

## ENSAYO ULTRASONICO DE VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD DE PILOTES POR METODO CROSS HOLE



OBJETIVOS DEL ENSAYO  
ALCANCE DEL METODO  
PRINCIPIOS DEL METODO  
METODOLOGIA DE TRABAJO  
EQUIPOS UTILIZADOS  
ANTECEDENTES

## *Norma de referencia ASTM D 6760*

### I. - OBJETIVOS DEL ENSAYO.

- Verificar la continuidad estructural y la homogeneidad de los pilotes que se estudian. Si hubiera alguna fisura, grieta o cambio en las características del hormigón, así como oquedades, zonas de hormigón mal compactado, de baja calidad o mezclado con bentonita es posible detectarlas.
- Determinar in situ la longitud de cada pilote

### II. - ALCANCE DEL METODO.

- El Ensayo ultrasónico es un ensayo que debe ser ejecutado en pilotes preparados antes de su hormigonado.
- Puede ser realizado a partir de los siete días de hormigonado.
- No hay limitaciones de profundidad de los pilotes, siempre que se pueda materializar tubos de la longitud requerida.
- Por medio de este método de ensayo podemos verificar la integridad del pilote, pero no se obtiene ningún dato sobre la capacidad portante del mismo.
- La presencia de pequeñas fisuras horizontales puede no ser detectada, a menos que se implemente un procedimiento más complejo, en caso de haber indicios de una posible fisura.
- No pueden ser detectadas oquedades en el hormigón que estén por fuera del polígono determinado por los tubos.

### III. - PRINCIPIOS DEL METODO.

Consiste en hacer pasar por tubos, dispuestos en el pilote previo al llenado del mismo, un emisor y un receptor de ondas ultrasónicas. En un tubo se baja el emisor, y en otro se baja el receptor, este último detecta los tiempos de viaje de las ondas y también la intensidad del pulso recibido, generando perfiles verticales con dichos tiempos de viaje.

El número de tubos depende del diámetro del pilote, según la norma ASTM 6760, el mínimo son tres para pilotes de menos de 1,00 m de diámetro, siendo cuatro el número indicado para pilotes de 1,00 m a 1,45 m de diámetro y seis para pilotes de diámetro mayor a 1,50 m.

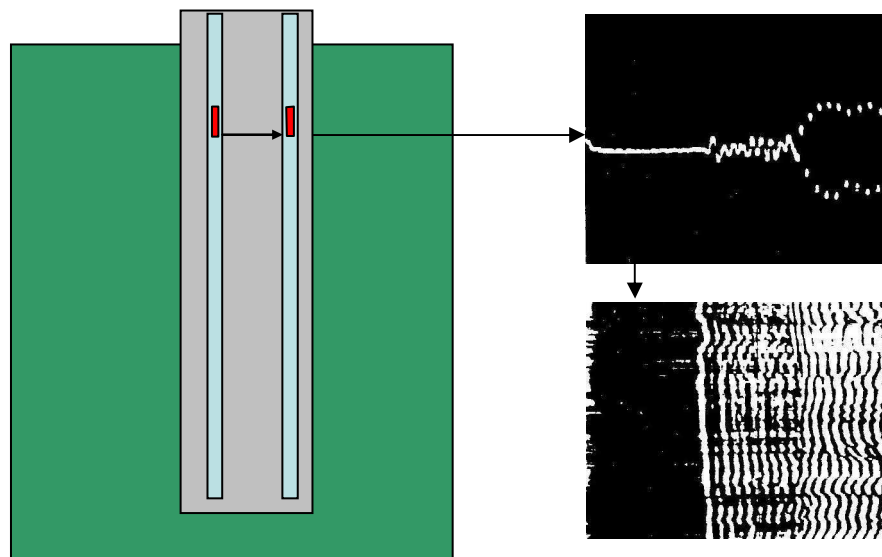


Figura 1, disposición de emisor y receptor en el pilote.

Una señal individual captada por el receptor y un perfil de señales.

La velocidad de propagación de la onda en el medio depende de la densidad del mismo, según la fórmula:

$$V^2 = E/\rho (1 - \nu)/(1 + \nu) \times (1 - 2 \nu) \quad (3)$$

Donde E es el módulo de elasticidad del hormigón,  $\rho$  es la densidad y  $\nu$  el coeficiente de Poisson.

Una demora en el tiempo transcurrido entre que la onda es emitida y recibida, así como una pérdida en la energía emitida implica un cambio en las propiedades del medio. Como se deduce en de la fórmula (3) mayores tiempos de viaje implica menores densidades del medio, que en el caso del hormigón se traducen en una mayor porosidad o inclusiones de suelo o bentonita dentro de la masa del pilote. La presencia de agua produce una disminución muy grande de la velocidad de propagación. La desaparición de la señal indicaría la presencia de aire o un medio que por su baja densidad conduzca a tiempos de arribo fuera de rango.

Los sensores son descendidos hasta la punta del pilote para luego ascenderlos empleando un guinche electrónico que determina la distancia entre cada emisión, 2 cm en el caso del equipo utilizado, y por lo tanto la profundidad de las mediciones. La utilización del guinche electrónico como la emisión de pulsos a una distancia tan próxima posibilita una determinación muy exacta de posibles defectos así como la ubicación de los mismos, lo que es de vital importancia a la hora de programar acciones correctivas.

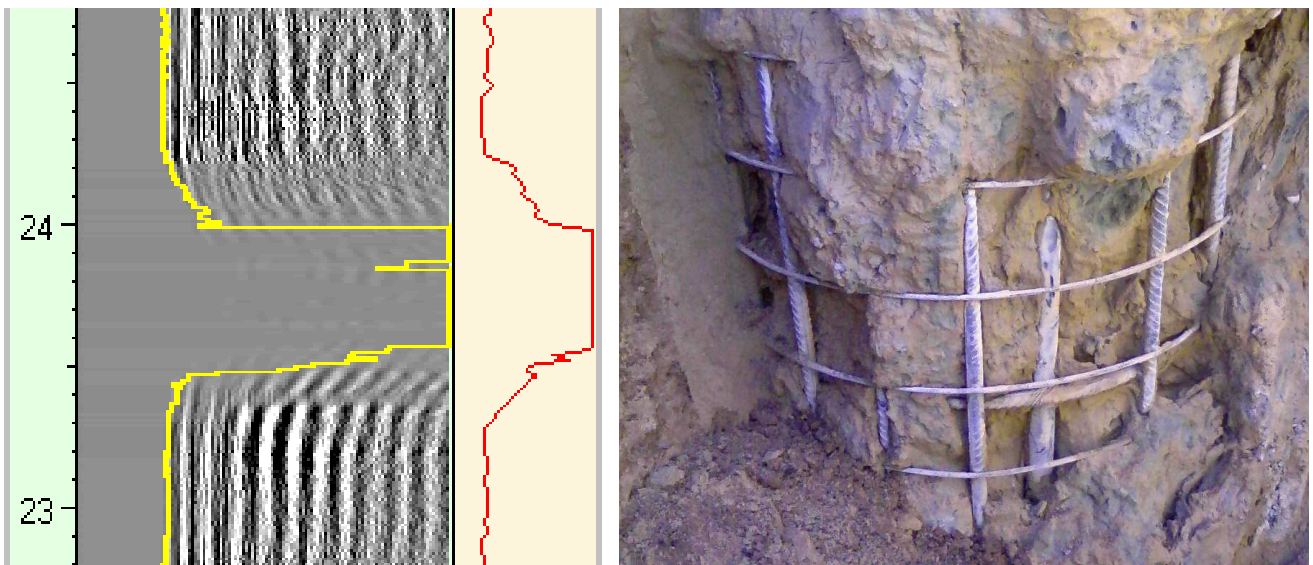


Figura 2, ejemplo de perfil con disminuciones en la recepción de la onda, al lado del defecto encontrado una vez abierto el pilote.

#### IV. – METODOLOGIA DE TRABAJO

Previo al hormigonado del pilote se han previsto tubos de 38 milímetros de diámetro interior como mínimo, de un material resistente que garantice el no abollado e ingreso de hormigón o bentonita al interior de los mismos, por tal motivo las uniones deben ser a prueba de agua y soportar la presión de la bentonita y el hormigón. La utilización de tubos plásticos no es recomendada. La distancia máxima entre tubos deberá ser menor a los 2,00 m y la distancia de los tubos al borde del hormigón deberá ser como mínimo un diámetro de tubo. Dichos tubos deberán estar fijados a la armadura del lado interior de la misma. La unión de los tubos debe ser estanca, evitando la utilización de cintas de sello ya que las mismas pueden interferir la señal.

Con anterioridad al ensayo propiamente dicho se recolectará toda la información disponible sobre: estudio de suelos, longitud y diámetro del pilote, y planilla de llenado.

Como tarea preliminar en campaña se hace pasar en cada tubo una sonda a los efectos de medir y verificar la accesibilidad de cada tubo.

Para la ejecución del ensayo se descienden los sensores hasta el extremo del tubo, se verifica la señal obtenida, a los efectos de asegurar que los sensores se encuentren al mismo nivel. Luego se ascienden los sensores emitiendo pulsos según el procedimiento expuesto en el punto III. Para cada par de tubos se hace pasar el emisor y el receptor obteniendo tantos perfiles como combinaciones posibles.

Posteriormente, en gabinete, los datos obtenidos se bajan a una PC y son procesados mediante el programa informático SCAP, que permite elaborar un grafico

tridimensional del pilote indicando mediante un código de colores la intensidad y magnitud de las anomalías, si las hubiera.

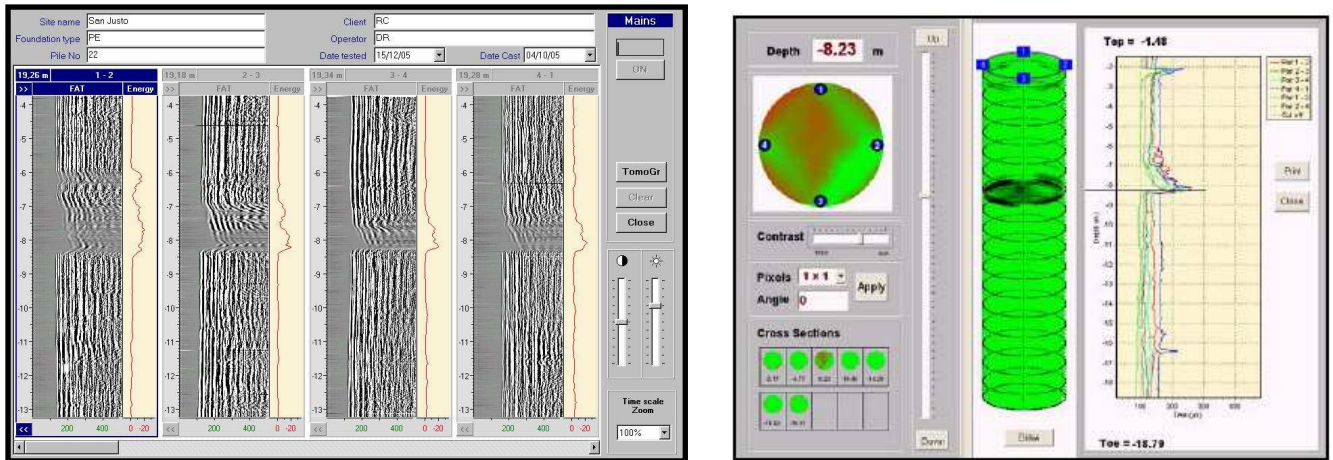


Figura 3, Análisis computacional de las señales, gráfico 2D y 3D del pilote

## V. – EQUIPOS UTILIZADOS

Tanto los equipos como los programas de aplicación fueron desarrollados y provistos por la firma británica TESTCONSULT LIMITED, empresa internacional de punta en tecnologías de ensayos y control de calidad en obras civiles.

El equipo utilizado es el SC-XT 2000 y consta de las siguientes partes:

- Computadora de campaña: Rugged Military Spec Notebook (MIL – STD -810F) procesador dual core, equipada con placa de adquisición y conexión de periféricos.
- Guinche electrónico de accionamiento manual.
- Receptor y emisor de ultra sonido.
- Cables conectores.



Figura 5, Guinche electrónico y computadora de campaña

## VI.- ANTECEDENTES.

- Asesoramiento sobre interpretación de ensayos de integridad Cross Hole en obra LEAT 500 Kv – Colonia Elia – Gral. Rodríguez – Comitente: TRANELSA. Mayo de 2007.
- 14 ensayos en pilotes diámetro 1,20 m y Long. 13,00 m. en Puente sobre Arroyo Pavón – RPN° 225 Tramo Uranga – La Vanguardia Pcia de Santa Fe – Comitente: Alegre S.R.L.. Marzo a Junio de 2008.
- 12 ensayos en pilotes diámetro 1,30 m y Long. 21,50 m. en Puente sobre Arroyo El Rey – RPN° 315 Pcia de Santa Fe – Comitente: Rinaudo Cia Constructora S.R.L.. Mayo de 2008.
- 20 ensayos en pilotes diámetro 0,80 y 0,60 m y Long. 36,00 y 26,00 m. en Obra de Toma de Termoeléctrica Manuel Belgrano – Campana – Pcia de Buenos Aires – Comitente: Soluciones Energéticas Argentina SA y Suelos Argentinos SA.. Septiembre de 2008 y julio de 2009.
- 4 ensayos en pilotes diámetro 1,20 m y Long. 21,00 m. en Puente sobre Arroyo Las Tablitas – RPN° 64s – Providencia – Pcia de Santa Fe – Comitente: Romero Camisa S.A.. Diciembre de 2008.
- 3 ensayos en pilotes diámetro 1,45 y 1,30 m y Long. 37,00 y 32,00 m. en Muelle de Termoeléctrica Gral. San Martín – Timbúes – Pcia. de Santa Fe – Comitente: Arijón y Ranea-EPAS – UTE.. Enero a marzo de 2009.
- 8 ensayos en pilotes diámetro 1,20 m y Long. 12,00 m. en Puente Ferroviario sobre Arroyo San Lorenzo –Pcia de Santa Fe – Comitente: Rinaudo Cia Constructora S.R.L.. Enero a febrero de 2009.
- 32 ensayos en pilotes diámetro 0,80 m. Long. 17,00 m. en Muelle Shell Arroyo Seco – Pcia de Santa Fe – Comitente: Dyopsa S.A.. Febrero a septiembre de 2009.
- 4 ensayos en pilotes diámetro 1,00 m y Long. 11,00 m. en Puente Ferroviario sobre calle Juan B. Justo - Rosario –Pcia de Santa Fe – Comitente: Rinaudo Cia Constructora S.R.L.. Marzo a abril de 2009.
- 6 ensayos de pilotes diámetro 1,20m. Long. 23,00 y 17,00 m. en RNN° 178, puentes sobre RPN° 92 y sobre Río Carcarañá – Comitente: Delaurenti Construcciones. Mayo a agosto de 2009.
- 88 (parcial) ensayos en pilotes de diámetros entre 0,80 y 1,20 m. longitudes entre 14,00 y 19,00 m. en distintos puentes de Ampliación de Avenida de Circunvalación de Rosario (obra en avance) – Comitente: Benito Roggio-Rovella Carranza UTE.. Febrero de 2010 a la fecha.
- 8 ensayos en pilotes diámetro 1,10 m. Longitud: 11,00 m. en Puente sobre Río Quemquemtreu – Lago Puelo – Pcia de Chubut – Comitente: Industrias Bass S.R.L.. Abril de 2010.
- 69 ensayos de pilotes diámetros entre 0,80 y 1,50 m. Long. 28,00 m. en torres Maui- Puerto Norte – Rosario – Comitente: Fideicomiso Maui. Julio a septiembre de 2010.
- 17 ensayos en pilotes diámetro 0,60, 0,70 y 0,80 m y Long. 10,00 a 20,00 m. en Termoeléctrica Brigadier López – Sauce Viejo – Pcia. de Santa Fe – Comitente: Isolux Ingeniería S.A. – Iecsa S.A. – UTE. Enero a mayo de 2011.
- 16 ensayos de pilotes diámetro 1,20 m Long. 28,50 m. en Muelle Esso – Ciudad de San Lorenzo

Pcia de Sta. Fe – Comitente: Arijón y Ranea. Agosto de 2010 a marzo de 2011.

- 6 ensayos en pilotes diámetro 1,20 m y Long. 20,00 m. en Ruta Nacional nº 178, Puente s/RNnº 33 – Pcia. de Santa Fe – Comitente: Rinaudo Cia Constructora S.R.L.. abril a mayo de 2011.
- 26 ensayos de pilotes diámetro 1,50 m Long. 40,00 a 42,00 m. en Planta Renova – Timbues – Pcia. de Santa Fe – Comitente: Dyopsa. Julio a septiembre de 2011.
- 8 ensayos de pilotes diámetro 1,30 y 1,50 m Long. 13,00 a 25,00 m. en Ruta Nacional nº 89 – Tramo Suncho Corral – Pcia. De Santiago del Estero – Comitente: Construcciones del Estero S.A.. Diciembre de 2011.
- 7 ensayos de pilotes diámetro 1,20 m Long. 30,00 a 35,00 m. en Planta Nidera – Puerto San Martín – Pcia. de Santa Fe – Comitente: Dyopsa. Diciembre de 2011 a agosto de 2012.
- 51 ensayos de pilotes diámetro 0,80, 1,00, 1,10 y 1,20 m Long. 7,00 a 18,00 m. en Edificio Roca y Mitre – Ciudad Trelew Pcia. de Chubut – Comitente: Industrias Bass S.R.L.. Febrero a abril de 2012.
- 1 ensayo de pilote diámetro 0,75 m Long. 22,80 m. en Parque Náutico Ludueña – Ciudad Rosario – Comitente: Obring S.A.. Enero de 2013.
- 4 ensayos de pilotes diámetro 1,50 m Long. 35,30 m en planta Petromining – Ciudad de Campana – Comitente: Dyopsa. Septiembre 2013.
- 179 ensayos de pilotes diámetro 1,00 y 1,40 m Long. de 7,0 a 18,00 m en Línea LAT 500 kV Rosario Oeste – Río Coronda – Provincia de Santa Fe – Comitente: Teyma Abengo. Noviembre 2013 a la fecha.
- 8 ensayos de pilotes diámetro 1,00 m Long. 22,00 m en puente sobre Río San Lorenzo – Provincia de Santa Fe – Comitente: Milisenda S.A.. Abril 2014.