



**INTERNATIONAL SCHOOL OF GEOSCIENCE RESOURCES**

***INFORME DE ASISTENCIA A:***

***“Groundwater Theory and Practice”***

*Deajeon, Korea del Sur  
Del 05 de Julio al 26 de Julio del 2011*

***POR:***

*Jose Carlos Farfan Meza*

*Programa Nacional de Hidrogeología  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico*

Lima, 03 de Agosto del 2011

## **CONTENIDO**

**1. INTRODUCCIÓN**

**2.- OBJETIVOS**

**3.- PARTICIPANTES**

**4.- DESARROLLO DEL EVENTO**

**5.- CONCLUSIONES**

## 1.- INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento fundamental para la vida y en el marco global este recurso vital es escasa, ya que solo el 0.003% del agua del planeta puede ser usada para el consumo humano (Sikhlomanov, 1997).

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en cada momento en los continentes. Esta se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de km<sup>2</sup> (como el acuífero guaraní). El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece gran parte de la población mundial sin embargo es de difícil gestión, debido a su sensibilidad a la contaminación y sobreexplotación.

La gestión del agua es compleja por la singularidad de este recurso natural, cuya abundancia no depende de la voluntad del hombre, sino que es aleatoria en el espacio y tiempo. Es compleja por el número de entidades de distinta naturaleza que participan en su gestión. Es compleja, en fin, porque requiere enfoques multidisciplinares de distintas ciencias y técnicas. (A. Fanlo, 2002).

En el Perú el uso del agua subterránea es de suma importancia, ya que en su mayoría el consumo de agua se abastece de manantiales o fuentes subterráneas. La explotación de aguas subterráneas a través de pozos se va incrementando en los acuíferos costeros de las ciudades más importantes, siendo la informalidad y la contaminación factores principales en la vulnerabilidad de acuíferos.

Corea del Sur al igual que lo demás países del mundo va experimentando la escases de agua a consecuencia del crecimiento poblacional, inadecuada gestión de recursos hídricos y la variación del sistema climático desde hace varios años incrementándose cada vez más. Frente a esta situación Corea del Sur viene implementando programas de desarrollo, obteniendo resultados favorables en los últimos 30 años. El número de presas aumentó significativamente, la infraestructura de riego se desarrolla al mismo ritmo, al igual que los estudios y aprovechamiento de las aguas subterráneas.

El curso se centró en el aprendizaje y conocimiento de conceptos básicos de aguas subterráneas, investigaciones de campo sobre Hidrogeología y Geoquímica, Isótopos, Hidrogeología kárstica, edad de las aguas subterráneas, Hidrogeología de contaminantes de acuíferos, así como también la naturaleza y composición de las rocas, su porosidad, permeabilidad, etc. Además, en el curso se estudiaron otros aspectos complementarios de los mapas hidrogeológicos como son las bases de datos georeferenciadas con información sobre calidad y cantidad de las aguas subterráneas, vulnerabilidad de las mismas frente a la contaminación por la actividad humana, ya sea urbana, industrial o agrícola.

La importancia de realizar este curso deriva de la calidad de identificar y evaluar con la mayor precisión posible los recursos de agua, elemento esencial para la vida, para así contribuir a su uso sostenible en la certeza de que los recursos hídricos serán cada vez más escasos y estarán más amenazados por la contaminación como consecuencia del calentamiento global, sobre población, tal como indica los expertos sobre cambio Climático y crecimiento poblacional en sus Informes de Evaluación.

## 2.- OBJETIVOS

### 2.1 Generales

Difundir los nuevos conocimientos en tratamiento de contaminantes en las aguas subterráneas, y desarrollar los fundamentos de la hidrogeología como ciencia. El curso Training tuvo como objetivo de convocar a hidrogeólogos, profesionales afines de diferentes países y estudiantes de las principales universidades de Corea del Sur.

Desde el punto de vista de INGEMMET, nuestro objetivo es ampliar y conocer los conocimientos sobre metodologías de investigación, análisis geológico e hidrogeológico que requieren las aguas subterráneas, conocer la metodología de investigación de los países participantes en dicho Training.

### 2.2 Objetivos específicos

Aprender y desarrollar conocimiento fundamental de los conceptos básicos del flujo de aguas subterráneas, investigación de campo y la hidro-química de aguas subterráneas.

Proporcionar a los Participantes un claro entendimiento de los conceptos fundamentales de la ocurrencia de agua y cuantificar la descripción de su flujo.

Proporcionar un conocimiento básico de la exploración hidrogeológica realizado y aplicado en campo y su relación con los conceptos teóricos.

Proporcionar herramientas básicas e información isotópica en el contexto de aguas subterráneas e investigaciones de contaminantes.

## 3.- PARTICIPANTES

En el training se tuvo la participación de 17 personas. De diferentes nacionalidades entre ellos dos de Corea del Sur.

No	Country	Name	Position/address
1	Cambodia	Yos, Samuth	<b>Yos, Samuth</b> Vice Director General Department Mineral Resources, Ministry of Industry, Mines and Energy
2	Republic of Cameroon	Awono, Jean Claude	Assistant Ministry of Industry, Mines and Technological Development P.O. Box 70 Yaoundé Cameroon
3	Democratic Republic of Congo	Tshangu, Titus Zele Tomisa	Junior Researcher Centre de Recherches Géologiques et Minières Tel: +243-99-999-66-67 E-mail: titus.tshangu@gmail.com
4	Indonesia	Maliki Abdullah, Firman	Hydrogeologist Ministry of Energy and Mineral Resources(MEMR) Jl. Diponegoro No 57 Bandung, West Java, Indonesia Tel: +62227274676 E-mail: firmanmaliki@gmail.com
5	Lao P.D.R.	Douangsavay, Sengkham	Mining and Processing Engineer Department of Geology (DGEO), Ministry of Energy and Mines

			Tel: +856-21-212080 E-mail: seng023@hotmail.com
6	Malaysia	Samat, Ahmad Zamani	Geologist Mineral and Geoscience Department, Malaysia (JMG) Tel: + 604-7338504 E-mail: zamani@jmg.gov.my/ choqmat@yahoo.com
7	Mongolia	Tserennadmid, Otgonbayar	Director Mineral Resources Authority of Mongolia (MRAM) Builder's Suqre-3 Ulaanbaatar 211238, Mongolia Tel: + 976-51-263936 E-mail: bayar1124@yahoo.com
8	Mozambique	Da Silva, Rui Lucas	Direcção Nacional de Geologia dos Recursos Minerais(DNG) Direcção Nacional de Geologia Tel: + 258- 822869560 E-mail: rulusil@gmail.com
9	Nepal	Khadka, Dharma Raj	Senior Divisional Geologist Department of Mines and Geology Lainchour, Kathmandu, Nepal Tel: +977-1-441 4700 E-mail: khadkadr@hotmail.com
10	<b>Perú</b>	<b>Farfan meza, Jose Carlos</b>	Hydrogeologist Geological, Mining, and Metallurgical Institute (INGEMMET) Av. Canada 1470, San Borja. Lima – PERU Tel: + 51-84- 984-234-883 E-mail: jfarfan@ingemmet.gob.pe
11	Samoa	Francis, Malaki	Senior Scientific Officer Ministry of Natural Resources, Environment and Meteorology(MNRE) P.O. Box 3020, Apia, Samoa Tel: + 685-23732/20855 E-mail: francis.malaki@yahoo.com
12	Thailand	Dechaop, Dawruang	Geologist Department of Groundwater Resources (DGR) Tel: + 662- 6602574 E-mail: Nim43_d@hotmail.com
13	Timore Leste	Belo da Piedade, Osorio	Chief of Department of Water Resource Management Address Rua Jacinto Candido Caicoli, Dili Tel: +670- 7421575 E-mail: jorry_55@yahoo.com
14	Vietnam	Nguyen, Thi Thanh Thao	Hydrogeology Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources (VIGMR) Tel: + 84-4-38542125
15	Republic of Zimbabwe	Shawarira, Lloyd	Geophysicist Zimbabwe Geological Survey(ZGS) Box CY 210 Causeway, Harare, Zimbabwe Tel: + 263-772-952779 E-mail: lshawaz2@yahoo.co.uk
16	Korea del Sur	Oh, Se-Hyung	KIGAM, Groundwater & Soil Department Tel: +82-10-6484-5302 E-mail: purity5302@hanmail.net
17	Korea del Sur	Seo, Jeongah	KIGAM, Groundwater & Soil Department Tel: +82-42-868-3086/ 82-10-7187-2413 E-mail: sja@kigam.re.kr

#### **4.- DESARROLLO DEL EVENTO**

La estructura del Curso se ha desarrollado en sesiones de mañana y tarde; en cuatro grandes bloques temáticos incluyendo ejercicios aplicativos, salidas de campo y visitas guiadas a diferentes plantas de tratamiento de aguas superficiales y subterráneas. El curso se realizó del 16 al 29 de agosto del 2011, de 8:30 am, hasta las 17:45 horas.

##### **Module 1. Introduction to Groundwater Basics, July 6- 8 by Profs. Schwartz/Lee and Kim**

Este módulo contempla conceptos del ciclo hidrológico, el balance hídrico desde una perspectiva hidrológica e hidrogeológica, el desarrollo de ideas de sostenibilidad y los conceptos básicos del flujo a través de medios porosos y los parámetros que lo controlan. Otro enfoque de este módulo es el flujo regional de agua subterránea, el desarrollo histórico de ideas y conceptos básicos. Los ejercicios de este módulo permiten conocer: velocidades de flujo de agua subterránea y la construcción de secciones hidrogeológicas.

##### **Module 2. Field Investigations, July 11 – 14 by Profs. Schwartz/Lee**

Este módulo cubre aspectos relacionados al campo práctico de la hidrogeología, incluyendo perforación y muestreo, métodos geofísicos y el diseño e instalación de piezómetros y monitoreo de pozos. También, proporciona una introducción básica de la teoría del flujo de pozos y la aplicación de esta teoría en pruebas de acuíferos, y la evaluación regional de recursos hídricos. Los ejercicios proveerán instrucción en correlación de data litológica, y la interpretación de los resultados de pruebas del acuífero. Las demostraciones de campo y ejercicios permiten que los estudiantes observemos los acuíferos en el campo y las técnicas geofísicas más usadas.

##### **Module 3. Geochemistry, Isotopes, Karst hydrogeology, Age Dating, July 15 and 18 by Profs .Schwartz/Lee**

Este módulo provee un panorama de los conceptos básicos de la geoquímica de aguas, el módulo empieza con la introducción de la variedad de disolventes de masa encontrados en el agua natural, medidas de concentración y tipos de análisis de aguas. También incluye una discusión de estándares de agua y como están siendo usados y su implicancia química de las aguas en el subsuelo.

Este módulo también presenta una síntesis de isotopos ambientales y como son utilizados en los estudios de agua subterráneas como por ejemplo en acuíferos cársticos, acuíferos regionales, etc. Este módulo concluye con mediciones de laboratorio y un análisis de tritio y métodos de CFC (carbono flúor y cloro), en determinaciones de edades.

##### **Module 4. Contaminant Hydrogeology, July 19 – 22 by Profs. Schwartz/Lee**

La hidrogeología de los contaminantes trae consigo conocimiento de los otros módulos del curso e incrementa nuevas ideas de transporte físico y químico. Este módulo explica cómo se originan los contaminantes en las aguas subterráneas y cómo se organiza para su estudio correspondiente. Se explica los diferentes problemas entre los contaminantes disueltos y los que incluyen LNAPLs y DNAPLs. En esta sección se explica los principales procesos involucrados en migración de contaminantes y desarrollo de modelos conceptuales. Los ejercicios y estudios de casos de contaminación nos ayudaran a enfocar el aprendizaje de las lecciones más importantes.

Hidrogeología contaminante reúne el conocimiento de otras partes del curso y añade nuevas ideas de los transportes físicos y químicos. En este módulo se explica cómo se originan los contaminantes en las aguas subterráneas y cómo se organizan para su estudio. Se debatirá sobre la diferencia entre los problemas de contaminantes disueltos y

los relacionados con LNAPL y DNAPL. En esta sección se explican los procesos claves involucrados en la migración de contaminantes y el desarrollo de modelos conceptuales. Ejercicios y casos de estudio ayudará a enfocar el aprendizaje de las lecciones más importantes.

## **LISTA DE EXPOSITORES**

- Ph.D. Franklin W. Schwartz– The Ohio State University, USA.
- Ph.D. Eung Seok Lee – The Ohio State University, USA
- Ph.D. Changryol Kim - Senior researcher of Exploration Geophysics and Mining Engineering Dept. of Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM).
- Ph.D. Yongcheol Kim - Professor from Seoul National University, South Korea.
- Ph.D .Yoon Yeol Yoon - Professor from Seoul National University, South Korea.

## **CONCLUSIONES**

El desarrollo del contenido del curso ayuda a entender de mejor manera el comportamiento de las aguas subterráneas y sus ocurrencias en el subsuelo. Lo cual contribuye en el análisis y sintetización de información para el estudio de las cuencas en el Perú.

El monitoreo de pozos, muestreo de pozos y diseño de instalación de piezómetros nos permiten determinar la geometría, parámetros hidrodinámicos de los flujos subterráneos. Los pozos también nos proporcionan información directa como; litología (tipo de roca, contactos, alteración), grado de fracturamiento de la roca, contaminación visual entre otras.

Los ejercicios de aplicación permiten que los estudiantes comprendamos de mejor manera el movimiento de las aguas subterráneas, la ocurrencia de infiltración y el tiempo de permanencia en el acuífero.

Las técnicas geofísicas como los métodos Electromagnéticos, sísmicos y gravimétricos, nos permiten determinar la geometría de los acuíferos, el nivel freático, las resistividades de materiales, parámetros hidráulicos, estructuras localizadas en el subsuelo, entre otras.

Este curso fue complementado con un taller donde cada participante expuso el estado actual de la hidrogeología y como están desarrollando los proyectos de estudios en sus países.

En lo personal disfruté y aprendí mucho del curso, conocer e intercambiar ideas, y experiencias con profesionales de otras nacionalidades hicieron que mi persona aprenda de nuevas técnicas de exploración de aguas subterráneas. Y estas experiencias compartirlos con mis compañeros de trabajo.