



# PF<sup>®</sup>

# Rivista Italiana delle Perforazioni & Fondazioni

## > MACCHINE

La nuova perforatrice Fraste FS 600 per pozzi profondi

## > GRANDI OPERE

Le grandi TBM al lavoro negli Stati Uniti

## > DIFESA DEL SUOLO

Pareti chiodate a verde in accordo con UNI EN 14490

## > RICERCA E SVILUPPO

La stabilizzazione del Tumulo di Kosciuszko

## > DAL CANTIERE

Nuove prospettive per le perforazioni





# La nuova sopraelevata "Sheikh Jaber Al-Ahmad"

**L'azienda è attualmente impegnata in un imponente progetto a Kuwait City, dove sta partecipando alla costruzione di un attraversamento di 37 km che prende il nome dell'ultimo Emiro dell'Emirato Arabo**

Il progetto "Sheikh Jaber Al-Ahmad", per un importo di circa 3,7 miliardi di dollari americani, prevede la costruzione di una sopraelevata di 37 km che attraverserà la baia del Kuwait e collegherà il porto di Shuwaikh alla località di Subiya, dov'è previsto un secondo progetto, del valore di circa 77 miliardi di dollari americani, per la costruzione di Silk City, un porto franco lungo l'antica "via della seta" che collegherà idealmente il Medio Oriente all'Europa.

Silk City, al confine con l'Iraq, sarà una città di circa 700.000 abitanti, dove tra l'altro è prevista la costruzione della tor-

re più alta al mondo; sempre in prossimità della nuova città, sull'isola di Bubyān, è in fase di completamento, per altri svariati miliardi di dollari, un porto per navi container. Il progetto prevede, oltre alla sopraelevata che attraversa la baia, un ponte principale con campata da 200 m, una strada sopraelevata e 5 km di vie d'accesso all'area di Subiya. Del progetto faranno parte integrante due isole artificiali, di 30 ettari circa, destinate alle strutture di manutenzione della sopraelevata, nelle quali saranno previsti – oltre a punti di sosta e rifornimento – anche due piccoli porti turistici. (Figura 1)



Figura 1: Tracciato della nuova sopraelevata che attraverserà la baia di Kuwait

### Obiettivi e dettagli del progetto

Diverse le finalità del progetto "Sheikh Jaber Al-Ahmad": la riduzione a meno di 30 minuti del tempo di attraversamento della baia, che oggi è pari a circa 90 minuti percorrendo la strada litoranea; la creazione di nuovi percorsi autostradali per facilitare lo sviluppo pianificato a nord di Kuwait City; una maggiore integrazione tra le regioni settentrionali del paese e quelle centrali e meridionali densamente popolate; la riduzione della congestione del traffico nelle arterie circostanti.

La Combined Group Contracting Company (CGCC), società kuwaitiana attiva come contraffittista per la posa di pipeline nel settore oil & gas e in quello della costruzione di strade e gallerie, e la coreana Hyundai Engineering and Construction Co., Ltd. (HDEC) sono i due contraffittisti

dell'opera. La durata del progetto, che ha avuto inizio nel novembre del 2013, è prevista in 1.827 giorni (circa cinque anni): si concluderà quindi nel 2018.

Il progetto prevede l'esecuzione di oltre 1.200 pali e la Trevi Foundation Kuwait ha acquisito, dai due contraffittisti, l'esecuzione di 760 pali, a terra e in acqua. Questi, eseguiti con la tecnica della perforazione in presenza di fluido di sostegno dello scavo, presentano un diametro di 2.500 mm a terra e 3.000 mm in acqua, per profondità variabili da 30 a 84 m (vincoli ambientali hanno imposto l'utilizzo di polimeri biodegradabili per il confezionamento del fluido di sostegno dello scavo).

Il contratto di Trevi Foundation Kuwait prevede la posa in opera dei rivestimenti metallici permanenti e temporanei, di tutti i

2.500 mm a terra e a mare e di parte dei 3.000 m, lo scavo dei pali, il posizionamento dell'armatura e il getto del calcestruzzo. I terreni lungo l'asse della sopraelevata sono costituiti prevalentemente da sabbie (da sciolte a molto addensate) e da argille (da molto soffici a soffici). Lungo le sezioni stratigrafiche sono comunque presenti livelli superficiali di "Caprock" con fossili, sabbie cementate, ghiaie quarzifere sciolte e cementate. La natura dei terreni, combinate con i diametri e le profondità da raggiungere, ha portato i tecnici di cantiere a utilizzare i modelli più prestazionali del parco macchine Trevi.

Per i pali a terra si sono quindi scelte una SR-100 e una R-930 (che oggi nella gamma Soilmec è divenuta la SR-95); per i pali in acqua, dovendo operare da pontone e quindi con raggi di lavoro importanti, e dovendo raggiungere le profondità di 84 m, la scelta è caduta su di una gru SC-120 equipaggiata con l'applicazione rotary SA-40. (Figura 2)

### Il dettaglio degli interventi

La SA-40, sicuramente l'attrezzatura più interessante presente in cantiere, è fondamentalmente l'evoluzione "idraulica" della famosa RT3-S di Soilmec. Si tratta, in entrambi i casi, di rotary che possono essere montate su una classica gru, ma a differenza della RT3-S, equipaggiata con un proprio motore termico, la SA-40 sfrutta la potenza fornita dalle pompe idrauliche della gru sulla quale è montata. Si tratta quindi di un classico esempio di kit di trasformazione per rendere multifunzionale una gru Heavy Duty. (Figura 3)



Figura 2: La scelta, per quanto riguarda i mezzi da utilizzare nel progetto, è ricaduta sui modelli SR-100, SC-120 con rotary SA-40 e R-930

Figura 3: La SA-40 su gru Soilmec



La rotary idraulica – in grado di generare una coppia massima di 413 kNm con numero di giri variabile da 16 a 65 giri/min – scorre su un supporto verticale incernierato a un telaio inferiore fissato alla base della gru. Due cilin-

dri idraulici collegati al corpo della gru consentono di inclinare il telaio di base per variare il raggio di lavoro, solitamente pari a oltre 6 m. Questo è uno degli aspetti principali, lavorando da pontone, per poter raggiungere

agevolmente l'asse del palo da scavare; tale raggio di lavoro è quello che consente di eseguire pali di diametro fino a 4.000 mm.

Una seconda coppia di cilindri, interposti tra il supporto verticale e il telaio inferiore, vengono utilizzati per mantenere l'asse verticale della rotary e del kelly, sospeso alla fune dell'argano principale della gru. Un sistema di pull-down a cilindro consente di applicare una forza di spinta alla rotary e, quindi, a un eventuale kelly a bloccaggio meccanico, pari a 180 kN; la corsa del pull-down è pari a 2.840 mm.

I kelly utilizzabili sono sia a bloccaggio meccanico che a frizione, a quattro o cinque elementi e di lunghezze variabili da 14 a 22 m: questo è l'ulteriore vantaggio di quest'applicazione, nella quale la definizione della lunghezza dei kelly è molto meno rigida rispetto a una perforatrice tradizionale, potendo aumentare la lunghezza del braccio della gru per ospitare kelly più lunghi senza il vincolo della lunghezza dell'antenna sulle macchine tradizionali.

Figura 4: Pontone con l'impianto del polimero



Per la realizzazione dei pali in acqua si è attrezzato un pontone – largo circa 20 m, per una lunghezza di circa 74 m – movimentato da rimorchiatori e ancorato a corpi morti, appositamente disposti sul fondale, attraverso quattro verricelli fissati a due a due sui lati dell'imbarcazione.

Quattro "zampe" in acciaio – da 1.200 mm di diametro e 25 m di lunghezza, disposte in prossimità dei verricelli – vengono calate sul fondale per stabilizzare il pontone una volta posizionato in corrispondenza dei pali da scavare. Sul pontone trovano posto la SC-120 con SA-40, una gru di servizio per la posa in opera della gabbia di armatura, una pala meccanica di servizio e le vasche dell'impianto di confezionamento e gestione del polimero. (Figura 4)

Al pontone principale vengono poi accostati altri natanti adibiti al trasporto delle gabbie di armatura e all'allontanamento del materiale di risulta dello scavo. (Figura 5)

Le fasi d'esecuzione dei pali sono quelle classiche del lavoro in acqua e prevedono: la posa in opera di un rivestimento metallico permanente infisso nel fondale e sporgente in superficie; lo scavo del terreno all'interno del rivestimento e fino alla quota di fondo palo; il ricircolo del polimero e la pulizia del fondo palo (in questo caso utilizzando un sistema di air-lifting calato al fondo dello sca-



Figura 6: Particolare dello scavo di un palo

vo); la posa in opera dell'armatura metallica; il getto finale del palo con calcestruzzo.

Il materiale di risulta viene direttamente scaricato su cassoni stagni per essere poi evacuato senza arrecare alcun tipo di inquinamento alle acque della baia. Il bucket è stato dimensionato dell'altezza massima consentita dal tiro disponibile all'argano principale della gru. In sommità al casing viene montata una pedana di lavoro per operare in sicurezza a bocca foro, dimensionata come "vasca di espansione" per il polimero, in mo-

do da evitare possibili sversamenti in mare durante le fasi di discesa e risalita dell'utensile e durante la posa della gabbia di armatura e del calcestruzzo. (Figura 6)

Raggiunta la quota di fondo scavo si procede alla posa della gabbia di armatura. Una specifica del progetto è relativa al collegamento degli spezzoni di queste ultime: normalmente questo collegamento prevede una semplice sovrapposizione delle barre verticali con impiego di morsetti in numero sufficiente a sostenere la gabbia



Figura 5: Panoramica dell'area di lavoro



Figura 7: Posa in opera della gabbia di armatura

all'interno dello scavo prima del getto; per questo progetto è invece richiesto l'accoppiamento di tutte le barre verticali con dadi filettati. (Figura 7)

Per questo è stato necessario costruire gli elementi di gabbia con speciali attrezzaggi che garantissero la corretta posizione di tutte le barre. (Figura 8)

### Soluzioni "su misura"

Per il getto di un palo in acqua, realizzato



Figura 8: Assemblaggio di un elemento di gabbia di armatura

alla profondità massima di 84 m, sono necessari teoricamente 594 m<sup>3</sup> di calcestruzzo. L'operazione del getto è una delle fasi più delicate dell'intero processo: deve essere eseguita senza interruzioni e con un'adeguata velocità per garantire la corretta risalita del polimero, spiazzato dal calcestruzzo che risale dal fondo del palo, e per evitare discontinuità nella massa del calcestruzzo nel caso d'interruzione della sua risalita.

La soluzione adottata è stata pertanto

quella di utilizzare due pontoni sui quali si sono installati due impianti di confezionamento del calcestruzzo; su ogni pontone è presente una pompa calcestruzzo, con un adeguato braccio di alimentazione che consente di raggiungere la posizione del palo da gettare. (Figura 9)

Per velocizzare la fase di getto si è anche utilizzato un tubo getto di diametro maggiorato rispetto allo standard e pari a 343 mm, con un imbuto getto di capacità pari a 1,6 m<sup>3</sup>, in grado di garantire una portata di calcestruzzo, in fase di getto, fino a 80 m<sup>3</sup>/h. (Figura 10)

Per l'esecuzione dei pali a terra e per i pali del temporary bridge, dove la profondità del fondale è modesta, si è utilizzato un sistema di scavo a doppio casing. Per i pali a terra un casing esterno con diametro 3.000 mm veniva infisso con la funzione di stabilizzare il terreno e recuperato al termine del getto del palo; sul temporary bridge il casing esterno veniva lasciato in opera dopo l'estrazione del casing interno per essere utilizzato successivamente come cofferdam per la pulizia e preparazione della testa palo e per la realizzazione della colonna portante superiore. (Figura 11 e 12)

Al termine dello scavo, un tubo in acciaio attrezzato con una pedana di lavoro viene posto in opera per alzare il piano di lavoro



Figura 9: I due pontoni attrezzati per il getto del calcestruzzo e un dettaglio della fase di getto. Nella foto sono chiaramente visibili i bracci articolati, di colore rosso, che trasportano il calcestruzzo a bocca palo. I due bracci articolati sono posizionati in corrispondenza dell'imbuto del tubo getto che trasporta poi il calcestruzzo a fondo palo



**Figura 10:** Viste aeree di un'area di cantiere



**Figura 11:** Alcune fasi della lavorazione: posa dei tubi in acciaio, scavo di un palo e particolare dell'attrezzatura di scavo per la realizzazione di pali sulla battigia



**Figura 12:** Fasi di sollevamento di uno spezzone di gabbia d'armatura, realizzate utilizzando due gru e appositi bilancieri per evitare di flettere la gabbia in questa fase, con pregiudizio del collegamento a bocca foro con lo spezzone già in opera. Anche per i pali a terra era ovviamente richiesto il collegamento di tutte le barre verticali con dadi filettati



**Figura 13:** Tubo attrezzato con pedana di lavoro per evitare spargimenti di polimero

ed evitare spargimenti di polimero durante le fasi di posa in opera della gabbia di armatura e del calcestruzzo. (**Figura 13**)

I pali a terra vengono gettati con la medesima metodologia di quelli in acqua. Si utilizzano due pompe da calcestruzzo con bracci articolati; a terra le pompe sono alimentate da autobetoniere, sempre in numero di due a pompa per garantire la necessaria velocità di getto e utilizzando il medesimo tubo getto di diametro maggiorato. (**Figura 14**)



**Figura 14:** Vista aerea della fase di getto di un palo a terra

**INFO**



Trevi  
www.trevispa.com