



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE

EDEI TRASPORTI

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE ALLE OO.PP. SICILIA - CALABRIA
SEDE COORDINATA DI CATANZARO

COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO

ADUNANZA DEL GIORNO 22.06.2012

Parere n.3/2012

- OGGETTO: Porto di Crotona
- lavori di prosecuzione del molo foraneo del porto vecchio per migliorare il ridosso in presenza di condizioni meteo avverse.
- Finanziamento POR FERS Calabria 2007/2013
- Progetto definitivo dell'importo di € 7.000.000,00

IL COMITATO

- Visto il rescritto Provveditoriale con il quale si trasmettono, per esame e parere, gli atti relativi all'affare in oggetto;
- Esaminati gli atti ricevuti;
- Udita la Commissione relatrice: Fiumano', Trotta, Arena, Valore

PREMESSO

Il porto di Crotona è iscritto nella 1° classe della 2° categoria dei porti marittimi nazionali, giusto D.M. 04.12.1976 n° 4115.

Esso si compone di due bacini distinti, non comunicanti tra loro: il più piccolo e più antico, porto vecchio, è situato nella zona E-SE della città; il principale, porto nuovo, situato a nord della città, è costituito da due bacini autonomi.

Il progetto definitivo in esame contempla: "la realizzazione delle opere in prosecuzione del molo foraneo del porto vecchio di Crotona per migliorare il ridosso in presenza di condizioni meteo avverse" in quanto in presenza dei moti ondosi provenienti da Sud-Est sono state riscontrate scarse condizioni di ormeggio.

Il progetto, elaborato nel novembre 2008 ed aggiornato nel novembre 2011, sia per l'adeguamento dei prezzi unitari, sia a seguito dei documenti A.R.P.A.Cal relativi allo "studio di caratterizzazione dei sedimenti da movimentare nei lavori di escavo all'imboccatura", si compone dei seguenti elaborati:

A - ELABORATI TECNICO-AMMINISTRATIVI:



- A1 RELAZIONE GENERALE (aggiornamento)
- A2 RILIEVI STATO DI FATTO
- A3 RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA
- A4 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
- A5 CONSULENZA SPECIALISTICA IN MATERIA IDRAULICA MARITTIMA:
 - 1) Studio del moto ondoso a largo e sua propagazione a riva
 - 2) Analisi storica dell'evoluzione della linea di costa
 - 3) Studio sull'interferenza tra l'opera di progetto e la linea di costa
 - 4) Studio con modello matematico dell'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale
 - 5) Verifica di navigabilità del canale d'accesso
 - 6) Valutazione con modello matematico del grado di vivificazione delle acque interne.
- A6 RELAZIONE DI CALCOLO
- A7 VERIFICHE GEOTECNICHE

B – ELABORATI GRAFICI:

- B1 COROGRAFIA
- B2 PLANIMETRIA STATO DI FATTO
- B3 PLANIMETRIA DI PROGETTO
- B4 PLANIMETRIA DEI TRACCIAMENTI
- B5 SEZIONI TIPO MOLI
- B5.1 SEZIONI DI COMPUTO MOLO SOPRAFLUTTO
- B5.2 SEZIONI DI SCAVO MOLO SOPRAFLUTTO
- B6.1 SEZIONI DI COMPUTO MOLO SOTTOFLUTTO
- B6.2 SEZIONI DI SCAVI MOLO SOTTOFLUTTO
- B7.1 SEZIONI DI COMPUTO PROLUNGAMENTO MOLO SANITA'
- B7.2 SEZIONI DI SCAVO PROLUNGAMENTO MOLO SANITA'
- B8 PLANIMETRIA AREA DI DRAGAGGIO

ESCAVAZIONE, DRAGAGGIO, MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI E CONFERIMENTO IN CASSA DI COLMATA ED IN DISCARICA AUTORIZZATA

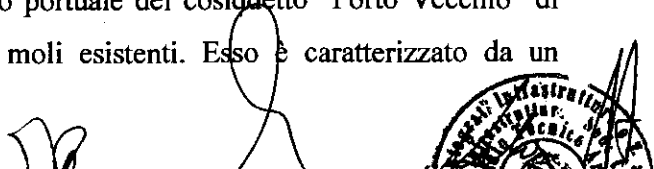
- D1 SEZIONI TRATTO MOLO SANITA'
- D2 SEZIONI TRATTO MOLO VECCHIO
- D3 MODALITA' DI ESECUZIONE DEI DRAGAGGI PER LA MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI
- D4 PLANIMETRIA E SEZIONE CASSA DI COLMATA

C – ELABORATI ECONOMICI:

- C 1. ANALISI PREZZI (aggiornamento)
- C 2. ELENCO PREZZI UNITARI (aggiornamento)
- C 3. COMPUTO QUANTITA' (aggiornamento)
- C 4. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO (aggiornamento)
- C 5. QUADRO ECONOMICO (aggiornamento)
- C 6. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO (aggiornamento)
- C 7. SCHEMA DI CONTRATTO
- C 8. PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO
- C 9. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI (aggiornamento)
- E STUDIO DI PREFATTIBILITA' AMBIENTALE

2

L'intervento previsto nel progetto di che trattasi, che riguarda l'Adeguamenti Tecnico Funzionale, è finalizzato alla riduzione dell'agitazione ondosa nel bacino portuale del cosiddetto "Porto Vecchio" di Crotone mediante l'adeguamento tecnico funzionale dei moli esistenti. Esso è caratterizzato da un



prolungamento del Molo di Sopraflutto di 120 m, dal prolungamento del Molo Sanità di 119 metri, di cui un tratto di 94 m in asse al molo esistente ed un tratto di 25 m ruotato rispetto a quest'ultimo di un angolo pari a 40°.

In particolare viene prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Prolungamento del Molo Sopraflutto in direzione NE-SW per una estensione di 120 m costituito da: nucleo in tout venant, massi naturali di 1^ categoria (100 – 500 e 500 – 1.000 Kg) per l'imbasamento e lo strato filtro, di 2^ categoria (1001 – 3000 Kg) per la berma al piede, massi artificiali "Antifer"

per la mantellata esterna, ed un massiccio di sovraccarico in calcestruzzo;

- Prolungamento del primo braccio del Molo Sanità di 120 metri, (il primo tratto di 94 m ed il secondo tratto di 26 m) costituito da: nucleo in tout venant, massi naturali di 1^ categoria (100 – 500 Kg) per l'imbasamento e lo strato filtro, di 2^ categoria (1001 – 3000 Kg) per la mantellata esterna e la berma al piede, e massiccio di sovraccarico in cls;

- Prolungamento del secondo braccio del Molo Sanità di 46 metri costituito da: lato avamporto: nucleo in tout venant, massi naturali di 1^ categoria (100 – 500 Kg) per l'imbasamento, lo strato filtro e la berma al piede, di 2^ categoria (1001 – 3000 Kg) per la mantellata esterna e massiccio di sovraccarico; lato porto: massi pilonati in cls poggiati su strato di imbasamento in massi naturali di 1^ categoria (100 – 500 Kg) e sovrastante getto di completamento in cls;

-Scavo e Dragaggio strettamente necessari per l'imbasamento delle opere a gettata e per uniformare la quota di fondale dell'avamporto alla profondità di (-4,00) m dal l.m.m..

-la ricarica di un tratto di 500 metri del molo foraneo esistente con scogli di categoria 3-7 Tonnellate (3^ categoria) in ragione di 65 t di scogli a metro.

Il progetto è stato redatto sulla base degli studi condotti nell'ambito della "Consulenza in materia di idraulica marittima finalizzata alla progettazione esecutiva di alcuni interventi nel Porto di Crotona", svolta dall'Ing. Franco Guiducci, nonché sulla base dei rilievi batimetrici eseguiti dalla Nautilus società cooperativa a.r.l. nel maggio 2005, dei sondaggi eseguiti dalla ditta "Aquila Sondaggi srl" di Spezzano Sila e delle indagini geotecniche di laboratorio, sia di tipo fisico che di tipo meccanico, eseguite presso il laboratorio prove materiali "GEOCAL" di Cosenza. Il progetto è altresì corredato della relazione geologica redatta nell'ambito della consulenza in materia di geologia tecnica svolta dal Dott. Carlo Lappano.

Sia gli studi di carattere idraulico marittimo, sia la consulenza geologica, sia le indagini geognostiche e geotecniche, in sito e di laboratorio, sia le rilevazioni topografiche e batimetriche sono stati eseguiti, per conto dell'Ufficio OO.MM di Reggio Calabria, con fondi di bilancio del Ministero delle Infrastrutture.



In particolare per ciò che attiene agli aspetti idraulico marittimi il progetto si presenta completo dei seguenti studi e modelli, condotti per il bacino portuale nell'ambito della predetta consulenza:

- Studio del moto ondoso al largo e sua propagazione a riva ;
- Studio sull'interferenza tra l'opera di progetto e la linea di costa;
- Studio con modello matematico dell'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale;
- Verifica del corretto posizionamento dell'imboccatura portuale ai fini della navigabilità del canale di accesso al porto;
- Valutazione con modello matematico del grado di vivificazione delle acque interne al bacino portuale.

Sulla base delle risultanze dello studio del moto ondoso a riva, l'altezza d'onda di dimensionamento per le sezioni tipo, riferita al tempo di ritorno di 25 anni, è stata assunta pari all'onda limitata dal frangimento sul fondale e con periodo $T_p = 9,5$ s.

Per il dimensionamento della sezione tipo del prolungamento del molo sopraflutto e di sottoflutto (sezione corrente) sono state condotte le verifiche di :

- stabilità idraulica della mantellata;
- risalita dell'onda sul paramento e tracimazione;
- stabilità del massiccio di coronamento e del muro paraonde;
- stabilità della fondazione;

Nel corso della precedente adunanza del 13.03.2012, pur in mancanza del parere geotecnico, si è proceduto all'esame del progetto con particolare riguardo agli aspetti attinenti all'idraulica marittima, rilevando le seguenti criticità.

Aspetti idraulici

- 1) Lo studio meteo marino individua delle caratteristiche ondose al frangimento ridotte. Viene adottata la formula di Kamphuis, secondo la quale al frangimento si ha

$$\frac{H_{sb}}{d_b} = 0.56 \exp(3.5m)$$

dove H_{sb} è l'altezza significativa al frangimento, d_b la profondità al frangimento e m la pendenza del fondale.

Per il calcolo di H_{sb} nel progetto si assume $m=0.009$. Si tratta di un valore non riscontrabile dagli elaborati progettuali. Ad ogni modo, sulla profondità di 6m, assumendo $m=0.009$, nel progetto si ricava $H_{sb}=3.7$ m. Si tratta certamente di un valore non cautelativo.



- 2) Per l'onda di progetto viene assunto un valore della vita di progetto $L=15$ anni ed una Probabilità di accadimento di 0.45, da cui si ricava un periodo di ritorno di progetto di 25 anni.

Tali valori sono corretti se si procede alla verifica in condizioni di danneggiamento incipiente; se, invece, si considera la condizione di distruzione totale essi non risultano in linea con le Istruzioni Tecniche per la progettazione delle Dighe Marittime.

Il caso in questione riguarda il prolungamento della diga foranea del Porto Vecchio di Crotona, per cui si raccomanda la verifica della struttura a distruzione totale e non a danneggiamento incipiente.

- 3) Per il calcolo della mantellata, le Istruzioni Tecniche suggeriscono l'impiego dell'altezza dell'onda di progetto compresa tra H_s e $H_{10}=1,27H_s$. Nel progetto si è adottato il valore minimo, pari ad H_s .
- 4) Il calcolo della mantellata è priva di verifica. Gli Antifer da 7,8 tonnellate, con 2 strati e pendenza 2/3, proposti nel progetto, non sembrano adeguati.

Sempre nel corso della precedente adunanza del 13.03.2012 sono stati illustrati i contenuti geotecnici e geologico-geotecnici del progetto, rilevando quanto segue.

Le formazioni geologiche che interessano l'area in oggetto hanno origine sedimentaria per depositi ascrivibili ad un intervallo di tempo compreso tra il Pliocene medio-superiore e l'Olocene. Si tratta di una potente formazione argilloso - marnosa di colore grigio-azzurra ricoperta, attraverso uno spessore variabile, ma in genere ridotto, di sabbie medio-fini a tratti limose e talora localmente ghiaiose. Al di sotto dei 16 metri di profondità dal fondale marino la formazione argillosa di base si presenta fortemente preconsolidata con valore della coesione non drenata C_u superiore a 400 Kpa.

Il modello geologico del sito è stato rappresentato mediante le sezioni geologiche più significative, tracciate fino ad intercettare lo strato argilloso di base, in corrispondenza delle quali sono state specificate le caratteristiche geolitologiche degli strati intercettati.

Sono stati predisposti, in conformità agli articoli 6.2.1 e 6.2.2 del D.M. 14 Gennaio 2008 - recante "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni", sia la modellazione geologica e sia la modellazione geotecnica del sito.

Il progetto è corredato dalle verifiche geotecniche più significative. Nell'apposito elaborato sono state riportate le verifiche di stabilità globale per le sezioni dei moli di sopraflutto e di sottoflutto condotte mediante il metodo di Bishop semplificato, nonché i calcoli dei cedimenti totali, questi ultimi eseguiti con il metodo edometrico, nella sezione di mezzera delle opere "a gettata". Le verifiche di stabilità globale dei moli di sopraflutto e di sottoflutto sono state condotte secondo



metodo dei coefficienti parziali, considerando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri di resistenza dei materiali, secondo le condizioni di carico statiche e sismiche previste dal D.M. 14 Gennaio 2008, utilizzando l'Approccio progettuale 1 (DA1).

Tuttavia non essendo pervenuto il parere dell'esperto geotecnico, per l'esame e l'approfondimento degli aspetti geotecnici, l'argomento è stato rinviato alla presente adunanza.

Nel prosieguo, nel corso dell'Istruttoria dell'Esperto geotecnico di questo Consesso, stante che lo studio geologico riportava per il primo strato di fondazione del sedime delle opere una formazione sabbiosa descritta come poco o moderatamente addensata, avendo rilevato la sussistenza della possibilità di effetti di "liquefazione", è stata rappresentata la necessità di completare le verifiche geotecniche con lo studio della valutazione della suscettività alla liquefazione, facendo riferimento ai metodi proposti nelle Linee Guida dell'A.G.I. - *"aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica"*.

In ottemperanza al rilievo predetto, l'ufficio progettista ha integrato lo studio geotecnico con un apposito elaborato denominato "Verifica nei riguardi della suscettività alla liquefazione dei terreni di fondazione", datato 18 Giugno 2012, con il quale sono stati presentati i risultati della valutazione del potenziale di liquefazione con riferimento ai metodi proposti nelle linee guida dell'A.G.I. In particolare l'indice di tensione ciclica, ad una determinata profondità, è stato stimato mediante l'espressione di Seed e Idriss - 1971; mentre l'indice di resistenza ciclica CRR è stato valutato dai risultati delle prove SPT. Risultando $CRR=0,211 > CSR=0.154$ e $CRR/CSR = 1,60$, la verifica, avendo indicato che il rischio di liquefazione dei terreni di fondazione delle opere in progetto è basso, risulta soddisfatta. D'altra parte anche facendo riferimento al grafico sperimentale delle linee A.G.I. riportante, per diversi valori della frazione di materiale fino del terreno, le curve- limiti di liquefazione, la verifica è risultata soddisfatta.

D'altra parte le prove S.P.T. effettuate sui seguenti sondaggi: S1, S8, S5 ed S3 nei livelli dello strato sabbioso, identificati anche dalle rappresentazioni stratigrafiche allegate al progetto, dalle analisi granulometriche e dai parametri di resistenza determinati mediante le prove di taglio, hanno indicato un valore di SPT minimo pari a 31. Tale indice è caratteristico di livelli sabbiosi definibili di "media consistenza", laddove nello studio geologico, per un mero errore di trascrizione, si faceva riferimento a sabbie di scarse caratteristiche meccaniche. A tal riguardo il Consulente "Geologo" ha provveduto a rettificare la relazione geologica.

Altro rilievo in materia di geotecnica mosso dal membro esperto di questo comitato è scaturito dall'impiego del tout-venant quale materiale costituente il nucleo delle scogliere, al quale si susseguono, in successione, lo strato di transizione in massi naturali e lo strato delle mantellate esterna ed interna in massi "Antifer". Il rilievo ha riguardato, stante l'alta porosità dei massi sovrastanti lo



in tout venant, la possibilità di un effetto di sifonamento che potrebbe verificarsi in presenza di frazioni fini nel nucleo e comunque di elementi inferiori ad 1 Kg. Pertanto, pur se le specifiche del C.S.A e della voce di prezzo del "tout venant", escludono la presenza di materiale inferiore al Kg, è stata rappresentata l'opportunità di innalzare tale limite inferiore nonché di rendere esplicito anche nei grafici di progetto il peso minimo del materiale del nucleo.

Con riguardo ai contenuti economici, il riferito progetto definitivo è risultato di complessive € 7.000.000,00 così ripartite :

A) lavori a base d'asta

-a misura	€	6.165.003,16
-a corpo	€	<u>440.866,24</u>
- per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso	€	70.000,00
Sommano per lavori	€	<u>6.675.869,40</u>

B) per somme a disposizione dell'Amministrazione

- Spese per prog. Dir. Lav, sicurezza (incentivo ex art. 18)	€	133.517,39
- Spese d'ufficio per prod. progetti, gestione lavori, ecc.	€	33.613,
- Spese per pubblicità e gara d'appalto	€	15.000,00
- Spese per accertamenti di laboratorio e collaudi	€	45.000,00
Monitoraggio Ambientale e relative analisi di laboratorio	€	35.000,00
- Spese per consulenza in materia ambientale, IVA compresa	€	30.000,00
- Caratterizzazione chimico, fisica e microb. dei sed. Marini	€	32.000,00
Sommano	€	<u>324.130,60</u>

Importo complessivo del progetto € 7.000.000,00

L'intervento in questione risulta in variante al vigente Piano Regolatore Portuale; non vengono allegati i pareri quali Capitaneria di Porto, ambientalistici (VIA), Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero risultanti da conferenze di servizi.

CONSIDERATO

- Che nella seduta odierna il Relatore, Ing. Francesco Trotta, ha dato lettura dei pareri degli esperti evidenziando che in merito alle prescrizioni relative agli aspetti geotecnici (sifonamento e liquefazione) il Dirigente dell'Ufficio Opere Marittime per la Calabria con nota 21.06.2012, n° 1090 ha comunicato di aver provveduto all'adeguamento del progetto.

--Che il progetto definitivo in questione comprende elaborati atti a definire compiutamente



l'intervento, e comunque in sede di stesura del progetto esecutivo occorrerà tenere conto delle seguenti prescrizioni:

Le scelte di cui ai punti 1) e 3) riportati nelle premesse sono singolarmente accettabili dal punto di vista progettuale. Tuttavia, entrambe le scelte, unitamente alla scelta relativa al periodo di ritorno di progetto, individuano condizioni onnose 'minime' (si intende minime nel range di valori ammissibili); gli Antifer da 7,8 tonnellate, con 2 strati e pendenza 2/3, proposti nel progetto, non sembrano adeguati e pertanto occorre una verifica in sede di stesura del progetto esecutivo.

- Che il Capitolato Speciale d'Appalto si presenta completo sotto l'aspetto dei requisiti tecnici e prestazionali e riporta: il tempo utile di giorni 450 per l'esecuzione dei lavori; la penale per ritardi nell'esecuzione dell'opera pari all'1%; l'importo utile ai fini dei pagamenti, la categoria prevalente per la qualificazione dell'Impresa (OG7);

- Che la stima delle opere è stata effettuata con prezzi desunti dal Prezziario Regionale Calabria ed. 2009, approvato con deliberazione della Giunta Regionale, e per quelli che non hanno trovato riscontro nel suddetto prezzo, applicando prezzi già utilizzati per analoghi interventi;

- Che trattandosi di un intervento in variante al P.R.P., occorre acquisire il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (si ribadisce, in ogni caso, che secondo il voto 93 del 2009 dell'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, la competenza tecnica sul parere di non sostanzialità in merito alle modifiche introdotte al Piano Regolatore Portuale, che identifica un Adeguamento Tecnico Funzionale, spetta al Consiglio Superiore);

- Che dovranno essere altresì acquisiti i pareri quali Capitaneria di Porto, ambientalistici (VIA), ovvero pareri risultanti da conferenze di servizi;

- Che alla copertura finanziaria si provvederà con i fondi POR FERS Calabria 2007/2013;

**TUTTO CIÒ PREMESSO E CONSIDERATO
IL COMITATO ALL'UNANIMITÀ È DEL PARERE**

- che il progetto definitivo dei lavori di prosecuzione del molo foraneo del Porto Vecchio di Crotona per migliorare il ridosso in presenza di condizioni meteo avverse dell'importo complessivo



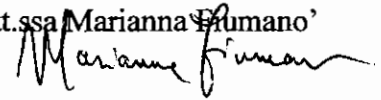
7.000.000,00 sia meritevole di approvazione con le prescrizioni di cui ai precedenti "considerato".

IL SEGRETARIO
(Geom. Giuseppe Musolino)

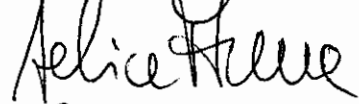


LA COMMISSIONE

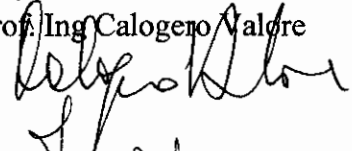
Dott.ssa Marianna Fumano'



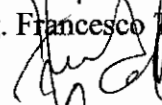
Prof. Ing. Felice Arena



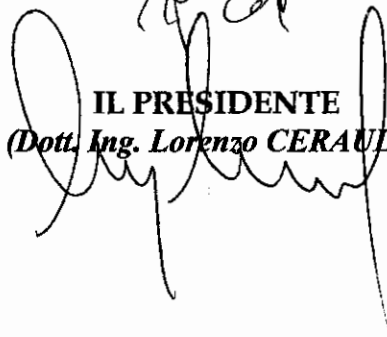
Prof. Ing. Calogero Valore



Ing. Francesco Trotta



IL PRESIDENTE
(Dott. Ing. Lorenzo CERAULO)



PER COPIA CONFORME
IL SEGRETARIO
(geom. Giuseppe Musolino)

