

TECNOLOGÍA MADE IN COLOMBIA

Por: **Germán Hermida**
Sika Andina S.A.

En un país como Colombia, que vive de aquello que la madre naturaleza bien tuvo a darle en sus suelos (café, petróleo, esmeraldas, carbón y flores), donde ni el intelecto, ni la creatividad humana tienen un papel preponderante, se entiende que no exista una auténtica preocupación por invertir en la producción de ideas, es decir, entre otras, educar a la gente.

La ciencia colombiana, a pesar de los esfuerzos recientes, no podemos negarlo, sigue, al mejor estilo de cenicienta, vistiéndose con andrajos. De igual forma, la educación superior tiene menos cobertura, lo dicen las cifras, que algunas extrañísimas enfermedades y nuestras pocas bibliotecas están constituidas en su mayoría por páginas ya obsoletas. Sin embargo, pese a que se dan todas las condiciones, para hacer que la tecnología y ciencia nos sean vedadas de por vida en Colombia, condenándonos a deambular entre bebés con colas de cerdo y mariposas amarillas, se producen periódicamente esfuerzos de investigación, que invierten en avances e investigación tecnológica, donde lo más patético de todo, radica con qué frecuencia alcanzan el éxito.

Este es el caso de una contribución científica a la tecnología mundial del concreto lograda recientemente en Bogotá. Colciencias y Sika



Fotografía: Diego Miguel Garcés

Andina S.A., se unieron junto con el Centro Internacional de Física, para sacar adelante una idea (de origen español) que evolucionaría hasta convertirse en un equipo capaz de seguir, con una sensibilidad nunca antes vista, el paso de un concreto de su estado plástico a su condición endurecida.

Los métodos actuales para estudiar el periodo en el que el concreto se transforma de una masa viscosa a una verdadera y resistente roca, se basan en: el punzonamiento con agujas (a medida que el concreto se endurece, será más difícil hacer penetrar una) y en medidas de temperatura de la masa en el tiempo.

Ninguno de estos dos principios se utilizan en el equipo desarrollado en Colombia. La evolución de las fases líquida y gaseosa a sólida, se logra monitorear usando ultrasonido, pero no velocidad ultrasónica (que lleva 50 años en la ingeniería civil) sino *energía ultrasónica*. El principio, que guarda alguna similitud con una ecografía, nos permite ser testigos de excepción, del nacimiento de los cristales y las fases sólidas que le darán la resistencia a nuestros concretos y por ende a nuestros puentes, presas, edificios y estructuras.

El procedimiento que utiliza energía ultrasónica, logra medir con éxito, el fraguado (endurecimiento inicial) de concretos convencionales, pero también alcanza una excelente precisión en variedades especiales de concretos, en los que se requiere el estudio de su fraguado y para los cuales los métodos tradicionales resultan inapropiados. Uno de estos concretos especiales, es el ya célebre Concreto Compactado con Rodillo (CCR).

El CCR es un concreto diferente al que estamos habituados a encontrar en las obras, su irrupción en la tecnología de materiales tiene apenas algo más de 15 años y en la ingeniería civil encontró su aplicación natural en la construcción de pavimentos y presas (Fig. 1).

Este concreto, en el caso específico de presas, ha tenido una fulgurante acogida por parte de los constructores de todo el orbe, de modo que hoy en día, no existe ningún continente, excepto la Antártida, que no tenga una presa levantada en Concreto Compactado con Rodillo. Semejante viraje en la construcción de presas se produjo debido a que el empleo del CCR engendra grandes beneficios, entre ellos, permite rendimientos y velocidades de colocación, que hacen posible que uno se pueda literalmente “sentarse a ver crecer la presa”.



▲ FIGURA 1. CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (C.C.R.)

El CCR es un concreto de apariencia a tierra húmeda y conocer su fraguado resulta crucial en el proceso constructivo de una presa. Como se anotó atrás, los métodos tradicionales para medir el fraguado (endurecimiento inicial) de los concretos convencionales no funcionaron en el CCR. Por lo tanto, métodos alternativos (Índice de madurez, Índice DARC, etc) se crearon para poder caracterizar el endurecimiento inicial del CCR, pero ninguno de estos procedimientos logró un consenso ni una aceptación por parte de los diseñadores, pues adolecen de simplificaciones importantes que se traducen en una gran variabilidad en los resultados.

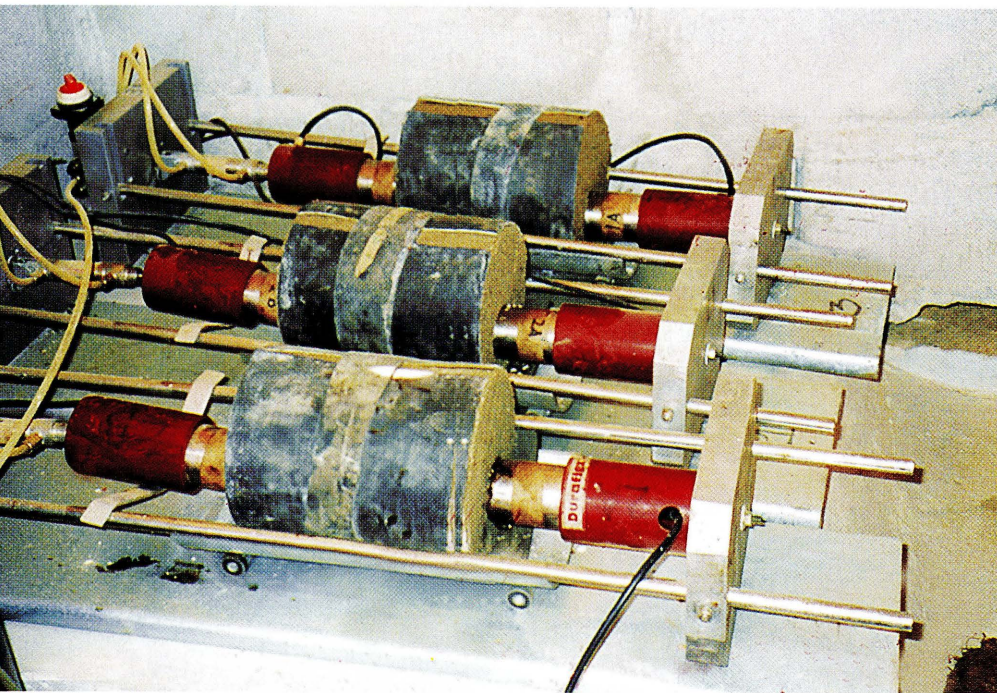


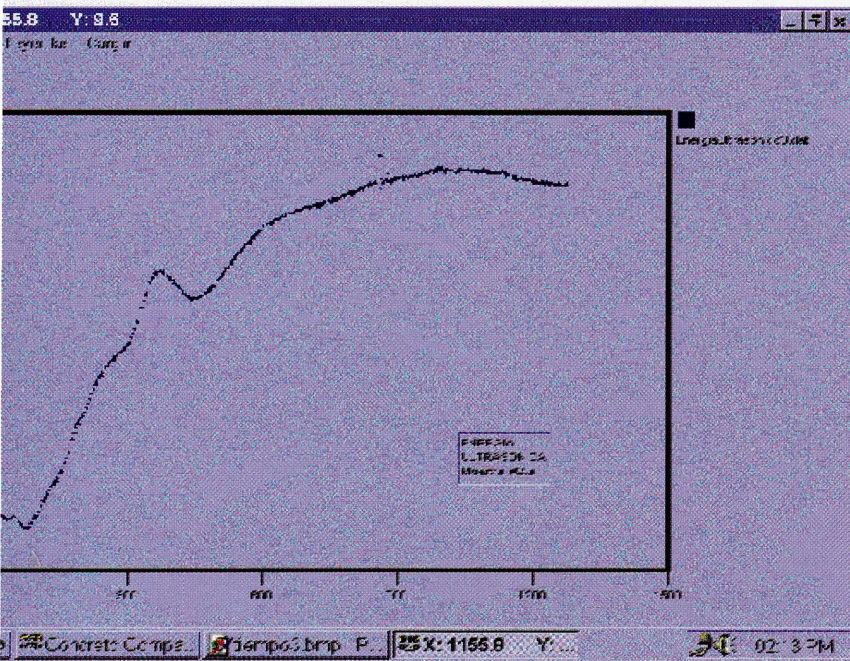
FIGURA 2. CILINDROS DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO MONITOREADOS POR ULTRASONIDO (C.C.R.)

El equipo desarrollado en nuestro país resuelve de forma definitiva esta necesidad, pues *es capaz de seguir con exactitud el fraguado* de este concreto, pobre en cemento y con una granulometría antidiluviana comparada con la de un concreto convencional.

Sin pretender entrar en detalles, un tren de ondas de ultrasonido (24 kHz) generado por un transductor piezoeléctrico, atraviesa la masa del concreto en estudio y es recibido por un transductor receptor que envía la señal a un osciloscopio (Fig. 2). La señal es analizada teniendo en cuenta todas sus propiedades (frecuencia, amplitud, intensidad, etc), a partir de las cuales se calcula un valor de energía. A medida que el medio, a través del cual la onda transita, se endurece, las características de la onda recibida van cambiando y las magnitudes de energía también lo hacen. De esta manera se obtiene una variación de valores de energía en el tiempo (Fig.3), que no refleja otra cosa que la aparición de los cristales e hidratos del concreto formando el esqueleto que le dará la resistencia final al material. El equipo que procesa y almacena de forma continua los valores de energía de cuatro probetas, prácticamente en tiempo real, registra igualmente los valores de temperatura, contracción y pérdida de peso de cuatro probetas por parámetro.

La técnica y el equipo probaron su eficiencia en una presa, que en el sur del Tolima (Coyaima) (Fig. 4) se construye actualmente en CCR, pues logró obtener valiosa información, sobre la evolución del material, que se utilizó para programar tiempos de construcción y determinar los límites de colocación y compactación del CCR en dicha obra. El equipo resolvió, como nunca se había logrado antes, interrogantes puntuales sobre el tiempo con el que se cuenta para compactar el material y el instante ideal para la fabricación de las juntas y las capas que forman el cuerpo de la presa.

Este trabajo efectuado sobre la presa Zanja Honda donde se utilizó con éxito la técnica, se hizo acreedor del premio más importante que se otorga en el país para la investigación en el área del concreto (*Premio Excelencia en Concreto a la Investigación Profesional "Alejandro Sandino"*). El equipo está siendo usado para el estudio de materiales y aditivos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de Sika Andina S.A. y está prevista su utilización en otras presas que se construirán en el país en CCR. Actualmente existen solicitudes de Suiza, Brasil y México por conocer las bondades de la técnica, probando que pese a todo, podemos producir tecnología calidad exportación.



▲ FIGURA 3. ENERGÍA ULTRASÓNICA VS. TIEMPO



▲ FIGURA 4. REPRESA ZANJA HONDA (TOLIMA).

LA CIENCIA COLOMBIANA, A PESAR DE
LOS ESFUERZOS RECIENTES, SIGUE, AL
MEJOR ESTILO DE CENICIENTA,
VISTIÉNDOSE CON ANDRAJOS.

La inversión realizada sobre el proyecto que desembocó en la creación del equipo, resulta anodina comparada con los enormes beneficios económicos que el uso de esta tecnología acarrea. Lo cierto es que el equipo permite la comprensión y optimización del uso de los concretos en general y en especial de concretos de difícil evaluación.

Por definición, los recursos naturales de los cuales vivimos actualmente, no son para nada, mérito nuestro y su duración por otro lado, tampoco es ilimitada. No deja, por lo tanto de ser tentador, pensar que si Colombia se comprometiera aun más en la educación de su gente, auspiciando su ya reputada la creatividad e ingenio (como lo hizo esta vez junto con la empresa privada), podría obtener algo más que un Premio Excelencia a la Investigación y un adelanto en concreto.

NUEVO AVANCE EN CONCRETO EN COLOMBIA

Sika Andina S.A y Colciencias unidas junto con el Centro Internacional de Física, lograron el desarrollo de un equipo de energía ultrasónica, que apuntando hacia la tecnología del concreto, logra medir con excelente precisión el fraguado de cualquier concreto. El principio que guarda importantes diferencias con la medida tradicional de velocidad, logra monitorear la evolución en el tiempo desde las fases líquida y gaseosa del concreto hasta la sólida. Esta técnica aparece como una herramienta muy útil en concretos especiales o no convencionales, tales como el famoso Concreto Compactado con Rodillo (CCR). El equipo demostró su eficiencia, logrando predecir, en una presa de CCR construida actualmente en Colombia, el tiempo límite para tener una junta caliente entre capas, así como el tiempo máximo de compactación del CCR.

El equipo desarrollado registra igualmente de manera continua, otros tres parámetros del concreto en estudio: Temperatura, Variaciones en la masa y Cambios dimensiones. La técnica tiene además entre otras aplicaciones en el estudio de adiciones y aditivos en el concreto, como la determinación del tiempo mínimo de curado, la influencia de las condiciones climáticas en la hidratación etc.&