



COSTA FORTUNA

ingeniería de fundaciones

miniJET® / UWA

Under Water Anchor
TIRANTE SUMERGIDO



Costa Fortuna Fundações e Construções

Costa Fortuna Fundações e Construções Ltda opera en el mercado de fundaciones y contenciones, y actúa bajo la filosofía del desarrollo empresarial basado en colaboraciones sólidas, en una buena atención al cliente, en la seriedad y, sobre todo, en el respeto a sus clientes.

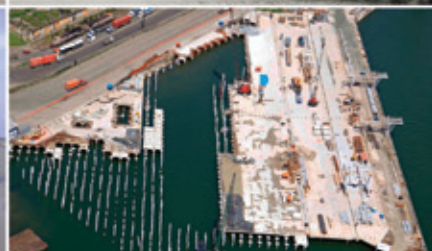
Con un cuadro técnico compuesto por ingenieros y geólogos especializados, **Costa Fortuna** va más allá de una simple prestación de servicios de cimientos y actúa como una verdadera sociedad para sus clientes, buscando siempre las mejores soluciones técnicas para la ejecución de los proyectos.

Utilizando técnicas avanzadas de ingeniería de cimientos, **Costa Fortuna** está preparada para ejecutar servicios de pilotes excavados de gran diámetro, pilotes tipo barrete, pilotes raiz, pilotes de hélice continua, hincado de pilotes metálicos, diafragma de pared, tirantes, geodrenes, jet grouting, columnas de grava, solo grampeado e rebajamiento con pozos profundos, así como servicios para obras fluviales y marítimas como pilotes excavados en lámina de água com camisa metálica perdida, hincado de pilotes de hormigón pre-moldado e mixtas e pilotes excavados engastados en roca con el uso de circulación revertida.

Costa Fortuna actúa en el mercado internacional con su socio **Costa Fortuna de Uruguay** y e buscal de forma continua su expansión en el mercado en el sector de fundaciones e contenciones especiales.



MURO DIAFRAGMA EN ROCA MEDIANTE USO DE HIDROFRESA



FUNDACIONES ESPECIALES EN OBRAS MARÍTIMAS Y FLUVIALES



FUNDACIONES ESPECIALES Y GEOTECNIA

1. INTRODUCCION

Debido al aumento de la inversión pública y privada brasileña en el ramo de la infraestructura, es posible encontrar nuevas técnicas de construcción en las que se utiliza tecnología punta y recientemente desarrolladas a nivel mundial.

El sector de la construcción civil que resulta beneficiado es el geotécnico, el cual, por estar sujeto a gran variedad de medios y aplicaciones, demanda técnicas más versátiles, productivas y seguras para un buen desempeño del proyecto para la finalidad deseada.

En esta explicación se describirá la nueva tecnología desarrollada para la confección de tirantes sumergidos permanentes mediante el uso de perforadoras robotizadas capaces de sumergirse en aguas dulces, saladas o salobres.

El Under Water Anchor o simplemente UWA, como es conocido en el extranjero, aproxima las técnicas y prácticas geotécnicas de dos sectores diferentes, el del tratamiento de macizos terrosos y rocosos, y el estructura, para uso permanente en obras.

Las técnicas de JetGrouting y Tirantes Auto-Perforadores se funden en este nuevo sistema, creando diversos campos de aplicación para un único servicio y/o producto.

En el área de obras terrestres la técnica es conocida como MiniJET o Jet Grouting armado, mientras que para el campo "offshore" o más allá de las fronteras terrestres, la técnica es conocida como UWA - Under Water Anchor o tirantes sumergidos.

2. JET GROUTING ARMADO O MINIJET®

- Concepto:

Concebida por la empresa Tecnigest S.R.L y hecha realidad por el fabricante e idealizador de equipos y herramientas geotécnicas Tecniwell, esta nueva técnica incluye la confección de columnas de suelo cemento tipo Jet Grouting reforzadas con barras de acero carbono, que proporcionan a esta técnica la posibilidad de uso como elemento geotécnico de cuño estructural capaz de resistir los movimientos de tracción y flexión,

así como compresión. Esta mejora en desempeño junto con la posibilidad de aplicación a cualquier tipo de suelo, incluso a rocas, abre camino a una técnica que tal vez posea la mayor flexibilidad de utilización para los servicios del sector geotécnico. Entre ellos destacan los siguientes:

1. Fundaciones rutinarias y especiales;
2. Refuerzos de fundaciones;

3. Contenciones y elementos de anclaje;

4. Tratamiento de suelos

El Jet Grouting armado promueve la mejora necesaria en el macizo natural para obtener el mejor desempeño posible en el traslado de cargas procedentes de las estructuras al medio al que están siendo enviadas.

A continuación aparecen algunas ilustraciones de la técnica:

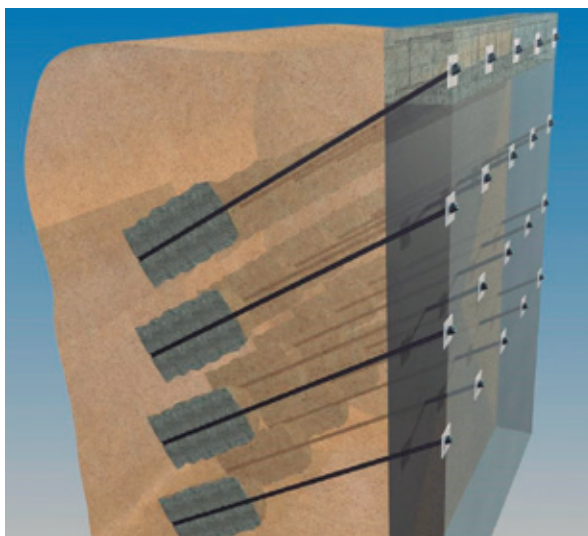


Imagen 1 - Tirantes Pretensado sub-horizontales para muros de contención.

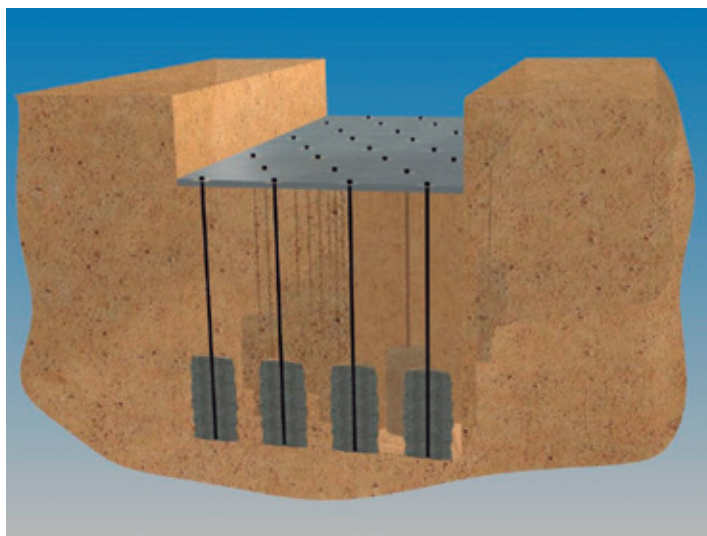


Imagen 2 - Anclajes verticales para losas de supresión.

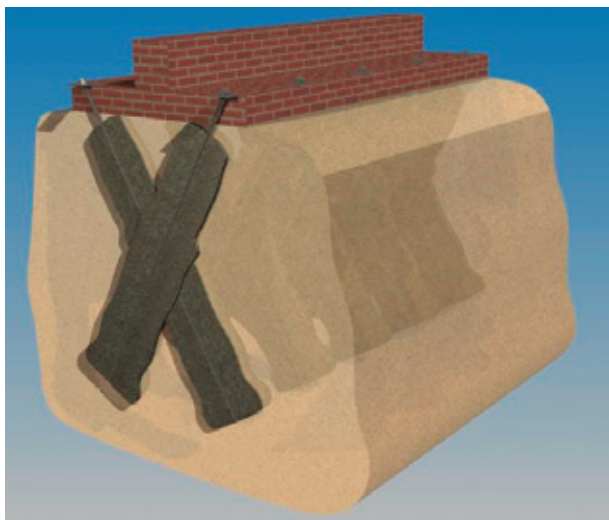


Imagen 3 - Refuerzos para fundaciones patológicas

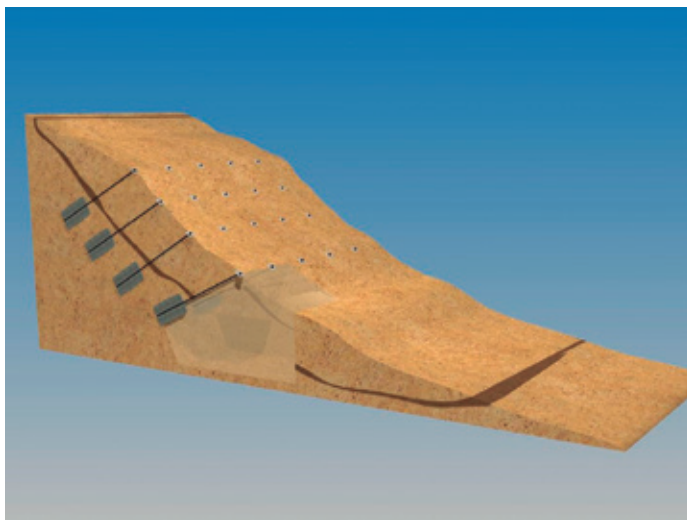


Imagen 4 - Tratamiento de cuevas y pendientes inestables

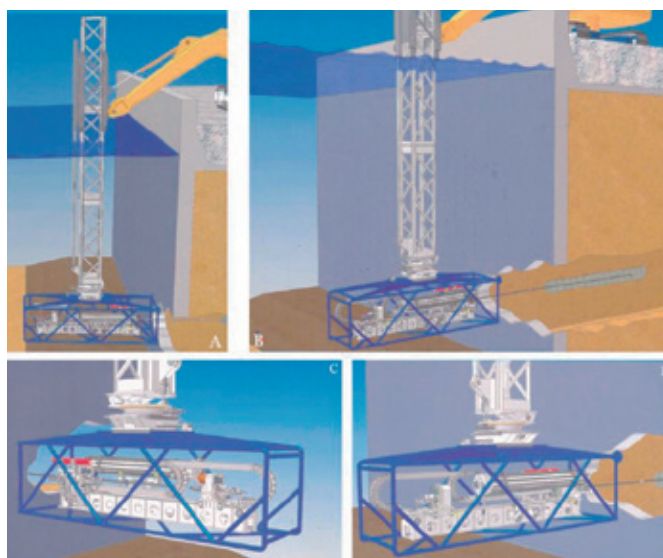


Imagen 5 y 6 - Refuerzos para cualquier estructura de contención, incluso sumergidas.

• Metodología de Construcción:

1. Concepción general:

El bulbo del suelo - cemento es obtenido a partir de la erosión y la posterior mezcla de aglutinantes

con el mazico terroso desagregado por medio de la inyección de mezcla de cemento con una presión de hasta 400 kgf/cm², o sea, columnas tipo Jet Grouting. Se utilizan barras o tubos metáli-

cos de alta calidad como hastas de perforación y se dejan en el eje exacto de las columnas después de finalizar las obras, sirviendo como refuerzo estructural de las columnas.

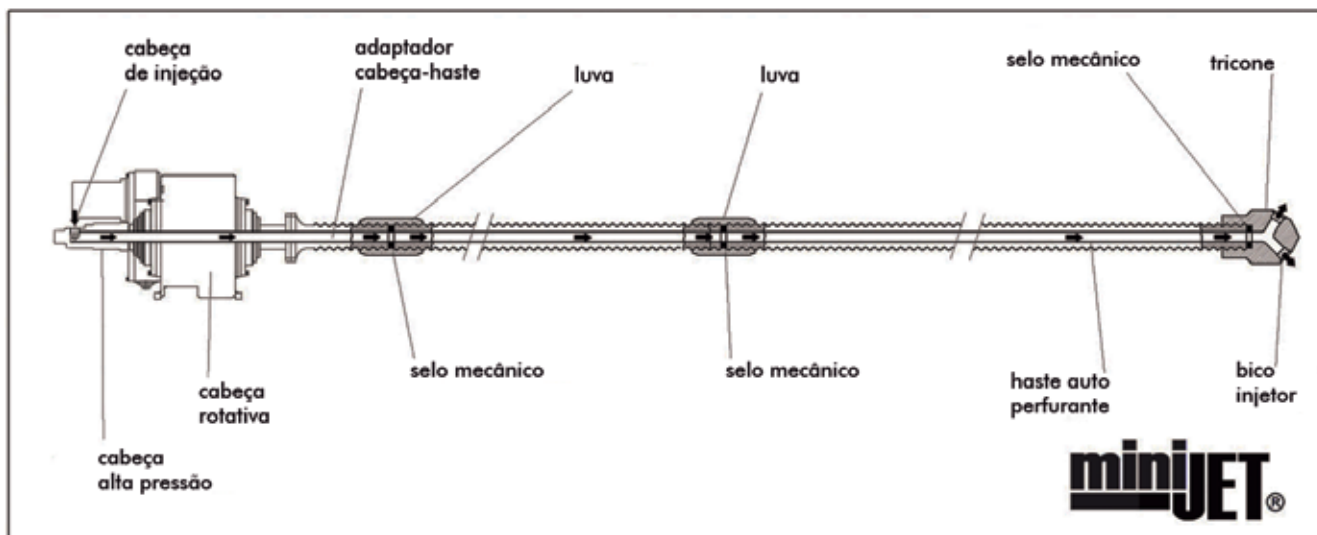


Imagen 7 - Sección longitudinal típica del montaje para la ejecución del jet grouting armado.

Se inyecta la mezcla de cemento a través del orificio central de barras o tubos metálicos y se vierte a través de boquillas de inyección de pequeño diámetro localizados en la herramienta de corte/hidro monitor especiales de sacrificio.

Es posible obtener diámetros de 300 mm a 800mm con este sistema y claramente varían, aparte de con la necesidad del proyecto, con la naturaleza y resistencia del terreno.

El dibujo en la parte inferior muestra una corte transversal del sistema de montaje final de la barra de perforación/inyección/refuerzo estructural de una columna jet grouting armada, desde el cabezal rotativo hasta la extremidad de corte. Es posible verificar que las barras o tubos son continuos y conectados por medio de piezas especiales de rosca dotadas de un sello mecánico para presiones altas o incluso soldadas, en el caso de tubos lisos.

La extremidad del conjunto está dotada de una herramienta de corte especial y variable conforme al material que va a perforarse, donde están colocados las boquillas de inyección.

Los tubos metálicos o las barras de acero son galvanizadas y así protegidas contra corrosiones a largo plazo. El espacio libre de tirantes u otro sistema de anclaje es triplemente protegido de la corrosión mediante la instalación adicional de tubos de polietileno.

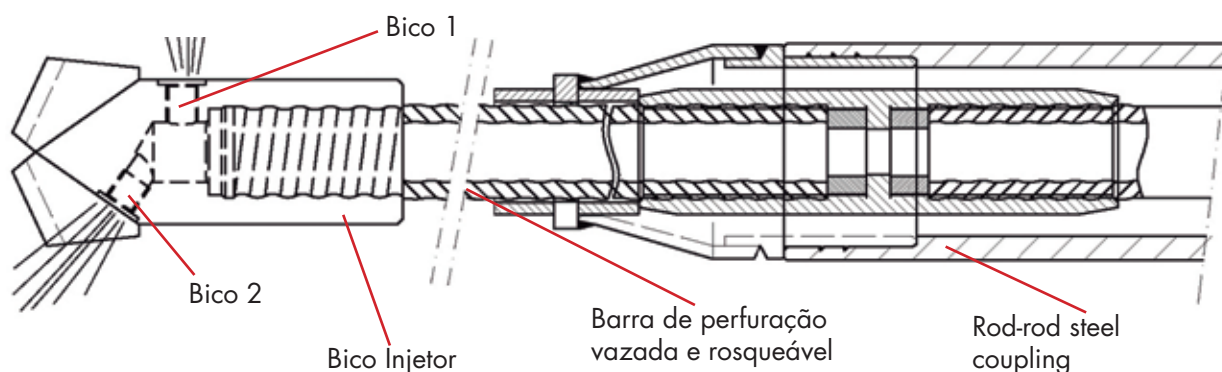


Imagen 8 - Detalle de la herramienta de corte dotada de boquillas de inyección y protección anticorrosiva.

2. Fases de la operación

El primer avance que esta técnica representa frente a la confección de columnas con-

vencionales de Jet Grouting es lo que se conoce como sistema de inyección "Jetting In", o sea, cuya inyección y formación de la columna de suelo-cemento es

realizada al mismo tiempo que la perforación del terreno. En la parte inferior se muestra un ejemplo del proceso descrito:

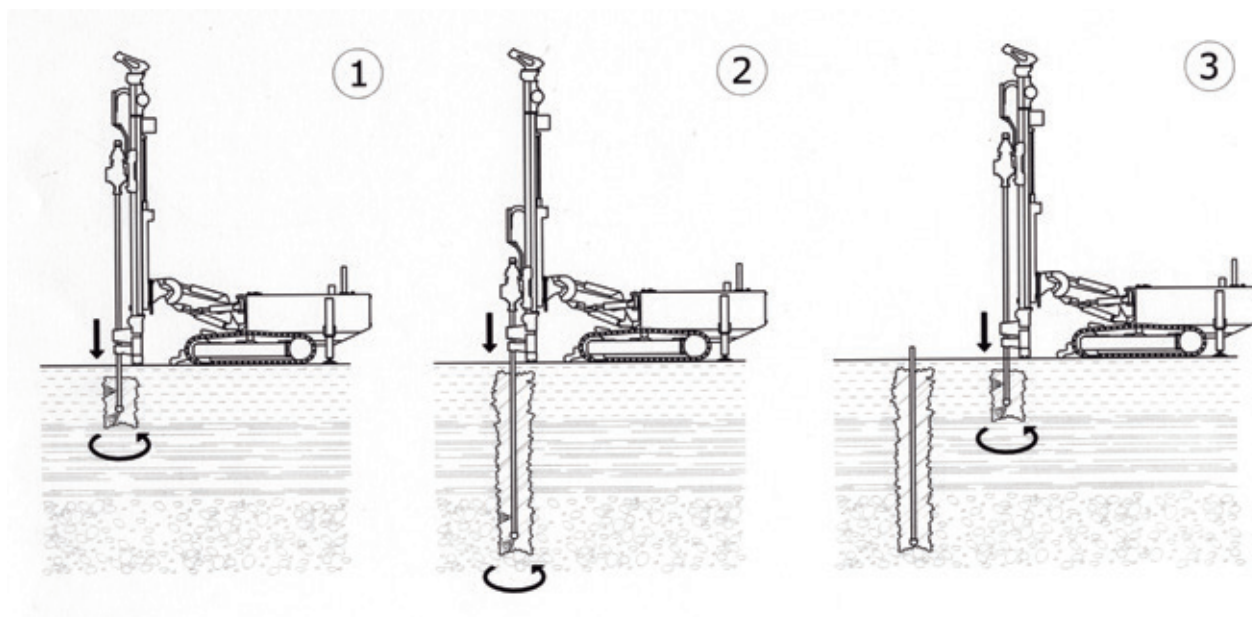


Imagen 9 - Fases de operación - "Jetting In"

Una vez alcanzada la cuota punta del proyecto, la barra de perforación es desacoplada de la perforadora y pasa a formar la estructura de la columna Jet Grouting Armada. Es importante resaltar que, debido a que las inyecciones son realiza-

das por el eje de las barras, ésta estará siempre localizada perfectamente en el eje de las columnas con excelencia respecto al recubrimiento y protección anti-corrosiva para la situación de ambiente agresivo.



Imagen 10 - Bulbo de suelo cemento exhumado de un test.



Imagen 11 - Ejecución de un tirante tipo MiniJET en territorio europeo



Imagen 12 - Ejecución de un pilote tipo MiniJET en territorio brasileño.

3. Materiales

Los materiales utilizados para la confección de una columna Jet Grouting Armado son los siguientes:

a) Barras o Tubos de acero-carbono

Son utilizadas como barras de perforación y unidas por conexiones especiales.



Imagen 13 - Barras corrugadas vazadas

Imagen 14 - Conexiones de encaje especial

Imagen 15 - Tubos lisos tipo API

Tabla 01

Especificaciones Técnicas de barras de alto desempeño, acero fyk+835 MPA y ftk+1030 MPA, típicamente utilizadas:

Especificación técnica	Unidad	R32S	R38N	R51N	T76N
Diámetro Externo	mm	32	38	51	76
Diámetro Interno	mm	15	19	33	51
Carga de Ruptura	kN	360	500	800	1600
Carga de Fluencia	kN	280	400	630	1200
Carga de Trabajo Sugerida	kN	185	265	420	800
Peso	kg/m	4.1	6.5	9.5	15.0
Longitudes disponibles	1.0 m - 1.5 m - 2.0 m - 3.0 m - 4.0 m - 6.0 m				

Hoy en día ya existen barras disponibles para diámetros de hasta 101 mm y en Brasil ya son fabricadas barras corrugadas de características similares.

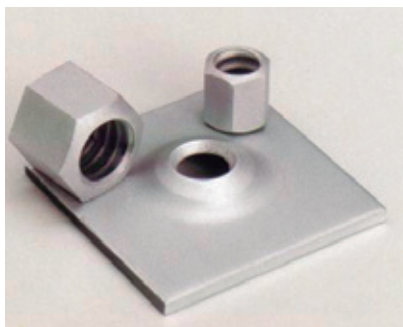


Imagen 16 - Placas y tuercas

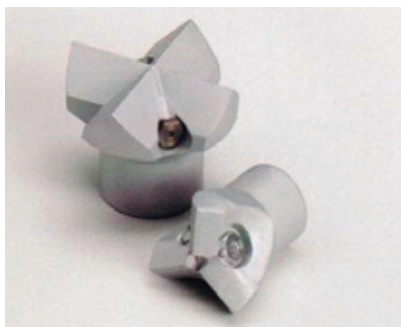


Imagen 17 - Situación para barras de rosca.



Imagen 18 - Situación para tubos lisos

b) Herramienta de corte dotada de boquillas de inyección.

El corte del terreno se hace con uso de triconos o roller bits dotados de boquillas de inyección en su extremidad. En casos específicos en los que se adoptan tubos lisos, la herramienta de corte e hidro monitor es fabricada en talleres de torneado y soldadura convencionales.

c) Placas y tuercas de anclaje para el caso de tirantes.

Sirven para el "aprimonamiento" y distribución de cargas cuando trabajan con elementos traccionados.

d) Mezcla de Cemento

Para la mezcla se utiliza agua dulce, limpia y libre de impurezas. Típicamente se utiliza un factor $a/c=1,0$, siendo 0,8 el factor a/c mínimo.

Se utiliza cemento tipo CPII de forma convencional, nunca el cemento CPV - ARI. Caso sea necesario, se pueden utilizar aditivos para el aumento de desempeño y manoseabilidad de la mezcla. El consumo de cemento por m^3 de suelo tratado varía de acuerdo con la naturaleza del terreno y necesidad de proyecto. El valor promedio de consumo es de aproximadamente $600kg/m^3$, es decir, para un elemento de

40cm de diámetro serían utilizados 75 kg de cemento por metro lineal ejecutado.

e) Protección Anti-Corrosiva de los Tirantes y Montage Final

Cuando utilizados como elementos traccionados, con tramos libres y anclados en el caso de tirantes, se les aplica un tratamiento anticorrosivo galvanizado a lo largo de toda la extensión de la barra. En el tramo libre, que no posee una protección generada por las inyecciones de cemento que involucran las barras, aún se puede ser instalada una protección anticorrosiva adicional constituida por tubos de polietileno que involucran todo el segmento no protegido por las inyecciones.



Fig. 19 - Tirante MiniJET® montado para utilización.

3. LA EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA PARA USO SUBMERGIDO

A través de la fiabilidad adquirida con la técnica de MiniJET® obtenida por diversos ensayos realizados en el mundo, como pruebas de carga estáticas instrumentadas sobre columnas y protensiones diversas en tirantes de cargas permanentes de hasta 100 tf, se ha originado la tecnología submergida.

A tecnología UWA - Under Water Anchor o Tirantes Sumergidos, es la creación de un nuevo y prometedor campo de actuación de la técnica del MiniJET®. Con este concepto, se vuelve posible la ejecución de anclajes activos o pasivos, provisionales o definitivos, abajo de la lámina de agua.

Su campo de utilización más importante es el de obras portuarias marítimas y fluviales que necesiten refuerzos de vestimentas de mol debido a la deterioración por vida útil o para demandas de rebajamiento de calados debido a expansiones de actividades.

• El Equipo

Básicamente ha sido proyectado un taladro robótico a prueba de agua conectado a una torre telescópica que, por su vez, está acoplada a una excavadora de 60 toneladas, tal y como la fig. 20.

El conjunto de perforación e inyección son constituidos por los siguientes equipos:

1. Perforación

Se describen a continuación los principales componentes de la maquinaria de perforación:

1 e 2	Cabinas de control
3	Torre telescópica
4	Excavadora Hidráulica 60 ton
5	Perforadora Robótica



Fig. 20 - Equipamento para tirantes submersos pronto para operação.

En la imagen 21 se presenta de forma más detallada la perforadora robótica arriba citada. La siguiente tabla especifica el nombre del utensilio numerado:

1	Torre de perforación
2	Cabezal rotativo
3	Carrusel de Barras MiniJet®
4	Centralizador de Barras
5	Porta-Herramienta de Corte- Martillos y Coronas
6	Cargador de Barras MiniJet®
7	Cámaras Acuáticas y focos reflectores
8	Caja de Distribución Hidráulica
9	Estructura de Apoyo de Mangueras Hidráulicas y Eléctricas

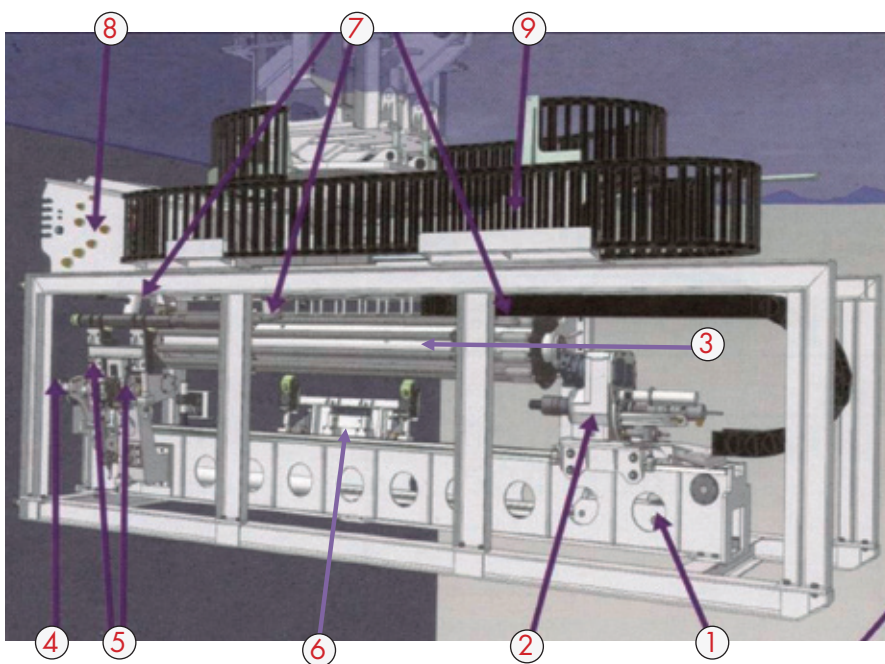


Fig. 21 - Detalhe esquemático da perfuratriz submersa.

2. Mezcla e inyección

Se diseñaron equipos compactos para la central de mezcla e inyección de aglutinantes, compuesto por tanques agitadores y tanques mezcladores automatizados, bomba de alta presión y panel de control

electrónico y de almacenamiento de cemento y agua potable.



Imagen 22 Unidad compacta compuesta por silo horizontal, bomba y mezclador.



Imagen 23 Panel de control operacional electrónico

• Especificaciones Técnicas UWA

Hoy en día en Brasil, existen dos tipos de equipos para uso corriente en obras. En la siguiente tabla se exponen sus límites operacionales:

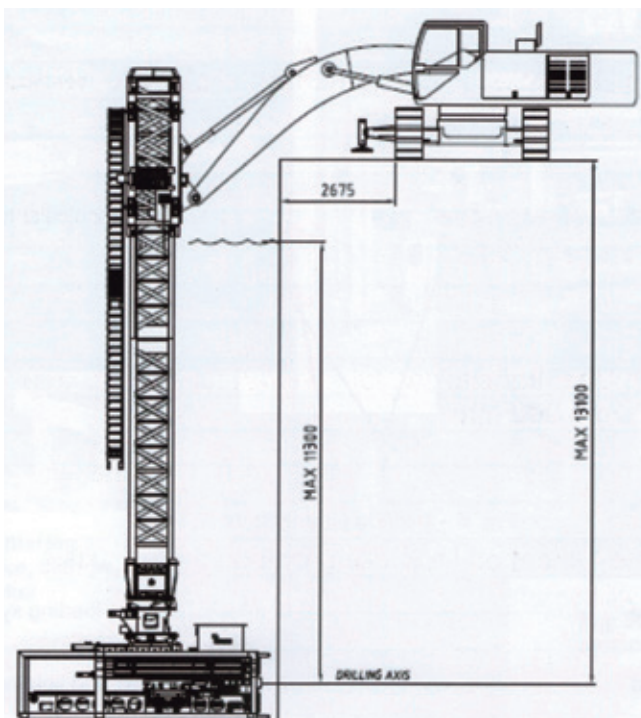


Imagen 24 Límite Operacional del equipo TW2.

Tabla 02 – Limites operacionais do sistema Tirantes Submersos.

Equipo	Profundidad Máxima Operacional (m)	Composição Carregador de Alimentação Automática			Cargas (tf)		Diámetro de la Perforación en el Paramento (mm)
		Nº de Barras (unid.)	Diámetros Máximos (mm)	Longitud Barras (m)	Ensayo	Trabajo	
TW 1	10,5	10	51	3	73,30	42	120
TW 2	13,1	10	90	3	183,75	105	120

Obs 1: Ya es viable la utilización de barras de 101 mm en las composiciones de barras. En este caso las cargas de trabajo pueden alcanzar los 120tf.

Obs 2: La torre puede inclinarse en sentido vertical u horizontal hasta 5° en ambas direcciones.

- Metodología Constructiva

1 . Primera Fase:

Consiste en la carga de las barras MiniJet® en el carrusel de alimentación de acuerdo con las especificaciones del proyecto. En esta fase, el modelo y la cantidad de barras insertadas será la misma que la del tirante sumergido a ejecutar.

2 . Segunda Fase:

A través de la cabina de control 01 el operador mueve la estera del equipo de en punto de aplicación realizando la movimentación "terrestre" del tirante. El eje vertical del tirante en la superficie debe coincidir con el eje de las esteras y el brazo mecánico, accionando así los brazos hidráulicos, tal y como se muestra en la foto de al lado.

3 . Tercera Fase:

Desde la cabina de control 02 se ejecuta la submersión de la perforadora hasta que alcance la profundidad deseada en el proyecto, y se realiza el ajuste final de la ubicación del tirante. A través de los sensores posicionados en la parte anterior de la perforadora, es posible facilitar a la perforadora el apoyo estructural necesario contra la contención. Se acompaña todo el proceso desde la cabina 02 a través de las cámaras distribuidas a lo largo del equipo.

4 . Cuarta Fase:

Una vez posicionado el equipo, se procede a la perforación y extracción de una muestra de la estructura de contención (metálica o hormigón armado) por medio de coronas diamantadas ya incorporadas al equipo.

5 . Quinta Fase:

Perforación del terreno con seguimiento electrónico completo desde la cabina, respetándose las dimensiones libres e inyectados necesarios para los tirantes sumergidos..

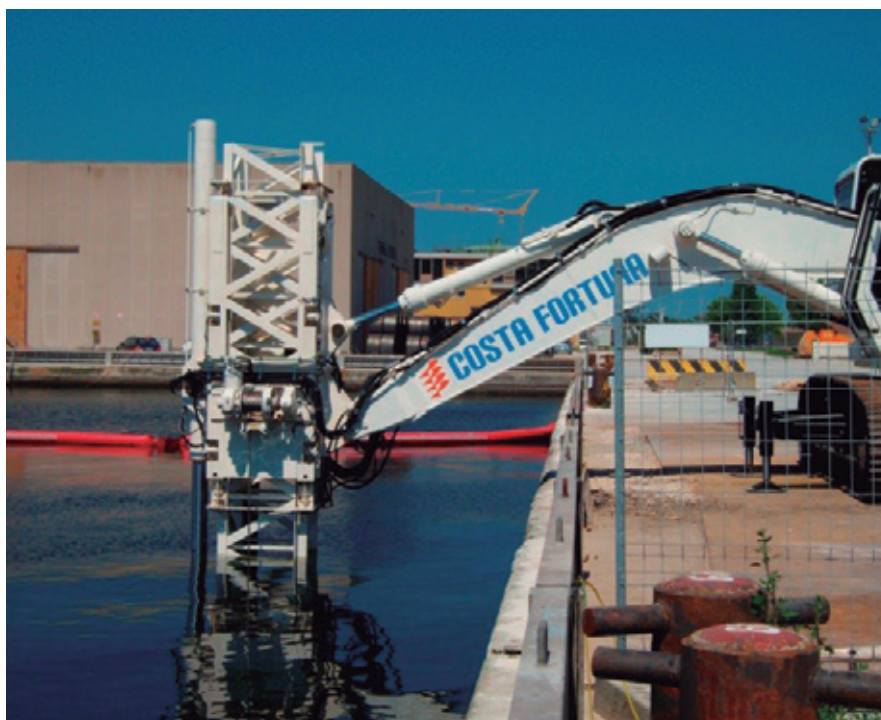


Imagen 25 - Localización y uso del brazo hidráulico del equipo sobre el muelle del puerto.



Imagen 26 - Pantallas operacionales de la cabina 02.

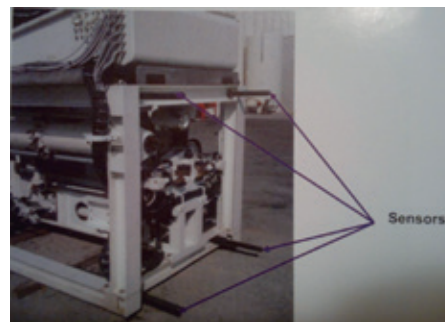


Imagen 27 - Sensores retráctiles de la parte delantera del equipo

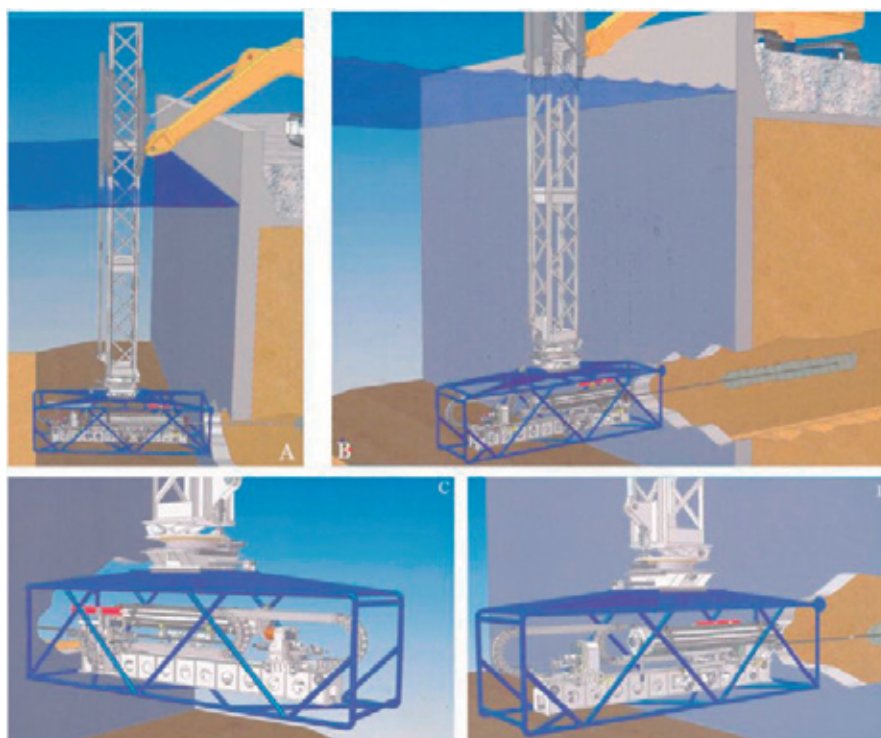


Imagen 28- Perforación e Inyección UWA

6 . Sexta Fase:

Se trata del control operacional que es realizado durante todo el proceso de confección de un elemento sumergido.

Sensores electrónicos distribuidos

por todos los equipos controlan y registran todos los datos de las actividades llevadas a cabo durante la confección de un Jet Grouting Armado, y son fácilmente visualizadas, en tiempo real, desde la cabina de control 02.

De esta forma, todos los datos relevantes son reflejados en un informe específico a través de un software desarrollado para tal fin, conforme ilustrado a continuación:



Imagen 29 - Detalles de los datos recogidos en tiempo real.



Imagen 30 - Pantallas operacionales de la cabina 02.

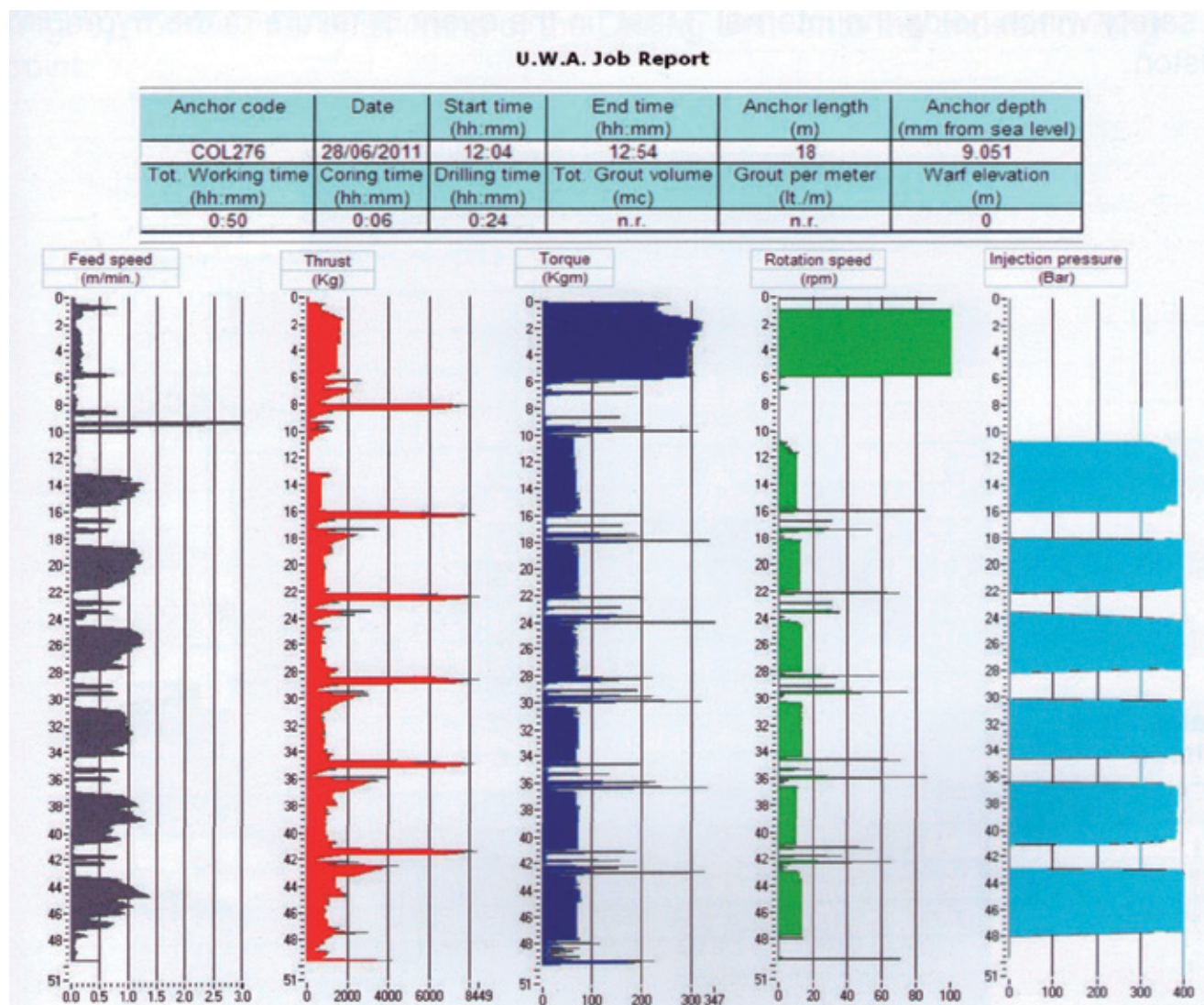


Imagen 31 - Informe y registro padrón para tirantes sumergidos.

- Casos típicos de Proyecto

Según lo explicado anteriormente, se aplica esta tecnología a obras portuarias generales marítimas o fluviales, y tiene como objetivo la creación de un vínculo de apoyo intermediario a una contención existente para situaciones de apoyo estructural o una expansión portuaria como rebajamiento de colados para operación de buques mayores.

Las imágenes 32 y 33 ejemplifican dos proyectos recién realizados en el mundo:

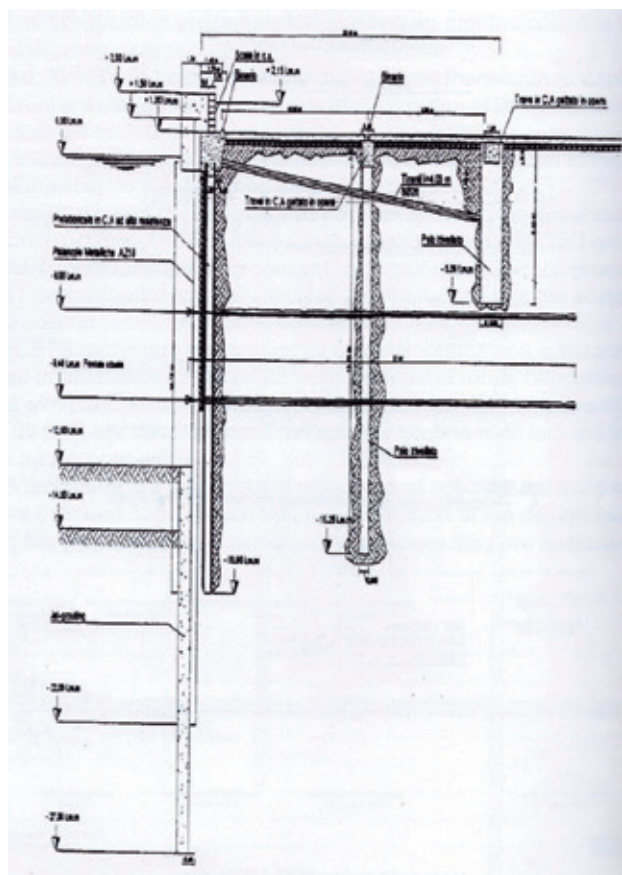


Imagen 32 - Creación de dos líneas de tirantes sumergidos para estructurar y posibilitar el rebajamiento del calado portuario.

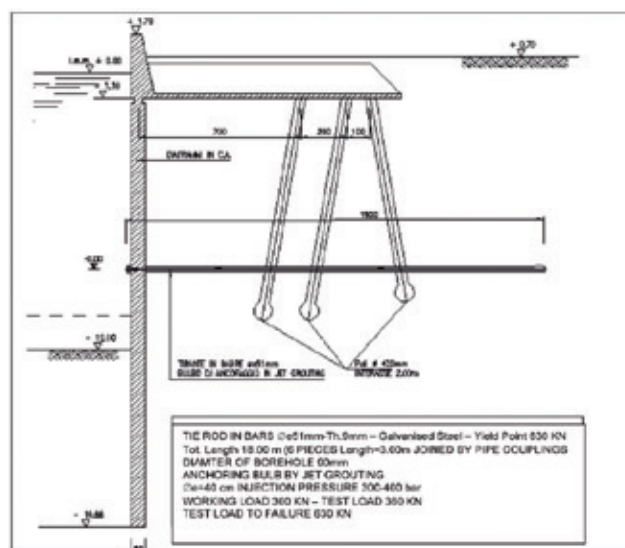


Imagen 33 - Puerto de Ravena - Italia. Creación de una línea de tirante sumergido para posibilitar el rebajamiento del calado portuario. 1100 unidades producidas.

4. HISTÓRICO DE CASOS EN TERRITORIO BRASILEÑO

- Jet Grouting Armado

La obra pionera en territorio nacional donde se utilizó la técnica de Jet Grouting armado fue realizada utilizándose tubos metálicos lisos tipo API 5CT. La obra está localizada en un puerto en el estado de Santa Catarina, para las obras de refuerzo estructural, rebajamiento de calado y expansión de actividad portuaria.

Se utiliza la técnica como alternativa para sustituir los pilotes raíz previamente utilizadas en el proyecto, para ello se trata de una

aplicación para fundaciones profundas.

La concepción del proyecto previó la ejecución de una línea de pilotes verticales e inclinadas en la retro área portuaria, unida mediante un sistema creativo de vigas y transferencia de esfuerzos a la extremidad del muelle de atraque de los buques.

El objetivo es crear una traba como tope en la estructura existente para darle a la estructura las condiciones necesarias para soportar los nuevos movimientos

de flexión a los que las contenciones estarán sujetas después del rebajamiento del 3,0 del calado actual. Además, esta línea de estancación fue proyectada para absorber los nuevos esfuerzos horizontales para el atraque de buques mayores.

Contando los verticales y los inclinados, fueron realizados más de 1.300 elementos de este tipo. La longitud proyectada para los pilotes es de 40 m.

A continuación se muestra un esquema típico del proyecto:

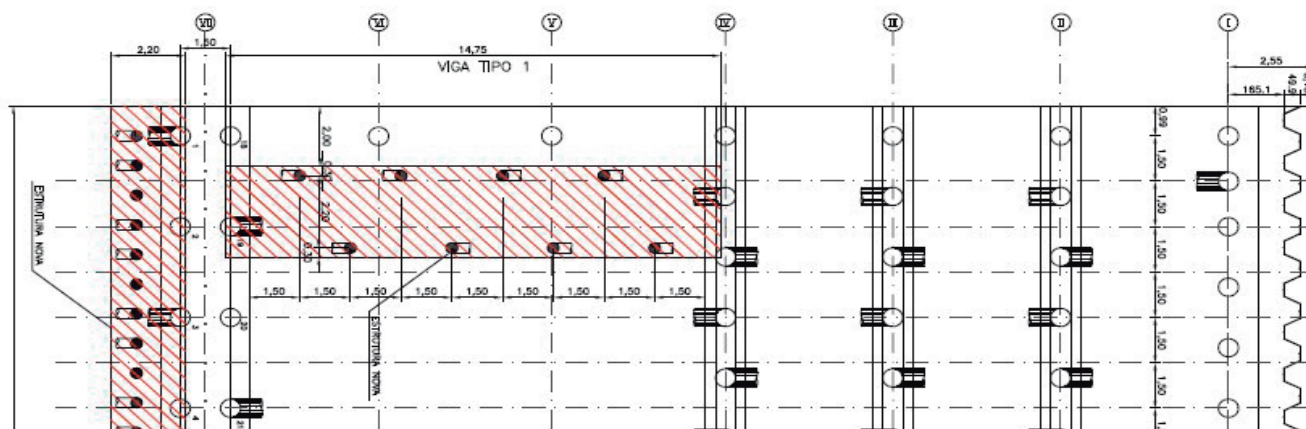


Imagen 34 - Dibujo típico del proyecto.

Los esfuerzos de trabajo de los pilotes son de 80 tf para compresión, 70 tf para tracción y 5tf de esfuerzo horizontal.

Por tratarse de una nueva técnica empleada en territorio nacional, se realizó una extensa campaña de tests, incluyendo paramétricos para definiciones de geometría y propie-

dades geomecánicas de columnas, así como pruebas de carga estáticas que fueron ejecutadas con el 100% de aprobación, demostrando la eficacia de la técnica.

En este caso, hubo incluso revisión de proyecto considerando reducciones significativas de la longitud de los pilotes.



Imagen 35 - Ejecución de columnas miniJET® inclinadas mediante el uso de una perforadora con tecnología punta para servicios especiales.



Imagen 36 - Exhumación de pilotes test ejecutados.



Imagen 37 - Vista de dos estacas test realizadas con parámetros diferentes de inyección.



Fig. 38 - Execução de uma prova de carga estática à compressão e tração.

En esta obra, los diámetros medios de unos 55cm son obtenidos en arenas compactas y arcillas medias. Las pruebas de carga estáticas fueron llevadas dos veces a lo que sería dos veces la carga de trabajo, es decir, a 160tf.

Al lado se muestra la curva carga vs desplazamiento a la compresión y a la tracción:

- Compresión:

Resultados: Deformación total en la carga máxima 160tf+ <25,0mm; Deformación total para carga de trabajo 80tf= 6.72mm; Recalque residual o permanente + 7,97mm.

- Tracción

Resultados: Deformación total para carga máxima 80tf=15,94mm; Deformación total para carga de trabajo 60tf=11,00mm.

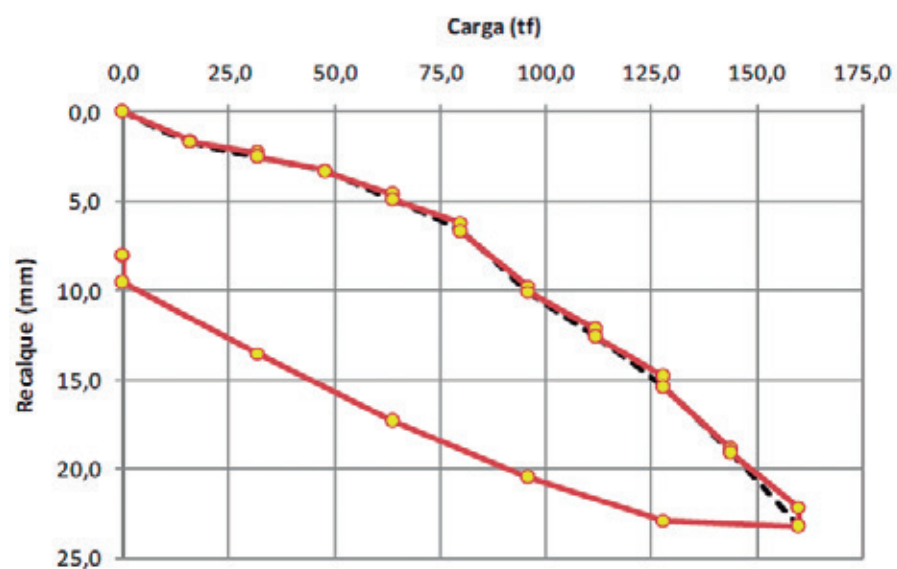


Imagen 39 - Curva carga por desplazamiento prueba de carga a la compresión.

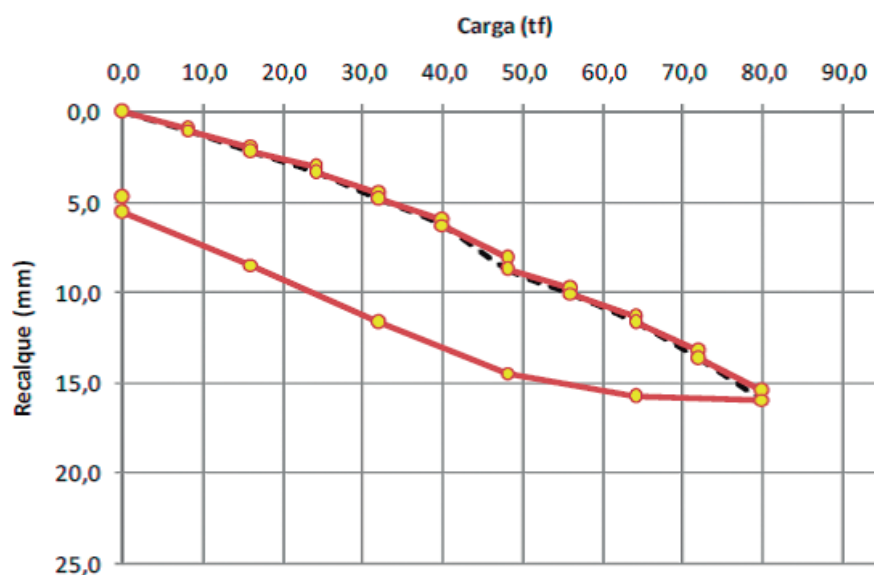


Imagen 40 - Curva carga por desplazamiento prueba de carga a la tracción.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Debido a su versatilidad de uso y funciones, esta tecnología puede ser la solución a cualquier obra de ingeniería, siendo éstas nuevas o de refuerzo.

La principal ventaja del sistema está íntimamente ligado a la alta productividad y fiabilidad cualitativa del sistema.

A partir del histórico del caso descrito, se consideran constatados dichos argumentos de productividad y fiabilidad. En la obra, son ejecutados en media cuatro elementos en cada turno con longitud de hasta 40m/elemento.

Cada elemento sustituye a un pilote raíz de la misma longitud. Para pilotes raíz se alcanzarían, como máximo dos elementos diarios, es decir, 80m/día. De esta forma, en este caso el beneficio de productividad anticipará el término de las obras a la mitad del plazo, con cronogramas claramente adelantados.

La solución de refuerzo estructural para posterior rebajamiento del calado mediante el uso de tirantes sumergidos presenta un beneficio de productividad aún mayor, puesto que elimina servicios de refuerzos adicionales, tales como el aumento de empujes pasivos de ficha o incluso más cuando se compara con proyectos que contemplan nuevos paramentos frontales a estructuras portuarias.

Comparándose de forma individual los elementos de Jet Grouting armado con técnicas tradicionales se observa una excelente competitividad en costos con una mayor productividad.

Después de muchas obras concluidas y muchos tests realizados, la técnica ya cuenta con la normalización europea y la norteamericana, actualmente utilizadas en el territorio nacional.



Imágenes 41 y 42 - Cantera de obra en el puerto en Santa Catarina - Brasil





6. CASOS DE OBRAS

5.1. Modena - Italia

Fecha: Janeiro a Março de 2005

Tipo de Servicio: Columnas miniJET® para reforço das fundações do Edifício "Geminiano" .

Terreno: As condições do subsolo basicamente consistem numa camada de aterro heterogêneo acima do substrato de argila orgânica e argila.

• Total de columnas miniJET® ejecutadas	• 300 unidades
• Longitud de las columnas miniJET®	• 10,0 m
• Tipo de suelo tratado por la tecnología miniJET®	• Materiales de relleno (tierra) sobre sustrato de arcilla limosa y arcilla.
• Capa Freática	• Aproximadamente a 2,0m de la superficie
• Diámetro mínimo de las columnas miniJET®	• 300 mm
• Presión de inyección miniJET®	• 300 Bar
• Material utilizado en la obra de miniJET®	• Barras auto-perforadoras tipo R32, 1,5/cada (Carga de Ruptura: 54tf, Carga de Desagüe: 46tf, Carga de trabajo sugerida: 30tf.)
• Carga máxima de trabajo para las columnas miniJET®	• 8,0 tf



5.2. Mogliano V.to (TV) – Italia

Fecha: Junio de 2005

Tipo de Servicio: Micro-pilotes y pilotes perforados moldeados "in loco"

Terreno: Las condiciones del subsuelo (sedimentos fluviales y lacustres) se caracterizan por arenas, sedimentos arenosos y arcilla.

• Total de columnas miniJET® ejecutadas	• 3 unidades
• Longitud de las columnas miniJET®	• 18,0 m
• Tipo de suelo tratado por la tecnología miniJET®	• Arenas, sedimento arenoso y arcilla.
• Capa Freática	• Aproximadamente a 1,0 m de la superficie.
• Diámetro mínimo de las columnas miniJET®	• 300 mm
• Presión de inyección miniJET®	• 350 Bar
• Material utilizado en la obra de miniJET®	• Barras auto-perforadoras tipo R38, L=3.000mm/cada (Carga de Ruptura: 58tf, Carga de Desagüe: 48tf, Carga de trabajo sugerida: 32tf.)
• Carga máxima de trabajo para las columnas miniJET®	• 30 tf



5.3. Viareggio (LU) - Itália

Fecha: Diciembre de 2005

Tipo de Servicio: miniJET® Tirantes provisionales

Terreno: Las condiciones del subsuelo consisten en depósitos de arenas marinas.

• Total de columnas miniJET® ejecutadas	• 45 unidades
• Longitud de las columnas miniJET®	• 12,00 m (Espacio libre: 4,00 m; Espacio anclado: 8,00 m)
• Tipo de suelo tratado por la tecnología miniJET®	• Arenas marinas
• Capa Freática	• Aproximadamente a 0,5 m de la superficie.
• Diámetro mínimo de las columnas miniJET®	• 400 mm
• Presión de inyección miniJET®	• 350 Bar
• Material utilizado en la obra de miniJET®	• Barras auto-perforadoras tipo R38, L=3.0 m/cada (Carga de Ruptura: 58tf, Carga de Desagüe: 48tf, Carga de trabajo sugerida: 32tf.); trecho libre protegido con camisa de PVC
• Carga máxima de trabajo para las columnas miniJET®	• 20,0 tf



5.4. Genova (GE) - Itália

Fecha: Fevereiro e Março de 2005

Tipo de Servicio: miniJET® tirantes permanentes

Terreno: O subsolo é constituído basicamente por areias marinhas. Por se tratar de tirante permanente em ambiente agressivo (marinho) as barras de aço, luvas, foram galvanizadas e todo o trecho livre foi protegido com revestimento de polietileno

• Total de columnas miniJET® ejecutadas	• 50 unidades
• Longitud de las columnas miniJET®	• 24,00 m (Espacio libre: 15,00 m; Espacio anclado: 9,00 m)
• Tipo de suelo tratado por la tecnología miniJET®	• Arenas marinas y sedimentos
• Capa Freática	• Nivel del Mar
• Diámetro mínimo de las columnas miniJET®	• 400 mm
• Presión de inyección miniJET®	• 400 Bar
• Material utilizado en la obra de miniJET®	• Barras auto-perforadoras tipo R51, L=3.000mm/cada (Carga de Ruptura: 80tf, Carga de Desagüe: 63tf, Carga de trabajo sugerida: 42tf.); trecho libre protegido con camisa de PVC
• Carga máxima de trabajo para las columnas miniJET®	• 8,0 tf

