

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE HIDROGEÓLOGOS
GRUPO ESPAÑOL



INFORME DE ASISTENCIA A:

Jornadas sobre
"EL AGUA Y LAS INFRAESTRUCTURAS
EN EL MEDIO SUBTERRÁNEO"

Barcelona, 24-26 de noviembre de 2008

POR:

Bach. Víctor M. F. J. Vargas Rodríguez
Área de Hidrogeología
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

San Borja, 10 de Diciembre del 2008



Jornadas: “EL AGUA Y LAS INFRAESTRUCTURAS EN EL MEDIO SUBTERRÁNEO”

PRESENTACIÓN

La Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH) reúne a más de 3700 afiliados de 135 países. Sus fines son el intercambio de conocimientos y la promoción de actividades en el ámbito de la Hidrogeología. Para ello organiza Jornadas, Congresos y Reuniones, edita monografías científico-técnicas y la revista internacional Hydrogeology Journal. Los socios españoles (360) han formado el Grupo Español de la AIH (AIH-GE). El Grupo Español representa y coordina las actividades de la AIH en España, además de promover actividades de interés para los socios españoles y en ocasiones de ámbito internacional. También organiza mesas redondas, debates y conferencias sobre temas de actualidad.

Uno de los grandes objetivos del Grupo Español de la AIH es promocionar los encuentros de científicos, técnicos y gestores del agua para avanzar en el conocimiento de los problemas y en la búsqueda de soluciones a los problemas relacionados con el ciclo hídrico entendido en su conjunto y con el agua subterránea en particular

OBJETIVOS

Las infraestructuras subterráneas interactúan, en mayor o menor medida, con las aguas del subsuelo. Su construcción provoca diversos impactos en el medio en los que el funcionamiento hidrogeológico del entorno juega un papel fundamental. Entre ellos cabe destacar los de tipo geotécnico como subsidencias y sifonamientos del terreno, los efectos de drenaje y de barrera en los acuíferos, impactos ambientales relacionados con afecciones a cursos fluviales y humedales cercanos, o alteraciones en la explotación de los recursos hídricos por afección a explotaciones preexistentes en el entorno, entre otras tipologías diversas.

Por otra parte, no sólo la ejecución de las infraestructuras impacta en el funcionamiento hidrogeológico, sino que las aguas subterráneas pueden condicionar la ejecución de las propias obras. Es bien conocido que las filtraciones de agua subterránea afectan a la velocidad de avance de la construcción de los túneles y suponen un riesgo potencial para la seguridad de las excavaciones en general.

La proliferación de obras subterráneas realizadas en España durante las últimas décadas ha dado lugar a un buen número de problemas relacionados con las aguas subterráneas, pero también a una elevada cantidad de estudios y avances en hidrogeología que han servido para proponer y desarrollar soluciones adecuadas para la mayoría de estos problemas.

El principal objetivo de las Jornadas que aquí se presentan no es otro que reunir a la comunidad científico-técnica relacionada con la materia para compartir experiencias, desarrollos y metodologías, en sentido amplio, que permitan un mayor entendimiento de las interacciones entre el agua y las infraestructuras subterráneas. Como organizadores del evento creemos

firmemente en que los avances en el conocimiento, las lecciones aprendidas y la difusión de los trabajos realizados hasta la fecha, contribuirán a una mejor gestión y ejecución de las infraestructuras del futuro.

PARTICIPANTES

Participaron en el evento participaron profesionales involucrados en hidrogeología, especialmente de España, contando también con representantes de Argentina, Brasil y Perú.

AGENDA

Las jornadas se desarrollaron en 3 partes, siendo éstas las conferencias, basadas en ponencias centrales y comunicaciones libres, luego se tuvo una sesión de pósters y finalmente una visita técnica a la ampliación de la L9 (línea de metro) en la nueva terminal del aeropuerto de Barcelona.

Programa técnico

Lunes 24 de noviembre del 2008.

Torre AGABAR 8:30 – 18:30

- 08:30 - 09:30 Recepción de participantes y entrega de documentación
09:30 - 10:30 *Acto Inauguración Jornadas*
- **Sr. Leonard Carcolé Galea**
Director de Aguas de Barcelona y Medio Ambiente del Grupo Agbar
 - **Sr. Manel Nadal i Farreras**
Secretario para la Movilidad – Departament de Política Territorial i Obres Públiques – Generalitat de Catalunya
 - **Sr. Manuel Hernández i Carreras**
Director Agència Catalana de l'Aigua
 - **Sr. Jorge Molinero Huguet**
Presidente del Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos

Tema 1: Los Aspectos Hidrogeológicos y Geomecánicos en la Interacción entre Aguas Subterráneas y Obra Civil

Moderador: **Fidel Ribera Urenda (FCIHS)**

- 10:30 - 10:50 Ponencia.
Marcos Arroyo Álvarez de Toledo (Universitat Politècnica de Catalunya)
- 10:50 - 11:10 Ponencia.
Jesus CARRERA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
- 11:10 - 11:30 **Filtraciones y subpresiones en presas.**
Andrés Sahuquillo Herráiz (Universidad Politécnica de Valencia)
- Comunicaciones libres*
- 12:00 - 12:10 **Desarrollo de un método para resolver el drenaje de excavaciones entre pantallas.**
Anna Jurado Elices; Estanislao Pujades Garnes; Víctor Vilarrasa; Enric Vázquez-Suñé & Jesús Carrera.
- 12:10 - 12:20 **Comportamiento de un acuífero aluvial local al paso de una tuneladora (caso L9 del metro de Barcelona).**
Daniel Monfort; Jordi Font-Capo; Enric Vázquez –Suñé; Radu Gogu &

- Jesús Carrera*
 12:20 - 12:30 **Detección de juntas de pantallas defectuosas en excavaciones lineales drenadas.**
Estanislao Pujades Garnes; Eduardo Mascuñano Salvador; Anna Jurado Elices; Víctor Vilarrasa Riaño; Enric Vázquez-Suñé & Jesús Carrera.
- 12:30 - 12:40 **Recopilación de soluciones analíticas para el cálculo de entradas de agua a túneles.**
Javier Samper
- 12:40 - 12:50 **La excavación con tuneladoras tipo EPB con frente presurizado bajo nivel freático.**
Henning Schwarz; Guillermo Gagliardi & Nico Ruse
- 12:50 - 13:00 **Método para detectar aperturas en un recinto circular tratado perimetralmente con jet-grouting cuando se bombea en el centro del recinto.**
Víctor Vilarrasa, Enric Vázquez-Suñé; Jesús Carrera; ; Anna Jurado Elices & Estanislao Pujades Garnes
- 13:00 - 13:10 **Diseño de presoleras de jet grouting como alternativa al bombeo en los pozos del tramo 1 de la línea 9 de Barcelona.**
Josep Maria Roig; Pedro Velasco; Enric Vázquez-Suñé & Albert Cot
- 13:10 - 14:00 Coloquio Tema 1

Tema 2: La Adecuación de los Estudios Geológicos e Hidrogeológicos a las Diferentes Fases de la Obra Civil

Moderador: **Luis Martínez Cortina (IGME)**

- 15:30 - 15:50 **Mejora del proceso de construcción de túneles incorporando información geológica e hidrogeológica en tiempo real.**
Enric Vázquez-Suñé (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
- 15:50 - 16:10 **Información geológica e hidrogeológica de base como herramienta para la planificación de infraestructuras: las series geológicas y geotemáticas del Institut Geològic de Catalunya.**
Antoni Roca Adrover (Institut Geològic de Catalunya)
- 16:10 - 16:30 **Los estudios geológicos e hidrogeológicos en los proyectos de las obras subterráneas: el caso de las Líneas 2 y 9 del metro de Barcelona.**
Jordi Jubany (Departament Política Territorial i Obres Públiques – Generalitat de Catalunya)
- Comunicaciones libres*
- 17:00 - 17:10 **Las galerías de agua del Macizo de Famara (Lanzarote): aspectos hidráulicos e hidrogeoquímicos en el entorno de 1970.**
Emilio Custodio
- 17:10 - 17:20 **El canal de remo olímpico de Barcelona.**
Emilio Custodio; Pere Badiella & Andreu Galofré
- 17:20 - 17:30 **Excavación para albergar infraestructuras energéticas en el cono de deyección costero de Lleria, Macizo de Vandellós (Tarragona).**
Emilio Custodio & Alfons Bayo
- 17:30 - 17:40 Redacción de estudios hidrogeológicos en proyectos de obras subterráneas de GISA-DPTOP.
MEROÑO, Daniel; FERNÁNDEZ-ROURE, José Ramón; SERRATOSA, Joan y HERMS, Ignasi
- 17:40 - 17:50 Estudio integrado para la simulación de la ejecución de los túneles en medio sedimentario.
GOGU, Radu; VÁZQUEZ-SUÑÉ, Enric; FONT-CAPO, Jordi;

- 17:50 - 18:30 **MONFORT, Daniel; VELASCO, Violeta y CARRERA, Jesus**
Coloquio Tema 2
- 20:30 - 21:30 Acto de Recepción y catering del Ayuntamiento Barcelona. Lugar:
Depósito de aguas pluviales del Parque de Joan Miró, explicación de
la instalación.

Martes 25 de noviembre del 2008.

Torre AGABAR 8:30 – 18:30

Tema 3: Cuantificación e Impactos del Agua Subterránea en la Construcción de Infraestructuras

Moderador: **Enric Vázquez-Suñé (CSIC)**

- 09:00 - 09:20 **Efectos del soterramiento de la M30 en la hidrología del subsuelo de Madrid: Evaluación con modelos 3D, redes de control y contraste de los modelos.**
Javier Samper Calvete (Universidad de A Coruña)
- 09:20 - 09:40 **Consideraciones hidrogeológicas sobre los túneles del AVE en Valle de Abdalajís y Archidona (Málaga).**
Antonio Pulido Bosch (Universidad de Almería)
- Comunicaciones libres*
- 09:40 - 09:50 **Identificación y evaluación de impactos medioambientales asociados a obras civiles de gestión de la recarga de acuíferos. El caso de los dispositivos operativos en Castilla y León.**
Enrique Fernández Escalante.
- 09:50 - 10:00 **Diseño de una solución de agotamiento para la excavación del Pantalón de acceso a la nueva Terminal Sur (Línea 9 del Metro de Barcelona).**
Eduardo Ruiz; Roser Mané; Miguel Luna; Luca Trevisan; Albert Cot; Xavier Ros & Christian Vilar
- 10:00 - 10:10 **La modelación, un elemento clave en el seguimiento hidrogeológico de las obras de la LAV (tramo La Torrassa-Sants).**
Víctor Vilarrasa; Anna Jurado Elices; Enric Vázquez-Suñé; Jesús Carrera & Estanislao Pujades Garnes.
- 10:10 - 10:20 **Los túneles de la Alta Velocidad en los Apeninos (Italia). Impactos hidrogeológicos caracterizados mediante ensayos de trazadores.**
Valentina Vincenzi & Nico Goldscheider.
- 10:20 - 10:30 **Impacto de las obras del eje atlántico de alta velocidad en el tramo Padrón-Osebe sobre las captaciones de agua y modelo de flujo del aporte de agua al túnel.**
Javier Samper; Mercedes Bonilla; Liange Zheng y Jorge Molinero.
- 10:30 - 11:00 Coloquio Tema 3

Tema 4: Medidas Preventivas y Correctoras de Impactos Hidrogeológicos

Moderador: **Jorge Molinero Huguet (AIH-GE)**

- 11:30 - 11:50 **Las galerías de Canarias: pasado, presente y un posible futuro.**
Carlos Soler Licerias (Dirección General de Aguas del Gobierno de Canarias)
- 11:50 - 12:10 **El efecto de las grandes obras civiles en el abastecimiento de agua subterránea.**
Josep Lluís Armenter Ferrando (Aguas de Barcelona, S.A.)
- 12:10 - 12:30 **Las medidas preventivas y las medidas correctoras de las**

afecciones hidrogeológicas generadas por grandes infraestructuras.

Fidel Ribera Urenda (Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea)

Comunicaciones libres

12:30 - 12:40 **Metodología para la determinación del umbral admisible del efecto barrera y su aplicación en acuíferos fluviodeltaicos.**

Helena Dorca; Fidel Ribera; Joan Sánchez; Jordi Pérez; Jordi Rodríguez; Victoria Colomer; Felip Ortuño & Joseph M^a Niñerola

12:40 - 12:50 **Predicción de caudales en el frente del túnel en túneles construidos con tuneladora (TBM) caso práctico de Can Peixauet, línea 9 del Metro de Barcelona.**

Jordi Font-Capo; Enric Vázquez-Suñé; Jesus Carrera; David Martí; Ramón Carbonell & Andrés Pérezestaún.

12:50 - 13:00 **Evaluación acumulada de impactos de las infraestructuras en el medio subterráneo. Aplicación en el Delta del Llobregat.**

Joan Sánchez Anguita; Victoria Colomer Guilera; Fidel Ribera Urenda; Jordi Pérez Santiago & Josep M^a Niñerola Plà.

13:00 - 13:10 **Sistemas para dar continuidad a los acuíferos afectados por la interposición de muros pantalla: descripción tipológica y selección de soluciones.**

Jesús Santamaría Arias; Carlos León Buendía; Jaime Gil Navas & Antonio Jesús Díaz García

13:10 - 13:20 **Las aguas subterráneas y el aparcamiento de la Plaça de la Vila en Sant Adrià del Besòs (Barcelona).**

Isabel Tubau; Enric Vázquez-Suñé; Jesús Carrera; Mónica Ondiviela & Joan Casas

13:20 - 14:00 Coloquio Tema 4

Tema 5: Las Redes de Control Hidrogeológico para la Evaluación de Impactos y el Seguimiento de Obras

Moderador: **Xavier Sánchez-Vila (UPC)**

15:30 - 15:50 **El control hidrogeológico para la evaluación de los impactos acumulados en los acuíferos del Llobregat.**

Josep M^a Niñerola Pla (Agència Catalana de l'Aigua)

15:50 - 16:10 **Descenso artificial del nivel freático en centros urbanos. Diseño e instalación de una red de control eficiente y sostenible.**

Alejandro J. Ferrer Granell (Perforaciones e Instalaciones Ferrer)

16:10 - 16:30 **Seguimiento hidrogeológico, pronósticos de comportamiento y definición de medidas correctoras en los túneles de Abdalajís, ferrocarril de Alta Velocidad Córdoba-Málaga.**

Luis de Ramón Sánchez (GEOCISA)

Comunicaciones libres

17:00 - 17:10 **Red de seguimiento y control de las infraestructuras.**

V. Colomer; J. Sanchez; F. Ribera, F & J. Niñerola

17:10 - 17:20 **Estudio hidrogeológico Nueva Estación Intermodal de la Sagrera.**

Francesc Candel & Joan Verbon.

17:20 - 17:30 **Planes de bombeo y protocolos de seguimiento y control en las obras de excavación del metro L9. Tramo I-II.**

Ignasi Herms; Miguel Malavia; Xavier Torelló; Xavier Millaruelo; Marta Filbà; Otger Ferrer & David Folch

17:30 - 18:30 Coloquio Tema 5

Miércoles 26 de noviembre del 2008.
Torre AGABAR 8:30 – 18:30

Tema 6: La Gestión, la Planificación y el Uso del Agua Subterránea durante y después de la Construcción de Infraestructuras

Moderador: **Felip Ortuño Govern (ACA)**

09:00 - 09:20 **La gestión, planificación y el uso del agua subterránea durante y después de la construcción de infraestructuras. La experiencia del Ayuntamiento de Barcelona.**

Ramón Arandes Renau (Ajuntament de Barcelona)

09:20 - 09:40 **La gestión del agua subterránea en las infraestructuras.**

Jordi Pastor Justo (Agència Catalana de l'Aigua)

09:40 - 10:00 **Consideración de los aspectos hidrogeológicos en la etapa de proyecto y durante la construcción de obras de infraestructuras.**

Carme Deulofeu Palomas (Gestió d'Infraestructures, S.A.)

Comunicaciones libres

10:00 - 10:10 **Efectos de la evolución de los niveles freáticos sobre las infraestructuras urbanas en Mar del Plata, Argentina. Medidas correctivas y de mitigación.**

Emilia Bocanegra; José Luis Cionchi & Julio Luis del Río

10:10 - 10:20 **Herramientas de gestión y visualización de datos hidrogeológicos.**

Violeta Velasco; Adrià Garriga; Radu Gogu; Daniel Monfort; Enric Vázquez-Suñé & Jes's Carrera

10:20 - 10:30 **El uso sostenible de aguas subterráneas en obras de metro. Aprovechamiento de las aguas del acuífero superficial para la alimentación de la tuneladora del tramo I de la L9 del Metro de Barcelona. Retorno del excedente generado al dominio público hidráulico mediante Balsas de infiltración.**

Teresa Fainé; Christian Vilar; Ignasi Herms; Miguel Malavia; Joan Beltrán; Laia Soler & Albert Molné,

10:30 - 10:40 **Las aguas termales en la L9 del metro de Barcelona.**

Ignasi Herms; Montse Colomer; Marta Filbà; Jordi Jubany, Jordi Muñoz, Laura Carrasco y Henning Schwarz.

10:40 - 10:50 **Medida correctora frente al efecto barrera en el tramo de pantallas en la estación de L9 y L2 de Parc Logistic en el acuífero superficial del Delta del Llobregat.**

Miguel Malavia; José R. Fernández Roure; Javier Valencia; Jordi Amigo, Eduard Borrell; Ignasi Herms & Georgina Arnó

Coloquio Tema 6

11:30 - 12:00 **Acto Clausura Jornadas**

➤ **Sr. Jorge Molinero Huguet**

Presidente del Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos

➤ **Sra. Carmen Antón-Pacheco Bravo**

Directora Departamento de Infraestructura Geocientífica y Servicios – Instituto Geológico y Minero de España

➤ **Sr. Adolf Martínez Mas**

Gerente Agència Catalana de l'Aigua

➤ **Sra. Carme Deulofeu i Palomas**

Directora General de Obra Civil. Gestió d'Infraestructures, S.A. (GISA)

Sesión de Pósters

Lunes 24 y Martes 25 de noviembre del 2008.

Torre AGABAR 18:30 – 19:00

Modelación hidrogeológica de los impactos generados por un túnel construido con tuneladora: caso práctico de Sant Cosme.

Jordi Font-Capo; Daniel Monfort; Enric Vázquez-Suñé; Jesús Carrerra; Marco Barahona & Estanislao Pujades.

Diseño y evaluación de la implementación de sistemas de drenaje en las obras de la L9 del metro en el Delta del Llobregat.

Anna Jurado Elices; Estanislao Pujades Garnes; Enric Vázquez-Suñé & Jesús Carrerra

Problemas de estabilidad de fondo en excavaciones bajo el nivel freático.

Javier Moreno Sánchez

Optimización de las lecturas de caudal durante el drenaje de obras y ensayos de bombeo.

Estanislao Pujades Garnes; Enric Vázquez-Suñé & Jesús Carrerra

Singularidades y condicionantes de implementación de la solución de agotamiento para la excavación del pantalón de acceso a la nueva terminal sur (Línea 9 del metro de Barcelona).

Ariadna Conesa; Mireia Jiménez; Miguel Luna; Eduardo Ruiz; Christian Vilar; Ferran Mairal & Carlos Alonso

El impacto de las infraestructuras sobre los acuíferos: caso de la desalinizadora del Baix Llobregat.

Marina Rull; Enric Queralt; Jordi Massana; Pau Balart & Vinyet Sola

Evaluación del efecto de un túnel para aprovechamiento hidroeléctrico sobre el manantial termal de Baños de Brea en Galicia mediante un modelo numérico de flujo y transporte de calor.

Javier Samper; Mercedes Bonilla & José Martins Carvalho

Evaluación de las afecciones hidrogeológicas del túnel de la L9 en la parte alta de Barcelona.

Enric Vázquez-Suñé; Isabel Tabau & Jesús Carrerra

El impacto de las infraestructuras sobre los acuíferos. Caso de la construcción de la subestación eléctrica de la Línea 10 del metro de Barcelona.

Jordi Massana; Patricia Casanova; Enric Queralt; Vinyet Sola & Marina Rull

Visita Técnica

Miércoles 26 de noviembre del 2008.

Torre AGABAR 18:30 – 19:00

Se realizó la visita técnica a la obra **L9 metro Barcelona. Tramo 1.**

En donde los participantes pudimos observar como es que se realiza el control y monitoreo de las aguas subterráneas en esta importante obra de la ciudad.

Así mismo se explicó el proceso del tratamiento de todas las aguas que intervienen en la obra, sean estas residuales, subterráneas o superficiales

CONCLUSIONES

- Las jornadas me permitieron conocer el estado tan avanzado que se tiene en la aplicación de los estudios hidrogeológicos en la construcción de obras civiles que se tiene en España
- Ante la construcción de cualquier obra que esté en contacto con acuíferos, se debe evaluar de manera exhaustiva la influencia tanto de la obra en el acuífero, es decir calidad y cantidad de aguas subterráneas; como la influencia de las aguas en la obra misma.
- La influencia de las aguas subterráneas puede ocasionar inundaciones en la obra, especialmente en túneles o sótanos; también puede debilitar las estructuras como pantallas, columnas, etc.
- El control de los niveles piezométricos es muy importante en toda infraestructura subterránea y éste control se debe hacer antes, durante y después de culminada la obra. Existen casos en que una vez que la obra culminó se dejó de tener un control sobre la evolución de los niveles piezométricos y la obra colapsó. Así mismo se tiene registros de que existen bombes continuos por más de 30 años para poder mantener obras en pie.
- Una de las comunidades más avanzadas a nivel mundial en la legislación sobre la inclusión de manera obligatoria y detallada los estudios hidrogeológicos en la construcción de cualquier obra de infraestructura subterránea es Barcelona.
- La visita técnica sirvió para conocer de manera real y práctica como es que se debe realizar un monitoreo piezométrico en cualquier obra de infraestructura, especialmente las subterráneas. Así mismo mostraron la tecnología empleada la cual no es ajena a nuestra realidad.
- En el Perú aún no se ha contemplado la inclusión de estudios hidrogeológico de detalle como base para cualquier construcción de infraestructuras en el medio subterráneo, siendo ésta una de los principales errores que se cometen, razón por la cual muchas obras colapsan.
- Los estudios hidrogeológicos que realiza INGEMMET, pueden adaptarse a las metodologías de estudios hidrogeológicos propuestos y desarrollados en España, así mismo, INGEMMET puede ser un punto de partida para la inclusión de estudios hidrogeológicos en la construcción de diversas obras civiles, partiendo desde las más simples dedicadas a la captación y recarga de aguas subterráneas y en un futuro en obras de mayor envergadura.
- Dado la situación actual en la que nos encontramos, donde el recurso hídrico se presenta escaso, una alternativa como la mostrada en las Islas Canarias donde a pesar de no contar con una precipitación muy abundante, el desarrollo de obras subterráneas de captación de aguas subterráneas, se puede reproducir de manera muy positiva en el país, así mismo una muestra de ello es que en INGEMMET ya venimos trabajando proponiendo la construcción de galerías filtrantes en algunas zonas del Perú, como por ejemplo en la parte alta de la cuenca del río Jequetepeque, donde las areniscas cretáceas son excelentes acuíferos cuyas aguas pueden ser

captadas. Por lo que contar con experiencias tan enriquecedoras como las de las Islas Canarias afianzan más nuestra propuesta de trabajo.

- La exploración por aguas subterráneas en el país aún no se encuentra muy desarrollada por lo que afianzar este tipo de trabajos es una labor que INGEMMET debe seguir realizando, puesto que nuestro país cuenta con abundante recurso hídrico por descubrir.
- Así mismo se ha comparado económicamente los beneficios de la exploración y explotación de aguas subterráneas mediante galerías filtrantes, con una inversión de **9 millones de euros**, que la instalación de una planta desalinizadora de agua, con un costo inicial de instalación de **25 millones de euros**. (caso de la Islas Canarias)