

HOT STRIP MILL PROJECT BANG SAPHAN - THAILAND

**Trevimix
Trevimix**

**Pali trivellati
Bored piles**



L'OPERA

Il primo laminatoio a caldo per nastri della Thailandia è in costruzione nella provincia di PRACHUAP KHIRIKHAN, a BANG SAPHAN, circa 400 km a sud di Bangkok.

L'impianto è situato in prossimità del Golfo di Thailandia con uno sbocco al mare ove verrà costruito un porto di servizio dello stabilimento. La SAHAVIRIYA STEEL INDUSTRIES ha previsto la costruzione di un laminatoio in grado di produrre oltre 2,5 milioni di tonnellate/anno di acciaio, di cui circa 100.000 tonnellate di acciaio inossidabile austenitico e ferritico.

In particolare si produrranno:

- Bramme per acciaio al carbonio ed inossidabile di spessore massimo pari a 250 mm e di lunghezza massima pari a 10800 mm.
- Nastri per acciaio inossidabile di spessore massimo pari a 10 mm.
- Rotoli da 31000 kg.

Congiuntamente al laminatoio è prevista la messa in funzione di uno skin pass a caldo per una capacità produttiva di 450.000 ton/anno ed una linea di elettrozincatura.

La produzione del primo rotolo è prevista per il settembre del 1993.

THE PROJECT

The first hot strip mill of Thailand is under construction in the Province of PRACHUAP KHIRIKHAN district, in BANG SAPHAN, at about 400 km south of Bangkok.

The plant is located next to the Gulf of Thailand and a service harbour for the steel plants will be built in the area.

SAHAVIRIYA STEEL INDUSTRIES has planned the construction of a strip mill capable of producing more than 2,5 millions tons/year of steel, about 100.000 tons of which consist of austenitic and ferritic stainless steel.

In particular the following will be produced:

- Thick slabs carbon and stainless steel with maximum thickness of 250 mm and with maximum length of 1800 mm.
- Strips for stainless steel with maximum thickness of 10 mm.
- Coils of 31000 kg.

In addition to the strip mill, a hot skin pass having a productive capacity of 45.000 tons/year and an electric-galvanising line are foreseen.

The production of the first coil is expected by September 1993.



Ente Appaltante: Sahaviriya Steel Ind.
Owner: Bangkok

Contrattista principale: Italthai Trevi
Main contractor: Bangkok

L'INDAGINE GEOGNOSTICA

L'impianto è situato sulla pianura alluvionale formata dagli apporti, particolarmente abbondanti durante la stagione delle piogge, dei fiumi KHLONG BANG SAPHAN e KHLONG MAE RAMPHUNG.

La campagna investigativa è stata condotta da STS ENGINEERING & CONSULTANTS CO. LTD.

In totale si sono eseguiti 71 sondaggi con raccolta di campioni indisturbati e con prove SPT ad intervalli di 1,5 metri; 18 prove CPT e 18 prove di permeabilità.

Nell'intera area si sono posti in opera 31 piezometri.

Un dettagliato programma di prove di laboratorio è stato condotto sui campioni prelevati in sito.

Sulla base delle informazioni ricavate dall'indagine geognostica, la stratigrafia dell'area interessata dal nuovo insediamento industriale è riassumibile in un livello di sedimenti alluvionali recenti e sedimenti marini che poggiano su di un substrato roccioso costituito da alternanze di arenarie, argille scistose e argilliti.

I sedimenti alluvionali recenti consistono di sabbie sciolte e argille plastiche per una profondità variabile da 5 a 16 metri.

I sedimenti marini sono costituiti da alternanze di argille compatte e sabbie dense per una profondità variabile da 16 a 38 metri.

In generale i primi 6 - 12 metri al di sotto del piano campagna sono comunque caratterizzati, indipendentemente dalla natura del deposito sedimentario, da resistenze meccaniche molto basse con valori di NSPT inferiori a 5.

GEOLOGICAL SURVEY

The plant is located on the alluvial plain formed by deposition of soil particles carried by the KHLONG BANG SAPHAN and KHLONG MAE RAMPHUNG rivers, particularly important in rainy seasons.

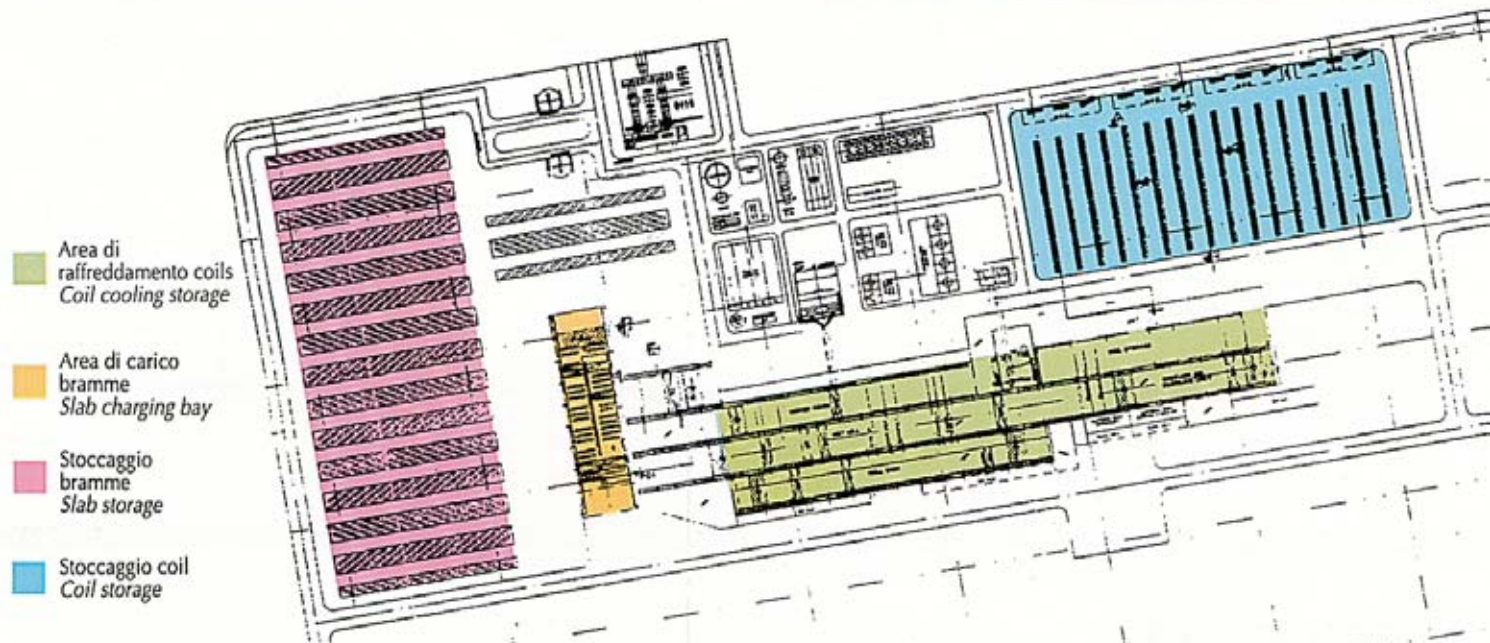
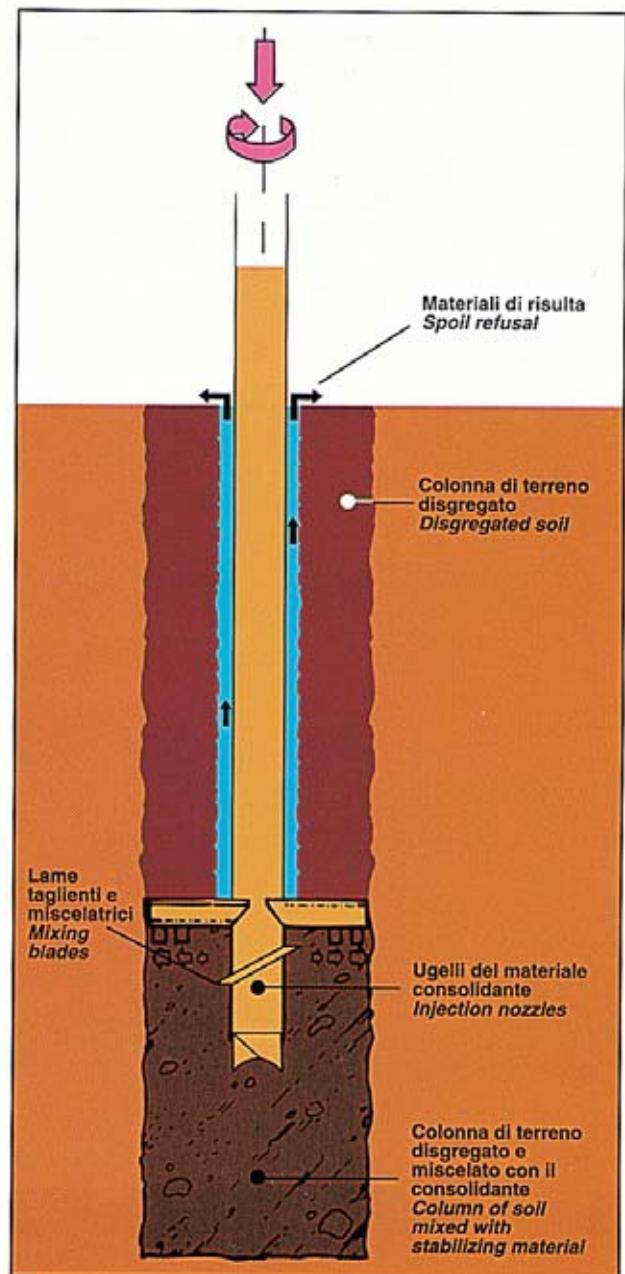
STS ENGINEERING & CONSULTANTS CO. LTD. performed the soil investigation.

71 boreholes with collection of undisturbed samples were carried out together with SPT tests at intervals of 1,5 meters.

18 CPT tests and 18 in situ permeability tests were executed and a total of 31 piezometers have been placed in situ.

A detailed programme of laboratory tests has been carried out on the samples taken in situ.

According to the soil investigation performed on the area involved by the new industrial plant, the stratigraphy can be summarized as a shallow formation made by recent alluvial and marine sediments laying on a bed-rock formed by alternations of sandstones, schistose clays and limestones. Recent alluvial sediments consist of loose sands and plastic clays for a depth varying from 5 to 16 meters.



Marine sediments consist of alternations of hard clays and dense sands for a total depth variable from 16 to 38 meters.

In general, the first 6 - 12 meters below the ground level are characterized by very low mechanical strengths, with NSPT values lower than 5, independently of sediment deposit type.



LE FONDAZIONI PROFONDE

La natura e consistenza dei terreni su cui dovranno poggiare tutte le strutture dell'impianto, ed i notevoli carichi trasmessi dai vari gruppi operativi hanno imposto il ricorso a fondazioni profonde.

In particolare si sono eseguiti:

- 6500 pali battuti di diametro 400 mm profondi 16 metri per una capacità portante (carico di servizio) di 80 ton;
- 610 pali trivellati di diametro 800 mm profondi 25 metri per una capacità portante di 250 ton.

Unitamente alla esecuzione di queste fondazioni profonde si è reso necessario consolidare tutte quelle zone dell'impianto destinate allo stoccaggio delle materie prime ed al deposito dei prodotti finiti.

In tali aree, per una superficie totale di oltre 22.000 mq, dovevano infatti insistere carichi di entità variabile da un minimo di 16 ton/m² sino ad un massimo di 34 ton/m² assolutamente non compatibili con le caratteristiche di capacità portante del terreno naturale.

Tra le diverse possibili tecniche di consolidamento, la scelta dei progettisti e della committente si è orientata alla realizzazione di un trattamento di miscelazione meccanica in situ mediante esecuzione di colonne di terreno consolidato TREVIMIX.

Tale tecnologia è risultata infatti esser l'unica che potesse garantire da un lato il rispetto del valore di resistenza a rottura del terreno consolidato fissato dal progetto in 12 kg/cm² e per contro la possibilità di eseguire l'opera nei tempi previsti e con il migliore rapporto costi/benefici.

In totale si sono realizzati di circa 68000 metri lineari di TREVIMIX, distribuiti su quattro aree principali, di diametro 100 cm e per profondità variabili da 8 a 15,5 metri.

Il lavoro, affidato alla ITALTHAI-TREVI, è iniziato nel settembre 1992 ed è stato ultimato nell'aprile del 1993 con un congruo anticipo rispetto al termine contrattuale.

DEEP FOUNDATIONS

The nature and consistency of the soils on which all plant structures will have to rest, and the heavy loads transmitted by the various operative groups have forced to adopt deep foundations.

In particular, the following have been performed:

- 6500 driven piles, 400 mm diameter and 16 meter deep, having 80 tons service load;
- 610 bored piles, 800 mm diameter and 25 meters deep, having 250 tons service load.

In addition to the execution of these piles it was necessary to improve the soil capacity under those areas of the steel plant where the storage of raw materials and finished products was planned.

In such areas, for a total surface of more than 22.000 square meters, the soil have to bear loads ranging from a minimum of 16 ton/m² to a maximum of 34 ton/m², which are too high compared with the bearing capacity of natural soil.

Among the different possible consolidation techniques, the choice of the designers and the client was oriented to a in situ mechanical mixing treatment with the execution of TREVIMIX columns.

Such a technology was the only one which could assure both the respect for the strenght values of the consolidated soil fixed in 12 kg/cm² and the possibility to complete the job in the required time with the best cost/benefits ratio.

A total of about 68000 linear meters of TREVIMIX columns have been executed, with a 100 cm diameter and for depths ranging from 8 to 15,5 meters.

The job, awarded to ITALTHAI-TREVI, started in September 1992 and was completed in April 1993, well in advance respect to the contractual deadline.



Distribuzione delle colonne TREVIMIX per aree da trattare e prescrizioni generali di progetto
Layout of TREVIMIX columns for areas to be improved and general design requirements

Area Area	Superficie Extension	dati di progetto / design requirements			
		Massimo carico Max load (*)	Massimo cedimento verticale Admissible vertical settlement	Massimo spostamento orizzontale Admissible horizontal displacement	Colonne trevimix Trevimix columns
-	m ²	ton/m ²	mm	mm	n°
Coil cooling	7220	34	50	5	1853
Slab charging	2950	16	50	5	845
Coil storage	4520	24	200	-	1120
Slab storage	7920	20	200	-	2400

(*) Il valore riportato è relativo al carico massimo previsto per le varie zone alla quota finale di esercizio
The reported maximum load values relate to the maximum distributed load on given areas at final elevation

I CONSOLIDAMENTI TREVIMIX

La tecnica TREVIMIX viene utilizzata per il consolidamento dei terreni al fine di incrementare la capacità portante per fondazioni superficiali; per garantire la stabilità delle pareti nel caso di scavi profondi o per aumentare la stabilità di scarpate in frana; per creare barriere impermeabili profonde. Grazie alla rapidità di esecuzione, ai ridotti volumi di materiale da portare a discarica, alla relativa pulizia generale del cantiere, la tecnica TREVIMIX risulta ottimale per il consolidamento di vaste aree quali rilevati stradali, aree di stoccaggio e depositi containers, piste e piazzali di aeroporti. La tecnologia TREVIMIX (brevettata) rappresenta un importante sviluppo nel settore del consolidamento del terreno mediante apporto, con miscelazione meccanica in situ, di idonee miscele cementanti.

La disgregazione meccanica del terreno ad opera di un apposito utensile collegato ad una asta rigida cava azionata da una tavola rotaria e la successiva miscelazione con un agente cementante iniettato in risalita attraverso appositi ugelli ubicati nella parte terminale dell'utensile costituiscono i due aspetti principali del metodo.

La disgregazione viene eseguita facendo penetrare a rotazione l'utensile nel terreno, sino alla quota di progetto.

In tale fase, soprattutto nel caso di terreni coesivi, è possibile iniettare acqua, attraverso gli ugelli posti sull'utensile stesso, al fine di facilitare la penetrazione ed allo scopo di portare il terreno in situ sino al limite liquido.



Ultimata la perforazione si procede all'estrazione dell'utensile, mantenuto in rotazione ed a velocità di risalita controllata.

In tale fase si inietta a bassa pressione l'agente consolidante, solitamente secco oppure costituito da cemento premiscelato con acqua ed eventualmente con aggiunta di sabbia.

La tecnica standard di cui sopra può essere opportunamente modificata, in funzione della natura dei terreni da trattare e del risultato finale richiesto, modificando il numero di "passate", variando la fase di apporto del cemento (direttamente in fase di perforazione; in percentuali sia in perforazione che in risalita; solo in risalita), modificando il dosaggio degli agenti cementanti od utilizzando specifici additivi.

La flessibilità del sistema consente di adottare il TREVIMIX per il consolidamento sia di terreni incoerenti che di terreni coesivi teneri.

Le attrezzature utilizzate, del tipo monotesta o bitesta, consentono di eseguire colonne di diametro, pari a quello dell'utensile utilizzato, variabile da 50 a 100 cm.

TREVIMIX TECHNIQUE

TREVIMIX technique is a very effective system to improve soil resistance and can be applied to a wide range of geotechnical cases such as to increase the bearing capacity of shallow foundations; in deep excavation jobs as earth support technique or to increase the stability of slopes prone to slide; for the construction of impervious barriers.

This technique is very fast, produces a low amount of spoil material to be damped and generally leaves clean the job-site during the works, therefore it is suitable for the improvement of wide areas such as roads embankments, store-yards or containers deposits, runways and air terminals squares.

TREVIMIX technology (patented by TREVI) represents an important development in the field of soil improvement through in situ mechanical mixing of natural soil and suitable cementing agents.

The two main features of the method are the mechanical soil disgregation by means of a suitable tool fixed at the tip of a hollow rigid rod operated by a rotary table and the subsequent mixing operation with a cementing agent injected through nozzles located on the tool, during the rotating extraction of the tool itself.

Soil disgregation is performed by rotating the tool during the drilling stage into the soil until reaching the depth foreseen by the design.

In this phase, especially in case of cohesive soils, it is possible to inject water in order to facilitate penetration and with the aim to reach the soil in situ liquid limit state.

Once drilling has been completed, the tool is extracted at a prefixed and controlled uplift speed, keeping it rotating.

In this phase the cementing agent, that may be in general cement in powder or a water/cement grout sometime with the addition of sand, is injected at low pressure.

According to the type of soil to be treated and to the final result required, the above described standard technique can be modified by varying the phase in which cement is supplied (directly during drilling; in different percentages both during drilling and uplift stage; only in the uplift stage), as well as the dosage of cement and sand or by adopting proper additives. The flexibility of the system allows to adopt TREVIMIX for the improvement of both loose cohesionless and soft cohesive soils.

The equipment used to carry out TREVIMIX columns can be assembled with single or double rotary table and the diameter of the soil treatment usually performed (which is equal to the diameter of the tool employed) ranges between 50 and 100 cm.

IL TREVIMIX A BANG SAPHAN

La tecnica operativa adottata a BANG SAPHAN al termine della esecuzione di un campo prova preliminare è consistita nell'eseguire la perforazione con acqua, nell'iniettare miscela cementizia in risalita e nell'operare una successiva discesa e risalita dell'utensile, senza apporto di nessun fluido, per aumentare il grado di uniformità del terreno miscelato. La velocità di risalita, in fase di trattamento, è stata fissata in 1 metro al minuto; il quantitativo di cemento utilizzato è stato di 250 kg a metro cubo di terreno trattato, utilizzando una miscela con rapporto A/C pari a 0,6. In aggiunta al cemento si è utilizzata sabbia in ragione di 50 kg ogni 100 kg di cemento.

L'attrezzatura utilizzata era a singola testa, per un diametro reso pari a 100 cm.



I CONTROLLI DI QUALITÀ A BANG SAPHAN

Durante l'esecuzione del TREVIMIX si è proceduto al prelievo di campioni eseguendo carotaggi in asse alle colonne di terreno consolidato. I campioni sono stati sottoposti a prove di schiacciamento ad espansione laterale libera.

I valori di resistenza ottenuti a 28 giorni di maturazione sono mediamente compresi tra 15 e 25 kg/cm. e quindi ampiamente rispondenti alle richieste progettuali.

Al fine di valutare il comportamento deformazionale del terreno consolidato si sono eseguite prove di carico su gruppi di quattro colonne in accordo alla normativa ASTM D 1143-81 "Standard Loading Procedure". Durante l'esecuzione delle prove di carico si sono registrati gli spostamenti verticali ed orizzontali.

Anche queste prove hanno confermato la bontà del trattamento eseguito.

BANG SAPHAN TREVIMIX

As a result of preliminary field test performed with the aim to optimize the construction procedure according to design requirements, the construction sequence adopted for the execution of TREVIMIX columns in BANG SAPHAN consisted in two stages.

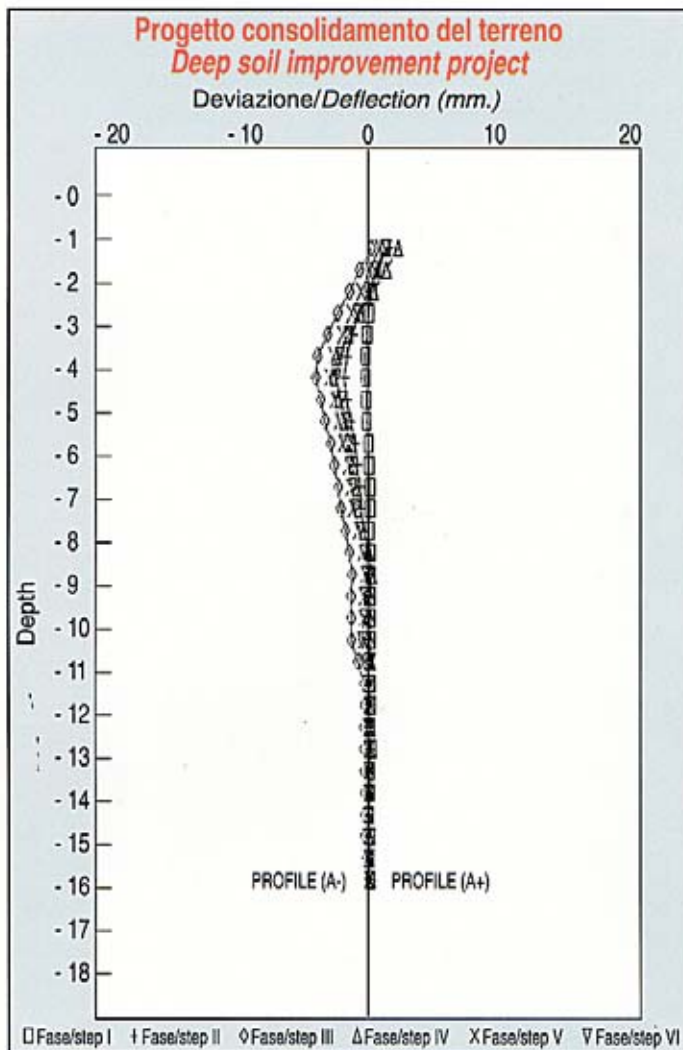
A first stage in which drilling was performed with the addition of water to soil and uplift took place with injection of cement grout.

A second stage in which the re-drilling and the extraction of the tool was carried out without addition of any fluid, just in order to increase the homogeneity of the mixed soil.

The uplift velocity, during the first tool extraction, has been fixed in one meter per minute; the amount of cement used has been 250 kg per cubic meter of soil to be treated.

A grout admixture with a water/cement ratio equal to 0,6 with sand in a ratio of 50 kg each 100 kg of cement was used.

The equipment utilized was assembled with single rotary table and the diameter of tool/columns was 100 cm.



QUALITY CONTROL

As first quality control, samples were taken from the columns through coring, either during the execution of preliminary field tests and when the works were in progress.

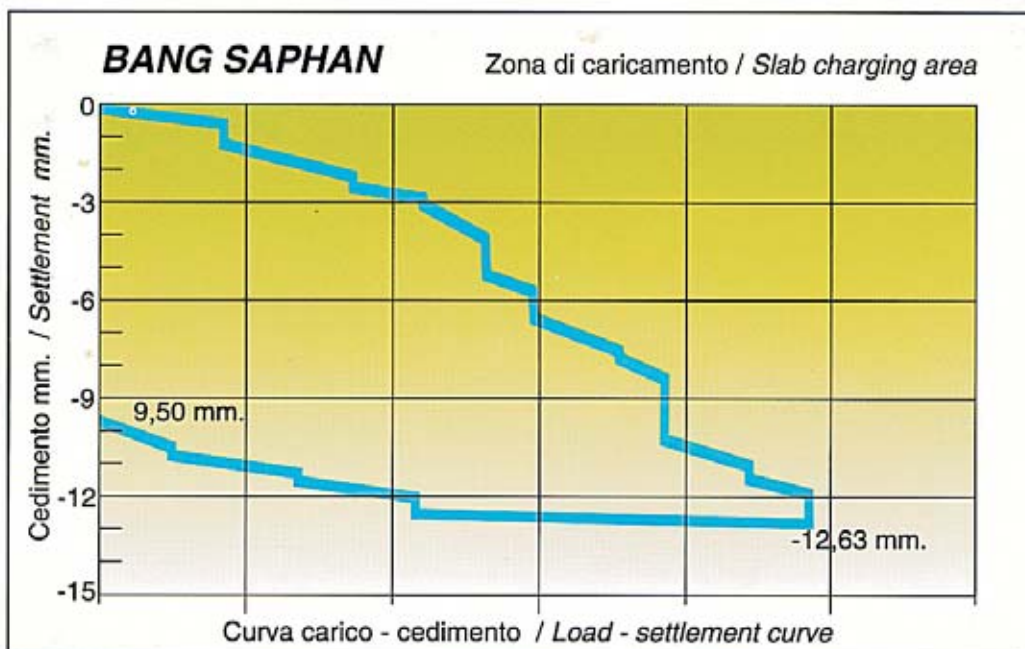
The samples were subjected to laboratory tests and the Unconfined Compressive Strength (after 28 days curing) values were detected in the range of 15 - 25 kg/cm., hence slightly in excess to design requirements. In order to assess the deformation behaviour of the soil improved by TREVIMIX columns, load tests on group of four columns have been carried out according to ASTM D 1143-81 "Standard Loading Procedure". During the load test vertical settlements and lateral displacement were monitored.

By the results of such tests it was hence possible to confirm the good standard of quality obtained.

AREA	LOAD QUANTITIES			LOAD TEST RESULTS		
	DESIGN LOAD (DL) (*)	LOAD AREA	MAXIMUM TEST LOAD 2x (DL)	GROSS SETTLEMENT	PERMANENT SETTLEMENT	LATERAL MAXIMUM DEFLECTION
(-)	(t/m ²)	(m ²)	(ton)	(mm)	(mm)	(mm)
SLAB CHARGING	14	9	252	12,63	9,5	3,19
COIL COOLING	15	9	270	18,00	12,38	2,58
SLAB STORAGE	15	9,9	297	12,75	8,00	N. D.

(*) Il carico di progetto è riferito alla quota di testa delle colonne (oltre 2 metri al disotto della quota finale di progetto)
Design load corresponds to load at columns head elevation (more than 2 meters below the final project elevation)

Carichi di progetto per le aree trattate con TREVIMIX e risultati delle prove di carico.
Design loads and load tests results on trevimix improved areas.



TREVI spa

5819, Via Dismano - 47023 Cesena - Italy
 Tel. 0547/319311 - 331811 - Telefax 319313
 Telex 550687 TREVIM