

# Boletín ALACAM

ASOCIACIÓN DE LABORATORIOS ACREDITADOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

J U N I O 2 0 0 8

## ▶ hormigón autocompactante



▶ Entrevista con  
D<sup>a</sup> Paloma Sobrini



▶ Ensayos: Ensayos de pilotes  
en el CTE



▶ Empresa: Responsabilidades  
en las sociedades mercantiles



- 3 ■ **TRIBUNA**
  - └ Entrevista con D<sup>a</sup>. Paloma Sobrini  
Decana del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid
- 6 ■ **UNA OBRA SINGULAR**
  - └ Adriatic LGN Terminal
- 9 ■ **ENSAYOS**
  - └ Ensayos de pilotes en el CTE
- 11 ■ **MIRANDO LA TÉCNICA**
  - └ Empleo de hormigón autocompactante (HAC) para  
la construcción del andén de evacuación en los  
túneles de Guadarrama
- 14 ■ **EMPRESA**
  - └ La responsabilidad civil y penal de los accionista  
y administradores de sociedades mercantiles.  
El levantamiento del velo
- 15 ■ **MISCELANEA**
- 16 ■ **NUESTRAS EMPRESAS**

*Director:* **Jesús Aragoncillo**

*Comité de Redacción:*

**Jesús Aragoncillo,  
Ángel Rodríguez Soto,  
Juan José Encina**

*Secretario de Redacción:*

**Manuel Chaure**

*Documentación:* **Marisa Sánchez**

Asociación de Laboratorios Acreditados de la Comunidad de Madrid ALACAM

*Capitán Haya, 56 4º C - 28020 Madrid  
Tel.: 91 570 01 04 - Fax: 91 425 21 37  
alacam@alacam.org*

*Diseño Gráfico e impresión:* **Seamer, S.A.**  
*Tel.: 91 311 79 95 - www.seamersa.com*

*Depósito Legal:* M-29523-2006

ALACAM no asume como propias las opiniones que puedan ofrecer los autores, de esta publicación.

# Editorial

La economía española ha derivado en los últimos tiempos hacia una situación que, bajo distintos nombres más o menos alarmistas según quién la califica (crisis, desaceleración, aterrizaje...)- está produciendo una seria preocupación a muchos sectores, instituciones y personas.

Dentro de este contexto, la construcción es quizá uno de los sectores más afectados y, consiguientemente el control de calidad.

Los datos correspondientes al año 2.007 (fuente SEOPAN) sitúan la actividad en el sector de la construcción por encima de los 200.000 millones de euros. La obra civil representaría el 24,7 % frente al 75,3 % de la edificación. Dentro de la edificación el 35,5 % correspondería a residencial, el 23,8 % a rehabilitación y el 16% a edificación no residencial.

Es sin duda la edificación residencial quien esta protagonizando la mayor caída, cuantificable tanto en términos de producción como en numero de viviendas visadas e iniciadas.

Según los datos de Euroconstruct, la disminución prevista en construcción de vivienda residencial en España es (cada año con respecto al año anterior) de alrededor de un 30% en 2008 y de un 50% en 2009, siendo así que la caída de 2007 con respecto a 2006 fue sólo del 12%. Otras fuentes consultadas varían sensiblemente en los dígitos expuestos pero no en la grave tendencia descendente.

Estamos ante un problema que involucra a todos los agentes implicados en esta actividad, entre otros a nuestras empresas, que pueden sufrir situaciones difíciles debido a la coyuntura contractiva del mercado que, ciertamente, no parece de muy corta duración.

No obstante, hay algunos elementos que atenúan el posible pesimismo al que invitan estas percepciones de la situación. En concreto en nuestro territorio regional, la Comunidad de Madrid, se ha formulado un amplio plan de infraestructuras en transportes y carreteras que, aunque algo menor que los realizados en las dos anteriores legislaturas, es lo suficientemente importante como para constituir en una buena medida un paliativo a las tendencias antes señaladas en el negocio inmobiliario de la vivienda. Además la calidad, que es el ámbito de nuestra acción empresarial, es una demanda creciente de la sociedad, cada día más consciente de su importancia en el uso satisfactorio de las construcciones, ya sean públicas o privadas, y de las economías a plazo que la misma aporta, prolongando la vida de las obras y haciendo más fácil, seguro y económico su uso.

Por ello, hemos de emitir hacia nuestro sector un mensaje de prudencia para afrontar la difícil etapa que se avecina y de la que estamos conociendo sus primeras manifestaciones, y cuyo plazo por el momento se desconoce.

**Miguel Ángel Martínez Julián**  
*Presidente de ALACAM*

## PALOMA SOBRINI

DECANA DEL COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE MADRID

**E**l Código Técnico de la Edificación (CTE), que ha sido promulgado en el año 2006 y por tanto está en pleno vigor, ha supuesto una modificación importante del anterior marco normativo de la edificación.

### 1.- ¿Qué valoración hace el Colegio de Arquitectos de este nuevo marco?

En términos generales positiva, porque todo lo que sea mejorar los sistemas de control de la ejecución de las obras redundará en la bondad del resultado.

De todas formas el Código Técnico merece una revisión profunda porque hay algunos aspectos muy mejorables como, por ejemplo, el cumplimiento del CTE-HE, Ahorro de Energía, que marca diferentes aislamientos en las distintas fachadas lo que no es muy operativo puesto que por economía de medios lo normal sería utilizar el mismo aislamiento, aunque puede tener justificación técnica para una mayor eficacia energética. Sin embargo toda su argumentación se viene abajo cuando se exige que todas las piezas vivideras tienen que estar continuamente ventiladas. De esta forma las pérdidas por infiltraciones son tremendas y no se justifica por tanto el celo que el Código Técnico prescribe en el asunto aislamiento.

### 2.- ¿Qué consecuencias tiene en la labor profesional?

Esencialmente no debería tener ninguna, puesto que las obras bien ejecutadas no necesitan de ningún Código Técnico. Esto de la arquitectura es un viejo oficio que se regía



**Paloma Sobrini (1955)**

- Arquitecto por la ETSAM (1979).
- Doctorado en la Escuela de Arquitectura de Navarra.
- Ejercicio libre de la profesión en estudio propio, en SOBRINI, ARRANZ Y ASOCIADOS, S.L y posteriormente en BERNA 10, S.L.
- Arquitectura Hospitalaria (Hospital de Sanitas en la Moraleja, Hospital de Inca, etc).

- Arquitectura Sanitaria (Centros de Salud en Madrid, Murcia, etc).
- Residencias de Tercera Edad (Colmenar de Oreja, Miraflores de la Sierra, etc).
- Residencial (Colectivo, Unifamiliar en Madrid, Murcia, Navarra, etc).
- Rehabilitación. Oficinas, Locales Comerciales, etc.

por las tres reglas vitruvianas, Utilitas, Firmitas y Venustas, y que sigue siendo así hoy en día. La consuetudinaria regla del "según el buen hacer" sigue

sin encontrar relevo en la actualidad. Ahora bien el documentar el proyecto para que pueda constatarse el cumplimiento de ciertas normas no cabe duda que ha traído consecuencias; por ejemplo los proyectos ahora son más voluminosos documental-mente hablando, tienen más papel pero, sin embargo, es más fácil comprobar el cumplimiento de la complejísima normativa que influye en todas las obras de arquitectura.

**Esto de la arquitectura es un viejo oficio que se regía por las tres reglas vitruvianas, Utilitas, Firmitas y Venustas, y que sigue siendo así hoy en día**

### 3.- El obligado cumplimiento del CTE ¿va a modificar el trabajo del Arquitecto con respecto a sus anteriores patrones de trabajo?

No esencialmente. Vivimos en un mundo cambiante, donde los arquitectos, como todas las profesiones e incluso la sociedad a la que servimos debe adaptarse a esos cambios.

El Código Técnico es un reglamento más con rango de ley que los arquitectos debemos cumplir y hacer que se cumpla en nuestras realizaciones y normas nuevas como esta, aunque sin tanta trascendencia; a lo largo de nuestra actividad ya hemos conocido varias.

Si la pregunta se la hiciéramos a nuestros mayores, naturalmente dirían que sí, puesto que ellos no estaban sometidos a tantos cambios tan aceleradamente.

### 4.- En el año 2003 se presentó el "Informe sobre el control de calidad de la construcción en España", suscrito por dos Arquitectos y dos Ingenieros de Caminos, todos ellos profesores de Escuelas Politécnicas españolas.

En él se presenta un cuadro de análisis de causas de los defectos de calidad en la edificación y se atribuye al proyecto un 40% de los casos. Por otra parte, en esa misma época la "no-calidad" en la edificación ha sido objeto de estudios y valorada en unas cifras del orden del 10% de la inversión anual en vivienda en España. Esta "no-calidad", sin embargo, convivía con las normas anteriores en vigor.

### ¿Cree Ud. que el CTE va a producir una mejora de los proyectos y una reducción sustancial de esta cifra?

Creo que es un poco riguroso establecer un 40% de los causas de mala calidad de la obras a los proyectos; parece exagerado, aún en los tiempos que estos profesores hicieron su investigación.

El Código Técnico servirá para mejorar algo las especificaciones del proyecto, pero donde se deben controlar las situaciones es en la obra y en la ejecución de los trabajos, para que la calidad no se resienta.

### 5.- Las Entidades de Control de Calidad (ECC) están definidas en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE) como agentes del control encargados de supervisar

el proyecto y la ejecución de obra. Un papel parecido desempeñan los Organismos de Control Técnico (OCT), aunque éstos están orientados a la valoración de riesgo para el Seguro Decenal de Daños y, por tanto, su campo de trabajo no es idéntico.

### Los Arquitectos ¿consideran el trabajo de ambos tipos de organización como una ayuda o una ingerencia en su trabajo?

Es una pregunta que encierra cierta dificultad porque parece un poco tramposa y compromete mucho su respuesta, si se mal interpreta o se saca de contexto; por tanto procuraré precisar la respuesta.

Creo que es una ayuda para los arquitectos cuando se hace el control por el personal adecuado; evidentemente cuatro ojos ven más que dos, sin embargo ocurre a veces (las menos ciertamente), que los técnicos son juniors o profesionales con una experiencia más bien corta y entonces no es que sean ingerentes, es que no son muy útiles en el proceso.

### 6.- ¿Consideran positiva la intervención de estas entidades?

Sí, claro, ya he contestado antes afirmativamente; sin embargo reitero que deben circunscribirse sus intervenciones a los límites que la ley les otorga. De esa forma su contribución será positiva.

### 7.- En general ¿qué valoración tiene el Arquitecto de la función de control de los materiales que hacen los Laboratorios de control de calidad?

La valoración es muy alta, puesto que los resultados de los laboratorios nos son imprescindibles y nos sirven para poder valorar si un material es aceptable o no, o si una unidad está bien o mal ejecutada o podrá permanecer o ser demolida en una obra.

### 8.- ¿Qué uso hacen de ellos tanto en el proyecto como en la ejecución de obra?

En esto funcionan según cada arquitecto y la obra en cuestión. A veces en el proyecto, si es importante y con soluciones innovadoras, se requiere la concurrencia de algún laboratorio concreto para comprobar la eficacia de cualquier solución experimental. La utilización de un laboratorio en la ejecución de la obra es más usual, porque siempre puede surgir la duda

## Vivimos en un mundo cambiante, donde los arquitectos, como todas las profesiones e incluso la sociedad a la que servimos debe adaptarse a esos cambios

de cualquier solución constructiva en la que no se está muy seguro al 100% de la idoneidad, por no hablar de todos los productos o materiales que deben ser ensayados además de poseer su marchamo o sello de idoneidad técnica. En este caso es obligado recurrir siempre al laboratorio.

### 9.- ¿Valoran y exigen que el laboratorio esté acreditado?

Naturalmente. No tiene el mismo valor el dictamen emitido como resultado de un ensayo concreto por un laboratorio acreditado que por otro que no lo está. Al primero le avala precisamente su acreditación que puede perderla si los resultados son erróneos y se demuestra su error, y en el segundo supuesto, es decir el del laboratorio o centro de prueba cualquiera, sus resultados sólo deben servir como orientación para tomar una decisión u otra cuando nos encontremos ante un acontecimiento que pudiera ser importante.

### 10.- ¿Cree Ud. que ha disminuido la patología en los edificios como consecuencia de la obligatoriedad, exigida en la Ley 2/1999 de 17 de marzo de Medidas para la Calidad de la Edificación de la Comunidad de Madrid, de realizar estudios geotécnicos?

Sin duda, los estudios geotécnicos nos ayudan a conocer previamente el comportamiento del terreno sobre el que asentaremos nuestros edificios, y aunque estos no son definitivos porque a veces ocurren sorpresas en la mecánica del suelo, lo normal será que un buen estudio geotécnico nos avise y nos sirva para proponer la solución correcta que evite problemas de futuro de estética, asientos diferenciales, grietas y todo tipo de patologías derivadas de estos.

# Una obra singular

## ADRIATIC LNG TERMINAL

Adriatic LNG Terminal (Terminal de almacenamiento y regasificación de LNG (Gas Natural Licuado) para el Adriático) representa una de las obras de ingeniería más compleja y espectacular de las realizadas en España, y quizá en el mundo, en los últimos años.

Los **datos básicos** de esta obra son:

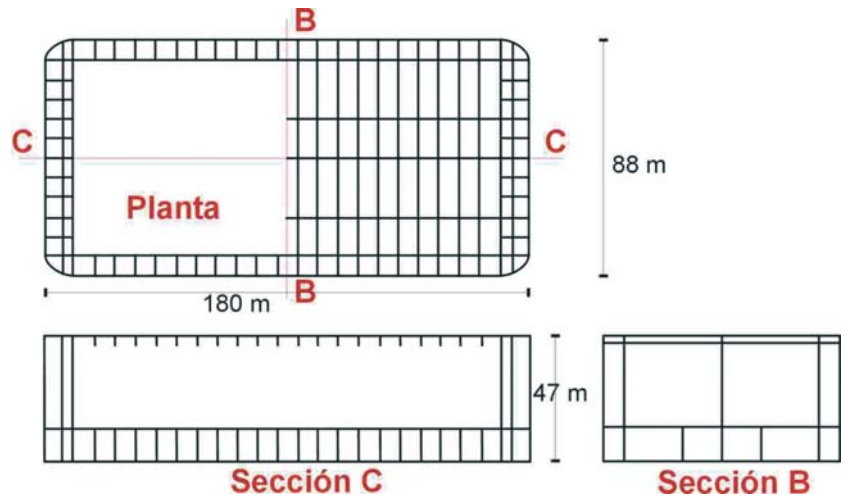
### Propiedad:

Ras Lftan Liquefied Natural Gas Company Ltd (Qatar).- ExxonMobil RasGas Inc (USA), Qatar Petroleum (Qatar).- Edison s.p.a. (Italia)

**Contratista principal:** Ingeniería, Compras y Construcción (Contratista E.P.C) : Aker Kvaerner Contracting AS (Noruega).

Subcontratista obra civil: Acciona Infraestructuras S.A.

**Asesoramiento de hormigones:** Laboratorio de IBERINSA

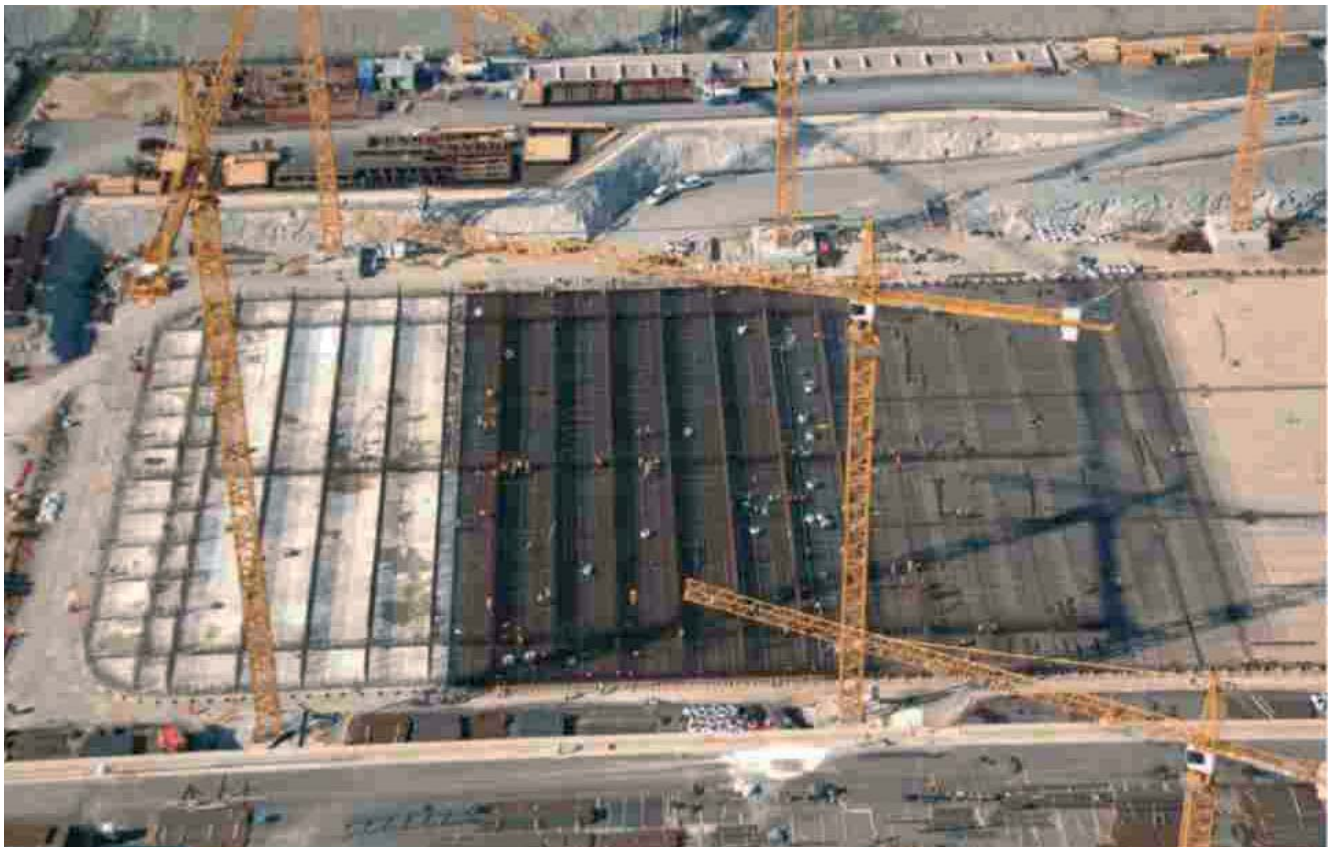


### Características del proyecto:

El proyecto consiste en una estructura o cajón básico de hormigón (GBS), de grandes dimensiones, constituyendo una especie de isla artificial, que alberga en su interior dos grandes tanques rectangulares de chapa de 9% de Níquel capaces

de contener cada uno 125.000 m<sup>3</sup> de Gas Natural Licuado a -165°C. Dicha estructura se trasladará posteriormente a la costa italiana en el mar Adriático.

Sobre su cubierta alberga los equipos de vaporización del gas líquido que transportará el gas vaporizado



una obra singular

por tuberías a la costa cercana. El cajón tiene también incorporados los equipos que permitan el atraque de barcos metaneros que traigan el Gas Natural Licuado desde los campos de extracción.

Lo que se puede considerar como estructura básica consta de una solera de hormigón pretensado de dimensiones 180x88 m y 0.70 m de espesor y de muros laterales de hormigón pretensado de 47 m de altura y 0.60 m de espesor.

Esta gran estructura se construye en un dique seco de la ciudad de Campamento en la bahía de Algeciras, a una cota de -18 m bajo el nivel del mar. Una vez terminada la obra, se inundará el dique para producir la flotación del cajón, que posteriormente se transportará por remolque hasta su lugar de destino.

Allí se fondeará en el suelo marino a cota de unos -20 m., se lastrará con piedras por debajo de la losa de apoyo de los tanques interiores y se protegerá en su perímetro con un manto de escollera.

La estructura, ya acabada en estos momentos, ha tenido una duración

## Las elevadas exigencias establecidas por los requerimientos del Proyecto en lo referente a reología, ha requerido diseñar hormigones de altas prestaciones.

de construcción de su obra civil de unos 2 años y medio.

Las cantidades globales que expresan en forma cifrada la dimensión e importancia de esta gran estructura han sido las siguientes:

- 89.385 m3 de hormigón
- 24.847 toneladas de barras en armadura de refuerzo (277,98 kg/m3 de hormigón)
- 4.351 toneladas de acero de pretensado horizontal y vertical.

Características de los hormigones :

Las elevadas exigencias establecidas por los requerimientos del Proyecto en lo referente a reología, resistencias, densidad y durabilidad de los hormigones estructurales, sumado a las dificultades climatológicas de la zona de obra (Campamento – Algeciras) con temperaturas en verano superiores a 30° C e intensos vientos en cualquier época del año, ha requerido diseñar hormigones de altas prestaciones.

Debido a la gran cantidad de armaduras necesaria se ha debido emplear un hormigón bombeado

expertos en **seguros**

responsabilidad civil  
daños  
accidentes  
flotas  
admore & directivos

...

Consulting Europeo de Riesgos

de consistencia líquida (20 a 26 cm. en cono de Abrams, con mantenimiento de la consistencia durante un tiempo mínimo de 2.30 horas), y de tiempo de fraguado inicial y de retoma entre 9 horas y 20 horas para evitar la formación de juntas frías entre tongadas, y para conseguir en los deslizados de los muros la velocidad demandada por la obra.

Se han alcanzado velocidades de deslizado mínimas de 0.5 metros/día y máximas de unos 2.0 metros/día.

El estudio y diseño de los hormigones estructurales, la selección de sus componentes y los correspondientes ensayos de homologación han sido realizados por el Laboratorio de IBERINSA que también ha dirigido las pruebas previas de hormigonado realizadas en obra en la losa y muro con molde deslizante del Mock-up y, posteriormente, en el arranque de la construcción del cajón, la puesta en obra de los hormigones de la losa base y de los muros deslizantes.

Los requerimientos básicos del Proyecto para los hormigones estructurales del GBS, son:

- Relación agua/cemento < 0.40
- Resistencia Característica en probeta 15x30cm > 45 N/mm<sup>2</sup>

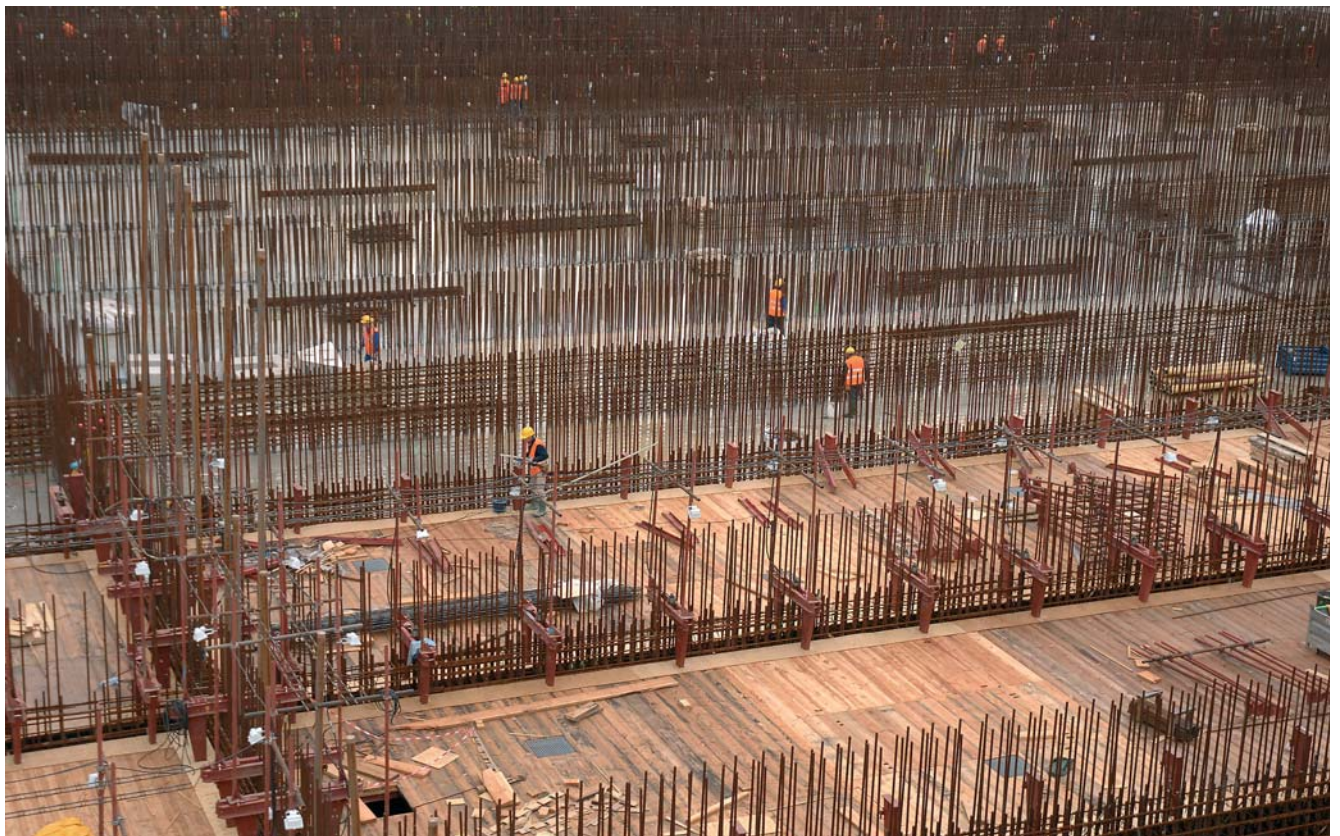


**Se han alcanzado velocidades de deslizado mínimas de 0.5 metros/día y máximas de unos 2.0 metros/día**

- Contenido de cemento: 360 a 450 kg/m<sup>3</sup>
- Densidad 2.385±25 kg/m<sup>3</sup>
- Modulo de elasticidad: 32±3 GPa
- Coeficiente de difusión de ion cloro <2x10<sup>-12</sup> m<sup>2</sup>/s
- Diámetro máximo: 20 mm

**Máximo Santamaría**

*Licenciado en Ciencias Químicas  
Director del Laboratorio IBERINSA*



## ENSAYOS DE PILOTES EN EL CTE

El recientemente aprobado Código Técnico de la Edificación, en su documento sobre cimentaciones, incorpora algunas referencias significativas a los ensayos de pilotes. Las más importantes son las siguientes:

### Coefficientes de seguridad

En su artículo 2.4 el CTE DB-SE C describe los coeficientes de seguridad generales a utilizar en el proyecto geotécnico. En lo referente a pilotes indica

Método de dimensionado	Convencional (1)	Pruebas de carga (2)
Carga persistente o transitoria	3,0	2,0
Carga extraordinaria	2,0	1,5

los siguientes coeficientes parciales  $\gamma_R$  de minoración de la resistencia del terreno al hundimiento siendo:

- (1) Métodos de cálculo basados en ensayos de campo o fórmulas analíticas (largo plazo).
- (2) Métodos de cálculo basados en fórmulas analíticas (corto plazo), métodos basados en pruebas de carga hasta rotura y métodos basados en pruebas dinámicas de hinca con control electrónico de la hinca y contraste con pruebas de carga.

Resulta evidente la gran ventaja económica que suponen los ensayos de carga estáticos y dinámicos en un proyecto en el que haya un número significativo de pilotes.

### Tope estructural

En su artículo 5.3.8 el CTE DB-SE C especifica que con un control adecuado de la integridad, los pilotes perforados podrán ser utilizados con topes estructurales un 25% mayores que los especificados con carácter general. De nuevo la realización de ensayos, esta vez de integridad estructural, significa en la mayoría de los casos una economía importan-

te en la construcción. Ello se debe a que permiten reducir el margen de incertidumbre en la ejecución del pilotaje -que siempre es un trabajo complejo y sujeto a imprevistos- lo que se traduce en una mayor confianza en el elemento estructural de cimentación y, por tanto, en una asignación de mayor carga de trabajo.

A continuación figura una tabla deducida del CTE con las tensiones del hormigón trabajando a su tope

estructural, según se realicen o no ensayos de integridad.

### Tipos de ensayos de integridad

En sus artículos 5.4.2 y 5.4.4 el CTE DB-SE C dice que los ensayos de integridad tienen por objeto verificar la continuidad del fuste del pilote y la resistencia mecánica del hormigón. Pueden ser de dos tipos:

- a) ensayos de eco o sónicos por reflexión y por impedancia, o de baja deformación
- b) ensayos sónicos por transparencia, o cross-hole sónicos

Las nomenclaturas son variadas en la literatura internacional y en la comercial de las empresas que suministran equipos o realizan ensayos, pero queda claro que se refiere en el primer caso a los ensayos con onda sónica producida por el golpeo de la cabeza del pilote con un martillo de mano, y en el segundo a los ensayos "cross-hole" mediante ondas ultrasónicas entre un emisor y un receptor que descienden por tubos embebidos en el hormigón del pilote.

### Frecuencias de ensayos de integridad

En el mismo artículo 5.4.2 el CTE DB-SE C establece el número mínimo de ensayos siguiente:

- a) con carácter general: 1 por cada 20 pilotes
- b) pilotes aislados con diámetros entre 45 y 100 cm: 2 por cada 20 pilotes.





c) pilotes aislados con diámetro superior a 100 cm: 5 por cada 20 pilotes

Se trata de frecuencias de muestreo muy bajas, que no son las habituales admitidas internacionalmente. En cimentaciones pilotadas el CTE está especificando solo un 5% de pilotes ensayados, mientras que internacionalmente se especifica un mínimo de un 30%. Y aún así se trata de un muestreo escaso, ya que lo usual es ensayar el 100%, al menos con el método sónico con martillo de mano.

Ello es debido a que los fallos en la ejecución de los pilotes no suelen ser de carácter generalizado, que son los que se detectan con un muestreo, sino que suelen ser puntuales en algún pilote que, por motivos variados, haya quedado mal ejecutado;

pero estos fallos no se detectan con un muestreo, y menos si es un muestreo muy somero.

Además, el coste de los ensayos es casi el mismo en un muestreo pequeño que en un control total, ya que los ensayos sónicos con martillo de mano son muy rápidos de ejecutar, lo que hace que el incremento de coste por ensayar más pilotes en un mismo desplazamiento del técnico especialista a obra sea pequeño comparado con el beneficio de ensayar todos los pilotes.

#### Pruebas dinámicas de hinca

En su artículo 5.4.4, dedicado también a los ensayos de pilotes, el CTE DB-SE C considera necesario realizar pruebas dinámicas de hinca contrastadas con pruebas de carga estáticas

en los pilotes prefabricados hincados utilizados en la cimentación de edificios de categorías C-3 y C-4, que corresponden a las construcciones de más de 10 plantas, sin contar los sótanos, y los conjuntos monumentales o singulares.

#### Conclusiones

Como se puede comprobar por lo expuesto anteriormente, los ensayos de integridad y las pruebas de carga de pilotes han sido confirmados por el CTE como elementos imprescindibles para el proyecto y el control de calidad de las cimentaciones profundas. La realización de pruebas dinámicas y los ensayos de integridad son trabajos altamente especializados que deben ser realizados por ingenieros y empresas independientes con experiencia en estos controles, según criterios y normativas reconocidos internacionalmente.

**Carlos Fernández Tadeo.**  
Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos



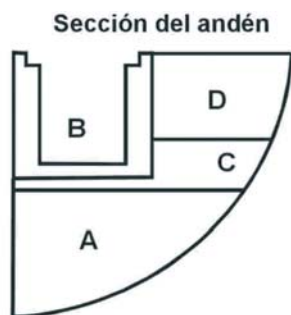
Tipo de pilote	Tensión en el tope estructural (MPa)			
	Sin ensayos de integridad		Con ensayos de integridad	
Hincado de hormigón armado	0,30 $f_{ck}$		0,30 $f_{ck}$	
<b>Perforados (3)</b>	<b>Apoyo en suelo firme</b>	<b>Apoyo en roca</b>	<b>Apoyo en suelo firme</b>	<b>Apoyo en roca</b>
Entubados	5	6	6,25	7,5
Entubados	5	6	6,25	7,5
Lodos	4	5	5	6,25
En seco	4	5	5	6,25
Barrenados sin control de parámetros	3,5	-	4,38	-
Barrenados con control de parámetros	4	-	5	-

(3) Válidos para hormigón HA-25; para otros hormigones se pueden tomar valores proporcionales.

# Mirando la Técnica

## EMPLEO DE HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC) PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ANDÉN DE EVACUACIÓN EN LOS TÚNELES DE GUADARRAMA.

El túnel de Guadarrama es el tramo fundamental de la nueva línea ferroviaria de alta velocidad de Madrid al Norte y Noroeste de España: Madrid-Valladolid-Medina del Campo.



A: Hormigonado del dado base  
B: Colocación de la canaleta  
C: Relleno con HAC  
D: Acabado hormigón convencional

Está situado entre el Municipio madrileño de Miraflores de la Sierra y Segovia, separados por la sierra de Guadarrama, y presenta un trazado prácticamente recto, con más de 28 Km. de longitud. Por su longitud y características representa un hito sin precedentes en las obras subterráneas realizadas hasta la fecha.

Uno de los aspectos importantes de la obra es el que atañe a la seguridad. Al tratarse de un doble túnel la idea básica, desde este punto de vista, consiste en que cada uno de los dos túneles es la salvaguarda del otro en caso de un accidente grave en uno de ellos.

Ello requiere disponer un andén longitudinal de evacuación a lo largo de los dos túneles para poder acceder a las galerías transversales más próximas a la zona donde haya parado un tren accidentado y, desde éstas, al túnel sano en el que ya se habrá parado la circulación de trenes.

Para la fabricación del andén de evacuación se planteó construirlo en una única fase de hormigonado.

Los problemas de bajo rendimiento en la aplicación de este método originaron la adopción de un sistema diferente consistente en la fabricación

del andén de evacuación en cuatro fases diferentes, las cuales se detallan a continuación:

**1ª fase.** Hormigonado de la parte baja del andén hasta una determinada cota (se optó por dejar esta cota 3 cm por debajo de la cota final debido a que la tolerancia por exceso era 0), con encofrado metálico y vertido directo del hormigón a través de una canaleta fabricada en obra para este fin.

**2ª fase.** Colocación de la canaleta de hormigón prefabricada.

**3ª fase.** Relleno con hormigón autocompactante (HAC) de la separación entre la canaleta de hormigón prefabricada y la primera fase del andén ya hormigonada. Esta separación oscila entre 3 y 5 cm. El espesor de la capa de HAC a colocar entre la canaleta y el intradós del túnel (dovela) se fijó en 20 cm. La presión que creaba esta altura era suficiente para posibilitar el paso del hormigón por la zona a rellenar. Se tomaron precauciones para no sobrepasar la altura de los 20 cm. ya que por encima de ese valor el empuje del hormigón levantaba la canaleta por flotación y la desplazaba lateralmente.

**4ª fase.** Finalización del andén con una nueva tongada de hormigón hasta la parte superior de la canaleta.

Las ventajas que se obtuvieron con este método de construcción fueron las siguientes:

- Se redujo el personal a un solo grupo de 5 personas para todas las operaciones.
- Geométricamente los acabados fueron perfectos, y evitaron trabajos de reparación.
- El hormigón se vertía directamente en la zona a hormigonar en las 3 fases por medio de una canaleta fabricada en obra, con lo que se eliminó la necesidad de operaciones de bombeo y sus problemas.
- Los rendimientos aumentaron de manera significativa consiguiéndose valores superiores a los 300 metros lineales/día en las fases 1, 3 y 4 de vertido de hormigón y más de 500 metros lineales/día en la colocación del prefabricado. Se puede hablar de un rendimiento global de 250 metros lineales/día.

Para poder llevar a cabo este método de construcción era necesario el uso de un HAC. La UTE Guadarrama Sur solicitó al laboratorio de GEOCISA el diseño de un hormigón capaz de cumplir con las exigencias requeridas para su correcto desarrollo en la ejecución del andén de evacuación.



mirando la técnica



El hormigón debía diseñarse con los materiales disponibles en obra, es decir los mismos componentes que se utilizaban para el diseño del resto de hormigones utilizados en la obra.

#### Diseño de la mezcla.

Se necesitaba un hormigón capaz de rellenar el espacio existente entre la parte inferior de la canaleta y la primera fase del andén de evacuación, con una distancia de 1 metro, dada por la anchura de la canaleta, y que se compactase por su propio peso, sin necesidad de energía de vibración, ni de ningún otro método de compactación.

El principal problema encontrado radica en la dificultad que tiene el hormigón no ya de rellenar la superficie anteriormente citada sino la de salvar la escasa barrera de 3 cm existente entre la parte inferior de apoyo de la canaleta sobre el tacón hormigonado en la primera fase.

Esto obliga a la elaboración de un hormigón con características auto-compactantes, pero con varios parámetros exigibles por definición a este tipo de hormigones, que no son fáciles de cumplir y que por tanto dificultan más su diseño.



Hormigonado con HAC del andén

En este tipo de hormigones es importante un equilibrio entre el árido grueso y el árido fino. Para su correcta dosificación existen dos parámetros como son la relación árido grueso/árido total y un volumen total de árido grueso que, para poder respetarlos, hace necesaria la presencia en la mezcla de un porcentaje de árido grueso superior al 50%.

Este contenido de árido grueso producía un tapón en la entrada a la canaleta lo cual impedía al hormigón fluir y rellenar correctamente la zona a hormigonar.

Este hecho obligó a modificar la dosificación buscando un porcentaje óptimo de árido grueso que permitiese fabricar un hormigón capaz de fluir sin obstaculizar la entrada de la canaleta.

Otro de los problemas encontrados, ya mencionado, es el de la utilización de los componentes existentes en la obra.

Para la elaboración de un HAC es imprescindible contar con un contenido en finos (partículas inferiores a 0,1 mm) entre 500 y 550 Kg/m<sup>3</sup>.

Normalmente esta cantidad se alcanza mediante alguna adición del tipo cenizas volantes o filler calizo, pero en la obra no se disponía de este tipo de adición, ni de la infraestructura necesaria para la colocación de un nuevo silo que la albergara. Además los áridos finos de los que se disponía eran lavados, tanto la arena de machaqueo obtenida del material extraído de los túneles, como la arena correctora, con lo cual el único aporte real de finos lo proporcionaba el cemento, y en una pequeña cantidad las arenas antes citadas.

Esto obligaba a utilizar cantidades de cemento muy elevadas y no inferiores a 500 Kg/ m<sup>3</sup>, lo cual era un valor relativamente alto y afectaba negativamente a las propiedades reológicas del hormigón además de aumentar el coste del mismo.

Se encontró una solución consistente en la adición de un aditivo que mejoró la trabajabilidad, la docilidad del hormigón en estado fresco y corrigió la falta de finos de la que se ha hablado antes. La ayuda de este aditivo permitió reducir el contenido de cemento en 50 Kg fijándose la cantidad final en 450 Kg/ m<sup>3</sup>.

Se utilizaron algunos otros aditivos que permitieron obtener una consistencia líquida, sin segregación, con una apropiada viscosidad plástica y la suficiente deformabilidad como para rellenar moldes y encofrados por gravedad, permitiendo al mismo tiempo un completo control sobre los tiempos de fraguado.

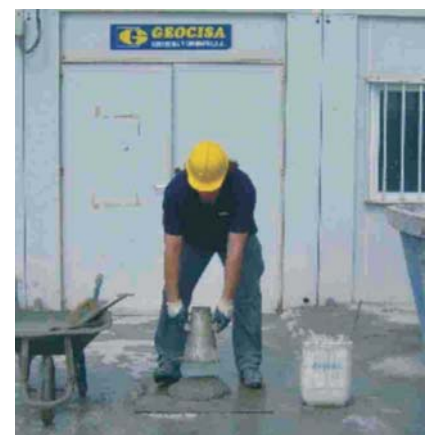


Aspecto del HAC

Las necesidades logísticas de la obra implican la utilización de estos aditivos ya que el hormigón una vez fabricado en planta hay que transportarlo al interior del túnel a distancias variables hasta un máximo de 14 Km., lo que implica mantener el hormigón en estado fresco y sin pérdida de consistencia periodos de tiempo muy variables directamente influenciados por la distancia al punto de hormigonado.

#### Propiedades del hormigón fresco

Se fabricó una cantidad próxima a los 2400 m<sup>3</sup> de HAC, lo que condujo a la fabricación de 97 tomas de hormigón



fresco de cinco probetas cada una. A su vez por cada toma de hormigón se realizó el ensayo de extensión de flujo para determinar la fluidez y autocompactabilidad del hormigón. Este ensayo consiste en rellenar el cono de Abrams en una sola vez y sin compactar. Nivelado el hormigón se levanta verticalmente el cono de forma cuidadosa y continua (entre 2 y 3 segundos), dejando que el hormigón se extienda. Posteriormente se mide el diámetro del círculo final alcanzado, midiendo en dos diámetros perpendiculares y calculando la media.

El valor medio obtenido en las 97 tomas realizadas fue de 70 cm.

**Propiedades del hormigón endurecido**

Las propiedades del hormigón endurecido que se determinaron fueron la resistencia a compresión y la resistencia a la penetración de agua bajo presión para valorar la durabilidad del hormigón.

De cada toma se fabricaron 5 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm para su

posterior ensayo a compresión. Las edades de rotura fueron de 7, 14, 28 y 60 días. Los valores medios obtenidos en las 97 tomas realizadas fueron los siguientes:

Edad	Mpa
7 días	35,3
14 días	39,3
28 días	43,4
60 días	45,9

En el ensayo de penetración de agua bajo presión se obtuvieron valores de 27 mm de profundidad máxima y de 14 mm de profundidad media inferiores a los valores máximos per-



El HAC rebosa por la junta entre canaletas lo que garantiza un rellenado correcto.

mitidos por la EHE que se sitúan en 50 mm para la profundidad máxima y de 30 para la profundidad media.

**José Ángel Olivares**

*División de Ensayos de Construcción  
GEOCISA*



## LA RESPONSABILIDAD CIVIL Y PENAL DE LOS ACCIONISTAS Y ADMINISTRADORES DE SOCIEDADES MERCANTILES. EL LEVANTAMIENTO DEL VELO.

En el siglo XVII se reconoció la personalidad mercantil de las Sociedades y, con ello, su autonomía como personas jurídicas.

La Sociedad responde con su propio patrimonio de las responsabilidades en que incurre en su devenir, por lo que las deudas derivadas de su gestión y las propias responsabilidades civiles y administrativas, serán a cargo de la sociedad. No sucede lo mismo en las infracciones de tipo penal cometidas por las sociedades, que lleven aparejadas penas de privación de libertad ya que, obviamente, las sociedades no pueden cumplirlas.

Pero ¿qué sucede cuando la Sociedad no puede hacer frente a sus responsabilidades?.

Hace más de un siglo nació en Norteamérica una teoría jurídica que se importó a España como la "teoría del levantamiento del velo jurídico". La aplicación de esta teoría, que no tiene reflejo en la norma jurídica española, pero que sí ha sido tenida en cuenta por varios cientos de Sentencias del Tribunal Supremo y por varios miles de Audiencias Provinciales, busca encontrar al verdadero responsable de una infracción o de un fraude de ley; quién es el que verdaderamente se encuentra detrás de una sociedad y que puede, incluso, ser otra sociedad. Determinado quién es la persona que, en última instancia se encuentra tras la conducta reproachable, es a él a quien se dirigen las ac-



ciones civiles haciéndole responsable de las consecuencias.

En los últimos años, las reformas de las normas civiles, mercantiles, administrativas y penales han ido recogiendo, implícitamente, parte de los postulados de esta teoría. Así nos encontramos, en las Leyes de Sociedades Anónimas y de Responsabilidad Limitada, preceptos que responsabilizan a los Administradores, de hecho o de derecho, de las deudas sociales.

Así, los Art. 133, 134 y 135 de la LSA y el 69 de la LSRL, responsabilizan a los Administradores sociales de los daños

causados por la Sociedad a terceros, siempre que sean consecuencia de actos contrarios a la Ley o realizados sin la debida diligencia. En forma equivalente, la moderna Ley Concursal, sanciona las conductas de socios y administradores contrarias a derecho.

En el ámbito administrativo, las Normas Tributarias y de Seguridad Social, hacen igualmente responsables subsidiarios de las deudas sociales a los Administradores de hecho o de derecho.

Pero es en el ámbito del Derecho Penal, en el que la reforma de 1.995 introdujo una polémica disposición sobre la que los tratadistas aún no se han puesto de acuerdo. Me refiero al Art. 31 del Código Penal de 1.995, que dispone: "1. El que actúe como administrador de hecho o de derecho, de una persona jurídica, o en nombre o representación legal o voluntaria de otro, responderá personalmente, aunque no concurren en él las condiciones, cualidades, o relaciones que la correspondiente figura de delito o falta requiera para poder ser sujeto activo del mismo, si tales circunstancias se dan en la entidad o persona en cuyo nombre obre."

**En los últimos años, las reformas de las normas civiles, mercantiles, administrativas y penales han ido recogiendo, implícitamente, parte de los postulados de esta teoría**

Puesto en relación este precepto con los nuevos ilícitos penales (delitos societarios, contra la Hacienda Pública y la Seguridad Social, contra los derechos de los trabajadores, contra los derechos de los extranjeros, contra la ordenación del territorio y del medio ambiente...), las penas de privación de libertad que correspondan a los delitos cometidos por la sociedades, serán imputadas a sus administradores.

Excede del objeto de este artículo el análisis puntual de cada una de las posibilidades de imputación delictual a los Administradores pero, teniendo

en cuenta el colectivo al que se dirige esta publicación, merece la pena traer a consideración la responsabilidad imputable a los administradores de las sociedades, consecuencia de siniestros producidos en obras cuyos análisis de materiales hayan sido realizados por sus representadas y que sean consecuencia de defectos en la calidad o cualidad de los mismos.

En esta línea, y considerando que la Ley declara responsables criminalmente de los delitos y las faltas a los autores y a los cómplices, los Laboratorios de ensayos de materiales debe-

rían extremar el cuidado en que sus protocolos de actuación, no solo cumplan escrupulosamente con la normativa del caso sino que, además, existan en la empresa mecanismos de control que impidan el incumplimiento de tales protocolos. Es sumamente importante que, en caso de siniestro, queden patentes la ausencia de dolo o imprudencia, siquiera sea aquel a título de eventual.

**José Ignacio Sánchez.**

*Licenciado en Ciencias Económicas.*

*Licenciado en Derecho.*

## Miscelanea

### CAMPAÑA DE BÚSQUEDA Y RECUPERACIÓN DE FUENTES RADIATIVAS

#### **Campaña de búsqueda y recuperación de fuentes radiactivas**

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), con el asesoramiento del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), ha puesto en marcha, tal como está previsto en el Real Decreto 229/2006, que transpone una Directiva Europea, una campaña de recuperación de "fuentes radiactivas huérfanas" (fuentes que por cualquier motivo no estén sometidas al sistema de control reglamentario establecido) que pudieran existir en España, procedentes de actividades llevadas a cabo fundamentalmente en el pasado. La realización de la misma ha sido encargada a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. (ENRESA), quien la llevará a cabo entre los años 2007 y 2008 bajo la supervisión y control del CSN y del propio MITYC.

El desarrollo de esta campaña se basa en la colaboración de los diversos agentes y organizaciones en los que se encuentren o se puedan encontrar, de forma más o menos consciente y documentada, fuentes radiactivas de este tipo. ENRESA tratará de establecer contactos con todos ellos para facilitar las actuaciones necesarias para la búsqueda y recuperación de las eventuales "fuentes radiactivas huérfanas" que pudieran existir en sus centros o instalaciones.

Adicionalmente, se requiere la colaboración de las diversas Administraciones, así como de Entidades, Asociaciones científicas y profesionales y Organismos públicos y privados, apoyando la difusión de la campaña y aportando la información que puedan considerar de utilidad para el éxito de esta iniciativa.

Más información en [www.enresa.es](http://www.enresa.es).  
Servicio Público-Actividades- Campañas.

#### **Nuevo libro**

El Dr. Ingeniero de Caminos D. Fernando Muzás Labad, que ha colaborado en nuestro Boletín, ha publicado el tratado "Mecánica de suelos y cimentaciones". La edición ha sido patrocinada por nuestra asociada PROGEOTEC

#### **Nueva Junta Directiva de ALACAM**

El pasado mes de diciembre fue elegida por la Asamblea de ALACAM una nueva Junta Directiva de la Asociación como consecuencia de los procesos de renovación que exigen los estatutos.

La nueva Junta Directiva está compuesta por:

*Presidente:*

D. Miguel Angel Martínez Julián (L.C.C.)

*Vicepresidente:*

D. Jesús Aragoncillo Ibeas (GEOCISA)

*Secretario:*

D. Juan José Encina García (SERGEYCO)

*Tesorero:*

D. Angel Rodríguez Soto (IN SITU TESTING)

*Vocal:*

D. Oscar Rodríguez Rodríguez (EPTISA)

#### **Nuevas obras en Madrid**

Nuevas obras van a realizarse en Madrid:

El plan de transportes (carretera y ferroviario) de la Comunidad de Madrid incluye un presupuesto total de unos 3.400 M a realizar por la Dirección General de Carreteras y por MINTRA

Por su parte, el Ayuntamiento pronto acometerá dos importantes obras: El eje Prado-Recoletos y el proyecto Madrid Río

Sonda TP-50/400 ▶



Penetrómetro TP-05 R



Sonda TP-50/D



Penetrómetro TP-05



Sonda TP-30 C



Sonda TP-30/LR  
Penetrosonda TP-1 ▶



## NUESTRAS EMPRESAS



- Ver referencias en: <http://www.alacam.org> -