

Laboratorios de hidrología isotópica ambiental en los países en desarrollo

Informe sobre su papel, experiencia y problemas en el campo de las investigaciones hidrológicas y geoquímicas

por Roberto
Gonfiantini y
Willibald Stichler

El consumo de agua a nivel mundial se ha multiplicado por diez en lo que va de siglo, y se calcula que 2000 millones de personas siguen viviendo sin un suministro adecuado de agua potable. En los años venideros, la demanda de agua dulce y limpia puede elevarse incluso con más rapidez a medida que aumenten la población mundial y las necesidades agrícolas e industriales. Esta situación explica por qué deben intensificarse los esfuerzos para proteger los recursos hídricos existentes, crear nuevas fuentes de abastecimiento continuo de agua y mejorar los sistemas de control y distribución de agua.

El preocupante aumento de necesidades y problemas, sobre todo en los países en desarrollo, ha acrecentado el interés en la investigación y la exploración de las aguas de modo que los recursos hídricos puedan evaluarse y explotarse más cuidadosamente.

Entre las medidas adoptadas en varios países figuran el establecimiento de laboratorios de hidrología destinados a apoyar analíticamente las investigaciones de campo mediante el empleo de las técnicas de isótopos ambientales, entre otras herramientas. (Véase el recuadro.) En 28 países en desarrollo se han creado más de 60 laboratorios de este tipo para investigaciones científicas en hidrología y demás esferas de las ciencias de la tierra y del medio ambiente. (Véanse los cuadros.) En muchos casos, ello ha sido posible gracias al importante apoyo que en materia de planificación, equipo y explotación brinda el OIEA mediante sus programas científicos y técnicos. Con los años, la creciente demanda de servicios de análisis del propio Laboratorio de Hidrología Isotópica del OIEA, con sede en Viena, ha hecho mucho más necesario el establecimiento de laboratorios nacionales.

En el presente artículo se hace referencia al papel, la experiencia y los problemas de los laboratorios de hidrología isotópica ambiental de los países

en desarrollo, teniendo en cuenta la experiencia acumulada por el OIEA. Concretamente, se ofrecen orientaciones sobre importantes aspectos relacionados con su organización, dotación de personal y funcionamiento.

Ubicación de los laboratorios

El objetivo primordial de los laboratorios de hidrología isotópica ambiental de los países en desarrollo es brindar apoyo analítico adecuado para la aplicación de técnicas isotópicas a los problemas hidrológicos de importancia práctica. Además, pueden prestar apoyo a las investigaciones en campos afines, como la exploración geotérmica, la geoquímica, la geología y los estudios sobre el medio ambiente. Debería apoyarse en mayor medida una esfera de trabajo tan amplia.

Actualmente, algunos laboratorios pertenecen a instituciones nacionales que participan directamente en la evaluación y gestión de los recursos hídricos, mientras que otros pertenecen a institutos de investigaciones que forman parte de las comisiones nacionales de energía atómica (AEC) o de las universidades. Cualquiera de los dos casos tiene sus ventajas e inconvenientes.

Instituciones relacionadas con los recursos hídricos. En principio, las organizaciones que participan directamente en la evaluación y gestión de los recursos hídricos son las más apropiadas para aplicar las técnicas isotópicas a los problemas hidrológicos prácticos en un laboratorio de hidrología isotópica ambiental creado al efecto. Por lo general, su personal científico y técnico ha recibido formación hidrogeológica, hidrológica o en ingeniería hidráulica. También tiene gran experiencia práctica en la perforación y los ensayos de pozos, la medición de niveles piezométricos y descargas, la toma de muestras de aguas superficiales y subterráneas para análisis químicos, la cartografía y otros campos. Su trabajo se orienta sobre todo a las aplicaciones prácticas, y si se logra establecer una colaboración eficaz entre éste y el personal científico del laboratorio, se pueden obtener importantes resultados de interés práctico y científico.

El Sr. Gonfiantini es Jefe de la Sección de Hidrología Isotópica del OIEA y el Sr. Stichler es funcionario de dicha Sección.

Laboratorios de hidrología ambiental de la región de Asia y el Pacífico

		<u>Capacidad analítica</u>		
China:	Instituto de Investigaciones de la Geología del Uranio de Beijing, Beijing	IE		
	Instituto de Geología, Academia Sinica, Beijing	IE	T	C
	Instituto de Yacimientos Minerales, Academia de Ciencias Geológicas de China, Beijing	IE		
	Departamento de Geología, Universidad de Beijing	IE		C
	Instituto de Geología Cárstica, Ministerio de Geología y Recursos Minerales, Guilin, Guangxi	IE	T	C
	Instituto de Investigaciones Hidrológicas y de Recursos Hídricos de Nanjing	IE		
	Instituto de Hidrogeología y Geología Aplicada a la Ingeniería, Ministerio de Geología y Recursos Minerales, Zhengding, Hebei	IE		
	Instituto de Geología y Exploración del Carbón, Ministerio de la Industria Carbonífera, Xian	IE		
	Instituto de Lagos Salados, Academia Sinica, Xining	IE		
	Instituto de Geoquímica, Academia Sinica, Guangshou	IE	T	C
Nota: En China hay unos 30 laboratorios equipados para realizar análisis isotópicos del agua. En este artículo sólo se ofrece una lista parcial.				
Corea, Rep. de:	Instituto de Investigaciones Avanzadas sobre Energía, Daeduk Danji, Choong-Nam*	IE		
India:	División de Isótopos, Centro de Investigaciones Atómicas de Bhabha, Bombay	IE	T	C
	Instituto Nacional de Investigaciones Geofísicas, Hyderabad	IE	T	C
	División de Minerales Atómicos, Hyderabad	IE		
	Laboratorio de Investigaciones Nucleares, Instituto de Investigaciones Agrícolas de la India, Nueva Delhi	IE		
	Laboratorio de Investigaciones Físicas, Navrangpura, Ahmedabad	IE		C
Indonesia:	Centro para la Aplicación de Isótopos y Radiaciones, Yakarta*	IE	T	C
	Centro de Investigaciones de Materiales e Instrumentación Nucleares, Yogyakarta	IE		C
Malasia:	Dependencia de Energía Nuclear, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente, Kajang*	IE	T	
Pakistán:	Instituto de Ciencia y Tecnología Nucleares, Islamabad*	IE	T	C
Viet Nam:	Instituto de Investigaciones Nucleares, Centro de Técnicas Nucleares, Ciudad Ho Chi Minh*			C

IE = Isótopos estables; T = Tritio; C = Carbono 14

* Indica los laboratorios que han recibido apoyo sustancial del OIEA

Nota: La lista se basa en información suministrada al OIEA.

Sin embargo, las condiciones para que se desarrolle esa cooperación eficaz entre el personal de laboratorio y el que trabaja sobre el terreno no siempre son fáciles de alcanzar. Una razón del porqué está relacionada con sus disciplinas científicas. A un físico o a un químico puede resultarle difícil comprender completamente los antecedentes geológicos de los sistemas hídricos subterráneos (que en general no se conocen con suficiente detalle) y el enfoque empírico que suele utilizarse en las investigaciones de campo. Por otra parte, los hidrogeólogos quizás encuentren difícil dominar a fondo las técnicas isotópicas, incluso los conocimientos básicos sobre los procesos fisicoquímicos que rigen los fraccionamientos isotópicos que tienen lugar entre las aguas naturales. Los expertos del OIEA pueden ayudar a establecer un nexo entre el personal que trabaja sobre el terreno y el personal de laboratorio.

Otra dificultad que afrontan los laboratorios de las instituciones que se ocupan de los recursos hídricos es que la infraestructura de apoyo a menudo no resulta adecuada para auxiliar a un laboratorio complejo en su trabajo habitual. Con frecuencia no disponen de un taller de electrónica ni de una instalación de soplado de vidrio ni de una biblioteca con libros y revistas científicas que traten sobre el campo isotópico.

Los laboratorios que radican en las instituciones encargadas de las aguas geotérmicas presentan, por lo general, mejor situación. De hecho, esas instituciones están más familiarizadas con los métodos geoquímicos — y las técnicas de isótopos ambientales corresponden a esta categoría — que normalmente se utilizan en la exploración de las zonas geotérmicas.

Centros de investigación de las AEC. Estos centros de investigación a menudo se componen de complejos de laboratorios de alto nivel científico y técnico. Aunque en principio los laboratorios de hidrología isotópica ubicados en ellos pueden gozar de las condiciones idóneas para el eficaz desenvolvimiento de su trabajo ordinario, como generalmente carecen de conocimientos especializados en hidrología, se ven obligados a trabajar en estrecha relación con las instituciones encargadas de los recursos hídricos.

El éxito de dicha cooperación dependerá en gran medida del personal que trabaje en ambos tipos de instituciones, o sea, de su capacidad, esfuerzo e interés mutuo en establecer y cultivar los contactos y la colaboración en el plano científico. Al principio, los expertos del OIEA pueden contribuir al inicio de contactos y debates con instituciones hidrológicas y a la selección de problemas prácticos con miras a la aplicación de las técnicas isotópicas. Una vez establecida esa cooperación, el personal científico de laboratorio deberá lograr cierta autonomía con respecto al trabajo de campo. Lo ideal sería que estuviera preparado y equipado para recoger muestras en los lugares que se seleccionaran, sin tener que depender siempre de otras instituciones. También debería participar en todas las investigaciones para conocer a fondo los problemas y poder asesorar a otros en aquellos aspectos en que resulta especialmente conveniente aplicar las técnicas isotópicas. Por ejemplo, algunas técnicas de muestreo quizás planteen dificultades que sólo un experto en técnicas isotópicas puede ayudar a resolver.

La idea de que dichos centros funcionen como laboratorios de servicio que esperen a los clientes y brinden sólo los resultados de los análisis isotópicos debe desecharse de plano, ya que esto afecta la labor intelectual implícita, con la consiguiente pérdida de interés y capacidad científica del personal. Poco tiempo después se deterioraría la calidad de los resultados analíticos.

Universidades. En principio, las universidades constituyen el lugar ideal para la investigación científica. En ellas se puede adoptar fácilmente el enfoque interdisciplinario requerido para una investigación hidrológica, geoquímica y ambiental. Asimismo, las actividades docentes e investigativas contribuyen a la formación de los científicos jóvenes, lo que garantiza el desarrollo y la continuidad de cualquier campo científico en particular. Ello entraña, además, que los nuevos hidrólogos (geoquímicos, científicos ambientalistas) tendrían los conocimientos básicos de dichas técnicas y estarían preparados para utilizarlas en su vida profesional.

Las universidades, empero, pueden presentar algunas desventajas. Ante todo, especialmente en los países en desarrollo, sus recursos financieros suelen ser insuficientes, lo que afecta la continuidad del trabajo de un laboratorio complejo. En segundo lugar, quizás persigan objetivos interesantes e importantes desde el punto de vista científico, pero de escasos efectos prácticos. Es probable que algunos no consideren esta cuestión una desventaja, ya que el principal objetivo de las universidades es la formación de nuevos científicos y la investigación científica es siempre una inversión. No obstante, es importante encontrar un equilibrio adecuado entre las investigaciones puras y las aplicaciones prácticas.

Personal e infraestructura

Los instrumentos analíticos necesarios en los laboratorios de hidrología isotópica, como los espectrómetros de masa para determinar la relación isotópica y los contadores de centelleo líquido de bajo nivel, pueden adquirirse fácilmente en el mercado. En principio, la tarea de instalar un laboratorio y dotarlo de equipo es relativamente fácil cuando se obtiene suficiente apoyo financiero, existe una infraestructura adecuada y se dispone de personal calificado.

La infraestructura necesaria es bastante sencilla: sólo hay que disponer de espacio suficiente (unos 300 metros cuadrados como mínimo para un laboratorio totalmente equipado con un espectrómetro de masa para isótopos estables, uno o dos contadores de centelleo líquido para tritio y carbono 14, y sistemas de preparación); agua corriente; energía eléctrica fiable; acondicionamiento de aire (indispensable en los climas húmedos y cálidos); hielo seco y nitrógeno líquido; un taller de electrónica; y, a ser posible, un taller de mecánica.

El personal técnico estará compuesto por un número adecuado de técnicos químicos de laboratorio (teóricamente, por lo menos uno para cada uno de los isótopos más importantes que deben medirse) y un ingeniero electrónico con experiencia en el uso de computadoras y de interfaces. También deberá

Laboratorios de hidrología isotópica ambiental de las regiones de América Latina, Oriente Medio y Europa

América Latina		Capacidad analítica		
Argentina:	Instituto de Geocronología y Geología Isotópica, Universidad de Buenos Aires	IE	T	C
Brasil:	Universidad Federal do Ceará, Departamento de Física, Fortaleza			C
	Centro de Energía Nuclear na Agricultura, Piracicaba*	IE		C
Chile:	Comisión Chilena de Energía Nuclear, Centro de Investigaciones Nucleares de la Reina, Santiago de Chile*	IE	T	C
Colombia:	Instituto de Asuntos Nucleares, Bogotá*	IE	T	C
Cuba:	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana		T	
México:	Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, Morelos	IE		
	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec Morelos*	IE		C
	Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.	IE		
Uruguay:	Departamento de Radioquímica, Universidad de la República de Uruguay, Montevideo*			C
Oriente Medio y Europa				
Albania:	Instituto de Física Nuclear, Tirana*	IE	T	C
Grecia:	Centro Nacional de Investigaciones de Ciencias Físicas, Atenas*	IE	T	C
Irán:	Instituto de Investigaciones de los Recursos Hídricos, Ministerio de Energía, Teherán*	IE	T	C
Islandia:	Universidad de Islandia, Reykjavik*	IE	T	C
Jordania:	Organismo encargado de las Aguas de Jordania, Ammán*	IE	T	C
Polonia:	Instituto de Técnicas Físicas y Nucleares, Academia de Minería y Metalurgia, Cracovia*	IE	T	C
Portugal:	Laboratorio Nacional de Ingeniería e Tecnología Industrial, Sacavém*	IE	T	C
Rumania:	Instituto de Física Atómica, Bucarest		T	C
Turquía:	Dirección General de Obras Hidráulicas Estatales, Ankara*	IE		
Yugoslavia:	Centro para la Aplicación de Radisótopos en la Ciencias y la Industria, Skopje*	IE	T	C

IE = Isótopos estables; T = Tritio; C = Carbono 14

* Indica los laboratorios que han recibido apoyo sustancial del OIEA.

Nota: La lista se basa en información suministrada al OIEA.

Laboratorios de hidrología isotópica ambiental de Africa

		Capacidad analítica		
Argelia:	Centre du Développement des Techniques Nucléaires, Argel	IE	T	C
Egipto:	Centro Regional de Radisótopos del Oriente Medio para los Países Arabes, El Cairo		T	
	Institución de Energía Atómica	IE		
Sudán:	Administración Nacional de Aguas, Departamento de Investigaciones de las Aguas Subterráneas, Jartum*		T	
Níger:	Département de Géologie, Faculté des Sciences, Niamey*			C

IE = Isótopos estables; T = Tritio; C = Carbono 14

* Indica los laboratorios que han recibido apoyo sustancial del OIEA

Nota: La lista se basa en información suministrada al OIEA.

contratarse los servicios de un soplador de vidrio cuando sea necesario.

El personal científico estará integrado al menos por un físico, un geoquímico, y/o un hidrólogo o hidrogeólogo de campo. El físico estará a cargo fundamentalmente del funcionamiento del laboratorio y la calidad de los datos, mientras que los otros dos especialistas determinarán los problemas de investigación y ayudarán en la recopilación de las muestras y la interpretación de los datos.

En muchos casos, el OIEA suele prestar ayuda mediante la capacitación de personal científico y técnico, y la prestación de asistencia de expertos durante la instalación del laboratorio. Asimismo, puede suministrar algún equipo, incluidos los espectrómetros de masa necesarios para determinar las pequeñas variaciones de las relaciones isotópicas que tienen lugar en los compuestos naturales, los contadores de centelleo líquido y los contadores proporcionales de gas para detectar las concentraciones muy bajas de isótopos radiactivos ambientales.

Funcionamiento del laboratorio

En muchos países en desarrollo surgen algunos problemas en el trabajo habitual de un laboratorio, sobre todo después de instalado el equipo y concluida la asistencia técnica del OIEA. Entre los más importantes se encuentran los siguientes:

Mantenimiento de equipo y repuestos. Inevitablemente, en dos o tres años se agotarán las existencias iniciales de repuestos con que se suministran los instrumentos nuevos, o se romperán algunas piezas de los instrumentos para los que no se proveyeron repuestos. Para comprar piezas nuevas al fabricante se necesitan divisas, que en muchos países son difíciles de obtener. En ocasiones, se requerirá más de un año para ordenar un repuesto, demora que acarrea consecuencias en la práctica. Por ejemplo, si un espectrómetro de masas se mantiene fuera de servicio durante un año, será muy difícil ponerlo a funcionar de nuevo a causa de su elevada complejidad.

Los períodos prolongados de inactividad en una parte importante de un laboratorio también afectarán el espíritu de trabajo y la productividad del personal.

Debido a esos posibles problemas, al adoptar la decisión de instalar un laboratorio de hidrología isotópica o, por extensión, de cualquier otro laboratorio con equipo complejo, deberá tomarse en cuenta la disponibilidad de divisas. Generalmente, los fondos que se requieren no son elevados y pueden oscilar entre 1000 y 10 000 dólares anuales.

En algunos casos, el OIEA puede contribuir a solucionar los problemas de mantenimiento de equipo mediante proyectos de cooperación técnica a nivel nacional o regional. De esta forma se podrían suministrar los repuestos de necesidad más apremiante y los servicios de expertos que pudieran ayudar a descubrir las causas de los defectos de funcionamiento y las fallas de los instrumentos, y a efectuar las reparaciones pertinentes. Con todo, ese tipo de asistencia se aconseja sólo en casos excepcionales y para las reparaciones de envergadura, y no para las operaciones habituales de mantenimiento.

Dotación de personal. Deberá hacerse una buena selección del personal científico y técnico, el cual será estimulado y, a ser posible, remunerado de igual forma que el personal de nivel profesional análogo que trabaja en otras instituciones estatales y privadas. Con esto se reducirán las posibilidades de perder un personal calificado en que se ha invertido una cantidad considerable de tiempo y de dinero.

En realidad, la gran movilidad de personal calificado que se observa en casi todos los países en desarrollo se debe a la dificultad de las instituciones de investigación para ofrecer el mismo nivel de salarios y posibilidades de promoción que sus competidores. Aunque, por desgracia, ese problema no resulta fácil de resolver, todos los países deben prestarle la consideración que merece. Sin duda, deberían adoptarse medidas para evitar el despido de personal, como a veces sucede.

Intercambios científicos. Otra dificultad que afrontan los científicos de los países en desarrollo es su aislamiento de la comunidad científica por la escasez de fondos para viajes. La asistencia a reuniones científicas, las visitas a otros institutos y los contactos personales con otros colegas no sólo permite a los científicos estar al tanto de los adelantos científicos en sus respectivas esferas, sino también establecer vínculos de cooperación en torno a problemas concretos, lo que en definitiva contribuirá a que los laboratorios o institutos científicos mantengan una elevada calidad en sus investigaciones y trabajen sin tropiezos.

En cierta medida, el OIEA puede brindar ayuda mediante sus programas de visitas científicas y la concesión de ayuda financiera para la asistencia a sus simposios y seminarios. Con todo, eso no basta para resolver el problema.

Los programas coordinados de investigación constituyen un medio excelente para fomentar los contactos y la cooperación en el campo científico y estrechar los lazos entre los institutos de los países en desarrollo y de los países avanzados. Las relaciones se fortalecen especialmente en las reuniones de coordinación científicas que se celebran cada 18 a 24 meses, y a las que asisten representantes de todos los institutos participantes.

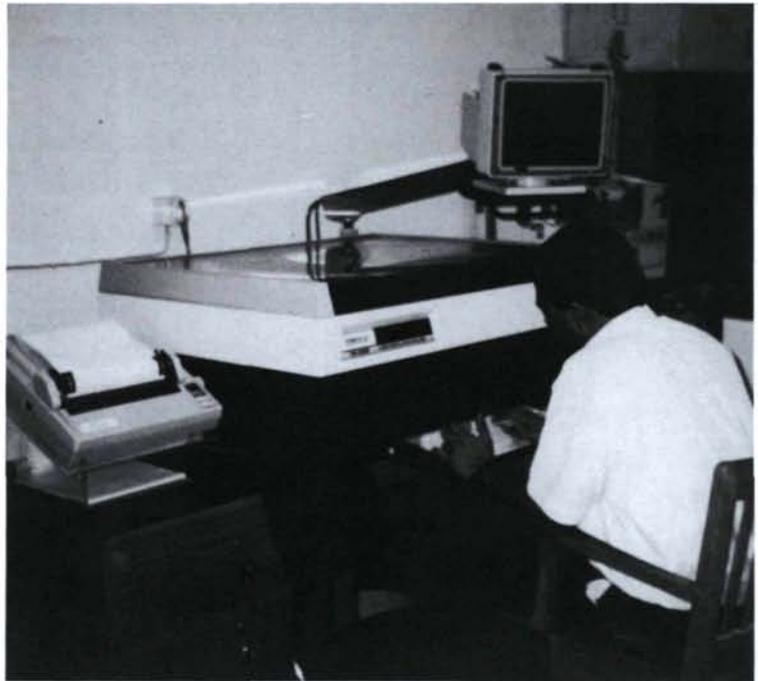
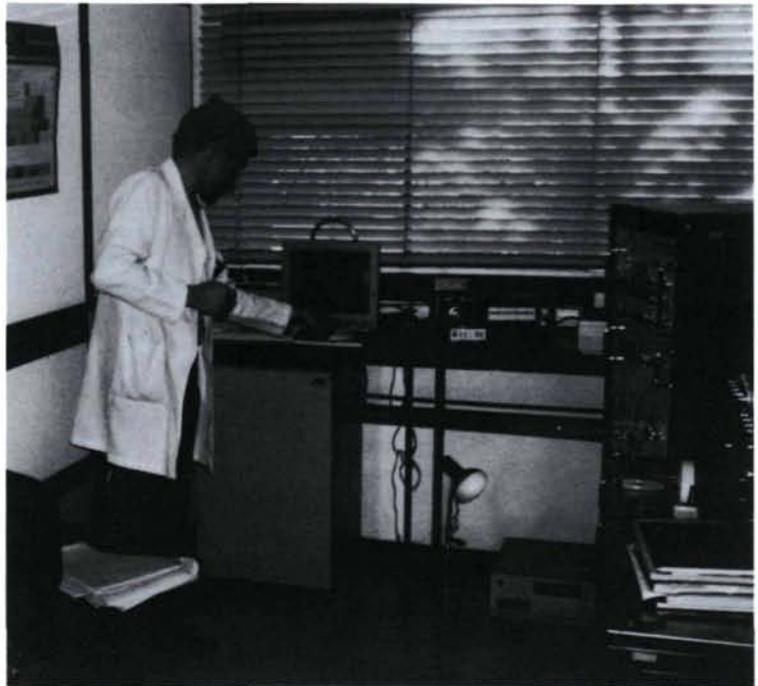
Isótopos en las investigaciones hidrológicas

El análisis de la concentración de los isótopos ambientales en la naturaleza reviste suma importancia para los estudios científicos sobre los recursos naturales de la Tierra. Los isótopos son, en esencia, formas de un elemento que difieren entre sí en sus propiedades nucleares, pero no en sus propiedades químicas.

Como se sabe, los isótopos se presentan en diferentes concentraciones en aguas de distinto origen, las cantidades y las relaciones de varios tipos de isótopos describen, o trazan, las características del origen del agua. Por ejemplo, los isótopos ambientales indican la procedencia de las aguas subsuperficiales, la presencia de una recarga reciente por la lluvia o por las aguas superficiales (cuestiones de gran preocupación en las zonas de tierras áridas), la edad de las aguas subterráneas y las interconexiones entre las aguas superficiales y las subterráneas o entre dos acuíferos. Por consiguiente, ayudan a los hidrólogos a conocer los sistemas hídricos, que generalmente son bastante complejos y que, en el caso de los sistemas hídricos subterráneos, sólo pueden observarse directamente en muy pocas localidades. En las investigaciones hidrológicas son isótopos importantes el deuterio (hidrógeno 2) y el oxígeno 18, ambos estables, así como el tritio (hidrógeno 3) y el carbono 14, que son radiactivos.

Las técnicas nucleares en que se emplean isótopos se han convertido en instrumentos preciosos que suelen combinarse con otros métodos de investigación para el estudio de los recursos hídricos. La sensibilidad de los instrumentos y equipo modernos, como los contadores de centello líquido, permiten detectar con precisión cantidades ínfimas de isótopos radiactivos ambientales en el agua. Esas técnicas figuran cada vez más entre los instrumentos de investigación que emplean los científicos de los países en desarrollo donde se han establecido laboratorios de hidrología isotópica ambiental durante los últimos 20 años.

Arriba, un espectrómetro de masa de relación isotópica en los laboratorios de la Comisión Chilena de Energía Nuclear. Abajo, un contador de centello líquido del Instituto de Asuntos Nucleares de Bogotá, Colombia.



En algunos aspectos, las visitas de los expertos del OIEA a los países en desarrollo en el marco de los proyectos de cooperación técnica pueden ayudar a romper el aislamiento en que se encuentran los científicos de instituciones locales. Últimamente se ha observado la tendencia a contratar a expertos de otros países en desarrollo de la misma región. Aunque en muchos sentidos esto resulta positivo, dado el

conocimiento que tienen esos expertos de los problemas de la región, el hecho es que reduce las posibilidades de los científicos locales de ponerse en contacto con los progresos alcanzados en las investigaciones. A la larga, el empleo de esos expertos regionales aumentará en lugar de disminuir el aislamiento de las comunidades científicas locales y puede agudizar las diferencias entre los países en de-

sarrollo y los países de mayor adelanto científico. Sin embargo, esa conclusión no es válida en todos los casos. La calificación y la experiencia (tanto de los expertos como de las instituciones de origen) siguen siendo los factores más importantes en la selección de expertos.

Otras tareas. Además de la aplicación de las técnicas isotópicas a los problemas hidrológicos, geoquímicos y ambientales, hay otras tareas importantes que un laboratorio de isótopos ambientales debe realizar, y que los institutos patrocinadores podrían apoyar y alentar como, por ejemplo, los siguientes;

- El establecimiento de una red nacional permanente de estaciones para la toma de muestras de precipitaciones para análisis isotópicos (tritio, deuterio, oxígeno 18). Con el transcurso del tiempo, las observaciones permitirán establecer una base de datos que resultará muy útil para las investigaciones.

- La vigilancia periódica de las variaciones de la composición isotópica de algunos ríos, lagos, grandes manantiales y otras masas acuáticas. Ello ampliará la base de datos y suministrará un cúmulo

de datos que dará lugar a otras investigaciones y aplicaciones necesarias.

- La planificación y ejecución de experimentos de laboratorio para determinar los fraccionamientos isotópicos que pueden ocurrir en las condiciones especiales que se presentan en los estudios de campo.

- La celebración de cursos sobre fundamentos científicos y aplicaciones de los isótopos ambientales.

- La invitación a estudiantes para que realicen trabajos de laboratorio con miras a obtener su título universitario.

Enfoque equilibrado

Aunque no existen reglas generales que rijan el establecimiento de los laboratorios de hidrología isotópica ambiental, cada caso puede evaluarse según sus particularidades. Aunque la tarea no suele ser fácil, las consideraciones expuestas en el presente artículo pueden promover evaluaciones más atinadas con respecto a la ubicación, el personal y el funcionamiento de un laboratorio propuesto.

Entre los requisitos indispensables para la ubicación y el eficaz funcionamiento de un laboratorio figura contar con una infraestructura y recursos financieros suficientes para cubrir los costos de explotación, los suministros de repuestos y las investigaciones de campo.

En términos generales, los centros de investigación de las AEC y, en menor medida, las universidades, suelen tener infraestructuras e instalaciones de apoyo adecuadas que además ofrecen un ambiente de estudio favorable. Por su parte, las organizaciones encargadas de los recursos hídricos están en mejores condiciones para determinar y evaluar sobre el terreno los problemas de importancia práctica.

En cuanto a los requisitos financieros, el apoyo nacional a los laboratorios de hidrología quizás sea imposible de predecir a la largo plazo, dados los factores económicos generales y las cambiantes prioridades de investigación. Para prestar asistencia a los países, el OIEA ha establecido mecanismos en el marco de los programas de cooperación regional en Asia y el Pacífico y en América Latina (conocidos como programas ACR y ARCAL, respectivamente) con el fin de prestar algún tipo de ayuda financiera.

No obstante, el éxito de la creación y funcionamiento de un laboratorio de hidrología isotópica ambiental dependerá, en última instancia, de las personas que intervengan en el proceso. Con un personal científico motivado, calificado y decidido, el laboratorio podrá convertirse en un importante centro de esfuerzos nacionales para resolver problemas prácticos y proteger valiosos recursos naturales.

En la India y otros países se prevé que la demanda de suministros adecuados de agua potable aumente rápidamente en los próximos años.

