

worldwide leader in the foundation engineering field

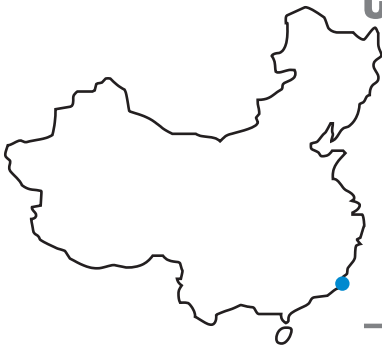


REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



HZMB Project

Hong Kong Special Administrative Region of
CHINA P.R.



Jet Grouting
Jet Grouting

Cliente: Owner:	HIGHWAYS DEPARTMENT OF CHINA P.R.
Contrattista principale: Main Contractor:	CHINA HARBOUR ENGINEERING Co Ltd
Durata dei lavori: Duration of work:	2015

Introduzione

Tre delle maggiori città cinesi - Hong Kong, Macao e Zhuhai - sono state da poco connesse da una serie di ponti, tunnel, strade di collegamento e strutture che garantiscono un link diretto tra le rive est e ovest del delta del Pearl River. **In questo progetto, una parte fondamentale, per un costo di 10 miliardi di dollari, è la costruzione del gigantesco ponte Hong Kong - Zhuhai - Macao che è iniziata nel 2009 ed è da poco terminata.**

Il progetto presentava sfide decisamente impegnative nella costruzione e stabilizzazione di un'isola artificiale, centrale per il progetto. Infatti, una parte rilevante dello stesso, denominata **Hong Kong Boundary Crossing Facilities (HKBCF)**, funziona come canale di trasporto con strutture doganali per il passaggio di beni e persone attraverso il ponte. Il HKBCF è situato su un'isola artificiale di 150 ettari creata in acque aperte a nord-est dell'Aeroporto Internazionale di Hong Kong.

Introduction

Three major cities in China - Hong Kong, Macau, and Zhuhai - will soon be connected by a series of bridges, tunnels, link roads, and boundary crossing facilities, providing a new direct link between the east and west banks of the Pearl River Delta for passenger and freight land transportation. **At the expected cost of approximately \$10.6 billion US dollars, the construction of the massive Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge project began in December 2009 and it has been just completed.**

However, it faces daunting challenges as they combat nature to build and stabilize an artificial island that is central to the project. A major project component is the **Hong Kong Boundary Crossing Facilities (HKBCF)** that will serve as a transportation hub and provide clearance facilities for goods and passengers using the bridge. The HKBCF is located on a 150-hectare artificial island that was reclaimed from open waters just northeast of the Hong Kong International Airport.



Il punto di arrivo delle strade di collegamento e dei tunnel utilizza 20 dei 150 ettari disponibili. I rimanenti 130 ettari sono utilizzati per le strutture HKBCF destinate all'ispezione di veicoli e passeggeri, per uffici dell'immigrazione, dogana e accise, per un interscambio del trasporto pubblico e un sistema di sorveglianza per il controllo del traffico.

La barriera marina dell'isola artificiale è stata costruita utilizzando un approccio diverso da quello convenzionale (che prevede il dragaggio del fango morbido fino al substrato roccioso rimpiazzandolo con sabbia marina). Il nuovo metodo si basa sull'utilizzo di cassoni di acciaio larghi 30 metri calati in mare a qualche metro l'uno dall'altro e poi uniti da un muro di acciaio flessibile. Mano a mano che il fango viene estratto dal centro, ogni cassone da 450 tonnellate si abbassa automaticamente verso gli strati più duri.

Per stabilizzare il fango marino morbido dell'isola, prima di costruire le strutture per l'attraversamento e i punti di arrivo del tunnel, sono state adottate misure aggiuntive di rafforzamento del terreno.

Trevi Hong Kong ha partecipato a questi sforzi di stabilizzazione realizzando colonne di jet grouting in un'area chiave dell'isola.

The landing points for the link roads and tunnels utilize 20 hectares of the island. The remaining 130 hectares are used for the HKBCF cargo, passenger, and vehicle inspection facilities; offices for the immigration, customs, and excise departments; road networks; and a public transport interchange and traffic control surveillance system.

The artificial island's sea wall was built using a new, non-dredge approach. Large 30-meter-diameter steel caissons were dropped into the sea a few meters apart and joined by a flexible steel wall. As the mud was dug out from the middle, each 450-ton caisson drove itself down towards the hard strata. This new reclamation technique was used instead of the conventional approach of dredging out the soft mud down to the bedrock and replacing it with marine sand.

Additional ground strengthening measures were also needed to help stabilize the island's soft marine mud before constructing boundary crossing facilities and tunnel landing points.

Trevi Hong Kong joined these stabilization efforts by installing jet grout columns in a key area of the island.

Il lavoro Trevi

Trevi Hong Kong ha realizzato 450 colonne di jet grouting con diametri che variano tra 1.2 e 3 metri fino a una profondità di 35 metri.

Il jet grouting è stato realizzato perforando fino alla profondità richiesta, poi, in fase di risalita, pompando ad alta pressione il fluido attraverso gli ugelli sul fondo dell'asta di perforazione. Una combinazione di aria e fanghi cementizi è stata iniettata come agente di consolidamento, usando il sistema bi-fluido TREVIJET T1/S. Sono state usate quattro pompe ad alta pressione Soilmec 7T-600J con pistoni da 4 pollici per realizzare le colonne di grande diametro e una pompa Soilmec 7T-505 per le colonne di diametro inferiore. Sei perforatrici idrauliche Soilmec SM-20 sono state messe in campo per questo cantiere. Le perforatrici erano tutte equipaggiate con un sistema di monitoraggio per i principali parametri di perforazione e di jetting (inclusi profondità, velocità di perforazione, velocità di rivoluzione dell'asta, coppia, pressione, tempo di perforazione e di jetting, deviazione della colonna, inclinazione).

Trevi Works

Trevi Hong Kong installed 450 jet grout columns with diameters ranging from 1.2 meters to 3.0 meters to a depth up to 35 meters.

The jet grouting was performed by drilling a hole to the required depth, followed by rotating and extracting the drill rod while simultaneously pumping high pressure fluid through nozzles at the foot of the drill string. A combination of air and cement grout slurry was injected as the breaking-up and consolidation agents, using the TREVIJET T1/S bi-fluid system. Four Soilmec 7T-600J high pressure pumps with 4-inch pistons were used to install the large-diameter grout columns and a single Soilmec 7T-505 pump was used for the small-diameter columns.

Six Soilmec SM-20 hydraulic drilling rigs were deployed for this jet grouting construction. The drilling rigs were all equipped with a monitoring system that displayed on a built-in LCD screen and recorded on a dedicated memory disk the main drilling and jetting parameters, including depth, drilling rate, string revolution speed, drilling torque, grout pressure, grout



Le condizioni geologiche dell'isola artificiale hanno messo a dura prova gli sforzi di stabilizzazione. Lo strato più superficiale del terreno di circa 8,5 metri di sabbia è infatti seguito da circa 18,5 metri di fango marino molto morbido. Trevi ha dovuto effettuare una perforazione attraverso questi strati fino ad arrivare a trattare il terreno per almeno un metro nel materiale alluvionale sottostante.

Le perforatrici Soilmec, fornendo ottime performance, hanno consentito a Trevi di mantenere un ritmo di produzione molto alto (una media di 8 colonne di jet grouting al giorno!).

Rifornire un'isola

Trevi Hong Kong ha realizzato il jet grouting rispettando una scadenza strettissima di 2 mesi e mezzo. Questa esigenza ha comportato una sfida nella sfida sottoponendo a ritmi inusuali le consegne di rifornimenti di cemento all'isola, dato l'altissimo tasso di consumo. Trevi ha utilizzato quattro chiatte con una capacità di 1.200 tonnellate per trasportare il cemento da una fabbrica in Cina al cantiere sull'isola in modo da prevenire qualsiasi interruzione o ritardo nel rifornimento di cemento.

and air flow rate, drilling and jetting time, column deviation, and x and y inclination. The artificial island's geological conditions challenged the stabilization efforts. The top ground layer of about 8.5 meters of sand fill is followed by approximately 18.5 meters of very soft marine mud. Trevi Hong Kong needed to penetrate through the soft sand fill and marine mud into at least 1 meter of the alluvium material that rests below.

The Soilmec drilling rigs performed beautifully, helping Trevi Hong Kong maintain an aggressive production schedule of at least 8 jet grout columns per day.

Supplying an Island

Trevi Hong Kong performed the jet grouting on a very tight schedule within 2.5 months. This translated into a demanding schedule for supply delivery to the island, given the required high rate of cement consumption. Trevi Hong Kong used four barges with a capacity of 1,200 tons to transport cement from a factory in China to the jobsite on the island in order to prevent any interruption or delay in cement supply. Two additional barges were equipped with 14 horizontal silos, each with a capacity of

Due chiatte addizionali sono state equipaggiate con 14 silos orizzontali, ognuno con una capacità di oltre 600 tonnellate di cemento, e 4 impianti per miscelare la malta. **Supportata da questa organizzazione, Trevi è stata in grado di produrre più di 1.200 metri cubi di malta per iniezione al giorno.**

In definitiva, la realizzazione del progetto di emergenza è stata portata a termine con tempistiche così strette (*soli 3 mesi!*) da suscitare grande apprezzamento da parte del main contractor.

Works quantity

Columns diam. (mm)	Columns (no.)	Drilling (m)	Jetting (m)
3000	353	9600	9150
2300	153	4000	4200
1200	30	800	750

Courtesy by Baycrest

up to 600 tons of cement, and 4 grout mixing plants. Sea water was used as the water source for drilling and mixing the cement grout. **Given this setup, Trevi was able to produce up to 1,200 cubic meters of cement grout per day.**

In the end, the realization of the emergency project was concluded respecting a deadline that was so short (only 3 months) that the main contractor really appreciated the work of Trevi Hong Kong.



5819, via Dismano - 47522 **Cesena** (FC) - Italy
Tel. +39.0547.319311 - Fax +39.0547.318542
e-mail: intdept@trevispa.com
www.trevispa.com



TREVI CONSTRUCTION CO.LTD.
7 th floor, Sun Kwong Industrial Building,
1059 -1061 Tung Chau West Street
Kowloon - Hong Kong - Ph. 2116 6966 - Fax 2117 0229