

worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



# Palermo Port

Bacino Carenaggio 150000 tpi  
150000 DWT Dry Dock

Palermo, Italy



Carotaggi  
Boreholes

Lavori Ambientali  
Environmental Works

Cliente :  
Owner :

AUTORITÀ PORTUALE PALERMO

Contrattista principale :  
Main Contractor :

TREVI SPA

Durata dei lavori :  
Duration of works:

2015 - 2017



## Introduzione

L'Autorità Portuale di Palermo a fine degli anni ottanta ha avviato i lavori di costruzione del **Bacino di carenaggio da 150.000 TPL**, all'interno del porto industriale di Palermo. I lavori sono stati interrotti a seguito di un contenzioso insorto con l'impresa appaltatrice.

Ad oggi sono state eseguite le seguenti opere facenti parte del progetto originario:

- **Realizzazione scanno di imbasamento** previa bonifica mediante asportazione e sostituzione dei depositi di fondale recenti;
- **Posa in opera dei cassoni cellulari** ad eccezione del cassone di tura;
- **Realizzazione del diaframma sul perimetro esterno dei cassoni** per allungare i percorsi di filtrazione durante le fasi costruttive fino alla realizzazione della platea di fondo;

## Introduction

At the end of the 80s Palermo Port Authority started works to construct the **150.000 DWT Dry Dock**, within Palermo Industrial Port. Works were stopped due to a dispute arisen with the Subcontractor.

Up to now the following works – which are included in the original project – were carried out.

- **Construction of the foundation bench** after remediation with removal and replacement of recent seabed deposits;
- **Installation of cellular caissons** with the exception of the basic gate-caisson;
- **Construction of the diaphragm wall on the caissons' external perimeter** to extend the seepage paths during the construction phases up to realization of the foundation slab;



- **Esecuzione delle iniezioni di completamento** per migliorare la tenuta idraulica del diaframma in corrispondenza dei giunti tra i singoli pannelli;
- **Realizzazione dei pali di fondazione della platea del bacino** con inserimento dei tiranti per la successiva tesatura.

L'Autorità Portuale, dopo la rescissione del contratto di appalto, nei primi anni del 2000 ha avviato la progettazione dei lavori di completamento previsti da progetto. Per poter valutare lo stato delle opere già realizzate, è stato necessario predisporre lavori di consolidamento e messa in sicurezza statica preliminari allo svuotamento della vasca bacino.

Nell'ambito delle lavorazioni previste dall'appalto era compreso il **dragaggio di circa 76.000 m<sup>3</sup> di sedimenti misti a rifiuti**, per un totale di circa **117.000 ton di materiale prevalentemente sabbioso, contaminato da idrocarburi C>12, metalli pesanti e rifiuti misti**, provenienti in gran parte da 2 condotte fognarie (circa 500.000 AE) che fino al 2014 scaricavano in adiacenza al bacino.

- **Completion of grouting** to improve imperviousness of the diaphragm wall single panels' joints;
- **Installation of the foundation piles of the dock's slab**, with insertion of tie rods to be stressed later on.

At the beginning of the 2000s Palermo Port Authority, after terminating the Contract, started to plan the completion works. In order to assess the state of works already carried out, it was necessary to perform consolidation and static safety works before emptying the dock basin.

Works specified in the Contract included **dredging of approximately 76.000 m<sup>3</sup> of sediments and waste, for a total of about 117.000 tons of mainly sandy material, contaminated by hydrocarbons C>12, heavy metals and mixed waste**, mostly conveyed by 2 sewage pipes (about 500.000 AE) which, until 2014, would discharge next to the Dock.

## Impianto

Trevi Spa, a seguito dell'aggiudicazione dell'appalto, ha redatto la progettazione esecutiva propedeutica alla esecuzione dei lavori, proponendo un trattamento di lavaggio del rifiuto da dragare mediante **Sediment Washing**.

L'impianto Trevi è un assemblaggio di cinque strutture tecnologiche uniche che hanno lo scopo di coprire l'intero processo di gestione dei rifiuti da trattare.

L'impianto è costituito da diverse sezioni di trattamento:

- **Sezione A - alimentazione:** riceve i rifiuti palabili accumulati (*in baia*) e li alimenta correttamente all'impianto, eliminando quanto potrebbe pregiudicarne il corretto funzionamento mediante una tramoggia di carico dotata di protezioni e rompizolle e di sensori di rilevamento e asportazione materiali ferrosi magnetici e amagnetici.

## Plant

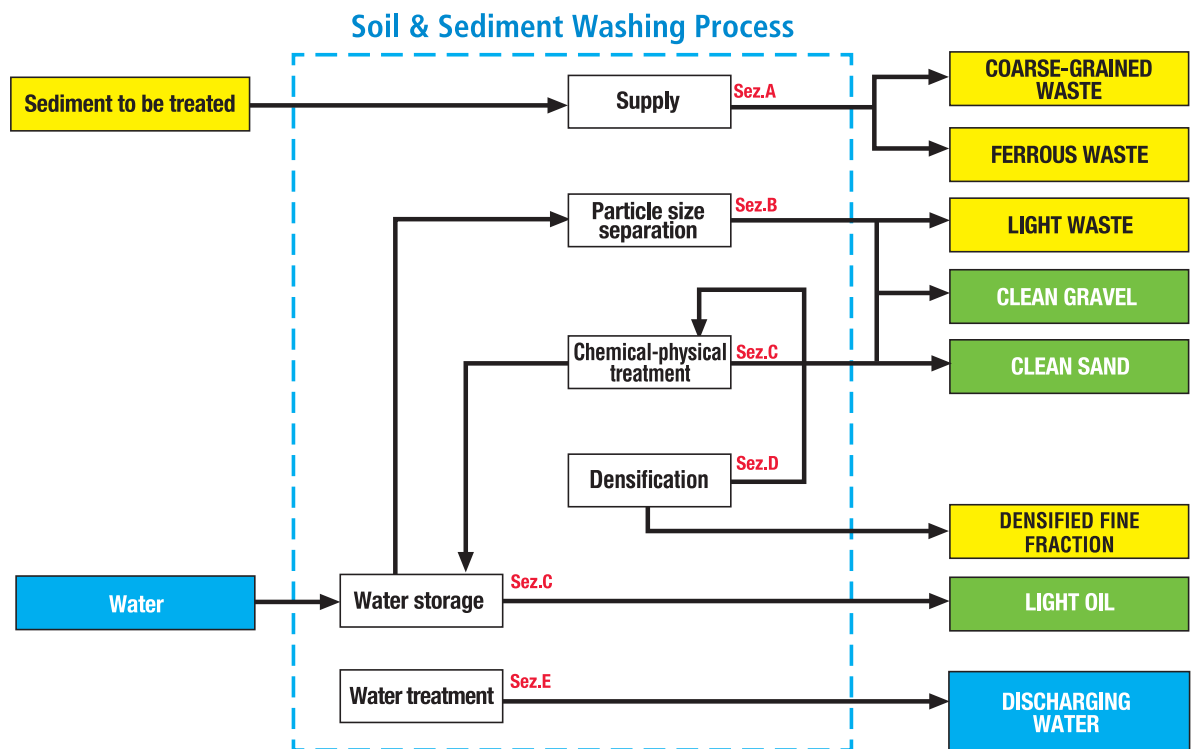
Trevi Spa, after being awarded the Contract, drew up the executive design required to perform works, proposing a washing treatment of the waste to be dredged known as **Sediment Washing**.

Trevi Plant is made up of five technological units which were specifically devised to carry out the whole waste management process.

The plant consists of different treatment Units:

- **Unit A - feeding:** it receives the accumulated shovelable wastes (at the bay) and properly conveys them to the plant, eliminating what may impair the plant's proper functioning by means of a feed hopper equipped with protections, harrows and sensors for detection and removal of magnetic and non-magnetic ferrous materials.

Schema dell'impianto di Soil Washing / Soil & sediment washing mobile plant



- **Sezione B - lavaggio e separazione granulometrica.** Lo scopo di questa sezione è il trasferimento dei contaminanti dalla matrice solida del rifiuto al fluido di lavaggio (acqua o acqua di mare) e la separazione delle frazioni contaminate da quelle recuperabili. La prima fase di lavaggio viene realizzata nella sfangatrice a tamburo rotante seguita da una vagliatura ad umido dei materiali grossolani e una sezione di raffinazione delle sabbie mediante n°6 celle di attrizione.

- **Sezione C - trattamento chimico fisico della torbida di processo.** Nella sezione si realizza la coagulazione e flocculazione dei solidi sospesi e la loro conseguente sedimentazione, nonché la separazione dei contaminanti in soluzione mediante condizionamento chimico.

- **Sezione D - addensamento frazione fine.** I fanghi concentrati nel trattamento chimico-fisico, che raccolgono la maggior parte della contaminazione, sono ulteriormente disidratati attraverso meccanismi di separazione solido/liquido. L'obiettivo primario del trattamento dei fanghi è minimizzare i costi di smaltimento finale.

- **Unit B - washing and granulometric separation.** Through this unit contaminants are transferred from the waste's solid matrix to the washing fluid (fresh water or sea water) and contaminated fractions are separated from the recoverable ones. The first washing phase is carried out in the drum washing barrel, followed by the wet sieving of coarse materials and a sand refinement process by means of 6 attrition cells.

- **Unit C - chemical-physical treatment of the residual suspension.** This unit carries out coagulation and flocculation of suspended solids and their subsequent sedimentation, as well as separation of soluted contaminants through chemical conditioning.

- **Unit D - Densification of the fine fraction.** Muds concentrated in the chemical-physical treatment, collecting most of contaminants, are further dehydrated through solid/liquid separation devices. The main objective of mud treatment is to minimize the costs for final disposal. The plant, according to specific site needs, is equipped with two different systems of mechanical dehydration



L'impianto, a seconda delle esigenze sito-specifiche, è dotato di due diversi sistemi di disidratazione meccanica (centrifuga decanter o filtropressa). Solamente in casi particolari, ove vi sia una portata di torbida particolarmente elevata, sono utilizzate in parallelo entrambe le sezioni.

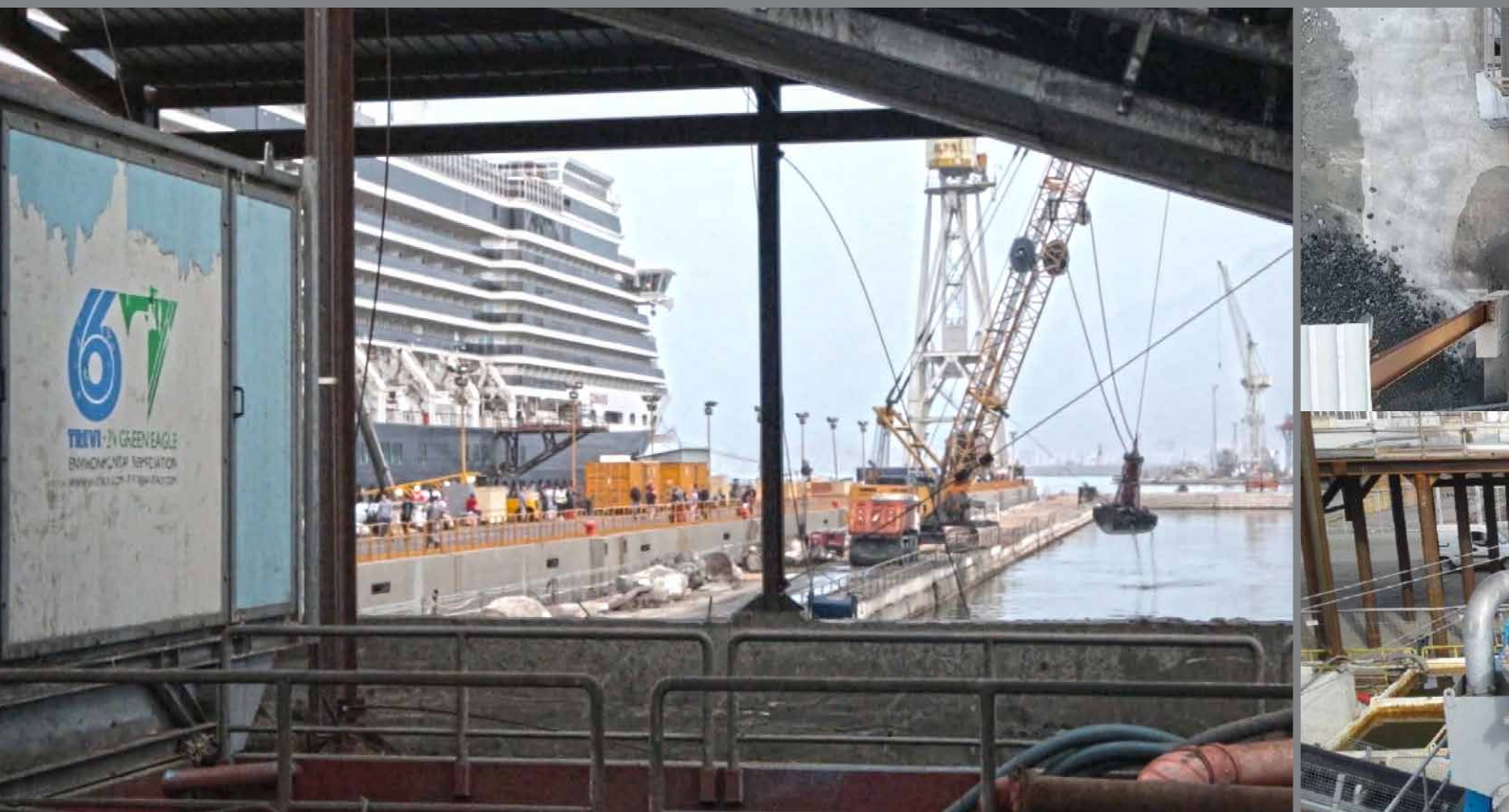
• **Sezione E - filtrazione e finissaggio acque.** Il refluo viene condizionato con acido per la correzione del pH. È poi effettuata una filtrazione, dapprima su letti di sabbia (corindone/quarzite) per la rimozione di eventuali solidi e inquinanti sospesi e, successivamente, su letto di carbone attivo per la rimozione di eventuali inquinanti disciolti. Infine il refluo è disinfettato e scaricato.

L'impianto ha una potenzialità variabile, principalmente in funzione delle caratteristiche granulometriche del rifiuto da trattare, in particolare in termini di percentuali di frazione fine ( $\Phi < 0.063$  mm). Infatti, queste frazioni fini sono separate dalla sospensione

(decanter centrifuge or filter press). Only in some specific cases, i.e. when the suspension flow is quite high, both units are used simultaneously.

• **Unit E - filtration and water cleaning finishing.** Waste slurry is conditioned with acid to adjust the pH value. Eventually, filtration is carried out; first on sand beds (corindone/quarzite) to remove any possible solids and suspended pollutants and, finally, on an active coal bed to remove any dissolved pollutants. At last, wastewater is disinfected and discharged.

The plant has a variable output, mainly according to the granulometric features of the waste to be treated, especially in terms of fine fraction percentages ( $\Phi < 0.063$  mm). In fact, these fine fractions are separated from the turbid suspension, dehydrated by means of filter presses or centrifuges, which are devices whose productivity/costs ratio is very low.



torbida, disidratata per mezzo di filtropresse o centrifughe, che sono macchine con rapporti produttività/costi piuttosto bassi.

Le granulometrie maggiori sono invece separate per mezzo dei cicloni e dei vagli, che sono altamente produttivi. Nel caso specifico, le caratteristiche del sedimento da trattare permettono una **produttività massima pari a 60 ton/ora.**

## Il lavoro

L'obiettivo del processo di Sediment Washing è il **recupero di materia e la conseguente riduzione di rifiuti da smaltire.** Dato che, se correttamente applicata, tale tecnologia riduce sempre la quantità di rifiuti da avviare a smaltimento/recupero in impianti esterni, essa **può ritenersi ambientalmente sostenibile e coerente con la gerarchia di gestione rifiuti** (all'art. 179 del D.Lgs. 152/2006).

L'impianto sta operando recupero di materia - R5 "Riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche" - dalla frazione sabbiosa e ghiaiosa del rifiuto ( $\Phi > 0.063$  mm), nell'ambito di scopi specifici già previsti

The largest granulometric sections are separated by means of screens and cyclones, which are highly productive. In this specific case, the features of sediments to be treated allow a **maximum productivity equal to 60 tons/hour.**

## The works

The objective of the Sediment Washing treatment is the **recycling of materials and subsequent reduction of waste to be disposed of.** This technology, if properly applied, always reduces the amount of waste to be recycled/disposed of in external plants; for that reason **it can be considered environmentally sustainable and developed in compliance with waste management regulations** (Art. 179 of D.Lgs. 152/2006).

The plant is recovering material - R5 "Recycling/recovery of other inorganic substances" - from the waste's sandy and gravelly fraction ( $\Phi > 0.063$  mm), according to previously designed specific purposes. After undergoing a compliance audit at the jobsite, the sand achie-



in progetto.

La sabbia recuperata è sottoposta ad un processo di controllo di conformità ed esce dal cantiere con certificazione CE come aggregato riciclato che soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti.

La frazione fine separata ed addensata e gli altri rifiuti di processo sono inviati a smaltimento o recupero in impianti esterni, debitamente autorizzati, mentre i reflui di lavaggio subiscono un finissaggio in apposita sezione dell'impianto di Sediment Washing e sono scaricati in acque superficiali (ai sensi della Tab.3 Parte terza, Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006).

**A fine campagna sono state trattate circa 111.000 ton di rifiuti, recuperando 41.400 ton di sabbie, 15.200 ton di ghiaie ed avviando 25.400 tonnellate di frazione fine contaminata in impianto esterno.**

*ves CE certification as recycled aggregate satisfying the technical requirements for the specific purposes, regulations and existing standards applied to products.*

*The separated and densified fine fraction and the other waste are recycled or disposed of in specifically authorized external plants, while waste slurry is cleaned up in a specific section of the Sediment*

*Washing plant and is eventually discharged into surface waters (according to Tab.3 Part 3, Attachment 5 of D.Lgs. 152/2006).*

***Once the works were finished, approximately 111.000 tons of waste were treated, recovering 41.400 tons of sand, 15.200 tons of gravel, while 25.400 tons of contaminated fine fraction were disposed of in an external plant.***



TREATMENT CONTAMINATED SEDIMENT - MAIN OUTPUT

GRAVEL & GRAIN



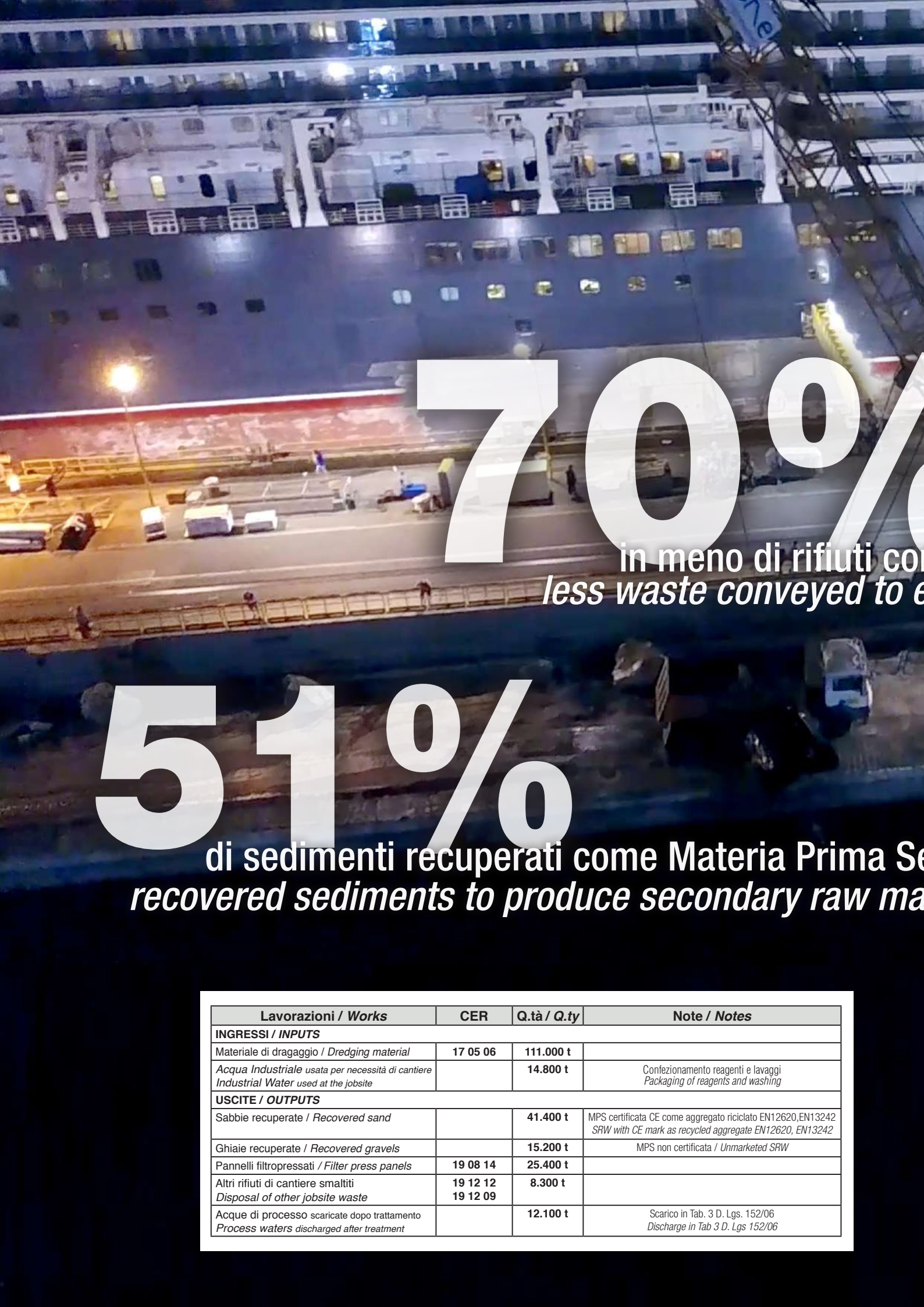
WASTE FROM FILTER PRESS



CLEAN SAND (certified)







# 70%

in meno di rifiuti con  
*less waste conveyed to e*

# 51%

di sedimenti recuperati come Materia Prima Secondaria  
*recovered sediments to produce secondary raw ma*

Lavorazioni / Works	CER	Q.tà / Q.ty	Note / Notes
<b>INGRESSI / INPUTS</b>			
Materiale di dragaggio / Dredging material	17 05 06	111.000 t	
Acqua Industriale usata per necessità di cantiere Industrial Water used at the jobsite		14.800 t	Confezionamento reagenti e lavaggi Packaging of reagents and washing
<b>USCITE / OUTPUTS</b>			
Sabbie recuperate / Recovered sand		41.400 t	MPS certificata CE come aggregato riciclato EN12620, EN13242 SRW with CE mark as recycled aggregate EN12620, EN13242
Ghiaie recuperate / Recovered gravels		15.200 t	MPS non certificata / Unmarketed SRW
Pannelli filtropressati / Filter press panels	19 08 14	25.400 t	
Altri rifiuti di cantiere smaltiti Disposal of other jobsite waste	19 12 12 19 12 09	8.300 t	
Acque di processo scaricate dopo trattamento Process waters discharged after treatment		12.100 t	Scarico in Tab. 3 D. Lgs. 152/06 Discharge in Tab 3 D. Lgs 152/06





**70**  
trasferiti in impianti esterni  
*external plants*

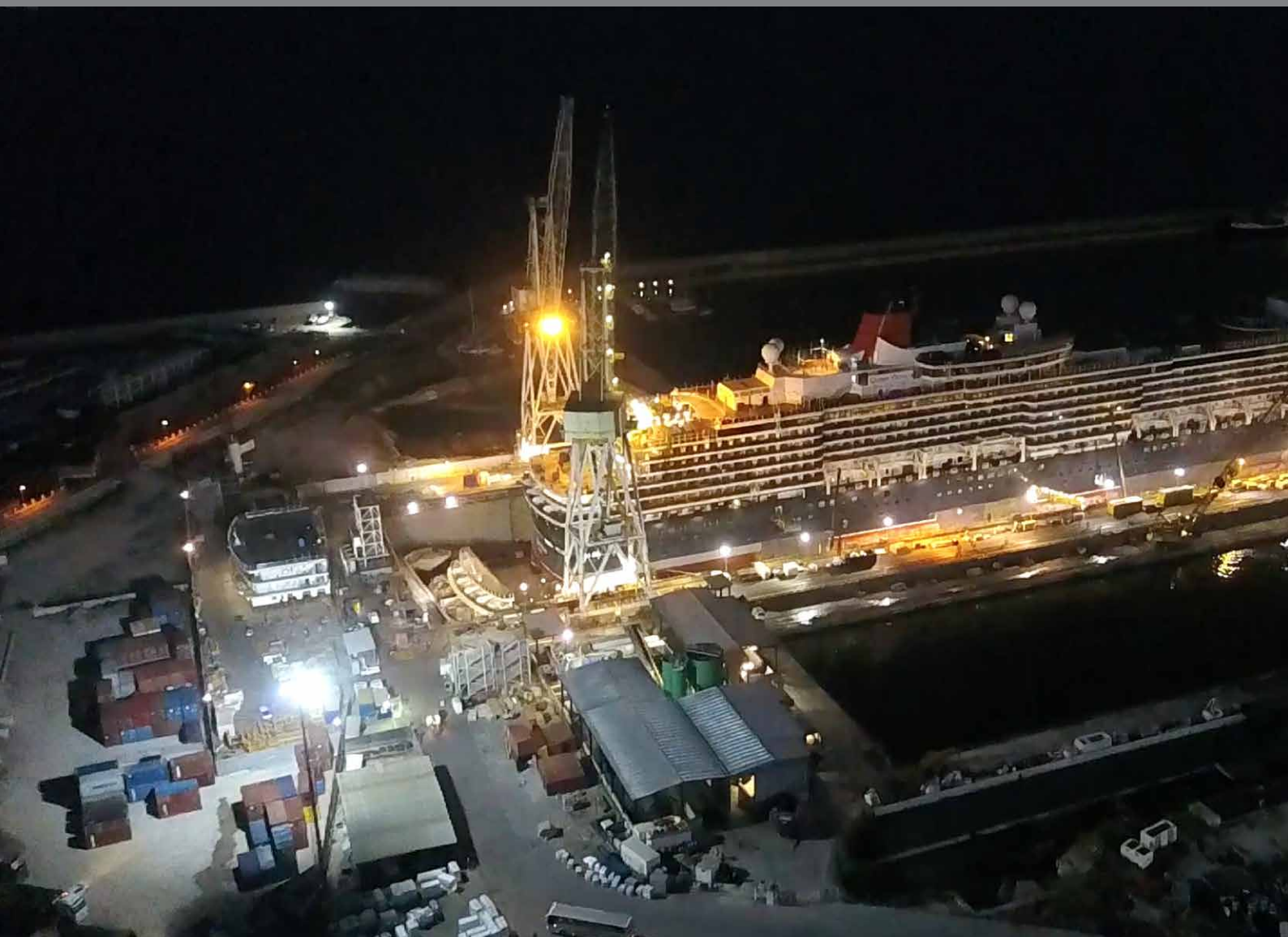
**111,000 tons**  
di rifiuti trattati  
*of treated waste*

**2**  
seconda  
*materials*

**15,200 tons**  
di ghiaia recuperata  
*of recovered gravel*

**41,400 tons**  
di sabbie recuperate (marcate CE)  
*of recovered sands (with CE marking)*

**25,400 tons**  
di frazione fine contaminata portata in impianti esterni  
*of contaminated fine fraction conveyed to external plants*



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)



6 bis, Viale Primo Maggio  
20068 **Peschiera Borromeo** (MI) - Italy  
Tel. +39.02.98171857  
e-mail: [info@6v-italy.com](mailto:info@6v-italy.com)  
[www.6v-italy.com](http://www.6v-italy.com)