

worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



# Rimozione “Costa Concordia”

Isola del Giglio (GR), Italy



**Indagine Geognostiche  
e Ancoraggi**  
Geotechnical and Geological  
Investigations and Anchors

Cliente :  
Owner: COSTA CROCIERE

Contrattista principale :  
Main Contractor : TITAN - MICOPERI

Durata dei lavori :  
Duration of work : 2012 - 2013

## Introduzione

Il Gruppo Trevi, a seguito all'incidente della Costa Concordia, semiaffondata ed adagiata a mezzacosta presso l'Isola del Giglio (13 gennaio 2012), si è distinto fin dalle prime fasi di realizzazione del progetto di recupero del relitto.

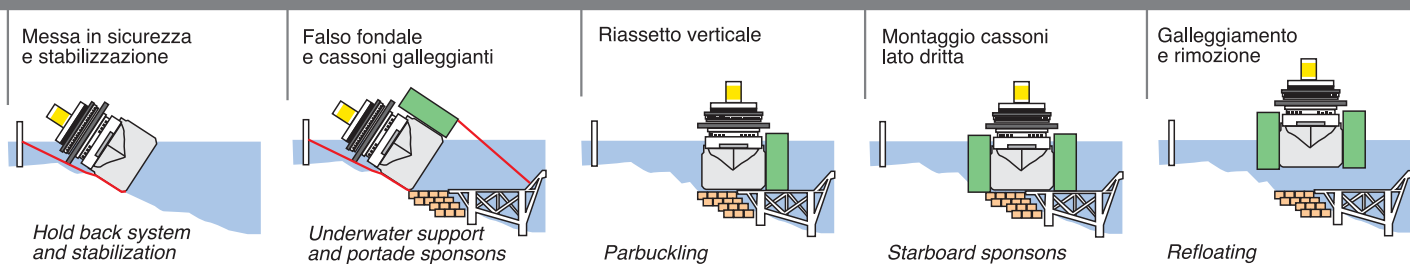
Nei giorni successivi all'evento sono state rimosse le **2.380 Ton di carburante** presenti a bordo al momento dell'impatto dello scafo con gli scogli denominati "Le Scole", in modo da salvaguardare l'ecosistema marino protetto dell'arcipelago Toscano.



## Foreword

*In the aftermath of Costa Concordia accident, the ship that partially sank and came to rest on a rock ledge along the shore of Giglio Island (13th January 2012), Trevi Group played an important role since the early stages of the wreck's removal project.*

*The days after the disaster, **2.380 Tons of fuel** filling the tanks (when the hull crashed into "Le Scole" rocks) were removed in order to protect the delicate marine environment of the Tuscan archipelago.*



Fasi schematizzate del recupero / Wreck schematic phases

Una volta portata a termine suddetta operazione, si è dato inizio alla fase di studio, progettazione ed esecuzione di tutte le opere ingegneristiche atte al recupero del relitto, avente **lunghezza pari a circa 290 m, larghezza pari a circa 35 m e dislocamento pari a circa 56.000 Ton.**

## Il progetto di rimozione

La direzione generale di **Costa Crociere**, in seguito ad un'approfondita valutazione di diversi progetti di recupero, ha affidato il delicato, arduo ed innovativo compito di rimuovere il relitto nella sua interezza al consorzio Italo-Americano Titan-Micoperi.

Due sono le aziende del **Gruppo Trevi**, che hanno partecipato ad alcune delle delicate ed importanti fasi propedeutiche al recupero nel periodo compreso tra Giugno 2012 e Settembre 2013.

*After this first important phase, a further study and planning phase was started, followed by the execution of all engineering works aimed at recovering the wreck having a **length of approximately 290 m, a width of approximately 35 m and a steel weight of approximately 56.000 Ton.***

## Wreck removal project

*The General Direction of **Costa Cruises** entrusted this delicate, difficult and innovative wreck removal project to the Italian-American Consortium Titan-Micoperi.*

*Two companies of **Trevi Group** participated in some of the delicate and important stages for the execution of the project between June 2012 and September 2013.*



**RCT**, impresa specializzata in **Indagini Geognostiche**, ha eseguito l'intera campagna di indagini (*Giugno 2012 - Agosto 2012*), il cui scopo è stato quello di investigare, determinare e conoscere il sito interessato al recupero ed in cui sono stati installate tutte le opere strutturali.

**TREVI**, impresa specializzata in Ingegneria Geotecnica e fondazioni speciali, ha realizzato (*Agosto 2012 - Settembre 2013*) le opere di fondazione delle strutture metalliche subacquee (**Anchor Blocks**) necessarie alla messa in sicurezza del relitto (**Hold Back System**) ed al successivo montaggio delle torri di ritenuta utilizzate per l'operazione di rotazione (**Parbuckling**).

I primi 4 blocchi installati, hanno avuto l'importante funzione iniziale di messa in sicurezza dello scafo (*evitando l'eventuale scivolamento dello stesso lungo il pendio sottomarino su cui lo scafo era adagiato*); successivamente sono stati installati altri 7 blocchi, costituendo così le

**RCT**, a company specializing in **Soil investigation**, performed all investigations (*June 2012 - August 2012*), to define the geological structure of the site.

**Trevi**, a company specialized in **Subsoil Engineering and Special Foundations**, carried out the foundation works (*August 2012 – September 2013*) of the underwater steel structures (**Anchor Blocks**) aimed at securing the wreck (**Hold Back System**) and the subsequent assembly of the retaining towers employed for rotation operations (**Parbuckling**).

The first 4 Anchor Blocks installed were connected to steel cables in order to secure the wreck; eventually, 7 more Anchor Blocks were installed, upon which special towers and hydraulic jacks used during the **Parbuckling** phases were assembled.

INDAGINI GEOLOGICHE / GEOLOGIC INVESTIGATION



ANCORAGGI / ANCHORS

fondazioni speciali delle "torrette" su cui sono stati montati martinetti idraulici utilizzati durante l'importante fase di **Parbuckling** (*rotazione dello scafo per riportarlo in asse*).

Le dimensioni dello scafo, la sua posizione rispetto alla costa ed i rischi connessi alla rimozione sono stati elementi distintivi, che hanno reso questa operazione di recupero una delle più complesse mai tentate. Anche dal punto di vista prettamente geotecnico si è trattato di un'operazione senza precedenti, che ha richiesto una spiccata specializzazione ed una notevole esperienza nella pianificazione degli interventi e nel prevenire e nel risolvere problematiche connesse alla sua realizzazione.

Ad oggi, terminata l'operazione di Parbuckling, il relitto riportato in asse verticale sarà in grado di galleggiare nuovamente grazie all'impiego di cassoni montati lungo le murate e successivamente trasportato in un bacino di carenaggio adibito al suo smantellato.

The size of the hull, its position along the coast and the risks associated with removal made this project the most complex salvage operation ever attempted.

Even from a geotechnical point of view, it was an unprecedented operation which required a strong specialization as well as a great experience in planning interventions to prevent and solve problems related to the project's implementation.

Upon completion of the activities concerning wreck site securing, sea-side sponsons' installation, Parbuckling operations and installation of starboard-side sponsons, the wreck will be refloated and towed to a dry dock to be dismantled.



## I sondaggi e gli ancoraggi

### Sondaggi

L'esecuzione della campagna geognostica è stata realizzata utilizzando una **perforatrice idraulica Soilmec SM-20**, installata su mezzo natante, messo a disposizione dalla committenza.

La struttura geologica ricostruita a partire da tali indagini mostra come l'ammasso roccioso sia caratterizzato da un granito con sistemi di fratturazione variamente orientati, a spaziatura variabile, talvolta riempiti di materiale grossolano derivante da alterazione della roccia superficiale e con la presenza di strutture carbonatiche proprie di piccoli molluschi.

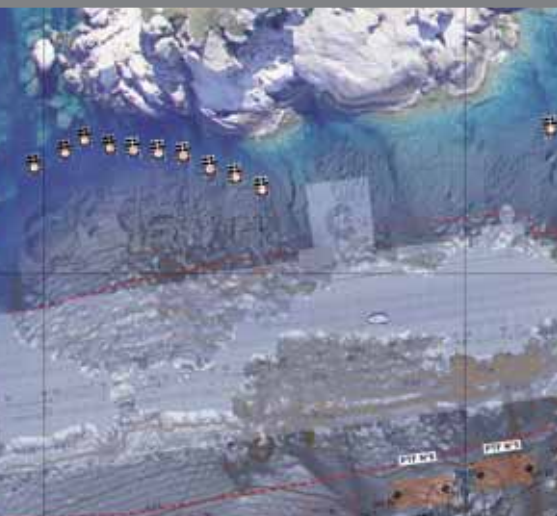
## Geotechnical and Geological Investigations

### Soil investigations

In order to perform soil investigations, a **SM-20 Soilmec drilling rig** installed on a Titan-Micoperi barge was employed.

The Geological structure of the site is characterized by a compact granite with different fracture degrees, sometimes filled with altered rock debris and carbonate structures.

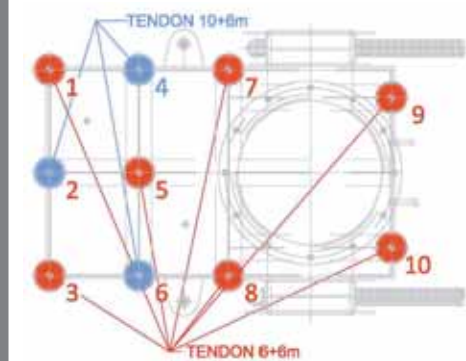
INDAGINI GEOLOGICHE / GEOLOGIC INVESTIGATION



ANCORAGGI / ANCHORS



BLOCCO ANCORAGGIO - Vista in Pianta  
ANCHOR BLOCK - Plan View



### Ancoraggi

Per la validazione dei parametri delle opere di fondazione speciale lato di dritta del relitto, sono stati eseguiti 3 tiranti di prova. Queste operazioni sono state sfruttate per perfezionare ed ottimizzare le tecniche di perforazione ed iniezione per le successive fasi.

Una volta confermate le ipotesi progettuali ed installati i blocchi d'ancoraggio sul fondale marino, ad una profondità variabile 8 ÷ 15 metri, si è proceduto alle perforazioni ed alla successiva installazione delle barre, lavorando all'interno del ridotto specchio d'acqua compreso tra il relitto e la costa.

Tali perforazioni sono state eseguite impiegando una **perforatrice idraulica Soilmec SM-21**.

### Anchor bars

Three trial tests were performed to validate the parameters of the foundation works and to optimize drilling and injection techniques.

Upon confirmation of the design assumptions and installation of the anchor blocks on the seabed at a depth of approx. 8 ÷ 15 mt, the drilling phase and tendons' installation were accomplished working on the starboard side of the wreck, very close to the coast.

These drillings were carried out using a **SM-21 Soilmec drilling rig**.

Ogni blocco è stato ancorato al fondale tramite l'utilizzo di 10 barre, di cui di seguito si riportano le caratteristiche tecniche principali:

*Each Anchor Block was locked on the seabed using 10 Tendons, whose main technical features are the following ones:*

### Caratteristiche degli ancoraggi / Anchors technical features

Diametro perforazione / <i>Drilling Diameter:</i>	200 mm
Diametro barra / <i>Tendon's diameter:</i>	63,5 mm
Lunghezza di ancoraggio / <i>Tendon's length:</i>	15 e 19 m
Lunghezza parte attiva / <i>Bond length:</i>	3 e 5 m
Lunghezza parte libera / <i>Free length:</i>	7 e 9 m
Forza di tiro / <i>Design load:</i>	1750 Kn (175 ton)
<b>Lunghezza totale perforazione / <i>Total drilling meters:</i></b>	<b>1700 m</b>

Tali ancoraggi hanno avuto lo scopo di incrementare l'attrito tra gli Anchor Blocks e la roccia sottostante e rendere possibile la rotazione del relitto.

*Tendons were aimed at increasing the friction between the Anchor Block and the rock and were subjected to a tensile stress instead of a shear stress.*

Installazione barra / *Tendon installation*



Sistema martinetto idraulico / *Hydraulic Jack System*



Sistema di monitoraggio / *Monitoring System*

Al fine di monitorare il carico d'ancoraggio di ogni singolo Anchor Block, su una delle barre è stata installata una cella di carico collegata ad un unico datalogger per la trasmissione in tempo reale di suddetto valore. La fase di collaudo e tensionamento dei 10 barre di ogni singolo Anchor Block, è stata eseguita utilizzando l'innovativo sistema di 10 martinetti idraulici collegati tra loro, che hanno permesso la tesatura simultanea delle 10 barre, garantendo un elevato grado d'accuratezza, velocità e semplicità delle operazioni. Questa delicata fase è stata supervisionata da Tecnici Trevi, che hanno coordinato proprio personale addetto all'utilizzo delle pompe idrauliche (poste su pontone) e collaborato con sommozzatori specializzati Titan. Tutte le suddette attività, hanno richiesto la messa a punto di particolari azioni, per minimizzare il rischio di inquinamento e/o danneggiamento del delicato ecosistema marino.

*In order to monitor the Anchor load, a load cell was installed on each Anchor Block and connected to a single datalogger, to ensure a real-time transmission of data. The Testing and Tensioning phase of the 10 tendons on each Anchor Block was performed by using no. 10 hydraulic jacks connected between themselves, which allowed to tension 10 tendons per time all together, guaranteeing a high accuracy-degree, high speed and easy operations. This delicate phase was supervised by Trevi Technicians, who coordinated the personnel involved in hydraulic pumps' operation (placed on the pontoon) and collaborated with Titan's skilled divers. All these activities required the development of specific actions to minimize the risk of pollution and/or damage of the delicate marine environment.*

La chiave del successo di tutta l'operazione è stata la proficua collaborazione ed il coordinamento delle varie attività, gestite dal personale Trevi, in maniera altamente professionale, rendendo questo delicato progetto, vincente e di successo per l'intero Gruppo.

*The main factor leading to the successful carrying out of the whole operation was the great cooperation and proper coordination of the different activities skillfully managed by Trevi staff, thus turning this delicate engineering project into a successful operation for the entire Group.*



## Attrezzature

Un importante contributo è stato dato dalle **attrezzature Soilmec** (*Società del Gruppo Trevi*), utilizzate durante la fase di indagine geognostica e in quella successiva di installazione degli ancoraggi. Entrambe le attrezzature hanno evidenziato grande versatilità, compattezza ed affidabilità sia in termini di sicurezza che di prestazioni, dimostrando la loro efficacia in situazioni delicate e complesse.

## Equipment

*The **Soilmec equipment** (Trevi Group Company) employed during soil investigation and subsequent installation of anchors showed great versatility, compactness and reliability both in terms of safety and performance, thus testifying to its possible use in delicate and complex situations.*



Carotaggi  
Core drilling



Campo prova  
Trial test



## Parbuckling

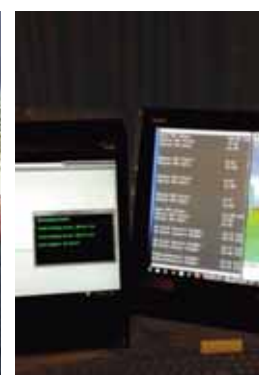
Durante tutte le 19 ore che hanno interessato la fase finale di rotazione del relitto, due tecnici specializzati TREVI hanno seguito le operazioni, gestendo il sistema di monitoraggio posto su ogni Anchor Block ed interpretando tali valori con i carichi di tiro del relitto, interfacciandosi con i tecnici Titan-Micoperi presenti nella **Decision Room**.

## Parbuckling

*During the 19 hours of wreck's rotation, two Trevi skilled technicians followed the operations, managing the monitoring system placed on each Anchor Block, interpreting the values with the tensile loads of the wreck and interfacing with Titan-Micoperi technicians in the **Decision Room**.*



Sistema di ritenuta  
Hold back system



Decision room  
Decision room





Perforazioni con martello fondo foro  
*DTH drilling*



Particolare barra d' ancoraggio  
*Anchor bar detail*



Riempimento cassone  
*Anchor block filling*



Tesatura e collaudo  
*Testing and tensioning*



Torrette di ritenuta / Retaining turrets



Riassetto verticale  
*Parbuckling*



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)