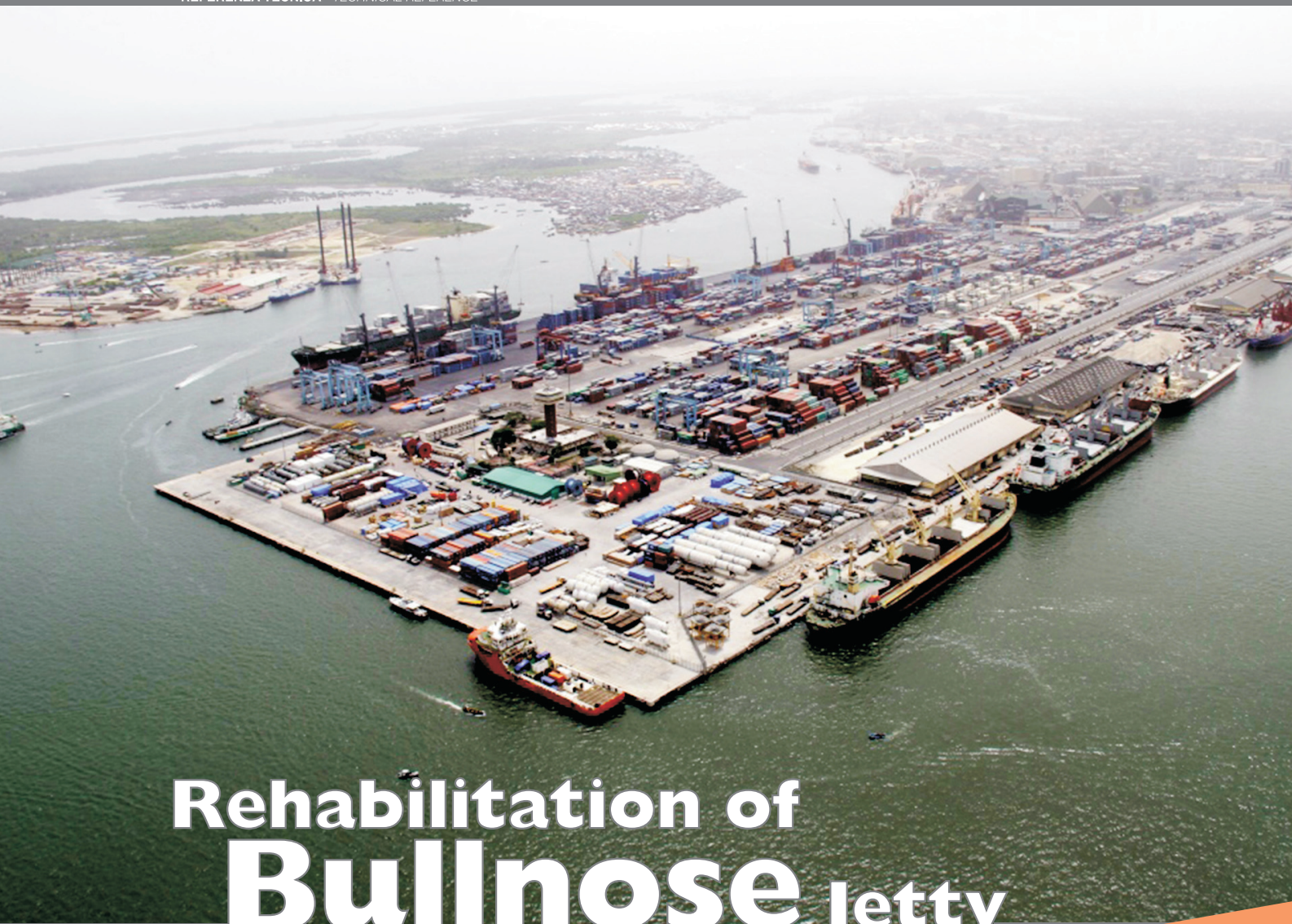


worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



# Rehabilitation of Bullnose Jetty



Apapa port, Lagos  
Federal Republic of Nigeria

Pali trivellati / Bored piles

Pali ad elica continua  
CFA piles

Combiwall / Combiwall

Jet Grouting / Jet Grouting

Lavori Civili / Civil Works

Cliente :  
Owner :

EKO SUPPORT NIGERIA LTD

Contrattista principale :  
Main Contractor :

PRODECO NIGERIA LIMITED  
TREVI FOUNDATIONS NIGERIA LIMITED (Specialist Contractors)

Durata dei lavori :  
Duration of work :

2012 - 2014

## Introduzione

La banchina esistente di Bullnose al terminal di Berth 11 del vecchio porto di Apapa fu costruita principalmente con due diverse caratteristiche strutturali:

- **Un muro a gravità** con blocchi di calcestruzzo a fronte mare e dietro un riempimento in sabbia, sopra una soletta di calcestruzzo, allungandosi da Q2 sino alla punta di Bullnose e per una larghezza di 12 metri.
- **Soletta in calcestruzzo** rinforzato su un riempimento in sabbia, con delle palancole in acciaio tipo Larsen come struttura di contenimento.

La struttura fronte mare, fatta con palancole in acciaio è stata progettata per consentire un basso traffico di merci e l'ormeggio di

## Introduction

The existing Bullnose quay at the termination of Berth 11 of the old Apapa Port was constructed utilizing mainly two different structural features:

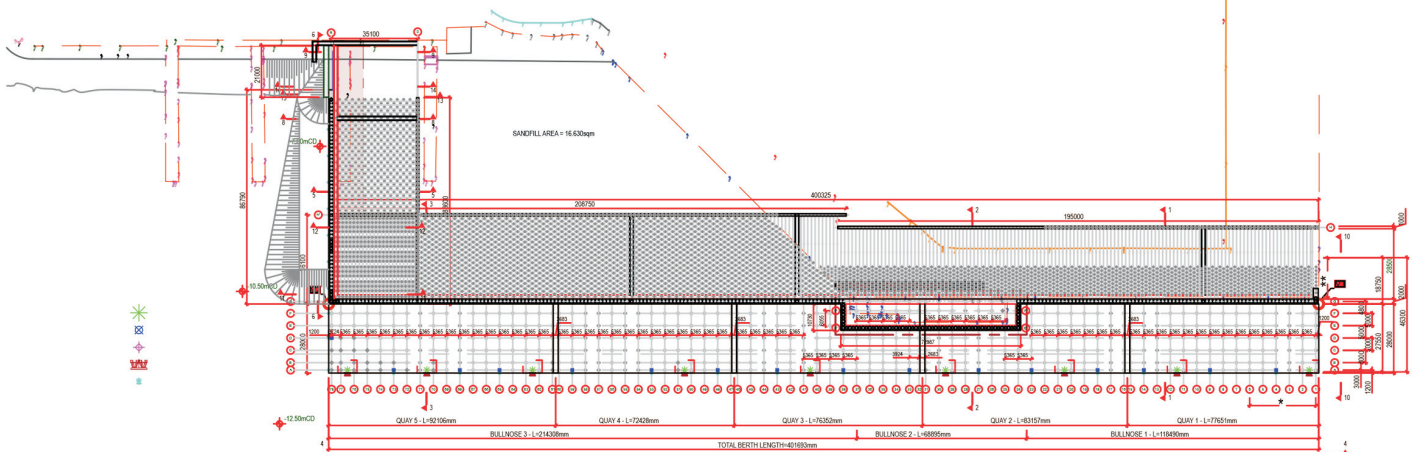
- **A concrete block gravity wall** as front structure and behind sand filled area topped with rc slabs: this typology stretches from Q2 till the corner of Bull Nose and interests also approximately 12 m after the turn
- **Reinforced concrete slab**, rested on a sand filling with anchored Larsen iron sheet piles as retain structure.

The south facing structure made of steel sheet piles was designed to accommodate low traffic and mooring light vessels.

### Banchina di Bullnose / Bullnose Jetty



General Lay-out  
BULLNOSE



piccole imbarcazioni.

Il nuovo progetto prevede la riqualificazione delle infrastrutture della banchina di **Bullnose**, sita in **Apapa Port in Lagos - Nigeria**.

Il progetto della nuova banchina è stato realizzato secondo due fattori principali:

- Interferire il meno possibile con la corrente marina nelle vicinanze del vertice della struttura.
- Bonificare la parte occupata da due vecchi moli, per espandere la capacità di stoccaggio del porto.

Le analisi e il progetto hanno seguito i seguenti passi:

- Modellazione geotecnica del suolo dopo la campagna delle indagini geotecniche;
- Modellazione idrografica;
- Protezione della struttura fatiscente esistente delle palancole in acciaio.

The new project provides the redevelopment of port facilities of **Bullnose Jetty**, which is located at **Apapa Port in Lagos (Nigeria)**. The design of the new berth/rehabilitation has been driven by two major factors:

- To disturb as less as possible the currents paths of the corner structure
- To reclaim the existing recess occupied by two of the old finger jetties to expand port capacity.

The analysis and design took into account the following steps:

- Geotechnical modelling of the soil after the SI site campaign;
- Hydrographic modelling;
- Designing of the Deck on pile port structure along with a retaining wall structure to:
- Protect the dilapidated portion of the existing sheet piles;



**La nuova struttura rimodellata in direzione sud-est verso la fine del porto, riallineandosi con la banchina esistente, raggiunge una lunghezza di 400 metri.**

Questo riallineamento è stato fatto con la bonifica di 17000 metri quadri lavorando in mare, attraverso la dragatura e il successivo riempimento con sabbia.

**La nuova banchina ha un pescaggio di 12,5 m**, con l'aggiunta di altri 50 cm. di tolleranza, raggiungendo alla fine un pescaggio di 13 m, ed è dimensionata per una **capacità di carico di 50 kPa**.

Le varie fasi della costruzione della banchina sono state studiate in ordine di garantire l'attracco delle navi con una lunghezza di 90 m durante l'intera durata dei lavori.

Nel progetto è inclusa anche la riabilitazione di due moli esistenti, che serviranno per l' attracco dei rimorchiatori di servizio.

**The new structure has reshaped the South East end of the wharf, by a realignment of the existing jetty line that, in this way, has reached a total length of 400 m.**

Such realignment has been done by reclaiming additional 17,000 sqm to the sea, through massive dredging and sand filling works.

**The new jetty has a berth with 12.5 m** of water that, with additional 50 cm of tolerance, gives a total draft of 13 m.

**The jetty is calculated for a load capacity of 50 kPa.**

All the construction phases have been studied in order to guarantee the berthing of a 90 m long vessel during the whole duration of the works. Included in the project there is also the rehabilitation of two existing finger jetties, which will remain dedicated to service tug boats berthing.

#### Riempimento / Sand filling



Le attrezzature impiegate:

- **Pontone da 52 x 15 m** equipaggiato con gru tipo Link Belt LS518 e Link Belt LS118 con **Soilmec RT3-ST** e un vibratore VS-8;
- **Pontone modulare da 24 x 36 m** equipaggiato con gru tipo Link Belt LS118 e L108 con **Soilmec RT3-S** e un vibratore VTE 500;
- **Pontone di supporto;**
- **Rimorchiatori:**
  - Cruiser rimorchiatore a elica singola;
  - Rimorchiatore a doppia elica.
- **Risorse a Terra:**
  - Gru **Soilmec SC-100;**
  - Perforatrice **Soilmec CM-70;**
  - Perforatrice **Soilmec CM-48;**
  - Gru Link Belt LS-108.
  - Micropalo Soilmec SM-401
  - Pompa Mecbo;
  - Impianto bentonite;
  - Impianto di calcestruzzo;
  - Pompa Soilmec 7T-600.

The major resources were:

- **52 x 15 m working barge** equipped with tractor crawlers crane Link Belt LS518+ Link Belt LS118 with Soilmec RT3-ST and VS-8 vibrator;
- **24 x 36 m modular float working barge** equipped with tractor crawlers crane Link Belt LS118+LS108 with Soilmec RT3-S and VTE-500 vibrator;
- **Service barge**
- **Tug boats:**
  - Cruiser single screw;
  - Push tug boat double screw.
- **On land resources:**
  - Soilmec crane SC-100;
  - Soilmec CFA rotary rig **CM-70;**
  - Soilmec CFA rotary rig **CM-48;**
  - Link Belt crane LS108;
  - Soilmec Grouting Equip. SM-401
  - Mecbo Pump;
  - Bentonite plant;
  - Concrete batch plant;
  - Soilmec pump 7T-600.



## Intervento

### Pali trivellati per il Combiwall e supporti della banchina

Questo sistema di costruzione è stato adottato per i pali da 850 mm di diametro che supportano la banchina (lunghezza max 48 m), come per i pali di 1261 e 1062 mm di diametro del Combiwall (lunghezza max 35 m). Tutti i pali sono stati realizzati attraverso l'utilizzo di camicie tubolari composte da piastre metalliche saldate, con uno spessore di 6 mm (10 mm per i primi 3 metri nella parte superiore) per i pali della banchina e uno spessore di 12 mm per i pali del Combiwall. La funzione di queste camicie è quella di permettere la costruzione dei pali in mare e, allo stesso momento, di fungere da guida per l'attrezzatura di scavo. Le camicie dei pali del Combiwall hanno anche una funzione strutturale aiutando il calcestruzzo armato a resistere all'azione delle forze esterne agenti sui pali.

## Works

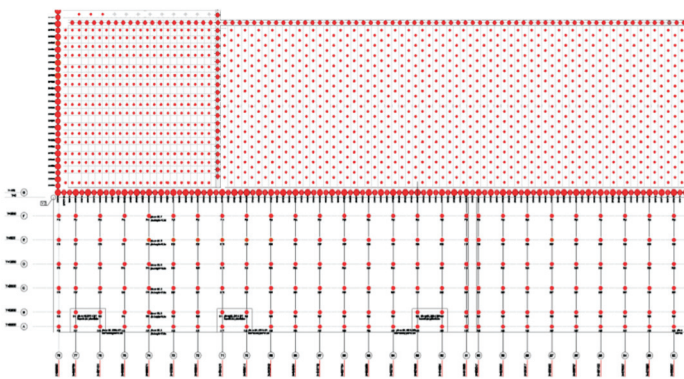
### Bored Piles for Combiwall and Deck support

This construction system has been adopted for the 850 mm diameter piles supporting the jetties decks (max length of 48 m), as well as the 1261 and 1062 mm diameter Combiwall piles (max length of 35 m).

All these piles have been built through the aid of casings composed of welded metal plates, having a thickness of 6 mm (10 mm for the first 3 meters in the upper part) for the deck piles and a thickness of 12 mm for the Combiwall piles.

The aim of these casings is to allow the construction of the piles inside the sea water and, at the same time, to be a useful guide for the boring equipment. For the Combiwall piles the casings are also structural elements helping the reinforced concrete to withstand

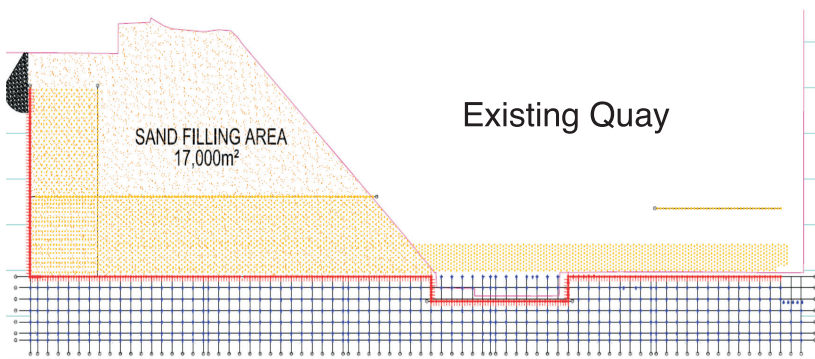
Pali / Piles



Guida del Combiwall / Guide Combiwall



Guida pali della banchina / Deck piles guides



I pali del Combiwall supportano il terreno della banchina esistente e il nuovo riempimento di sabbia, il quale altrimenti scivolerebbe verso il basso. I pali di 850 mm di diametro, oltre alla funzione principale di supportare la banchina, assorbono una parte della pressione del terreno agente sul Combiwall, trasferitagli dalla banchina e inoltre resistono alle forze trasmesse dalle navi in attracco alla banchina.

La costruzione dei pali, fatta eccezione per una porzione dei pali del Combiwall, è stata realizzata dal mare, utilizzando delle specifiche attrezzature marine (pontoni, rimorchiatori, ecc.). Il posizionamento delle camicie è stato agevolato usando delle speciali guide, che permettono l'installazione delle camicie sfruttando la camicia installata in precedenza.

**Il pali del Combiwall sono in totale 368 mentre quelli della banchina sono 464.**

La caratteristica dei pali Combiwall è il giunto tra il grande e il piccolo diametro, ottenuto attraverso un profilo a "T" inserito nella fessura di un tubo, entrambi saldati alla camicia metallica.

the external forces acting on the piles. All the casings are protected, on the first three meters (splashing zone), by an anticorrosion coating. The Combiwall piles hold back the earth of the existing wharf or the new sand filling, which would otherwise move downwards. The 850 mm diameter piles, besides the main function of supporting the jetties decks, absorb part of the earth pressures acting on the Combiwall, which are transferred to them by the decks. Moreover, these piles withstand the actions transferred by the vessels mooring at the jetty.

The piles construction, except for a restricted Combiwall portion, has been carried out from the water, using dedicated marine equipment (pontons, tug boats, etc.). The placement of the casings has been facilitated by using special guides, allowing, from time to time, the positioning of new casings exploiting the ones previously placed.

**The Combiwall counts a total of 368 piles whereas the deck piles are 464.**

The characteristic of the Combiwall is the link between the big



La funzione del giunto "T"- tubo è quella di garantire una perfetta tenuta del Combiwall, per evitare la fuoriuscita del terreno dietro la struttura.

Questa funzione isolante è migliorata attraverso il riempimento del giunto con una miscela di bentonite e cemento, e nella parte del riempimento di sabbia è ulteriormente migliorata con una colonna di jet-grouting dietro ogni giunto.

### Ancoraggio

La funzione di questo muro è di garantire il necessario vincolo per la struttura del Combiwall, che deve resistere alle pressioni del terreno nella zona esistente e nella zona interessata dal riempimento con sabbia. La forza di questa pressione è trasferita dal Combiwall al muro di ancoraggio, attraverso dei **tiranti in acciaio con una lunghezza variabile tra 31 e 36,10 m.**

*and small diameter piles, obtained by a T profile inserted in a slotted pipe, both welded on the pile casings. The function of this T-Pipe joint is to guarantee a perfect sealing of the Combiwall to avoid soil loss from behind the structure. Such sealing function is improved by filling the pipe with a cement-bentonite mix and, in the sand filling area, by a further jet grouting column behind each joint.*

### Anchor Wall

*The function of this wall is to guarantee the necessary constraint for the Combiwall structure, which has to withstand the earth pressure behind it, in the zone of the existing land and in the zone claimed to the sea by sand filling. The action of this pressure is transferred, from the Combiwall to the Anchor Wall, by means of steel **Anchor Tie Rods having a length ranging from 31 to 36.1 m.***



Il muro di ancoraggio è costituito da **339 palancole in calcestruzzo**, con una sezione di 400 x 400 mm, vibroinfisse nel terreno e **200 pali CFA**, con un diametro di 800 mm, che hanno sostituito le palancole nella parte di terreno più resistente all'infissione; sia le **palancole che i pali hanno una lunghezza di 12 m.**

### Pali di consolidamento

Pali CFA senza gabbia di rinforzo, con un **diametro di 500 mm e una lunghezza variabile da 17,5 m a 22 m**, sono stati realizzati su una griglia, su una fascia compresa fra il Combiwall e il muro di contenimento. La funzione dei pali (n. 3442) è di ridurre la pressione a tergo del Combiwall, trasferendo il carico verticale agli strati di terreno più profondi.

### Banchina

La banchina, della dimensione di 400 x 30 m, è realizzata con elementi prefabbricati, uniti tra di loro con un getto di calcestruzzo

*The Anchor Wall is built by **339 precast concrete sheet piles**, with a cross section of 400 x 400 mm, vibrated into the soil, and by **200 CFA (Continuous Flight Auger)**, having a diameter of 800 mm, which have replaced precast concrete sheet piles when encountered soil too stiff for vibration. **Both type of pile have a length of 12 m.***

### Load transfer piles

*Continuous Flight Auger Piles (CFA) without reinforced cage, having a **diameter of 500 mm and a length varying from 17.5 m to 22 m**, are built, in staggered grids, on the strip of land between Combiwall and Anchor Wall. The function of these piles, which reach a total number of 3442, is to reduce the earth pressure behind the Combiwall by transferring the loads to deeper layers of soil.*

### Deck

*A 400 m by 30 m concrete deck is built using precast elements,*



di completamento.

La nuova banchina è in connessione sia con la banchina esistente, sia alla parte interessata dal riempimento di sabbia opportunamente pavimentata.

In particolare, i primi elementi prefabbricati ad essere installati sono i "pile cap", posati nella parte superiore dei pali della banchina, e le "beam shell" installate sui pali del Combiwall. Questi elementi prefabbricati sono gli elementi di giunzione tra i pali e il supporto per gli altri elementi prefabbricati. Più precisamente, una volta installati i "pile cap" e le "beam shell", la costruzione procede con l'installazione delle travi e delle solette, il tutto unito con un getto di completamento.

Una volta uniti tutti gli elementi prefabbricati, il getto della soletta di 20 cm di spessore completa la banchina.

joint together by several casts in situ.

The deck is connected to the existing jetty as well as to the new sand filled area properly paved.

In detail, the first precast elements placed are the pile caps, which are put on top of the deck piles, and the beam shells placed on top of the Combiwall piles. These precast elements represent the link between deck and piles as well as the support for the others precast elements further placed in sequence. More precisely, once installed the piles caps and beam shells, the construction proceeds through the placement of precast beams and then precast slabs, which are linked together by cast in situ concrete.

Once jointed together all the precast elements, a cast in situ concrete topping, 20 cm thick, completes the deck.

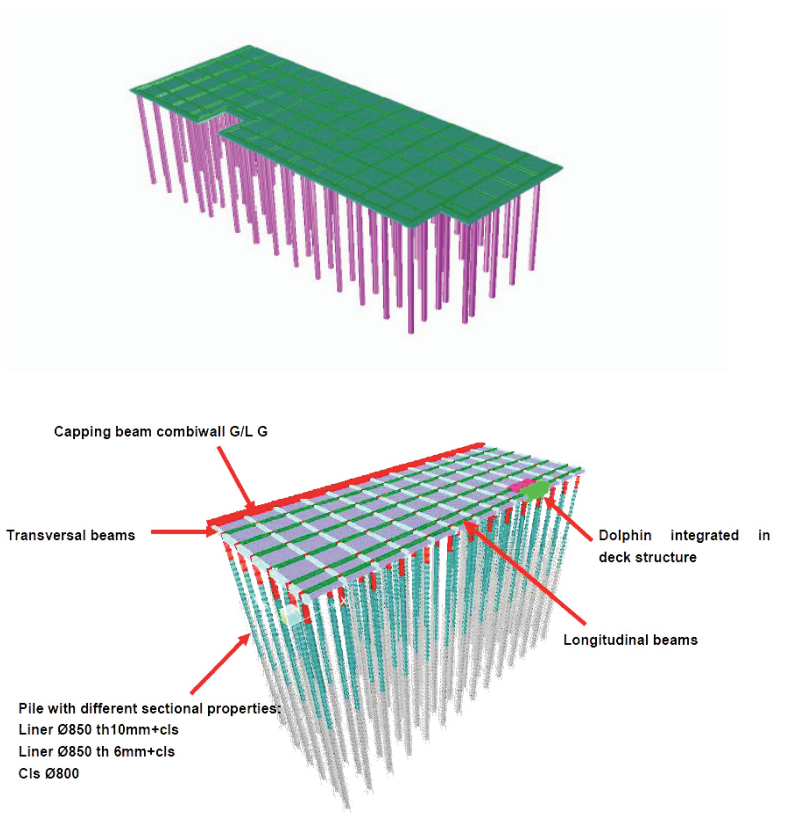


Le tabella indica le quantità principali delle lavorazioni effettuate nel progetto Bullnose.  
The following charts show the total quantity that have been involved in Bullnose Project.

<b>Pali</b> Piles location	<b>Diam. Ø</b>	<b>Lungh. / Depth</b>	<b>Nr.</b>	<b>Tipologia / Typology</b>
<b>Combiwall</b>	1062 mm	35 m	185	Pali trivellati / Bored piles
Combiwall	1261 mm	35 m	183	Pali trivellati / Bored piles
<b>Banchina</b> Deck	800 mm	47 m	464	Pali trivellati / Bored piles
<b>Muro ancoraggio</b> Anchor Wall	800 mm	12.30 m	200	Pali CFA / CFA piles
<b>Pali CFA</b> CFA piles	500 mm	22 m	3378	Pali CFA / CFA piles



Posizione / Locations	Tipologia / Type	Dimensioni / Dimensions	Nr.	Tipologia / Typology
<b>Struttura Banchina</b> <i>Deck structures</i>	Prefabbricati <i>Precast elements</i>	Variabili <i>Variable</i>	2466 <i>or 12</i>	Calcestruzzo armato <i>RC Precast</i>
<b>Muro di contenimento</b> <i>Anchor wall</i>	Palancole in calcestruzzo <i>Concrete sheet pils</i>	12 m	339	Calcestruzzo armato <i>RC Precast</i>
<b>Zona di consolidamento</b> <i>Consolidation zone</i>	Tiranti <i>Tie rods</i>	36 m	307	Tiranti in acciaio <i>Iron tie rods</i>



Per l'intero progetto sono state utilizzate le seguenti quantità di materiale:

50.000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo;  
 7.000 tonnellate di ferro di armature;  
 4.400 tonnellate di camicie di ferro.  
 900 tonnellate di bentonite;  
 250 tonnellate di tiranti in acciaio.

At the end of this project has been utilized the following quantity of materials:

50,000 m<sup>3</sup> of concrete;  
 7,000 tons of steel reinforcement;  
 4,400 tons of steel liner;  
 900 tons of bentonite;  
 250 tons of tie rods.





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

**TREVI FOUNDATIONS**  
NIGERIA LTD.

Plot 4, Block B, Gbagada Industrial Scheme  
Gbagada Expressway - **Lagos** - NIGERIA  
Tel. +234.189.812.37 - Fax +234.155.509.83  
e-mail: [tfnl@trevinigeria.com](mailto:tfnl@trevinigeria.com)  
[www.trevinigeria.com](http://www.trevinigeria.com)