.
- Ortega X, Vallés I, Serrano I. Natural radioactivity in drinking water in Catalonia (Spain). *Environ Int*. 1996;22(Suppl 1):347-354.
- OSE. Montevideo colonial [Internet]. 2025 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://www.ose.com.uy/empresa/montevideo-colonial>
- Passali D, Gabelli G, Passali GC, Magnato R, Platzgummer S, Salerni L, Lo Cunsolo S, Joos A, Bellussi LM. Radioactive Merano SPA Treatment for Allergic Rhinitis Therapy. *Int J Otolaryngol*. 2016;2016:1-7.
- PEA. Acuífero Guaraní: Programa Estratégico de Ações / Acuífero Guaraní: Plan Estratégico de Acción. Edición español/portugués. Organización de Estados Americanos; 2009. 424 p.
- Pedersen K. Exploration of deep intraterrestrial microbial life: current perspectives. *FEMS Microbiol Lett*. 2000;185(1):9-16.
- Pellegrino A. Caracterización demográfica del Uruguay [Internet]. Montevideo: Programa de Población, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República; 2003 [citado 2025 feb 21]. Disponible en: [https://anep.edu.uy/historia/clases/clase20/cuadros/15\\_Pellegrino-Demo.pdf](https://anep.edu.uy/historia/clases/clase20/cuadros/15_Pellegrino-Demo.pdf)
- Pérez B, Stieff LC, Ponce-Amanca RE, Guevara-Pillaca CJ, Palacios D. Edaphic and meteorological parameters as determinants of radon exhalation and its environmental implication in Peruvian agroecosystems. *Sci Rep*. 2025;15(1):22140.
- Pérez Fernández MR. Principios de hidroterapia y balneoterapia. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España; 2005.
- Pérez LC. Patrimonio y arqueología en el sur de Brasil y región este de Uruguay: los cerritos de indios. *Salduie*. 2005;5:221-54.

- Pesce A, Rivara A, Miranda F, Khachatryan D. Sistema Acuífero Guaraní: una gran perspectiva de desarrollo geotérmico en el noreste de Argentina. In: 15 Congreso Geológico Argentino; El Calafate. Actas. Vol. 2; 2002. p. 353-358.
- Petoussi-Henss N, Satoh D, Endo A, Eckerman KF, Bolch WE, Hunt J, Jansen JTM, Kim CH, Lee C, Saito K, Schlattl H, Yeom YS, Yoo SJ. ICRP Publication 144: Dose Coefficients for External Exposures to Environmental Sources. *Ann ICRP*. 2020;49(2):11-145.
- Piaggio M. El agua en Uruguay: gestión, desafíos y perspectivas. *Rev Urug Geogr*. 2012;18(2):45-67.
- Piper AM. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *Trans Am Geophys Union*. 1944;25:914-928.
- Porto MF. Territorio, salud y justicia ambiental: perspectivas críticas desde América Latina. *Cad Saude Publica*. 2018;34(7):e00050718.
- Pozzi G, Gobbi G, Masselli E, et al. Buffering adaptive immunity by hydrogen sulfide. *Cells*. 2022;11.
- Pozzi G, Masselli E, Gobbi G, et al. Hydrogen sulfide inhibits TMPRSS2 in human airway epithelial cells: implications for SARS-CoV-2 infection. *Biomedicines*. 2021;9.
- Presidencia de la República. Decreto 253/979 Norma para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas. 1979.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre desarrollo humano 2021/2022: tiempos inciertos, vidas inestables [Internet]. 2022 [citado 2025 may 12]. Disponible en: <https://hdr.undp.org>
- Proyecto REDD+ Uruguay, Rodríguez P, Justo C, Miguel C, Olivera J, Martino D. Población indígena en Uruguay y su vínculo con el bosque [Internet]. Montevideo: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca; Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente; 2020 [citado 2025 dic 22]. Disponible en: [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/1.%20Informe\\_PI\\_y\\_BN.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/1.%20Informe_PI_y_BN.pdf)
- Queneau P, Bolangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. *Médecine thermale - faits et preuves*. París: Masson Col Abrégés; 2000.
- Queneau P, Roques C, coordinadores. *Medicina termal: datos científicos*. Madrid: Video cinco; 2019.
- Quintana C. Medio siglo de turismo termal en Uruguay (1957-2007). 2014.
- Quintana C. Política pública de turismo y territorio en la región termal de Uruguay – caso: Centro Termal Guaviyú (1957-2007). *Rev Bras Pesqui Tur*. 2011;5(2):248-270.
- Ramos JA, Blanco CN, Gamazo PA, Saravia C, de Souza R, de los Santos JE, Bentancur O, Ferreira Á. Potencial del efluente de los parques geotermales del Sistema Acuífero Guaraní para la calefacción de invernáculos. *Innotec*. 2017;(14):31-36. doi:10.26461/14.05.

- Rapolienė L, Razbadauskas A, Šalyga J, Martinkėnas A. Stress and fatigue management using balneotherapy in a short-time randomized controlled trial. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2016;2016:9631684.
- Reger M, Kutschan S, Freuding M, et al. Water therapies (hydrotherapy, balneotherapy or aqua therapy) for patients with cancer: a systematic review. *J Cancer Res Clin Oncol.* 2022;148:1277-1297.
- Rivarola M. Los ríos como eje de la identidad uruguaya: una perspectiva histórica. *Cuad Hist Reg.* 2012;12(2):45-62.
- Rodríguez-Gallego A, Alfaro M, Carranza A, Clavijo C, De León G, Franco-Fraguas P, et al. Síntesis de la revisión de antecedentes sobre el estado de los ecosistemas y la biodiversidad en Uruguay y las causas de su degradación [Internet]. CURE, Udelar; 2019 [citado 2025 nov 24].
- Roques CF. Modernité du thermalisme. En: *La Presse Thermale et Climatique*, editor. *Florilège thermal. Les 150 ans de la Société.* París: Société Française d'Hydrologie et de Climatologie Médicales; 2006. p. 5-8.
- Roques CF. Thermalisme sanitaire et thermalisme social. *Press Therm Climat.* 2003;140:15-19.
- Runnells DD. Diagenesis, chemical sediments, and the mixing of natural waters. *J Sediment Res.* 1969;39(3).
- San José C. *Hidrología médica y terapias complementarias.* Sevilla: Universidad de Sevilla; 2012.
- San José-Rodríguez JC. La trascendencia del Programa de Termalismo Social en la promoción de la salud y en el tratamiento de enfermedades crónicas. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2014;29(1):13-16.
- San Martín J. Conceptos generales. Terminología. Curas balnearias como agentes terapéuticos. Bases biológicas. In: *Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia.* 2006. p. 27.
- San-José JC. *Hidrología médica: fundamentos y aplicación práctica.* Jano. 2008;1700:28-35.
- Santos I, Cantista P, Vasconcelos C. Balneotherapy in rheumatoid arthritis-a systematic review. *Int J Biometeorol.* 2016;60(8):1287-1301.
- Saz P, Gálvez JJ, Ortiz M, Saz S. Agua y salud. *Balneoterapia.* *Offarm.* 2011;30(6):66-70.
- Schinca. Montevideo antiguo [Internet]. 2015 [citado 2025 may 12]. Disponible en: [https://www.raicesuruguay.com/raices/mvd\\_antiguo3.html](https://www.raicesuruguay.com/raices/mvd_antiguo3.html)
- Schnebelen-Berthier C, Negro N, Jaruga A, et al. Long-term effect of spa therapy combined with patient education program on subjects with overweight and obesity: a controlled study. *Obes Res Clin Pract.* 2019;13:492-498.
- Scott BR. Radiation-hormesis phenotypes, the related mechanisms and implications for disease prevention and therapy. *J Cell Commun Signal.* 2014;8(4):341-352.
- Serres M. *El tercero instruido. Piedra Rosetta;* 2023.

- Serres M. Los cinco sentidos: ciencia, poesía y filosofía del cuerpo. de la Maza M, traductor. Editorial Taurus; 2002.
- Shuktomova II, Rachkova NG. Determination of <sup>226</sup>Ra and <sup>228</sup>Ra in slightly mineralised natural waters. *J Environ Radioact.* 2011;102(2):84-87.
- Silva J, Martins J, Nicomélio C, et al. A novel approach to assess balneotherapy effects on musculoskeletal diseases: an open interventional trial combining physiological indicators, biomarkers, and patients' health perception. *Geriatrics (Basel).* 2023;8:55.
- Silva P, Gamboa G, Chávez D. Turismo científico una alternativa para conservar el Patrimonio del CIPCA, Amazonia - Ecuador. *Cienc Tecnol.* 2019;12(2):55-64.
- Soriano JB, Murthy S, Marshall JC, et al. A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus. *Lancet Infect Dis.* 2022;22:e102-e107.
- Sotelo M. Cairnes y vichaderos en las tierras altas de Uruguay. *Rev Mus Antropol.* 2014;7(2):309-16.
- Soutullo A, Arrieta D, Conde D. Gestión del agua en Uruguay: análisis de políticas y desafíos pendientes. *Rev Urug Medio Ambiente.* 2013;7(3):112-128.
- Star SL, Griesemer JR. Institutional ecology, "translations," and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. *Soc Stud Sci.* 1989;19(3):387-420.
- Stier-Jarmer M, Kus S, Frisch D, Sabariego C, Schuh A. Health resort medicine in non-musculoskeletal disorders: is there evidence of its effectiveness? *Int J Biometeorol.* 2015;59(10):1523-1544.
- Storozhenko N, Solimene U, Cantista P, Surdu O, Ponikowska I, Ponomarenko G, Dubois T, Santuari A, Boikov A. St. Petersburg Declaration on Thermal Medicine 23rd-24th April 2013. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2013;28(1):59-64.
- Stranges S, Tigbe W, Gómez-Olivé FX, et al. Sleep problems: an emerging global epidemic? Findings from the INDEPTH WHO-SAGE study among more than 40,000 older adults from 8 countries across Africa and Asia. *Sleep.* 2012;35:1173-1181.
- Stumm W, Morgan JJ. Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters. 3rd ed. Wiley; 1995.
- Suresh S, Rangaswamy DR, Srinivasa E, Sannappa J. Measurement of radon concentration in drinking water and natural radioactivity in soil and their radiological hazards. *J Radiat Res Appl Sci.* 2020;13(1):12-26.
- Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. Le guide des bonnes pratiques thermales. *Press Therm Climat.* 2004;141:101-143.
- Techera J, Massa E, Izquierdo D, Pérez S. Mapa del Sistema Acuífero Guaraní en Uruguay. Montevideo: Dirección Nacional de Minería y Geología; 2017.
- Tenti S, Chelieschi S, Galeazzi M, Fioravanti A. Spa therapy: can be a valid option for treating knee osteoarthritis? *Int J Biometeorol.* 2015;59(8):1133-1143.

- Teramoto EH, Gemeiner H, Veroslavsky G, Chang HK. Unraveling the water exchange dynamics of the Guarani Aquifer System with underlying and overlying aquifers in Uruguay. *J South Am Earth Sci.* 2025.
- Teramoto EH, Gonçalves RD, Chang HK. Hydrochemistry of the Guarani Aquifer System modulated by mixing with underlying and overlying hydrostratigraphic units. *J Hydrol Reg Stud.* 2020;30:100713.
- Terra J. Uruguay: geografía física y humana. Montevideo: Editorial Universidad de la República; 1996.
- Terzaghi K. Las represas y su impacto en la economía del Uruguay. Montevideo: Facultad de Ingeniería; 1996.
- Thurman EM. Organic geochemistry of natural waters. Vol. 2. Springer Science & Business Media; 2012.
- Toranza Ciurlanti C. Distribución y diversidad del bosque serrano y de quebrada en Uruguay [Internet]. 2021 [citado 2025 nov 21].
- Trompette P, Vinck D. Retour sur la notion d'objet-frontière. *Rev Anthropol Connaiss.* 2009;3(1):3-25.
- Tuero del Prado CE. Las termas romanas, establecimientos precursores de los actuales centros acuáticos de ocio. *Citius Altius Fortius.* 2013;6(1):61-87.
- Ultimo S, Zauli G, Martelli AM, et al. Influence of physical exercise on microRNAs in skeletal muscle regeneration, aging and diseases. *Oncotarget.* 2018;9:17220-17237.
- UNESCO. El agua en Uruguay: una visión sobre el presente y la reflexión. 2023. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articles/el-agua-en-uruguay-una-vision-sobre-el-presente-y-la-reflexion-conjunta-sobre-el-futuro>. Acceso 22 feb 2025.
- UNESCO. Groundwater resources in South America: aquifer systems. Regional Groundwater Project RLA/8/031; 2010.
- UNSCEAR. Sources and effects of Ionizing Radiation. Vol. 1. 2008.
- Urkia Etxabe JM. El esplendor de los balnearios. In: Español González L, Escribano Benito JJ, Martínez García MA, coordinadores. *Historia de las ciencias y de las técnicas.* Vol. 1. p. 105-120.
- Uruguay XXI. Contribución del turismo al PIB y a las exportaciones de Uruguay [Internet]. 2022. Disponible en: <https://www.uruguayxxi.gub.uy>
- Uruguay XXI. Estabilidad y una oferta diversa, los puntos altos para la inversión turística en Uruguay [Internet]. 2022 [citado 2025 feb 18]. Disponible en: <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/noticias/articulo/estabilidad-y-una-oferta-diversa-los-puntos-altos-para-la-inversion-turistica-en-uruguay/>
- Uruguay. Ley N° 18.035. Ley General de Aguas. *Diario Oficial*; 2006.
- Uruguay. Ley N° 19.553. Ley de Riego con Destino Agrario. *Diario Oficial*; 2017.
- Ushikoshi-Nakayama R, Yamazaki T, Omagari D, et al. Evaluation of the benefits of neutral bicarbonate ionized water baths in an open-label, randomized, crossover trial. *Sci Rep.* 2024;14:1261.

- Vaccarezza M, Vitale M. Crenotherapy: a neglected resource for human health now re-emerging on sound scientific concepts. *Int J Biometeorol.* 2010;54:491-493.
- Veiga C, Mendizábal R. Impacto ambiental y regulación del agua en Uruguay: un análisis crítico. *Estud Medio Ambient.* 2015;12(3):75-98.
- Veiga LHS, Koifman S. Pattern of cancer mortality in some Brazilian HBRAs. *Int Congr Ser.* 2005;1276:110-113.
- Vela ML, Michan-Doña A, Pini V, Fernández-Porta C, De Gracia JA, Fernández-Torán MA, Maraver F. Prevalence of frailty, prefrailty and geriatric syndromes in people aged 60 or more that use the Cofrentes spa: a pilot study. *Balneo PRM Res J.* 2023;14(2):548.
- Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SM, Boers M, Cardoso JR, Lambeck J, de Bie RA, de Vet HC. Balneotherapy for osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;(4):CD006864.
- Veroslavsky G, Manganelli A. Zoning of the Guaraní Aquifer System in Uruguay: a suggested guide for its environmental management and protection. *Aqua-LAC.* 2018;10(2):61-68.
- Veroslavsky G, Soto M, Mesa V, Manganelli A. Geology of the Guaraní Aquifer System in the outcrop area of the Tacuarembó and Rivera formations (Norte Basin, Uruguay). *Rev Asoc Geol Argent.* 2024;81(2):239-264.
- Vialette Y, Mao P, Bourlon F. El turismo científico en los Alpes franceses: un laboratorio para la mediación y la investigación científica. *Rev Investig Alp Rev Geogr Alp.* 2021;109(2).
- Vidart D. El mundo de los charrúas. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; 1996.
- Vidart D. El Uruguay y su gente: ensayos de identidad cultural. Montevideo: Ediciones Trilce; 2000.
- Viegas J, Cardoso EM, Bonneau L, et al. A novel bionebulizer approach to study the effects of natural mineral water on a 3D in vitro nasal model from allergic rhinitis patients. *Biomedicines.* 2024;12.
- Viegas J, Esteves AF, Cardoso EM, et al. Biological effects of thermal water-associated hydrogen sulfide on human airways and associated immune cells: implications for respiratory diseases. *Front Public Health.* 2019;7:128.
- Vigna S, Barbosa AM. Cosmovisiones y modos de vida de la comunidad charrúa contemporánea en Uruguay. En: *Actas V Encuentro de Investigadores del Área Social.* Melo: Udelar; 2022.
- Vives L, Rodríguez L, Manzano M, Mira A, Araguás-Araguás L, Ortega L, Matsumoto T. Using isotope data to characterize and date groundwater in the southern sector of the Guaraní Aquifer System. *Isot Environ Health Stud.* 2020;56(5-6):533-550.
- Wang S, Ye C, Liu J, Lin P, Liu K, Dong P, Sun Y, Liu Y, Wang L, Wang G. Natural radioactivity of geothermal water in Beijing, China. *J Radioanal Nucl Chem.* 2017;314(3):1547-1555.
- West LJ, Sinha S. Groundwater. In: *Water resources.* Routledge; 2019. p. 151-194.

*Bibliografía general*

- WHO. Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2: swimming pools and similar environments. World Health Organization; 2006.
- Winklmayr M, Kluge C, Winklmayr W, Küchenhoff H, Steiner M, Ritter M, Hartl A. Radon balneotherapy and physical activity for osteoporosis prevention: a randomized, placebo-controlled intervention study. *Radiat Environ Biophys*. 2015;54(1):123-136.
- Yang B, Qin Q-Z, Han L-L, et al. Spa therapy (balneotherapy) relieves mental stress, sleep disorder, and general health problems in sub-healthy people. *Int J Biometeorol*. 2018;62:261-272.
- Zlobina A, Farkhutdinov I, Carvalho FP, Wang N, Korotchenko T, Baranovskaya N, Farkhutdinov A. Impact of Environmental Radiation on the Incidence of Cancer and Birth Defects in Regions with High Natural Radioactivity. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(14):8643.



## Anexo

### Índice de autores

ALBISU, C: 18  
ALVAREDA MIGLIARO, EM: 31,  
47, 81, 101, 115, 185  
ANZUATTE, L: 20  
APATIE, M: 20  
ARMIJO, F: 115, 185  
AZCUNE, G: 137  
BARCELLOS, M: 73,  
BARCOS, J: 81  
BESSONE, L: 47,  
BLANCO, R: 27  
BORTOLOTTO N: 31  
BORRERO, AA: 47,  
CHALAR BERTOLOTTI, L: 65,  
DA ROCHA, S: 31, 47,  
DALAVE, E: 47,  
DEL PUERTO, L: 31  
ERNST, A: 31, 185,  
GAMAZO, P: 47,  
LAVECCHIA, F: 20  
MANGANELLI, A: 51,  
MARAVÉR, F: 11, 115, 171, 185  
MENONI, P: 17  
NOBOA, A: 93  
NOGUERA, AL: 137  
OLIVERA, N: 19  
PERILLO, M: Portada  
RAMOS, JÁ: 47,  
SARACHO, A: 47,  
SÚAREZ, M: 93  
VELA, ML: 115, 121, 155, 171, 185  
VEROSLASVSKY, G: 51,



## Anexo

### Índice toponímico

- ACUÍFERO RAIGÓN: 33,  
AGUAS CLARAS: 115, 116, 117,  
171, 172, 175, 187, 196, 197,  
ALEMANIA: 75, 143, 144,  
ALMIRÓN: 115, 116, 117, 171, 172,  
173, 176, 185, 186, 187, 216,  
218,  
ALTOS DEL ARAPEY: 15, 23, 115,  
116, 117, 171, 172, 174, 175,  
187, 208, 210, 211, 212, 213,  
214,  
AMERICA DEL SUR: 32,  
AMERICA LATINA: 85,  
ARAPEY: 115, 116, 117, 171, 172,  
175, 187,  
ARAXÁ: 145, 146,  
ARGENTINA: 20, 21, 33, 35, 37, 40,  
48, 53, 56, 58, 110, 208, 213,  
ARROYO CUÑAPIRÚ: 49,  
ARROYO DE LAS CANARIAS: 39,  
ARROYO GUAYABOS CHICO:  
219,  
ARROYO TACUAREMBÓ CHICO:  
49,  
ARROYO TAMANDÚA: 49,  
ARROYO TRANQUERAS: 49,  
ARTIGUAS: 48,  
AUSTRIA: 143, 146,  
AYUÍ: 36,  
BAD GASTEIN: 143, 146,  
BADEN-BADEN: 75,  
BATH: 75,  
BRASIL: 20, 21, 32, 35, 37, 40, 48,  
56, 58, 110, 144, 145, 146, 208,  
213,  
BUENOS AIRES: 36,  
BUCEO: 40,  
CALIFORNIA: 149,  
CANADÁ: 149,  
CARIBE: 85,  
CERRO LARGO: 49,  
CHECOSLOVAQUIA: 143,  
CLUB REMERO SALTO: 15, 23, 27,  
54, 115, 116, 171, 172, 174, 175,  
187, 200, 201, 202, 203, 204,  
COLONIA DE SACRAMENTO: 20,  
22,  
CONO SUR: 31,  
CONTINENTE SUDAMERICANO:  
56,  
CORREDOR TERMAL DEL RÍO  
URUGUAY: 55, 73, 74, 79, 176,  
CORRIENTES: 59,  
DAYMÁN: 115, 116, 117, 171, 172,  
174, 175, 187, 191, 192,  
ENTRE RÍOS: 53, 59,  
EGIPTO: 75,  
ESPAÑA: 27, 76, 103, 143,  
ESTADOS UNIDOS: 149,  
EUROPA: 75, 76, 143, 149,  
FINLANDIA: 149,  
FRANCIA: 75,  
FUENTE DE SAN JOSÉ: 40,  
FUENTE DE TORIBIO: 40,  
FUENTE DEL PUERTO: 40,  
GALICIA: 27,  
GRECIA: 75,  
GUARAPARÍ: 145, 146, 171, 172,  
GUAVIYÚ: 115, 116, 117, 175, 187,  
222, 223, 225,

- GUICHÓN: 219,  
INDIA: 145,  
IMPERIO BRITANICO: 35,  
INGLATERRA: 75,  
ITALIA: 143, 144, 146,  
JAPÓN: 143, 144, 146,  
KERALA: 145,  
LAGUNA DE ROCHA: 34,  
LAGUNA GARZÓN: 34,  
LAGUNA MERÍN: 33,  
MADRID: 15, 20, 21, 24, 27, 103,  
111, 115, 121,  
MERANO: 144, 146,  
MESOPOTAMIA: 75,  
MISASA: 143,  
MOTEBIDEO: 20, 22, 36, 37, 39, 40,  
51, 208,  
OCEANO ATLÁNTICO: 33, 34,  
PARAGUAY: 48, 56, 110,  
PAYSANDÚ: 15, 18, 19, 20, 21, 22,  
25, 27, 36, 49, 52, 60, 76, 77, 78,  
79, 110, 115, 116, 171, 172, 173,  
186, 187, 215, 218, 219, 221,  
224, 225,  
POÇOS DE CALDAS: 144, 145, 146,  
POZO AGUAS CLARAS: 51, 52,  
POZO ALMIRÓN: 51, 52, 53, 54,  
POZO ARAPEY 1: 51, 52, 53,  
POZO ARAPEY 2: 51, 52, 53,  
POZO ALTOS DEL ARAPEY 1: 51,  
52,  
POZO CONCEPCIÓN DEL URU-  
GUAY: 60,  
POZO GUALEGUAYCHÚ: 60,  
POZO GUAVIYÚ: 51, 52,  
POZO GUICHÓN: 53, 54, 61,  
POZO DAYMÁN: 51, 52,  
POZO HOTEL QUIROGA: 51, 52,  
POZO PASO ULLESTIE: 52, 53,  
POZO POSADA DEL SIGLO XIX:  
51, 52,  
POZO QUEBRANCHO: 54,  
POZO RINCON DEL BONETE: 52,  
53,  
POZO SAN NICANOR: 51,  
PUNTA DEL ESTE: 20, 21, 22,  
REPRESA DE SALTO GRANDE:  
37,40,  
RIBERA: 48,  
RÍO ARAPEY: 49, 94,  
RÍO CUAREIM: 49,  
RÍO DAYMAN: 34, 49, 77, 95, 198,  
RÍO DE LA PLATA: 33, 36, 37, 38,  
39, 194,  
RÍO GRANDE DEL SUR: 36,  
RÍO NEGRO: 34, 38,  
RÍO QUEGUAY: 34, 49,  
RÍO SAN SALVADOR: 34,  
RÍO TACUAREMBÓ: 49  
RÍO NEGRO: 53,  
RÍO URUGUAY: 33, 36, 38, 49, 53,  
59, 61, 76, 194, 203,  
ROMA: 74, 75, 79,  
RUSIA: 149,  
SALADERO DE GUAVIYÚ: 224  
SALTO: 15, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 27,  
48, 49, 52, 54, 55, 57, 60, 76, 77,  
78, 79, 81, 93, 94, 95, 96, 97,  
101, 110, 115, 116, 171, 172,  
174, 186, 187, 190, 193, 195,  
197, 198, 200, 202, 203, 205,  
207, 210, 212, 213,  
SISTEMA AQUÍFERO EL CHUY:  
48,  
SISTEMA AQUÍFERO EL MERCE-  
DES: 48,  
SISTEMA AQUÍFERO EL RAIGÓN:  
48,  
SISTEMA AQUÍFERO EL TACUA-  
REMBÓ: 48,  
SISTEMA AQUÍFERO GUARANÍ:  
31, 33, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53,  
54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 68,

*Índice toponímico*

110, 115, 116, 117, 119, 185,  
186, 187, 193, 208,  
SISTEMA ACUÍFERO SAN GRE-  
GORIO-BUENA VISTA: 51, 54,  
55, 56, 60, 61, 185, 186, 187,  
SUIZA: 149,  
TACUAREMBÓ: 48, 53,  
TERMAS AGUAS CLARAS: 15, 78,  
174, 195, 198, 199,  
TERMAS DE ALMIRÓN: 19, 20, 21,  
23, 51, 52, 54, 60, 77, 215, 219,  
220,  
TERMAS DEL ARAPEY: 20, 21, 51,  
52, 57, 77, 94, 174, 205, 206,  
207, 209, 213,  
TERMAS DEL DAYMÁN: 20, 21,  
23, 49, 51, 52, 54, 57, 77, 78, 95,  
111, 190, 193, 194,  
TERMAS DE GUAVIYÚ: 19, 20, 21,  
23, 51, 52, 54, 77, 174, 221, 224,  
225, 226,

TERMAS DE SALTO GRANDE: 20,  
21, 23, 36, 51, 52, 57, 78, 95,  
TERMAS SAN NICANOR: 51, 52,  
77,  
TORDESILLAS: 36,  
URUGUAY: 1, 3, 15, 16, 17, 18, 19,  
22, 24, 25, 27, 28, 31, 32, 34, 35,  
36, 37, 38, 40, 41, 47, 48, 49, 50,  
51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 65,  
66, 69, 73, 76, 77, 79, 81, 82, 83,  
84, 85, 93, 94, 101, 103, 110,  
111, 115, 116, 117, 149, 155,  
156, 171, 172, 173, 176, 185,  
186, 188, 190, 192, 193, 194,  
195, 197, 200, 202, 205, 207,  
208, 210, 212, 213, 215, 218,  
221, 223,  
VALLE DEL INDO: 74,  
VICHY: 75,



# Anexo

## Glosario técnico

### *Agua subterránea*

Agua almacenada en los poros y fracturas de las formaciones geológicas del subsuelo, que constituye un recurso estratégico para el abastecimiento humano, productivo y terapéutico.

### *Aguas mineromedicinales*

Aguas subterráneas naturales con composición fisicoquímica estable y presencia de minerales y/o componentes específicos que les confieren propiedades beneficiosas para la salud, utilizadas con fines preventivos, curativos o de bienestar. Su declaración se la otorga un organismo sanitario competente.

### *Aguas termales*

Desde el punto de vista hidrogeológico: aguas subterráneas que emergen a la superficie, natural o artificialmente, con una temperatura superior, al menos en 4 °C, a la temperatura media anual del lugar de surgencia.

Desde el punto de vista fisiológico: aguas subterráneas que emergen a la superficie, natural o artificialmente, con una temperatura superior a los 37.

### *Acuífero*

Formación geológica permeable capaz de almacenar, transmitir y liberar agua subterránea en cantidades aprovechables.

### *Balneoterapia*

Aplicación terapéutica de baños con aguas mineromedicinales o termales, utilizada con fines preventivos o curativos.

### *Crenoterapia*

Uso terapéutico de las aguas mineromedicinales mediante diferentes técnicas (baños, ingestión, inhalaciones), realizado bajo prescripción, control y seguimiento médico.

*DINACEA – Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental*

Dependencia del Ministerio de Ambiente de Uruguay responsable de la evaluación, control y seguimiento de la calidad ambiental, incluyendo aspectos vinculados a recursos hídricos, efluentes y protección del ambiente.

*DINAGUA – Dirección Nacional de Aguas*

Órgano del Ministerio de Ambiente de Uruguay encargado de la planificación, regulación, gestión y protección de los recursos hídricos del país, en el marco de la Política Nacional de Aguas y la gestión integrada del recurso.

*Efluente termal*

Agua termal descargada luego de su uso recreativo, terapéutico o energético, que requiere una gestión adecuada para minimizar impactos ambientales.

*Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)*

Enfoque que promueve el manejo coordinado del agua, el suelo y los recursos relacionados, con el objetivo de maximizar el bienestar social y económico sin comprometer los ecosistemas.

*Gobernanza del agua*

Conjunto de políticas, normas, instituciones y procesos sociales que regulan el uso, la protección y la gestión de los recursos hídricos.

*Gradiente geotérmico*

Aumento progresivo de la temperatura con la profundidad en el interior de la Tierra, responsable del calentamiento natural de las aguas subterráneas profundas.

*Hidrogeología*

Rama de las ciencias geológicas que estudia el origen, la distribución, el movimiento y la calidad del agua subterránea.

*Hidrología Médica*

Especialidad médica dedicada al estudio de las propiedades, indicaciones y efectos terapéuticos y/o preventivo de las aguas mineromedicinales y sus productos derivados gases o lodos.

*Hidroterapia*

Uso del agua con fines terapéuticos, aprovechando sus propiedades físicas independientemente de su composición química o temperatura.

*Indicación terapéutica*

Recomendación médica para el uso de aguas mineromedicinales en determinadas afecciones o con fines preventivos.

*Oligoelementos*

Elementos químicos presentes en muy bajas concentraciones en el agua, algunos de los cuales pueden tener efectos biológicos beneficiosos para la salud.

*Patrimonio hídrico*

Conjunto de recursos hídricos considerados bienes comunes de alto valor ambiental, social, cultural y económico para un territorio.

*Peloide*

También denominados fango o lodo, es una mezcla de un residuo sólido vegetal o mineral, con un agua mineromedicinal o termal, que se utilizan con fines terapéuticos.

*Recarga del acuífero*

Proceso mediante el cual el agua de lluvia o de cuerpos superficiales se infiltra y alimenta un acuífero.

*SAG – Sistema Acuífero Guaraní*

Sistema acuífero transfronterizo compartido por Uruguay, Argentina, Brasil y Paraguay, uno de los mayores reservorios de agua dulce subterránea del mundo y base del termalismo del litoral norte uruguayo.

*SNAP – Sistema Nacional de Áreas Protegidas*

Sistema nacional destinado a la conservación de ecosistemas y biodiversidad en Uruguay.

*Termalismo*

Conjunto de prácticas terapéuticas y preventivas basadas en el uso de aguas termales y mineromedicinales.

*Turismo termal*

Modalidad turística asociada al aprovechamiento recreativo, terapéutico y de bienestar de las aguas termales.

*Turismo de salud*

Segmento del turismo orientado a la prevención, el tratamiento y la mejora de la salud y el bienestar.

*Wellness*

Enfoque integral del bienestar que integra salud física, mental y social, ampliamente vinculado al turismo termal contemporáneo.

# Balnea

## Serie de monografías

ISSN: 1887-1933

- I. Establecimientos balnearios: historia, literatura y medicina  
*Maraver Eyzaguirre, Francisco (coord.)*  
2006, 192 páginas  
ISBN: 978-84-669-2879-3  
15 €
- II. Historia de la Sociedad Española de Hidrología Médica. Siglo XIX  
*Maraver Eyzaguirre, Francisco e Iluminada Corvillo Martín*  
2006, 266 páginas  
ISBN: 978-84-669-2981-3  
18 €
- III. Memorias de las aguas minero- medicinales españolas (Siglos XIX y XX)  
*Méndez Aparicio, Juan Antonio*  
2008, 596 páginas  
ISBN: 978-84-669-3061-1  
30 €
- IV. El termalismo argentino  
*De Michele, Daniel; Marcos Untura Filho; Marta Giacomino; Andrés Belderrain (coords.)*  
2008, 174 páginas  
ISBN: 978-84-669-3065-9  
12 €
- V. Cien años de análisis de la aguas mineromedicinales  
*Armijo Castro, Francisco*  
2012, 366 páginas  
ISBN: 978-84-669-3474-9  
18 €
- VI. Medical Hydrology an Balneology: Envirmental Aspects  
*Maraver, Francisco y Müfit Zeki Karagülle (Editors)*  
2012, 472 páginas  
ISBN: 978-84-669-3482-4  
18 €
- VII. Cien años de la Cátedra de Hidrología Médica  
*Maraver, Francisco; Álvarez-Sala, José Luís; Armijo, Francisco; Crego, Manuela; Cuenca, Concepción; De Jorge, Javier y Rodríguez-Sánchez, Juan Antonio (Autores)*  
2012, 316 páginas  
ISBN: 978-84-669-3484-8  
18 €
- VIII. Historia del Instituto de Hidrología y Climatología “Alfonso Limón Montero”  
*Cuenca González, Concepción y Maraver Eyzaguirre, Francisco*  
2014, 198 páginas  
ISBN: 978-84-667-2106-3  
12 €
- IX. Viajes de Agua III. Las aguas del Deva y de La Hermida a través de hidrólogos y viajeros  
*Armijo de Castro, Francisco*  
2015, 216 páginas  
ISBN: 978-84-606-6567-0  
12 €
- X. IV CIBAP BOI 2015  
*Maraver, Francisco; Vela, Lorena; Ankli, Walter J. (Editores)*  
2015, 360 páginas  
ISBN: 978-84-606-9368-0  
12 €
- XI. Aguas termales de Colombia. Antecedentes de uso y evolución a lo largo de la historia  
*Castro Rebolledo, Rodrigo*  
2021, 324 páginas  
ISBN: 978-84-09-33675-3  
22 €

XII. Vademécum de aguas minerales termales  
de Uruguay  
*Maraver, Francisco; Vela, María Lorena;*  
*Alvareda, Elena M. (Editores)*  
2026, 260 páginas  
ISBN: 978-84-09-86382-2  
22 €