

## Métodos de Testificación – Evaluación de Integridad Pilotes

Julio 2012

El grupo TRX, cuyos especialistas han sido entrenados en EEUU, opera en esta especialización desde el 2004 ofreciendo la gama completa de herramientas para la testificación de fundaciones/pilotes.

Pilas, pilotes y otras estructuras pertenecientes a fundaciones pueden ser elementos de ingeniería estructural muy importantes (por la carga y rol dinámicos) y elementos de construcción muy costosos. Estas condiciones han determinado la necesidad de un alto control de calidad a procesos de instalación y monitoreo de las características post construcción de los elementos de la fundación. Normas y reglamentaciones de diferentes países regulan en forma muy rígida la testificación de fundaciones proporcionando referencias y procedimientos precisos.

Existen dos campos principales de aplicación de los métodos geofísicos de testificación de fundaciones/pilotes, uno es el análisis de *integridad y pruebas de carga dinámica* y el otro la *caracterización de las dimensiones/largos de las fundaciones.*

### PULSE ECHO + TRANSIENT RESPONSE (PIT FV - PILE INTEGRITY TESTING)

Normas: [ASTM-5882-00](#) (USA), [AFNOR NFP 94-160-2](#) (Francia)

El método PIT (Pile Integrity Testing) es definido como **Low Strain Dynamic testing** y permite estudiar la integridad de los pilotes y largo de pilotes. El método usa como principio de funcionamiento ondas (stress waves) originadas en la cabeza condicionada de un pilote por un peso conocido (martillo) e instrumentado. Los golpes generan una onda de tensión, que recorre el pilote y sufre reflexiones al encontrar cualquier variación en las características del material (área de sección, peso específico o módulo de elasticidad factores asociados a imperfecciones o defectos). Esas reflexiones causan variaciones en la aceleración medida por el sensor. El equipo hace un registro de la evolución de esa aceleración con el tiempo. Como la onda camina con una velocidad fija, conociéndose esa velocidad de propagación y el tiempo transcurrido entre la aplicación del golpe y la llegada de la reflexión correspondiente a la variación de características es posible determinar la exacta localización de esa variación y el largo del pilote.

El PIT es sensible a la resistencia generada por la litología alrededor del pilote, a los cambios drásticos de sección transversal del mismo, a los cambios drásticos de velocidad de propagación de la onda en el concreto y cambios drásticos en propiedades del concreto como peso específico.

### Aplicaciones

- Determinar y auditar integridad de pilotes y fundaciones de concreto como puentes, pilotes, etc .
- Determinar la longitud de un pilote conociendo previamente la velocidad de propagación de onda en el material.
- Determinar velocidad de propagación de onda en pilotes y estructuras de concreto, puentes, etc., así como rigidez relativa.

Es un método rápido, sencillo, requiere de poco personal, y de bajos costos. Complementa la curva de vaciado para la evaluación preliminar cualitativa de la calidad de un pilote.

Instrumentos Utilizados: Pulse Echo - Transient Response **Pile Dynamics PIT FV.**

### MÉTODO SÓNICO: CROSS HOLE SONIC LOGGING

Normas: [AFNOR NFP-94-160-1](#) (Francia), [ASTM-6760-02](#) (USA).

Evalúa de manera precisa la integridad de pilotes u otras estructuras de concreto u otro material, indicando profundidad y posición de los defectos.

El Cross Hole Sonic logger consta de fuente, receptor, poleas para registro de profundidad y velocidad, los datos son observados en campo durante la adquisición.

Las sondas sónicas son bajadas por tubos de acero de 1.5 a 2 pulgadas de diámetro, las cuales deben ser llenadas de agua desde el momento de vaciado del concreto en el pilote. Estas sondas emitirán pulsos ultrasónicos y determinaran el tiempo de llegada de la onda de fuente a receptor, conociendo la separación de las mismas, se podrán calcular la velocidad de propagación de la onda en el concreto, su energía y determinar anomalías.

Es un método de evaluación cuantitativa exacta y objetiva de propiedades en función de normas aceptada mundialmente.

### Aplicaciones

- Determinar y auditar integridad de pilotes y fundaciones de concreto en puentes y pilas.
- Determinar velocidad de propagación de onda en rocas, materiales cementados, medios saturados en agua, etc.
- Comprobar la longitud total de un pilote y las propiedades del concreto.

Instrumentos Utilizados: Cross Hole Sonic Logger **Pile Dynamics CHSL.**

### PDA Pile Dynamic Analyzer

Normas: [ASTM D4945-00](#) "Standard Test Method for High Strain Testing of Piles"

El ensayo dinámico consiste básicamente en dejar caer una masa importante desde una cierta altura -el martillo de hinc- sobre la cabeza del pilote, instrumentando la misma, y efectuando después cálculos por ordenador a partir de la respuesta obtenida del pilote. Se utilizan para ello modelos matemáticos que simulan el comportamiento del pilote y su interacción con el suelo utilizando la ecuación de la onda. La prueba puede ser ejecutada en forma contemporánea al proceso de hincado de un pilote o después de su instalación. Se requiere la colocación, en proximidad del cabezal del pilote, de al menos dos transductores de deformación y dos acelerómetros en el pilote. Los sensores se conectan por cable con el analizador electrónico, situado a una distancia segura del pilote, habitualmente no mayor que 25 m.

La dirección de obra especificará el número de ensayos a realizar en la fase inicial de los trabajos de instalación de los pilotes. El tiempo de espera para realizar los ensayos en los pilotes será definido por la dirección de obra. Unos plazos orientativos pueden de 7 a 14 días después de la instalación de los pilotes. Los ensayos dinámicos también se realizarán durante la fase de producción sobre un número determinado de pilotes a seleccionar por la dirección de obra.

El muestreo estándar puede estar entre el 10% y el 20% de los pilotes instalados, aunque también se puede establecer un muestreo semanal o mensual, dependiendo del tamaño del proyecto y de la variabilidad del subsuelo. En pequeños proyectos los ensayos durante la fase de producción pueden no ser necesarios. En todo caso, conviene tener alguna previsión al respecto por si aparecen dificultades o variaciones inesperadas.

En proyectos grandes y de relevancia por su importancia industrial (e implicación sociales – ambientales), el ensayo de pilotes en fase de producción es una herramienta indispensable de control de calidad.

#### Aplicaciones, mediciones de:

- Tensiones máximas de compresión y de tracción en el material del pilote durante los golpes.
- Nivel de flexión sufrido por el pilote durante el golpe.
- Informaciones sobre la integridad del pilote, incluso la localización de eventual daño y estimativa de su intensidad.
- Energía efectivamente trasferida para el pilote, permitiendo estimar la eficiencia del sistema de hinca.
- Desplazamiento máximo del pilote durante el golpe.
- A través del análisis con el software CAPWAP® de Pile Dynamics es posible diferenciar la parcela de resistencia debida a fricción de la resistencia de punta, y determinar la distribución de fricción a lo largo del fuste. Ese análisis, generalmente hecho posteriormente a partir de los datos almacenados por el PDA, permite también obtener otros datos de interés, como el límite de deformación elástica del suelo.

Instrumentos Utilizados: Pile Dynamic Analyzer **Pile Dynamics PDA-PAK.**



Pruebas PIT, CHSL y PDA.