

## OBRAS MIXTAS

## PROYECTO: MALL BIGGER - VALDIVIA

## Descripción

En Febrero 2000 se iniciaron los estudios para la fundación con pilotes perforados del **centro comercial "Mall Bigger"** a construirse en la ciudad de **Valdivia**. El nuevo edificio, a ubicarse en un solar entre calles Errázuriz, C. Condell y Av. Picarte, constaba de dos subterráneos de estacionamientos y 2 a 3 pisos para instalaciones comerciales. La fundación del nuevo edificio se presentaba desde el inicio como problemática debido a que el terreno consistía en **suelos limosos y arcillosos muy blandos**.

## Solución Original vs Solución Alternativa PT

La **solución original propuesta** para la fundación de la estructura consistía en pilotes perforados apoyados sobre la capa de canchagua, la cual se había estimado con un espesor mínimo de 2 m. El **proyecto original sumaba un total de 667 pilotes perforados con diámetros  $\varnothing$  600, 800 y 1100 mm totalizando una longitud de perforación de 3991 m**. PILOTES TERRATEST estudió el proyecto en aquel momento con el objetivo de optimizar el costo total de la fundación y el plazo para el cliente, planteando una **solución alternativa** consistente en **reemplazar gran parte de los pilotes perforados  $\varnothing$  800 por micropilotes inyectados  $\varnothing$  300**, logrando de esta forma abaratar el costo total del proyecto y reduciendo también el plazo total de la obra de fundaciones.



Foto 1 – Perforación con hélice y encamisado.

Mientras el planteo original contemplaba pilotes de gran diámetro trabajando sólo por punta, la alternativa de micropilotes consideraba que los mismos trabajarían empotrados una longitud mínima de 2,00 m en el estrato de canchagua, transfiriendo su carga por fricción de fuste y despreciando la carga de punta. En resumen, el **proyecto alternativo consistía inicialmente en 231 pilotes de gran diámetro ( $\varnothing$  600, 800 y 1100 mm) y 654 micropilotes  $\varnothing$  300**.

Desarrollo de Micropilotes Inyectados de hormigón armado  $\varnothing$  300mm

El método de ejecución propuesto consistió en perforación mediante hélice continua por dentro de una camisa recuperable. Luego de terminar la perforación, se instalaba la armadura y a continuación se hormigonaba mediante una tubería tremie, inyectando el mortero según el método Contractor. Finalmente, al retirar las camisas se instalaba un cabezal superior a través del cuál se inyectó aire comprimido al hormigón fresco, logrando de esta forma una compactación del mismo contra las paredes de la perforación.

## Rediseño en función de nuevos datos geotécnicos

Una vez iniciada la construcción de los primeros pilotes, se pudo comprobar que el suelo perforado no se correspondía exactamente con la información mostrada en los cinco sondajes existentes a esa fecha. La capa de canchagua aparecía como errática en posición y resistencia, lo que ameritó la realización de una nueva campaña de sondajes con una densidad tal que permitiera el diseño de cada fundación con la suficiente seguridad. El rediseño en base a los nuevos datos geotécnicos se fue realizando "just in time" mientras progresaban los sondajes. Así fue posible iniciar y avanzar la construcción de los pilotes con un diseño basado en datos más exactos.

## OBRAS MIXTAS PROYECTO: MALL BIGGER-VALDIVIA

# Ensayos de Carga y Resultados

Para verificar el diseño de los pilotes de gran diámetro y de los micropilotes, se llevaron a cabo cuatro ensayos de carga. Dos ensayos se ejecutaron sobre pilotes de gran diámetro ( $\varnothing$  800 y  $\varnothing$  1100 mm) y los dos restantes sobre micropilotes  $\varnothing$  300 mm. Los resultados más importantes de estos ensayos fueron los siguientes:

Pilote $\phi$ (mm)	$Q_{serv}$ (kN)	$\delta_{serv}$ (mm)	$Q_{max}$ (kN)	$\delta_{max}$ (mm)	Alcanzó Falla
800	200	6,2	469	28,6	si
1100	505	7,5	760	12,5	no
300	-	-	437	>	si
300	235	3,2	437	6,6	no

Siendo  $Q_{serv}$  y  $\delta_{serv}$  la carga y deformación de servicio respectivamente y  $Q_{max}$  y  $\delta_{max}$  la carga y deformación máxima alcanzadas en el ensayo.

El micropilote del eje E-10 se ensayó luego del de ejes E-D/11-12 y se diseñó en base a los parámetros obtenidos del ensayo anterior para que fallara. Efectivamente el pilote alcanzó la falla para una carga entre 375 y 437 ton, dando lugar a una curva Carga-Deformación con una carga de falla muy definida, típico de los pilotes que trabajan por fricción lateral, como era de esperar en los micropilotes inyectados (ver Fig. 2).

La sorprendentemente buena capacidad de carga de los micropilotes frente a los pilotes de gran diámetro en el sedimento blando se basó en el método de ejecución elegido de acuerdo al tipo de suelo: perforación con hélice encamisada continua. Con este método se observaba un desplazamiento parcial del suelo al ser perforado. Por lo tanto, el método provocaba una compactación del terreno a la cuál luego se sumaría la presión de inyección final con aire comprimido.

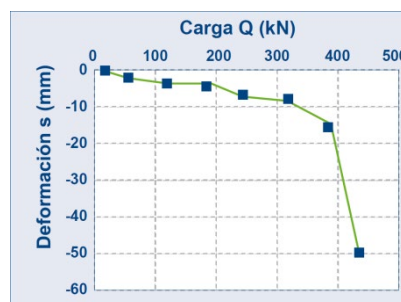


Fig. 2 Curva Carga-Deformación del Micropilote de Eje E-10

Longitud total de micropilotes	4500 m
Longitud total de pilotes de gran diámetro	6000 m
Longitud de micropilotes	6 a 17 m
Longitud de pilotes	8 a 20 m
Carga de compresión de micropilotes	235 kN
Carga de compresión de pilotes	665 kN
Duración de la obra	4 meses
Equipos de perforación en obra	2
Gruas de servicio en obra	2

## Resumen Obra



Fig. 3 Micropilote  $\varnothing$  300 mm luego del descabezado.



Fig. 4 Perforadora durante la extracción Del casing de micropilotes al terminar el hormigonado.