

Agua



El uso de la hidrología isotópica para velar por la seguridad del agua y la sostenibilidad de los recursos hídricos



Los perfiles de los isótopos del oxígeno presentes en el agua dan información sobre el origen y la edad de esta, y se miden equilibrando muestras de agua con CO_2 en el laboratorio por medio de la espectrometría de masas. (Fotografía: OIEA)

RESUMEN

1. El acceso a agua dulce es esencial para el bienestar de las personas y su desarrollo, por lo que es fundamental garantizar la seguridad del agua.
2. Las aguas subterráneas representan más del 95 % del agua dulce disponible a nivel mundial.
3. Las técnicas isotópicas ayudan a determinar la edad de estas aguas y sus tasas de recarga, lo que permite a los países gestionar mejor sus recursos de agua dulce, y hacerlo de forma sostenible.
4. El OIEA concientiza acerca de los beneficios de las técnicas isotópicas y presta apoyo en su aplicación a los Estados Miembros del OIEA que deseen evaluar sus recursos hídricos y desarrollar estrategias y políticas de gestión del agua nacionales eficaces.

INTRODUCCIÓN

Garantizar el acceso a agua dulce en cantidad suficiente para satisfacer la demanda de una población mundial que va en aumento y procurar unos ecosistemas sanos constituye un desafío a escala global. A fin de gestionar el agua dulce de forma sostenible, los responsables de la toma de decisiones han de comprender la situación hidrológica y las necesidades de disponibilidad de agua de regiones geográficas concretas.

Una mala gestión de los recursos hídricos se traduce a menudo en una disminución de los niveles de agua en los acuíferos y en la contaminación de esta. El OIEA presta apoyo a los Estados Miembros en la aplicación de técnicas de hidrología isotópica para dar respuesta a desafíos relacionados con el agua. Este apoyo contribuye además a la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, que pide el acceso a agua potable para todos de aquí a 2030.

¿CUÁNTA AGUA DULCE HAY EN LA TIERRA?

Aproximadamente el 94 % del agua de la Tierra es agua de mar, que no es apta para el consumo humano. El 6 % restante, el agua dulce, existe mayormente en forma de hielo en las regiones polares. El agua dulce accesible se encuentra principalmente en acuíferos de aguas subterráneas (95 %), y solo un porcentaje pequeño (5 %) está en ríos y lagos. Por lo tanto, las aguas subterráneas son la fuente principal de agua dulce para consumo humano en todo el mundo y su importancia aumenta a medida que lo hace la población.

LA HIDROLOGÍA ISOTÓPICA PROPORCIONA INFORMACIÓN SOBRE EL AGUA

Los isótopos ambientales ofrecen una percepción singular de la fuente del agua, así como de sus antecedentes y de su movimiento dentro del ciclo hidrológico. Estos datos son importantes para que los responsables de la toma de decisiones puedan adoptar unas políticas ambientales y de conservación adecuadas.

Las moléculas de agua contienen unas “huellas” únicas según su proporción de isótopos estables, que son elementos químicos compuestos por átomos que tienen el mismo número de protones, pero distinto número de neutrones. Las moléculas de agua se componen de átomos de hidrógeno y de oxígeno. Estos átomos, sin embargo, existen en distintos isótopos que son los que, al medirlos, nos permiten obtener información sobre los antecedentes del agua.

Los radioisótopos son inestables y liberan constantemente una energía conocida como radiactividad al desintegrarse exponencialmente para recuperar la estabilidad. Conocer el período de semidesintegración de un radioisótopo y su concentración en el agua permite a los científicos determinar la edad del agua que contiene esos radioisótopos. De esta forma, los científicos pueden calcular la edad del agua y las tasas de recarga de los acuíferos, que pueden ir de unos pocos decenios a millones de años.

Los isótopos estables no se desintegran y están presentes en la molécula de agua. Los científicos utilizan el contenido en isótopos estables de las aguas superficiales y subterráneas como “huellas” para detectar diversos factores y procesos, como las fuentes y los antecedentes del agua,

las condiciones de pluviosidad pasadas y presentes, la recarga de los acuíferos, la mezcla y las interacciones de las masas de agua, los procesos de evaporación, los recursos geotérmicos y los procesos contaminantes.

Las técnicas isotópicas constituyen un método científico fundamental para seguir el rastro del movimiento del agua dulce y evaluar la edad y la tasa de recarga de las aguas subterráneas disponibles. Las tecnologías isotópicas se aplican de forma eficaz para determinar la fuente, la edad, el movimiento y las interacciones del agua, tanto en la superficie como debajo de ella. Los datos obtenidos se pueden visualizar en mapas de vulnerabilidad hidrológica que permiten a los expertos tomar decisiones sobre la gestión sostenible de los recursos hídricos.

CREACIÓN DE CAPACIDAD: EL APOYO QUE PRESTA EL OIEA

Las evaluaciones de los recursos hídricos nacionales son un ejercicio necesario para aumentar la capacidad de los Estados Miembros de satisfacer las demandas de suministro de agua y abordar mejor la cuestión de la seguridad del agua. El OIEA ayuda a los países a entender el ciclo hidrológico mediante la aplicación de técnicas isotópicas.

Las actividades de creación de capacidad para lograr la seguridad del agua se centran en los aspectos siguientes:

- el desarrollo y la promoción de métodos más sencillos y de bajo costo para el análisis de isótopos estables y de radioisótopos, a fin de fortalecer la capacidad de los Estados Miembros;
- el dictado de cursos de capacitación y la realización de proyectos coordinados de investigación;
- la realización de actividades de capacitación práctica en sentido amplio y la prestación de servicios analíticos exhaustivos en el Laboratorio de Hidrología Isotópica del OIEA, una instalación de última generación;
- la creación de centros colaboradores para la realización de análisis isotópicos en los Estados Miembros que no dispongan de las instalaciones analíticas necesarias para llevar a cabo ese tipo de investigación;
- la incorporación de enfoques del Proyecto del OIEA sobre el Aumento de la Disponibilidad de Agua (IWAVE) para ayudar a los Estados Miembros a incluir de una manera más eficaz las técnicas nucleares en sus evaluaciones de los recursos hídricos nacionales;

- la colaboración con grupos de investigación avanzada para ayudar a obtener los resultados clave del programa de recursos hídricos del OIEA, y
- el apoyo para la ejecución de proyectos y la realización de estudios del OIEA sobre la evaluación de las aguas subterráneas en los grandes acuíferos transfronterizos y regionales.

ALGUNAS EXPERIENCIAS DE ÉXITO

El OIEA promueve la utilización de la hidrología isotópica capacitando a expertos nacionales para que determinen y evalúen la capacidad de los recursos de aguas subterráneas; facilitando el uso de trazadores isotópicos para recopilar datos fundamentales sobre los orígenes y el comportamiento de los contaminantes; y prestando apoyo a las bases de datos científicas en las que se sustentan las políticas de los Estados Miembros sobre el uso del agua. A continuación se exponen algunos de los logros recientes del OIEA y de sus Estados Miembros en este ámbito.

- El OIEA, por medio de un proyecto de cooperación técnica (CT) titulado “Gestión integrada y sostenible de sistemas acuíferos y cuencas compartidos de la región del Sahel”, ha prestado asistencia a 13 países del Sahel en la utilización de la tecnología nuclear para determinar los orígenes, las rutas de flujo y las tasas de recarga de los principales sistemas de aguas subterráneas y evaluar la calidad de esas aguas.

Mediante la creación de capacidad en las esferas de la toma de muestras de agua y los métodos de hidrología isotópica, el OIEA ha dotado a estos países de los instrumentos para estudiar sus principales acuíferos, así como la interacción entre las masas de agua, y para evaluar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación y los efectos del clima en la distribución y la disponibilidad de agua. Todos estos factores afectan a la calidad del agua dulce en la región del Sahel, así como a su disponibilidad.

- La cuenca del Sebou, en Marruecos, contiene aproximadamente el 30 % de los recursos de aguas superficiales del país. Con el fin de entender mejor la interacción entre las aguas superficiales y las subterráneas en la cuenca, un proyecto nacional de CT promovió un estudio exhaustivo de la dinámica hidrológica de la región que permitió identificar la



Investigadores de la Universidad de Bangui toman muestras de agua de un pozo en la República Centroafricana. (Fotografía: L. Gil/OIEA)

fuente de la salinidad del agua subterránea y, además, reveló concentraciones elevadas de nitratos debidas a actividades agrícolas locales.

- En la Argentina, la falta de datos hidrológicos ha impedido gestionar eficazmente la cuenca del Río de La Plata, que contiene más del 85 % de los recursos de aguas superficiales del país. Un proyecto nacional de CT ha dotado a las contrapartes argentinas de las competencias y el equipo necesarios para determinar la edad, el flujo y las tasas de recarga de los recursos de aguas subterráneas.
- En la región de Asia y el Pacífico, la ciudad de Tacloban, en Filipinas, se vio azotada por varios tifones de forma reiterada, que provocaron marejadas ciclónicas y el consiguiente riesgo de contaminación de los pozos de aguas subterráneas con agua salada y sustancias contaminantes. Por medio del programa de CT, y con el apoyo de la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, se implementaron técnicas isotópicas para caracterizar eficazmente el acuífero sobre el que se asienta Tacloban. El OIEA pudo confirmar de manera fundada que el agua de bebida es segura, apta para el consumo humano y se recarga de forma suficiente.

La RMIP en cifras



LA RED MUNDIAL SOBRE ISÓTOPOS EN LA PRECIPITACIÓN

La Red Mundial sobre Isótopos en la Precipitación (RMIP), coordinada por el OIEA en cooperación con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), consta actualmente de 380 emplazamientos de observación en todo el mundo. El OIEA presta asesoramiento y apoyo logístico y técnico a sus Estados Miembros para ayudar a las nuevas estaciones de monitorización a recoger muestras de precipitaciones para su análisis isotópico. El OIEA se encarga asimismo de mantener la calidad a largo plazo de la base de datos en línea de la RMIP, que contiene colecciones de datos archivados que se han obtenido de

más de 1100 emplazamientos de observación de más de 100 países y territorios y recopilados a lo largo de más de 55 años. Los científicos recurren a la RMIP como base para numerosas aplicaciones prácticas, como la modelización del balance hídrico, las recargas de aguas subterráneas y las reconstrucciones climáticas.

El Laboratorio de Hidrología Isotópica del OIEA desempeña un papel esencial en el análisis de las muestras de precipitaciones obtenidas por medio de la RMIP, y colabora con más de 350 laboratorios internacionales, muchos de ellos establecidos mediante proyectos pertinentes del OIEA o respaldados por estos, ayudando en el análisis de las muestras procedentes de la RMIP.

La base de datos de la RMIP alberga actualmente más de 130 000 registros individuales de datos isotópicos y el público puede acceder gratuitamente a ella a través de la plataforma "WISER", alojada en el sitio web del OIEA (<https://nucleus.iaea.org/water>).

ÁMBITOS EN QUE LOS ESTADOS MIEMBROS PUEDEN BENEFICIARSE DE LA ASISTENCIA DEL OIEA

- El OIEA alienta a los Estados Miembros a que utilicen la hidrología isotópica para ayudar a evaluar y gestionar sus recursos de agua dulce y para detectar los cambios ambientales que podrían afectar a la disponibilidad de agua y a su calidad.
- El Organismo pone a disposición de sus Estados Miembros una base de datos isotópicos mundiales de gran calidad para la realización de investigaciones sobre los recursos hídricos y la elaboración de modelos climáticos.
- El OIEA crea capacidades en los Estados Miembros para emplear datos y métodos isotópicos a fin de evaluar y utilizar de manera sostenible los recursos de aguas subterráneas.

Las Sinopsis del OIEA son elaboradas por la Oficina de Información al Público y Comunicación.
Redacción: Aabha Dixit

Para más información sobre el OIEA y su labor, visite www.iaea.org, síganos en 

o lea la publicación emblemática del OIEA, el *Boletín del OIEA*, en www.iaea.org/bulletin
OIEA, Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria
Correo electrónico: info@iaea.org • Teléfono: +43 (1) 2600-0 • Fax +43 (1) 2600-7

