

## DISEÑO DE OBRAS DE TIERRA REFORZADAS Y CONTROL DE CALIDAD

PLATAFORMAS MECANICAMENTE ESTABILIZADAS CON GEOMALLAS TRIAXIALES, BIAXIALES UNIAXIALES

USO DE DEFLECTOMETRO LIVIANO  
LIGHT WEIGHT DEFLECTOMETER

CROSS HOLE ULTRASONIC MONITORING (CHUM TEST)  
PILOTES HASTA Ø 2 Metros

[www.centeno-rodriguez.com](http://www.centeno-rodriguez.com)



+ 507 6755 1220  
Panamá



## INSTRUMENTACION GEOTECNICA

PILOTES, PILAS DE FUNDACION  
REPRESAS DE TIERRA- CCR Y CONCRETO.  
ACELEROGRAFOS - SISMICIDAD.  
TUNELES TBM EPB (METRO)  
MICROTUNELES AVN (SERVICIOS)  
FOSOS DE ENTRADA Y SALIDA (SHAFTS)  
VENTILACION Y SALIDA EMERGENCIA.  
TALUDES – ANCLAJES – PRESIONES  
TIERRA. PIEZOMETROS VW - Casagrande  
EDIFICIOS – PUENTES - ASENTAMIENTOS  
ESTACIONES SUBTERRANEAS Y ELEVADAS  
INSTRUMENTACION WIFI - BLUETOOTH.  
ROTACIONES ANGULARES Y NIVELACION

# Control de integridad de Pilotes (vaciados de concreto) Ensayo No Destructivo Cross Hole - Ultrasonido

ASTM D 6760  
Standard Test Method for Integrity Testing of  
Concrete Deep Foundations by Ultrasonic  
Crosshole Testing

Av. Sojo, Qta. Acacias B, Urb. El Rosal  
Caracas-Venezuela Telef: +58 212 9531389 9530580 9534935

Ing. Francisco Centeno Pulido  
Ing. Carlos Rodríguez Álvarez  
Ing. Roberto Centeno Werner

## DISEÑO DE OBRAS DE TIERRA REFORZADAS Y CONTROL DE CALIDAD

PLATAFORMAS MECANICAMENTE ESTABILIZADAS CON GEOMALLAS TRIAXIALES, BIAXIALES UNIAXIALES

USO DE DEFLECTOMETRO LIVIANO LIGHT WEIGHT DEFLECTOMETER

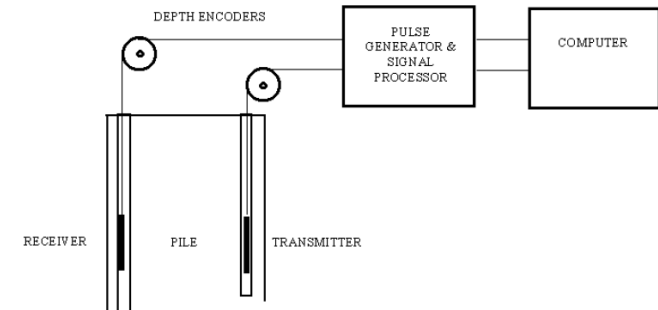
CROSS HOLE ULTRASONIC MONITORING (CHUM TEST) PILOTES HASTA Ø 2 Metros

+ 507 6755 1220  
Panamá



## INSTRUMENTACION GEOTECNICA

PILOTES, PILAS DE FUNDACION  
REPRESAS DE TIERRA- CCR Y CONCRETO.  
ACELEROGRAFOS - SISMICIDAD.  
TUNELES TBM EPB (METRO)  
MICROTUNELES AVN (SERVICIOS)  
FOSOS DE ENTRADA Y SALIDA (SHAFTS)  
VENTILACION Y SALIDA EMERGENCIA.  
TALUDES - ANCLAJES - PRESIONES  
TIERRA. PIEZOMETROS VW - Casagrande  
EDIFICIOS - PUENTES - ASENTAMIENTOS  
ESTACIONES SUBTERRANEAS Y ELEVADAS  
INSTRUMENTACION WIFI - BLUETOOTH.  
ROTACIONES ANGULARES Y NIVELACION



Ensayo NO DESTRUCTIVO

CROSS HOLE





  
**CENTENO - RODRIGUEZ  
Y ASOCIADOS, S.A.**

CONSORCIO  
**LÍNEA 2**  
METRO DE PANAMÁ

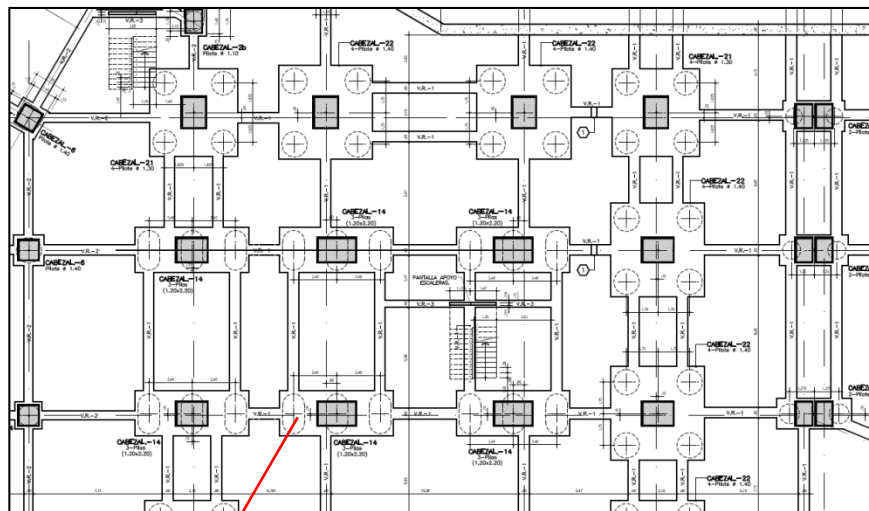
**ODEBRECHT**  **Construcción**



Diámetro 1.3 m 4t

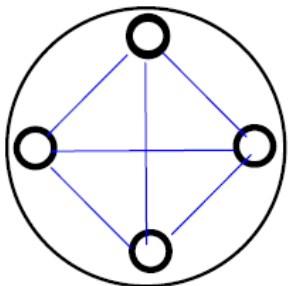


Diámetro 2m  
6 tubos

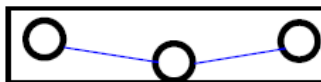


Barretas hasta 2 m son 4 tubos  
 Barretas hasta 3 m son 6 tubos

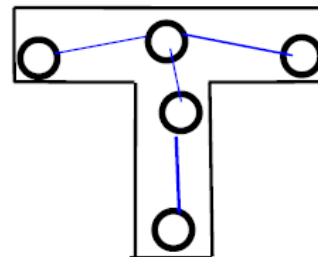
Acero  
 Plomería  
 Ø 40 mm a  
 Ø 50 mm  
**Llenos de  
 Agua limpia**



4 tubos - 6  
 profiles



Straight  
 barrette



T-shaped  
 barrette

**ASTM 2008**  
 1 tubo  
 c./ 30 cm  
 de diámetro  
 (pilotes)  
 Ø120 cm  
 (4 tubos)  
 Ø180 cm  
 (6 tubos)





Diámetro 2m  
6 tubos



Diámetro 2,25 m  
7 tubos



Acero  
 Plomería  
 Ø 40 mm a  
 Ø 50 mm  
**Llenos de  
 Agua limpia**

**ASTM 2008**

1 tubo  
 c./ 30 cm  
 de diámetro  
 (pilotes)

Ø180 cm  
 (6 tubos)

Ø225 cm  
 (7 tubos)

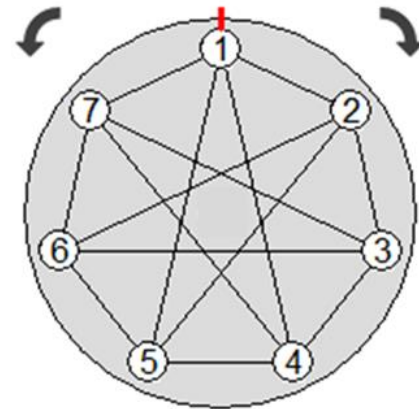


Figura No.1  
 14 combinaciones con CHUM  
 Evaluación mínima requerida

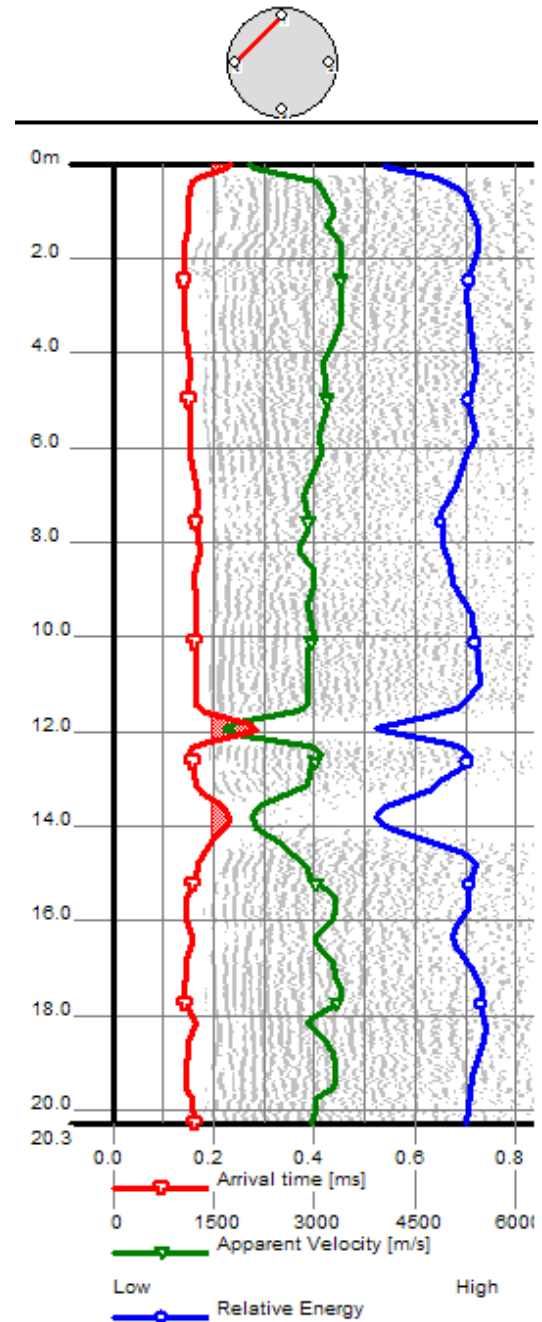














Sin concreto  
por falta de  
integridad  
Presencia de  
oclusiones  
con tierra y aire.

Demolición  
Parcial del concreto  
Contaminado con tierra.

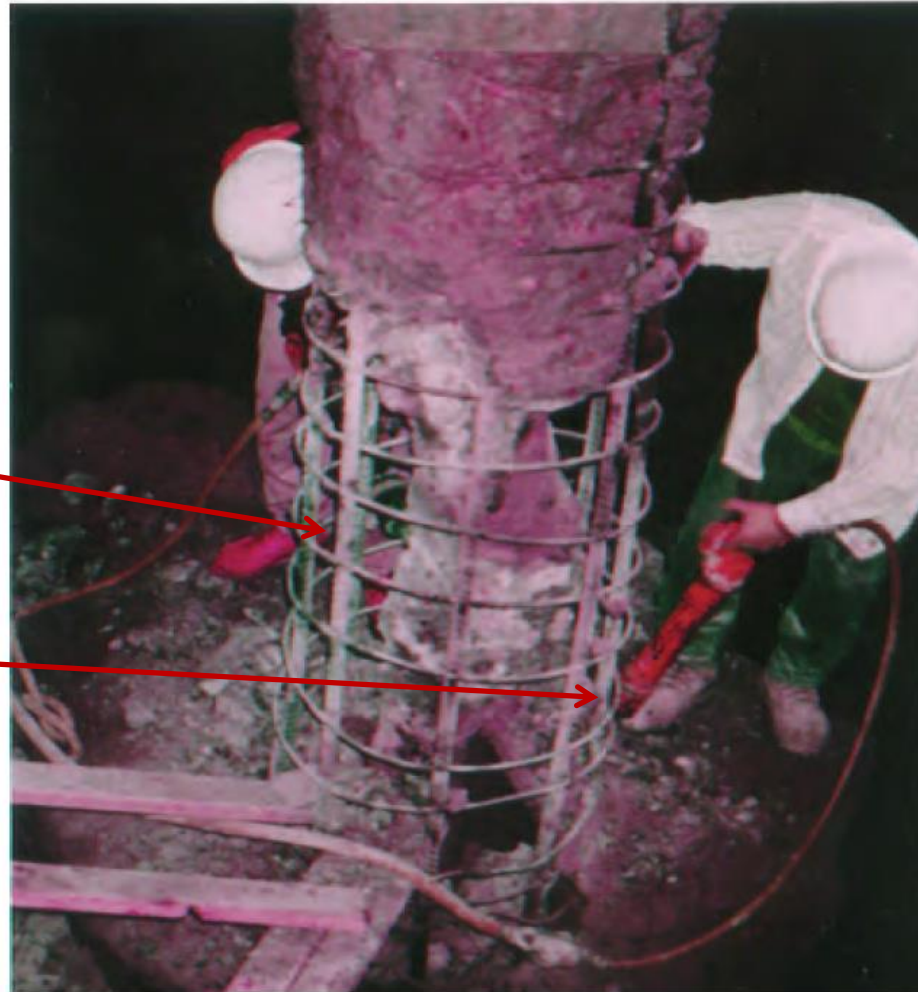
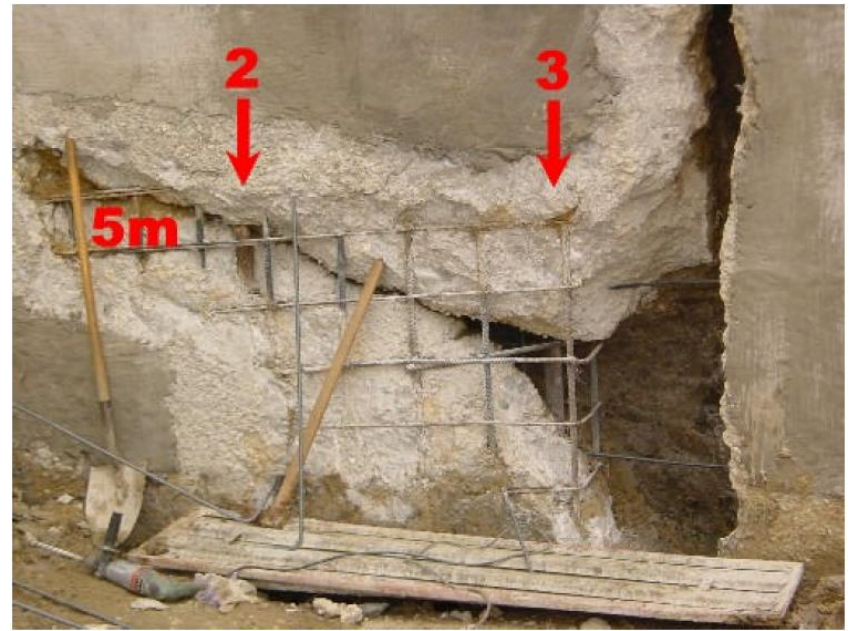


Figure 20-11 A Severe Defect Likely to be Detected by Sonic Echo Testing

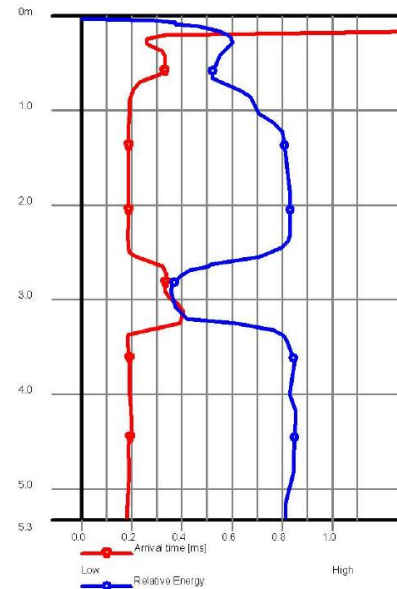
Un defecto que indica la importancia de verificar las pilas y los pilotes con ultrasonido. Concreto Sano vs concreto contaminado y oclusiones

**Esto fue lo que quedó de concreto Sano. Para preocuparse de no haber hecho la prueba.**





## DAÑOS FRECUENTES DESCUBIERTOS A TIEMPO CON LA METODOLOGIA DEL ENSAYO CROSS HOLE







## DAÑOS FRECUENTES DESCUBIERTOS A TIEMPO CON LA METODOLOGIA DEL ENSAYO CROOS HOLE

**Antes de excavar con el método sónico.  
Comprobado con excavación en sitio.**











# ENSAYO CROSS HOLE EN PILOTES DE HORMIGÓN CSL (CrossHole Sonic Logging) o CHUM (CrossHole Ultrasonic Monitor)

**LÍNEA 2 DEL METRO DE PANAMÁ.** San Miguelito – El Crisol 350 pilotes Ø 2.25m L: 20 m a 30 m





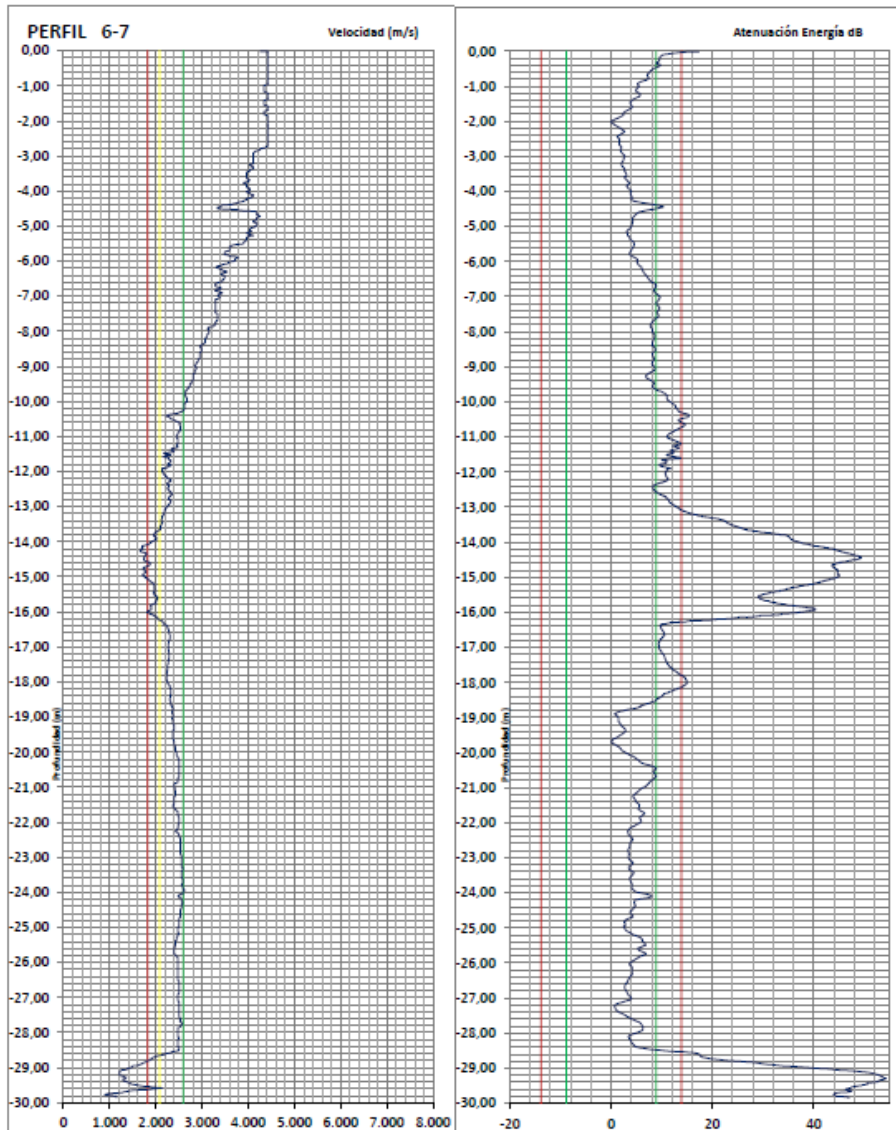
# ENSAYO PET EN PILOTES DE HORMIGÓN

PET (Pile Echo Tester) o PIT (Pile Integrity Test)

LINEA 2 DEL METRO DE PANAMÁ. San Miguelito – El Crisol 350 pilotes Ø 2.25m L: 20 m a 30 m

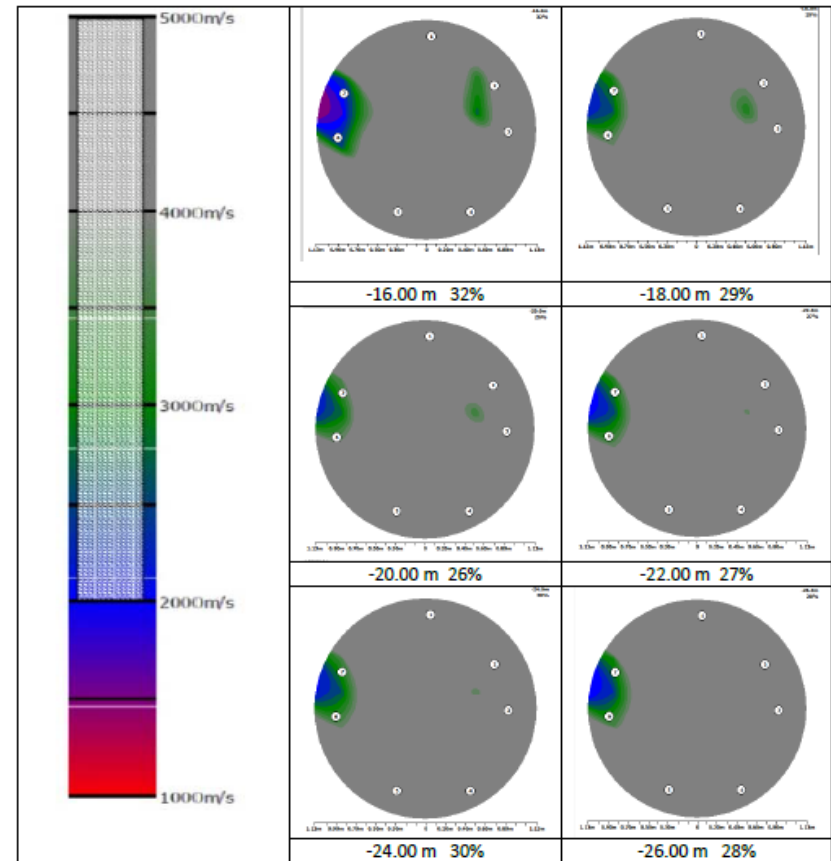


# ANOMALIA EN EL FUSTE DEL PILOTE



— Velocidad Promedio  
— 20% de la Velocidad Promedio menos  
— 30% de la Velocidad Promedio menos  
— <= -9dB Atenuación Energía  
— >= -14 dB Atenuación Energía pobre con DEFECTO

## FUSTE DEL PILOTE (-16.00 m a -26.00 m)

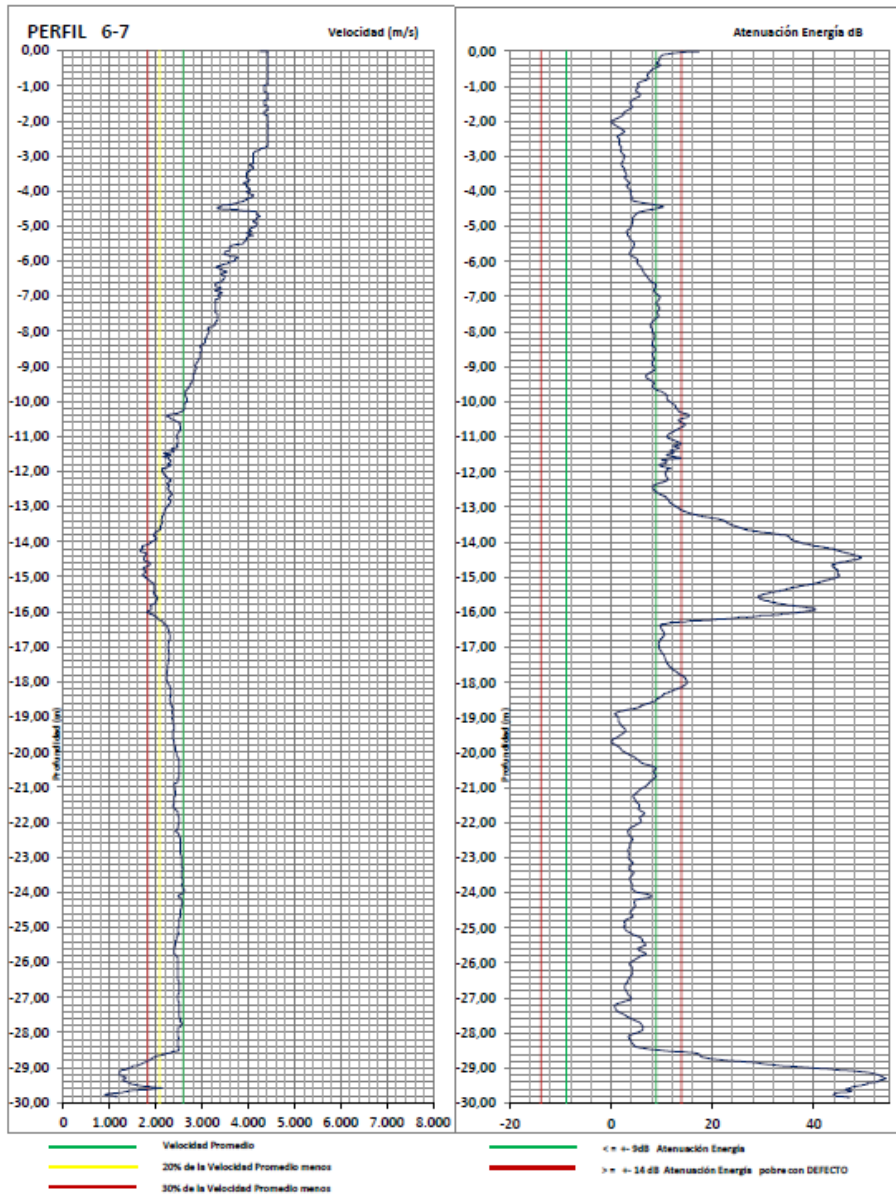


Profundidades y % secciones con anomalías (Software 3D Viewer Piletest)

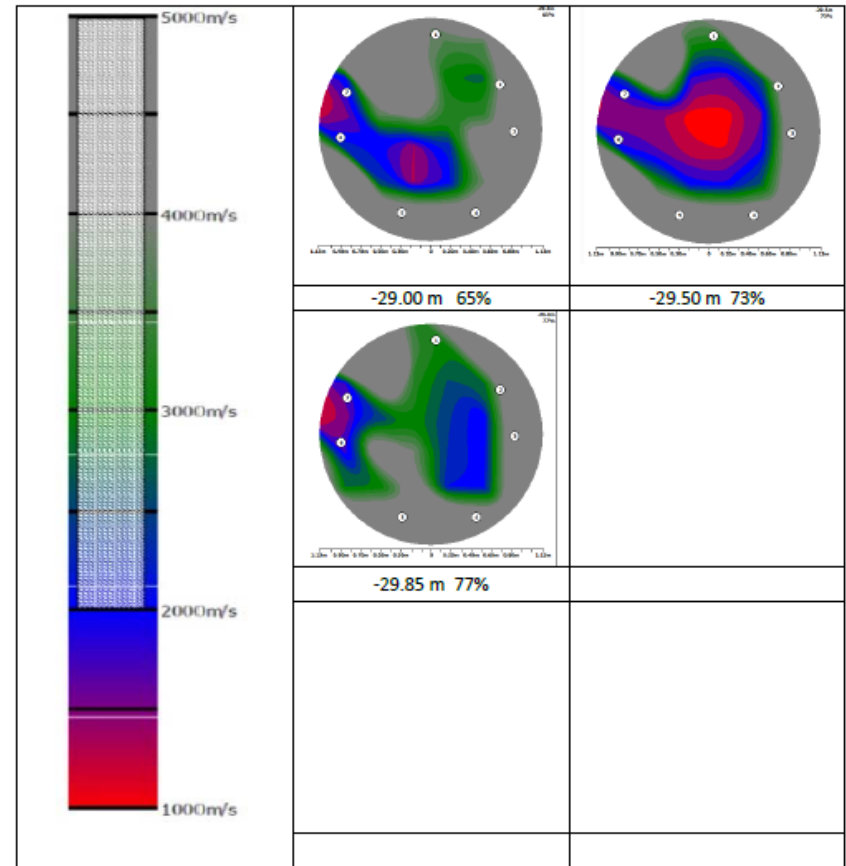
VELOCIDADES (m/s) DE PROPAGACIÓN ONDAS LINEALES EN EL HORMIGÓN DEL PILOTE	
> 4500	EXCELENTE
3600 a 4500	BUENA
3000 a 3600	ACEPTABLE
2100 a 3000	MALA
< 2100	MUY MALA



# ANOMALIA EN LA PUNTA DEL PILOTE

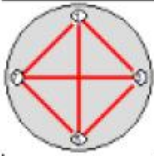


## PUNTA DEL PILOTE (-29.00 m a -29.85 m)



Profundidades y % secciones con anomalías (Software 3D Viewer Piletest)

VELOCIDADES (m/s) DE PROPAGACIÓN ONDAS LINEALES EN EL HORMIGÓN DEL PILOTE	
> 4500	EXCELENTE
3600 a 4500	BUENA
3000 a 3600	ACEPTABLE
2100 a 3000	MALA
< 2100	MUY MALA



**Pile: 522**  
2003-July-14

Venezuela 1974	<b>CR</b>	Panamá 2011
Centeno - Rodríguez y Asociados s.a. Ingenieros Consultores - Instrumentación		

**12**

23.5m

Filter: 2

**13**

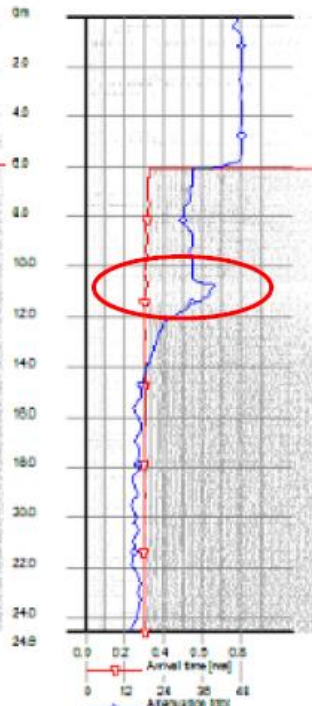
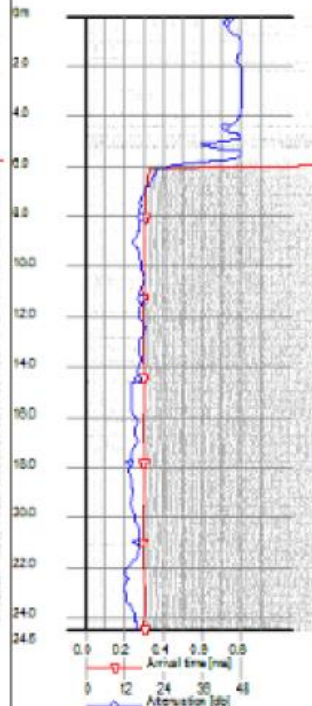
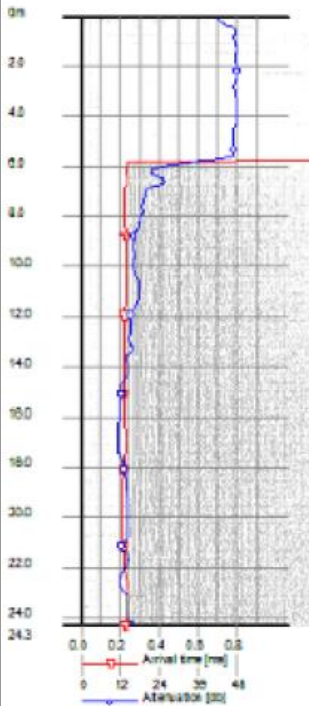
24.5m

Filter: 2

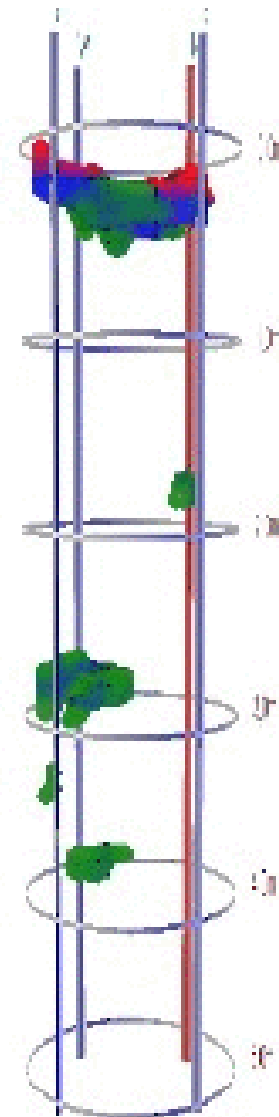
**14**

23.5m

Filter: 2



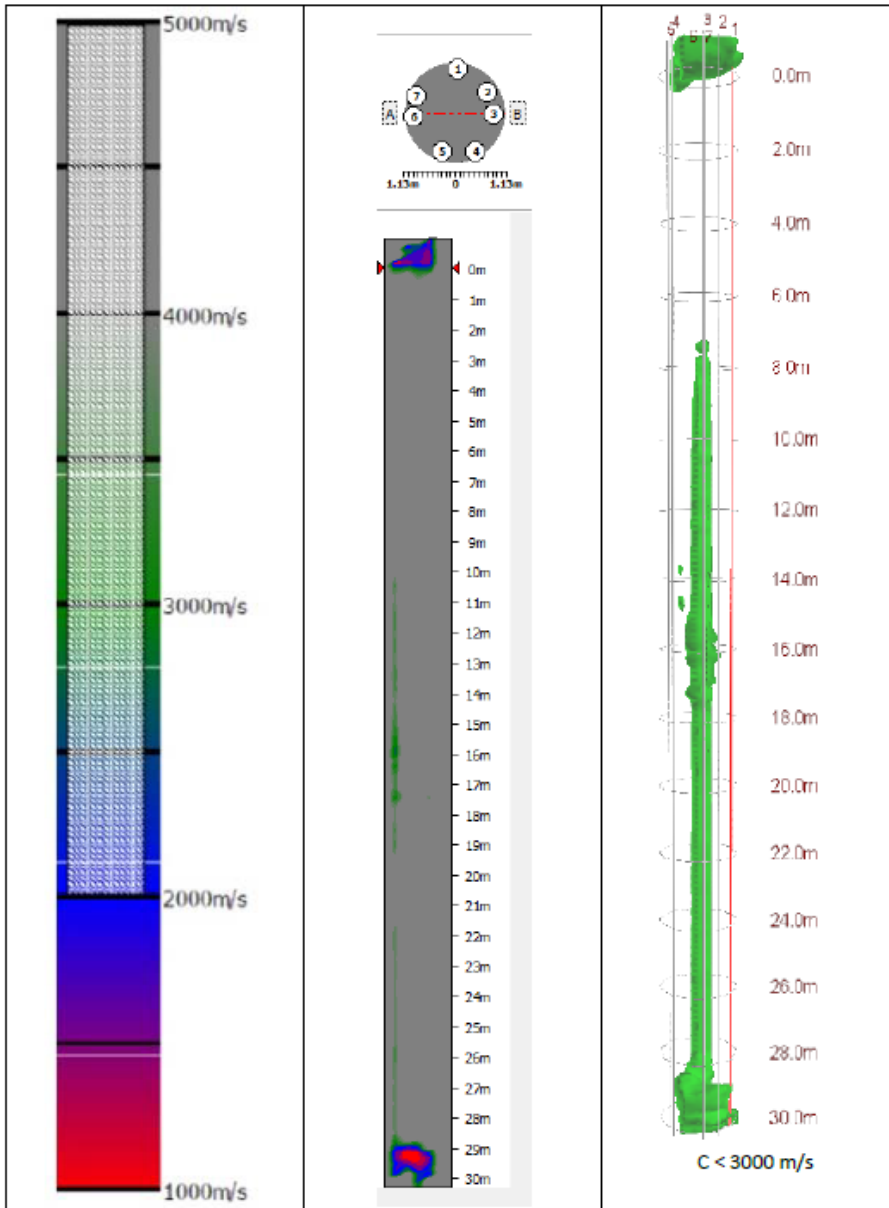
Energy loss between 10 to 12m



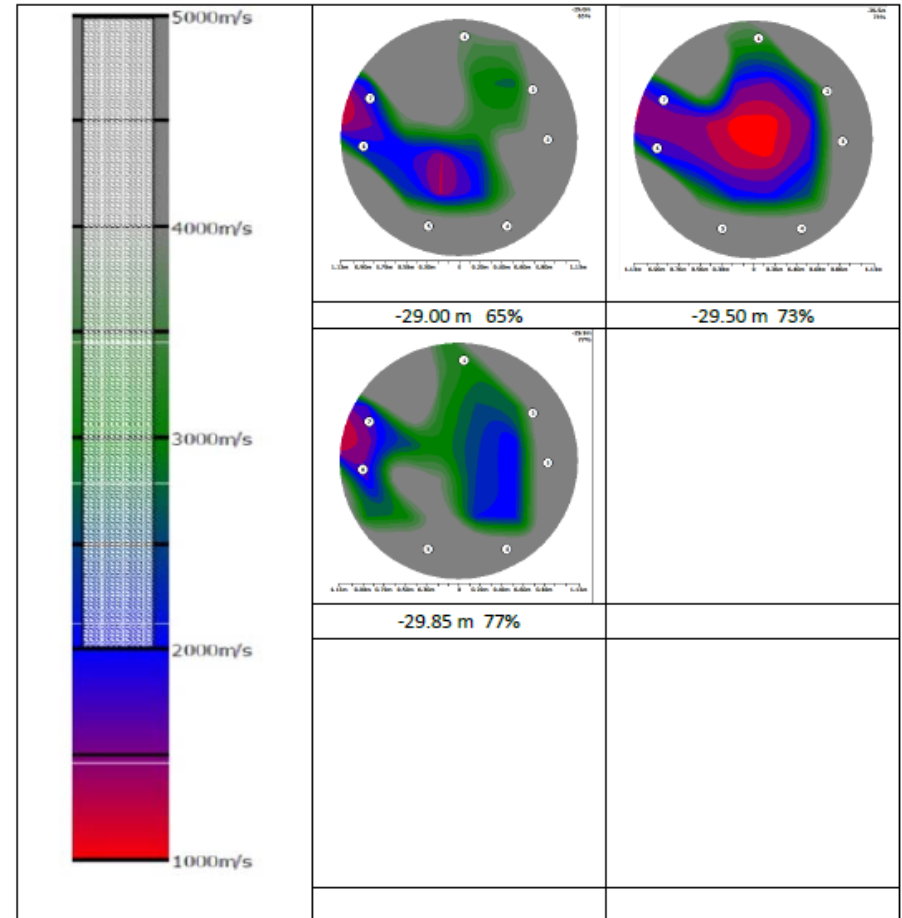
Ejemplo de interrupción en un pilote entre 10 m y 12 m de profundidad.



# ANOMALIA EN LA PUNTA DEL PILOTE



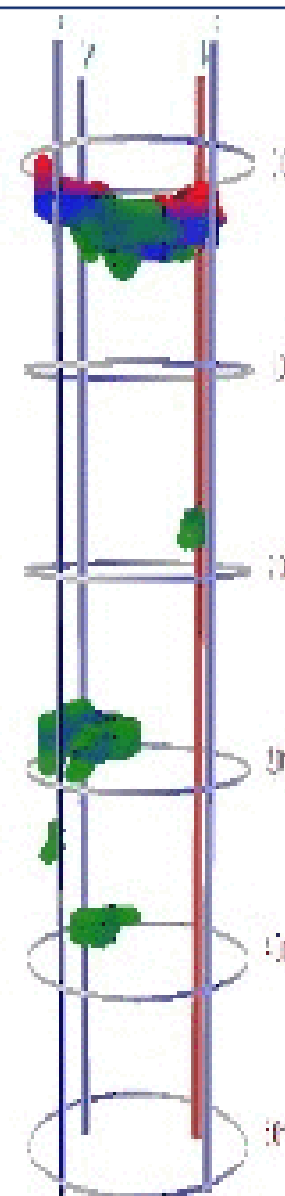
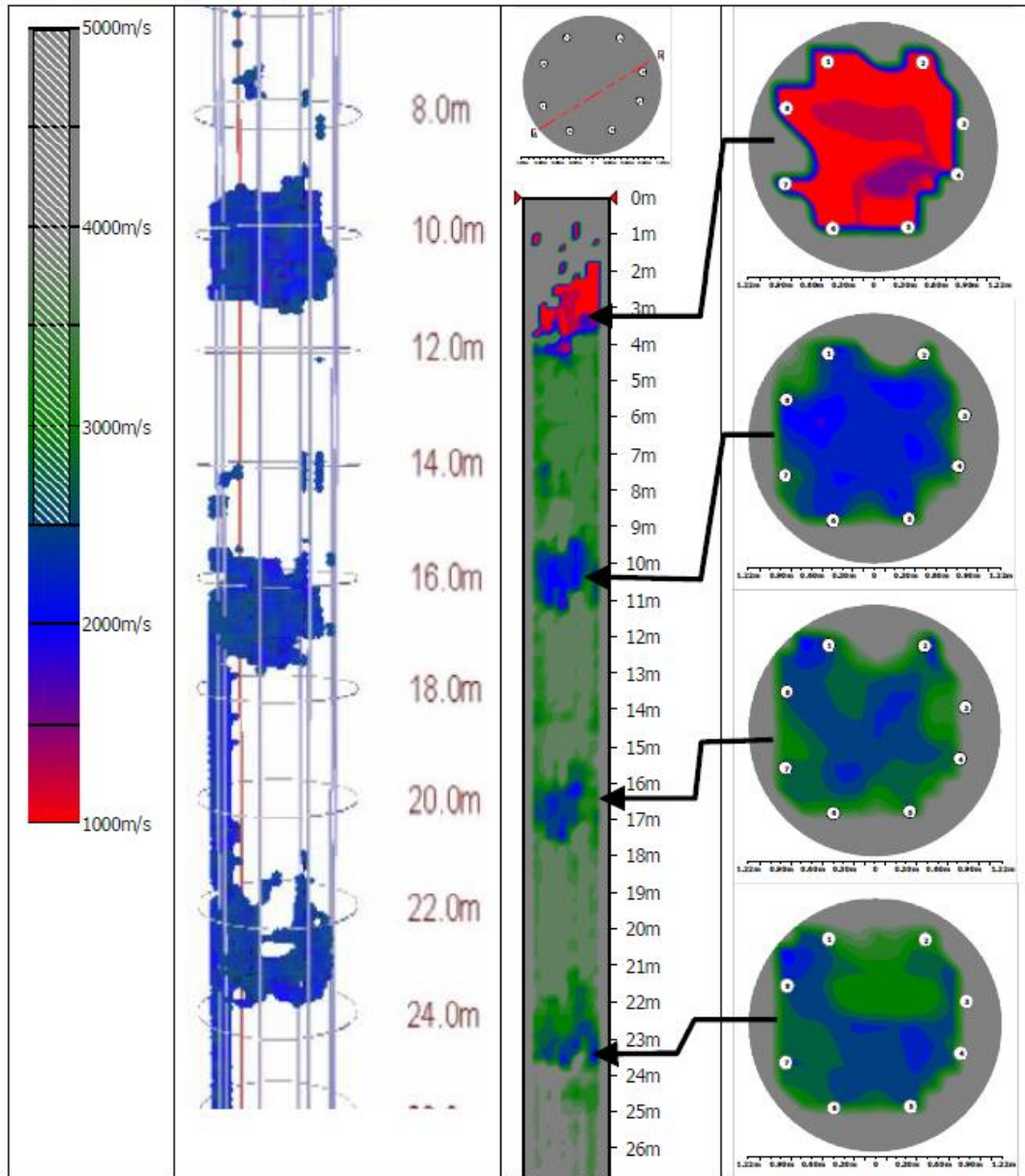
## PUNTA DEL PILOTE (-29.00 m a -29.85 m)



Profundidades y % secciones con anomalías (Software 3D Viewer Piletest)

VELOCIDADES (m/s) DE PROPAGACIÓN ONDAS LINEALES EN EL HORMIGÓN DEL PILOTE	
> 4500	EXCELENTE
3600 a 4500	BUENA
3000 a 3600	ACEPTABLE
2100 a 3000	MALA
< 2100	MUY MALA

### 3D tomography results







Ejemplo de zonas con **Anomalías** después hormigonado Tipo "Necking"

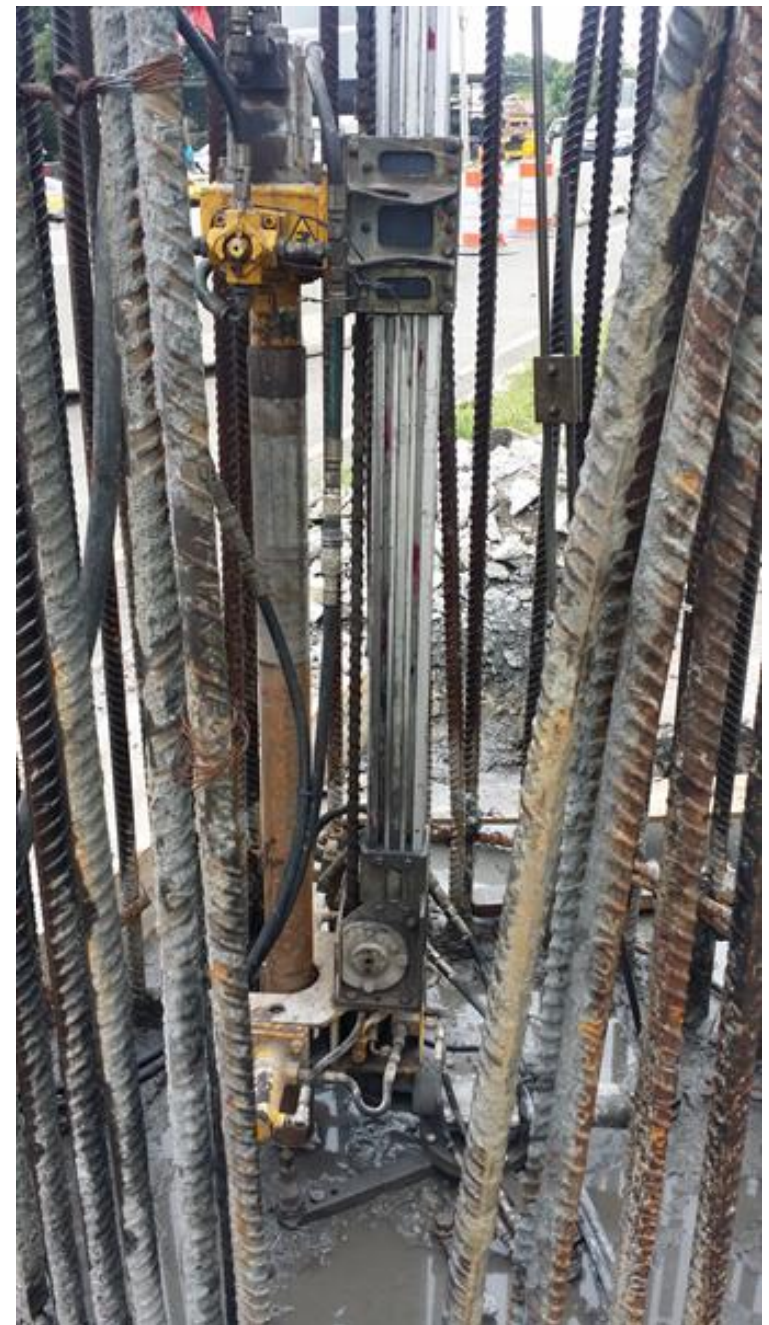
Riesgo: **Corrosión** y Falta de fricción lateral



Ejemplo de zonas en la cabeza con **Anomalías** después hormigonado

Ejemplo de zonas en **fuste** con **Anomalías** después hormigonado

Figure 1-2. Anomalies in cased construction caused by concrete quality (top) and in slurry supported construction caused by bottom of excavation soil accumulation (bottom).



**Extracción de núcleos en pilotes**  
Zonas afectadas determinadas con Tomografía



## Ventajas del ensayo CHUM en obras de infraestructura

1. Determinar oportunamente las zonas con anomalías en los pilotes. En base a velocidades onda, FAT y energía disipada.
2. Cuantificar el tamaño de los daño(s) mediante slices (tajadas) desde la superficie y hasta el fondo del pilote.
3. Conocer mediante Tomografía 3D el tamaño y la forma de la anomalía encontrada.
4. Poder reparar en caso de ser necesario las anomalías detectadas sin afectar el avance de la obra y antes de terminarla.
5. Evaluar la calidad del concreto (hormigón) a los 8-10 días después del hormigonado (fraguado). Tiempo recomendado por la norma ASTM vigente.
6. Evitar a futuro posibles asentamientos en columnas y fundaciones por falta de integridad estructural (**disminución sección o punta**). Aparición de grietas inclinadas en tabiquerías
7. Evitar daños por corrosión en el acero de refuerzo de los pilotes por la ausencia del hormigón de recubrimiento.
8. Costo de ensayos muy bajo en comparación al costo del pilote (excavación+acero+hormigón) y daños a futuro en la estructura.