

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>IL PROGETTISTA MWH S.p.A. Dott. Ing. M. Fedeli Ordine Ingegneri Milano n° A24156 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p>  | <p>IL CONTRAENTE GENERALE Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p> | <p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p> | <p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p> |
|---|---|--|---|

| | | |
|--|--|--|
| <p><i>Unità Funzionale</i> OPERA DI ATTRAVERSAMENTO <i>Tipo di sistema</i> CANTIERI <i>Raggruppamento di opere/attività</i> MARITTIMO <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> PONTILI - PO.30.CP1 PONTILI <i>Titolo del documento</i> CP1 - RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA</p> | | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">CZ0053_F0</div> |
|--|--|--|

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| CODICE | C G 2 7 0 0 | P | R O | D P | C Z | C H | P O | 3 0 | 0 0 | 0 0 | 0 1 | F0 |
|--------|-------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|

| REV | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----|------------|------------------|---------|------------|-----------|
| F0 | 20/06/2011 | EMISSIONE FINALE | ROSSI | FEDELI | SUSANI |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

INDICE

| | |
|--|----|
| INDICE | 3 |
| Premessa | 5 |
| 1 Descrizione delle opere | 6 |
| 2 Stato attuale aree interessate dalle opere | 11 |
| 2.1 Caratterizzazione geologica - geotecnica dell'area | 11 |
| 2.1.1 Stratigrafia lato Sicilia | 12 |
| 2.1.2 Stratigrafia lato Calabria | 14 |
| 2.2 Condizioni meteo marine | 16 |
| 2.2.1 Condizioni lato Sicilia | 18 |
| 2.2.2 Condizioni lato Calabria | 18 |
| 2.3 Caratterizzazione sismica dell'area | 19 |
| 3 Scelta della configurazione dei pontili | 23 |
| 4 Fasi realizzative | 25 |
| 5 Arredo e sicurezza dei pontili | 26 |
| 5.1 Elementi di arredo | 26 |
| 5.2 Sicurezza | 26 |
| 6 Durabilità e vita utile delle opere | 28 |
| 7 Criteri generali di dimensionamento e verifica | 30 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Premessa

Il presente Progetto Definitivo deriva direttamente dal Progetto di Massima ultimato nel dicembre 1992 in osservanza alla legge speciale 1158/71, approvato in Assemblea Generale dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n° 220 del 10.10.1997 e successivamente esaminato nel 2000 dagli advisor Steinman International – Parsons Transportation Group e Price Waterhouse Coopers, su delibera del CIPE e conseguente incarico affidato dal Ministero dei Lavori Pubblici di concerto con quello del Tesoro del Bilancio e della P.E e infine revisionato nel dicembre del 2003. La presente relazione generale - descrittiva è relativa al progetto dei pontili di Ganzirri e Cannitello nell'ambito dei lavori per la realizzazione del ponte sospeso sullo Stretto di Messina. Tali pontili permetteranno la movimentazione via mare dei conci prefabbricati che costituiranno le torri. Per entrambi i siti sono state analizzate, facendo riferimento ai Documenti di Gara del 1992, ai relativi disegni informativi, oltre che al Progetto Preliminare, le condizioni geologico-geotecniche, quelle meteomarine e quelle sismiche che hanno influenza sulle opere previste.

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

1 Descrizione delle opere

Ciascuno dei pontili di Ganzirri e Cannitello è realizzato adottando la configurazione di banchina a giorno su pali che permette l'attracco delle chiatte per lo sbarco dei conci prefabbricati delle torri. Ciascun concio prefabbricato pesa 1200 t e viene movimentato tramite un sistema di dodici carrelloni. Ogni gruppo di carrelloni compone un'impronta di 13,555 per 18,190 metri come mostrato in figura seguente (rif. 2002159_DO_00616_C.pdf).

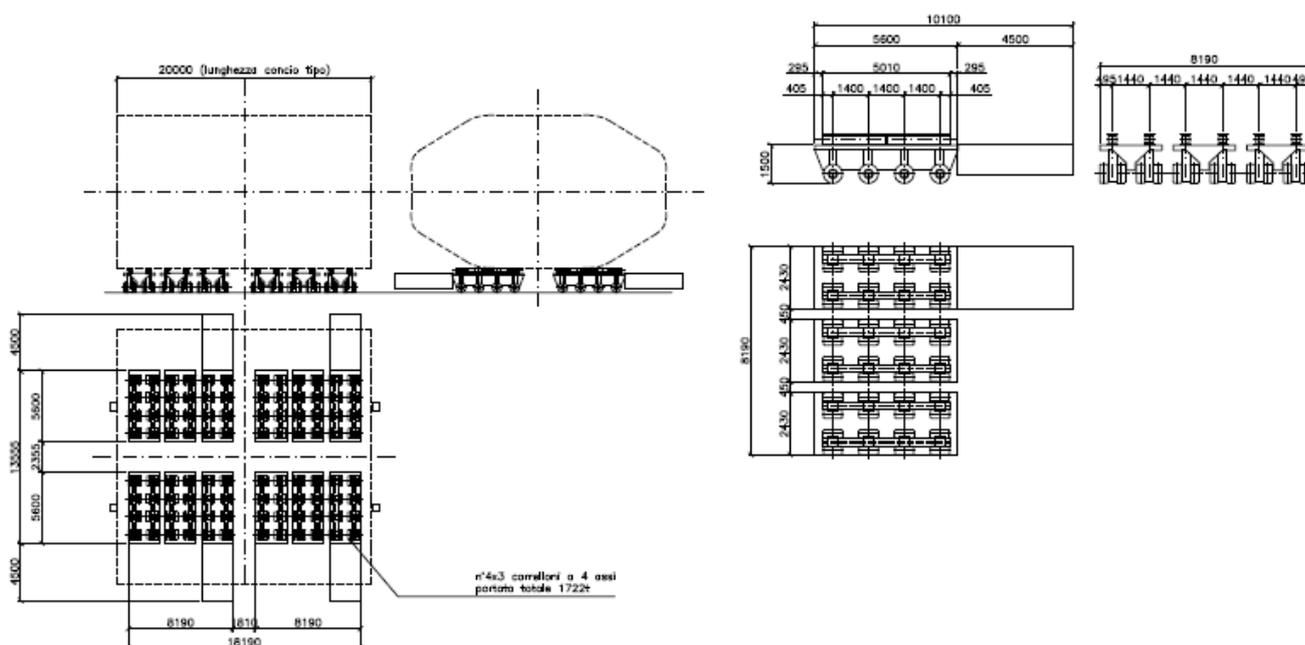


Figura 1.1: dettaglio carrelloni per il trasporto dei conci

La chiatta che trasporta e movimentata i conci (a gruppi di quattro) è lunga 91,5 m e larga 21,5 m e prevede l'attracco di testa per permettere lo scarico dei conci come mostrato nello stralcio del documento rif. 2002159_DO_00616_C.pdf riportato nel seguito.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

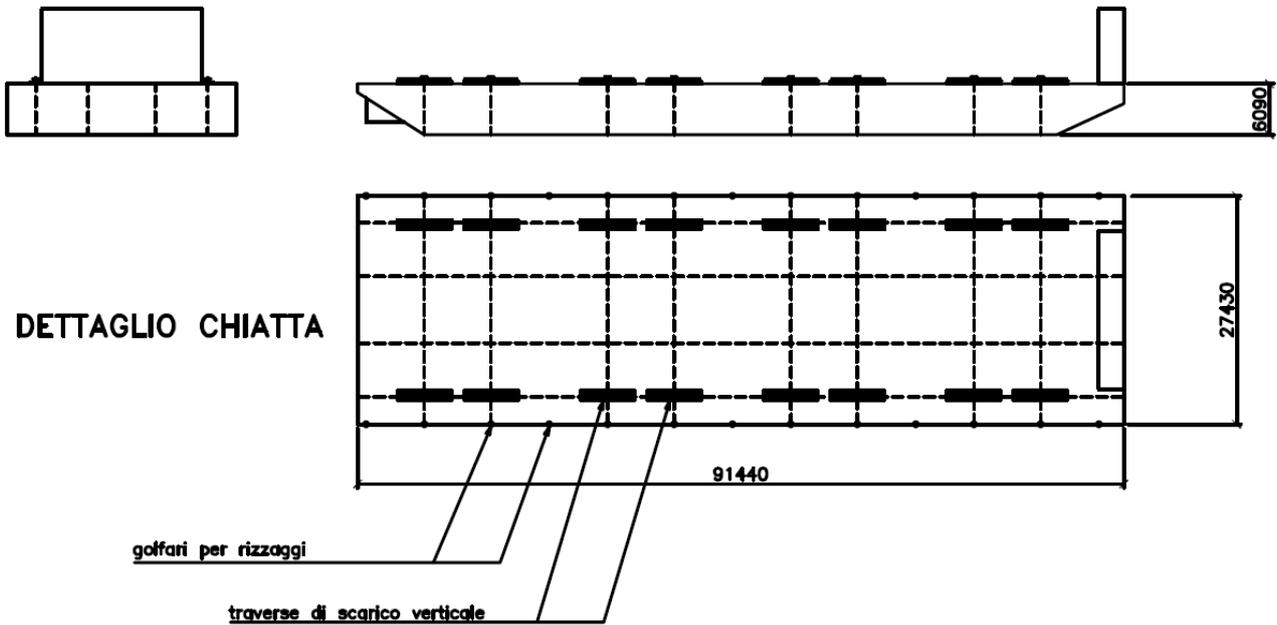


Figura 1.2: caratteristiche geometriche della chiatta

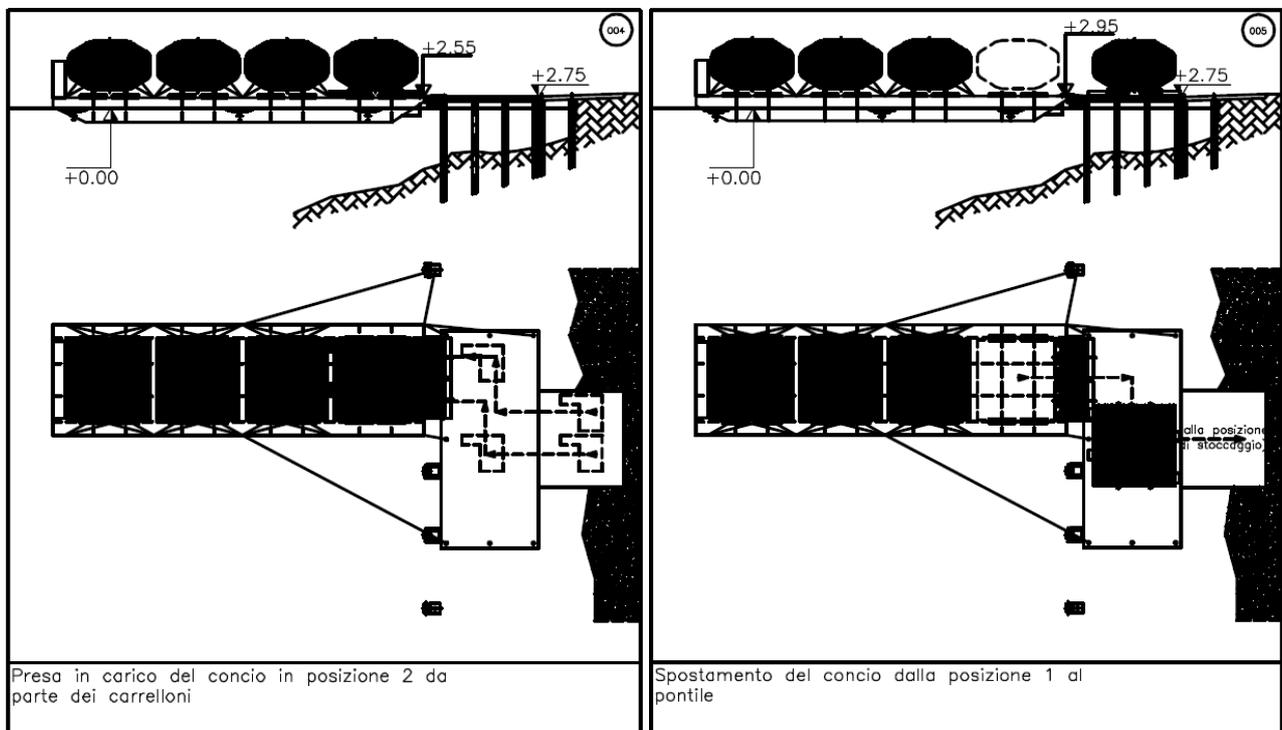


Figura 1.3: tipologia di ormeggio e modalità di scarico dei conci

L'opera di attracco destinata allo sbarco dei conci prefabbricati ha carattere provvisorio, in quanto verrà demolita una volta finita la costruzione delle pile del ponte.

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Si stima un periodo d'utilizzo di circa 10 anni.

I pontili lato Calabria sito a Cannitello, e lato Sicilia sito a Ganzirri sono caratterizzati da un ingombro di 66 m x 24 m in pianta e sono costituiti da un impalcato in calcestruzzo gettato in opera poggiante su una maglia di pali trivellati.

I pali, in numero di 40 (4 file x 10 colonne), presentano un diametro 120 cm e lunghezza variabile in funzione della profondità del fondale; si prevede un immorsamento nel terreno pari a 29 m. L'interasse tra i pali parallelamente alla costa varia da un minimo di 7,00 ad un massimo di 8,00 m in corrispondenza della campata centrale, mentre perpendicolarmente è costante e pari a 7 m.

L'impalcato è costituito da un graticcio di travi ribassate di altezza variabile tra 130 e 178 cm circa e di larghezza 120 cm gettate in opera in casseri a perdere sagomati a "U". Le travi poste ad un interasse uguale a quello dei pali, sono connesse a quest ultime tramite baggioli a sezione quadrata di lato 60 cm che spiccano dalla sommità dei pali. La soletta che costituisce l'impalcato è anch'essa gettata in opera in casseri a perdere ed è una soletta armata bidirezionalmente, di spessore variabile tra 80 e 128 cm circa. La variabilità delle altezze degli elementi strutturali orizzontali del pontile è dovuta alla necessità di ottenere una pendenza del 2% dell'impalcato.

I pontili sono stati progettati in modo da occupare la minima area indispensabile ai lavori, seguendo quanto richiesto al paragrafo 1.2.7 del documento GCG.F07.05 rev.1. "Specifiche tecniche per la Progettazione Ambientale delle Opere" e, come si vede dalle figure riportate nel seguito, rispetto al progetto di gara, l'ingombro dei pontili è stato ridotto.

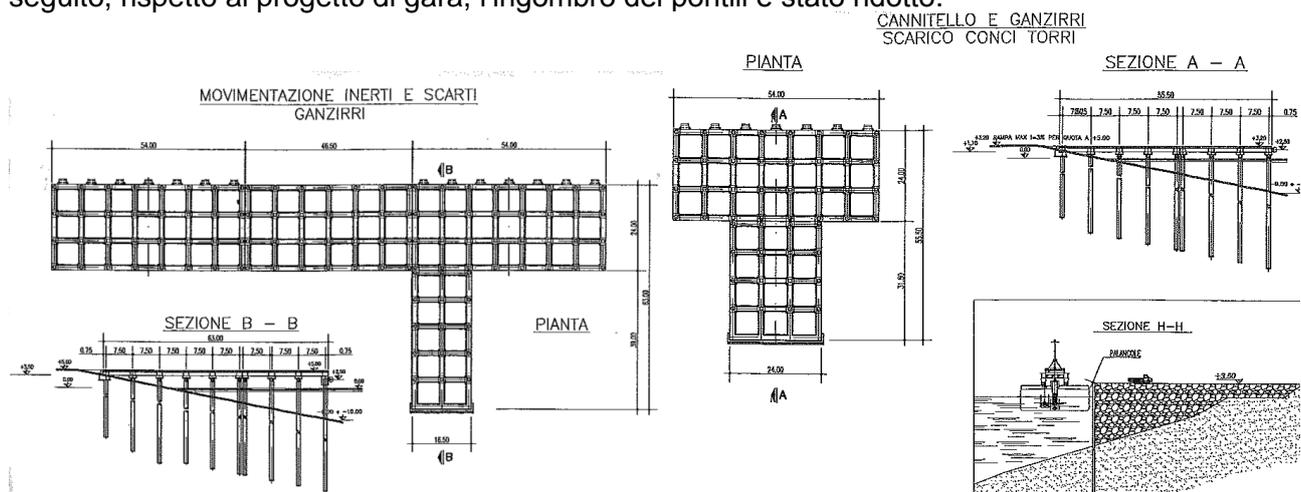


Figura 1.4: pontili lato Ganzirri e lato Cannitello – progetto di gara

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

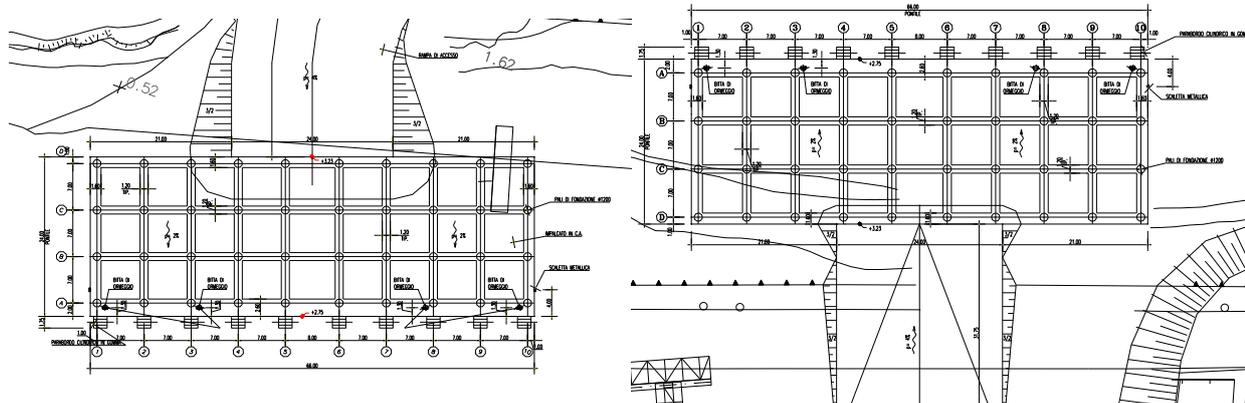


Figura 1.5: pontili lato Ganzirri e lato Cannitello – progetto definitivo

Oltre alla riduzione dimensionale dei pontili si è prevista anche una diminuzione funzionale, rispetto al progetto di gara. L'utilizzo dei pontili è stato infatti limitato allo scarico dei conci prefabbricati costituenti le torri, delle bobine dei cavi costituenti gli stralli del ponte e l'attracco delle navi cementiere per il pompaggio del cemento eliminando così l'utilizzo per la movimentazione degli inerti. La riduzione dell'ingombro e della funzionalità dei pontili ha portato a nuove e minori esigenze, che unitamente alla provvisorietà dell'opera hanno condotto a ritenere che non fosse necessario né l'impiego di modelli delle aree costiere per prevedere la modalità di trasporto dei sedimenti, le variazioni della morfologia batimetrica e della costa (come richiesto nel documento GCG.F.07.06 "Specifiche tecniche per la progettazione ambientale dei cantieri"), né la fornitura di modelli matematici che giustificassero le scelte progettuali (come richiesto nel documento GCG.F.07.05 "Specifiche tecniche per la Progettazione Ambientale delle opere").

Data la tipologia di struttura scelta, banchina a giorno su pali, e la modalità di costruzione si ritiene che tale struttura sia praticamente influente sul regime delle correnti e del trasporto di sedimenti a distanza. Inoltre non determinando alcun cambiamento alle predette caratteristiche dell'ambiente marino si presume conseguentemente e verosimilmente che anche la morfologia costiera non venga alterata, a maggior ragione in considerazione della pendenza dei fondali interessati, che supera il 20%.

Per quel che concerne la tutela della specie di particolare pregio, pur non disponendo attualmente di alcun documento che accerti la presenza o meno di tali specie, si reputa che i pontili non costituiscano alcun pericolo, in quanto oltre a quanto detto in precedenza, si ritiene che l'opera abbia un piccolo ingombro rispetto all'area che presenta le medesime caratteristiche. Nel caso però in cui futuri studi e monitoraggi accertino la presenza e il reale pericolo per le specie di particolare pregio (coralligeno e poseidonia) si procederà alla ricollocazione dei pontili in una zona

| | | | | |
|---|---|---|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

maggiormente idonea, dal punto di vista ambientale e che al contempo permetta l'operatività dei pontili.

Per tutelare la qualità dell'ambiente marino e soprattutto per non perturbare lo stato di qualità delle acque marine, si prevede una rete di raccolta delle acque dimensionata considerando le situazioni di massimo flusso delle acque in relazione alle attività di cantiere e a eventi di massima piovosità. Tale rete è costituita da una canaletta perimetrale che convoglia le acque in due punti di raccolta, da cui l'acqua viene pompata negli impianti di trattamento, in corrispondenza dei periodi d'attività dei pontili.

Relativamente agli accorgimenti da adottare per evitare e/o limitare la ricaduta o la risospensione nell'ambiente marino di sedimenti fini e la dispersione di sostanze inquinanti si prevede che nelle fasi di progettazione successive, "progetto esecutivo" e/o "progetto costruttivo", verrà predisposto un piano operativo e d'emergenza che comprenderà tutte le procedure cautelative del caso.

Sia durante la fase di costruzione sia in quella di demolizione dei pontili non sono previste manovre e/o operazioni che possano produrre importanti quantità di polveri o che possano in qualche modo inquinare l'aria, come richiesto al paragrafo 1.2.9 del documento GCG.F07.06 rev.1. "Specifiche tecniche per la Progettazione Ambientale delle Opere".

Si precisa che i rilievi batimetrici alla data di stesura del presente documento non sono disponibili si sono perciò assunte batimetrie di tentativo basate sui documenti del progetto preliminare PP 2D A24005 e PP 2D A24008 "Le basi del progetto – l'opera di attraversamento – geotecnica", sarà perciò necessario uno studio di dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

2 Stato attuale aree interessate dalle opere

Le aree ove è prevista la realizzazione dei due pontili destinati all'attracco delle chiatte per il trasporto e la movimentazione dei conci prefabbricati delle torri sono collocate rispettivamente in località Ganzirri (ME) sul versante siciliano ed in località Cannitello (RC) sul versante calabrese.

2.1 Caratterizzazione geologica - geotecnica dell'area

L'attività di caratterizzazione dei terreni in sito è stata eseguita mediante l'interpretazione dei dati raccolti durante le varie campagne di indagine geognostica, i cui risultati sono sintetizzati nel documento di gara GCG.F.02.03 e nei disegni da PP-2D-A24001 a PP-2D-A24009.

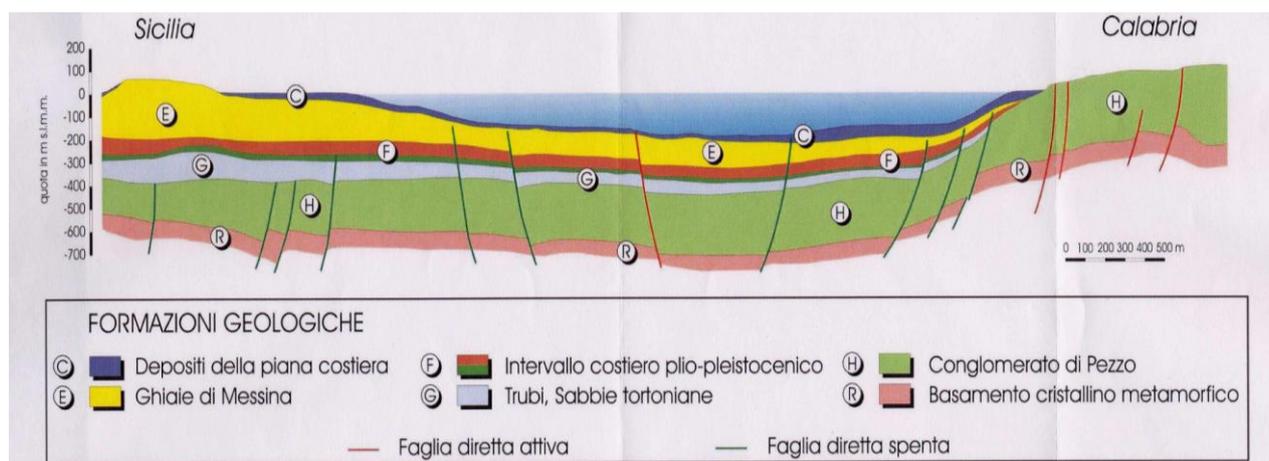


Figura 2.1: sezione geologica trasversale dello Stretto di Messina

La sezione geologica sopra riportata mostra che per le profondità di interesse per la realizzazione dei pali dei pontili (circa 20-30m al di sotto del fondale marino) il terreno è costituito soprattutto da depositi della piana costiera e ghiaie di Messina.

Dal lato siciliano il fondale marino è meno ripido rispetto al lato calabrese e la coltre di depositi superficiali appare di potenza inferiore.

Si precisa che alla data di stesura del presente documento non sono stati effettuati sondaggi a mare in corrispondenza delle future aree di costruzione dei pontili. Ne consegue che non è al momento possibile definire con precisione la profondità di transizione tra i vari strati ed in particolare la posizione esatta del substrato roccioso sul lato calabro.

Pur con una certa approssimazione, si ritiene comunque di poter estendere la caratterizzazione

| | | | | |
|---|---|---|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

geotecnica eseguita per le fondazioni delle torri al caso in esame, ritenendosi la variabilità laterale delle stratigrafie poco accentuata.

2.1.1 Stratigrafia lato Sicilia

La stratigrafia a Ganzirri come da doc. PG 2R A 24000 N01 è composta, dall'alto al basso, dalle seguenti formazioni geologiche:

1. Depositi Costieri: sono costituiti da materiali sabbioso – ghiaioso con modeste o trascurabili percentuali di fine e, talora, interessati da orizzonti limoso–torbosi nella parte bassa della formazione. I depositi recenti della piana costiera si estendono dalla superficie verso il basso fino a circa quota -70m nell'area di fondazione. La superficie dello strato degrada verso il mare con un'inclinazione di circa 13 gradi.
2. Ghiaie di Messina: sono costituite da sequenze di notevole spessore di materiali ghiaioso–sabbiosi, con sporadiche intercalazioni limose. Vi è una transazione graduale dai depositi della piana Costiera alle Ghiaie di Messina di fondo, a circa 70 m. Queste si estendono a grande profondità.
3. Conglomerato di Pezzo: questa formazione è costituita prevalentemente da clasti eterometrici di natura granitica in matrice sabbioso e da arenarie. Da un punto di vista del comportamento meccanico, è comparabile ad una roccia tenera.
4. Basamento Cristallino: è costituito da rocce granitoidi, talora tettonizzate ed alterate.

Sia il conglomerato di Pezzo che il basamento cristallino non sono presenti nel volume di terreno di influenza della fondazione del pontile lato Ganzirri, in quanto il primo si estende da 360 m fino a 550 m di profondità e il secondo oltre i 550 m.

Nella figura seguente è rappresentato il profilo geologico in corrispondenza della fondazione della torre siciliana.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

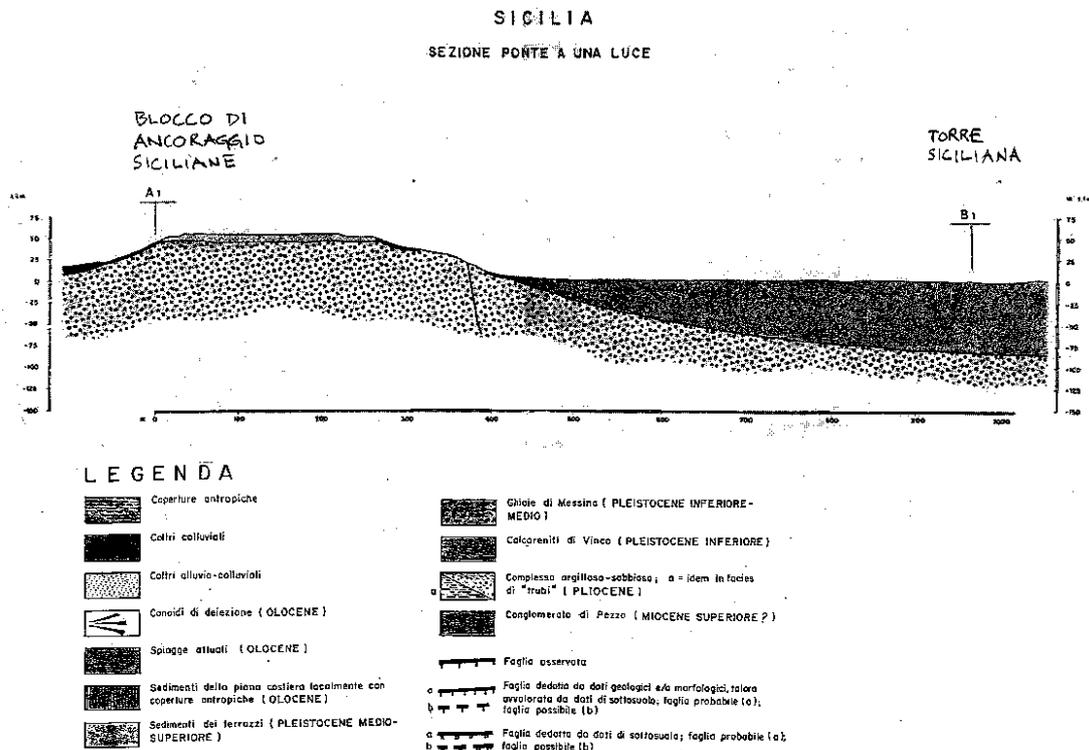


Figura 2.2: profilo geologico presso la fondazione della torre siciliana

Nella figura seguente si riporta il risultato delle prove penetrometriche SPT e LPT eseguite fino a 50m da p.c. all'interno della formazione dei depositi costieri. Si può notare che fino a circa 30m da p.c. l'andamento dei dati è piuttosto disperso: i valori sono costantemente al di sopra dei 30colpi/piede con picchi sopra i 60 colpi/piede. Ciò è probabilmente dovuto alla cementazione di piccoli strati che si incontra sistematicamente all'interno della parte superficiale della formazione. A partire da 30m di profondità i risultati appaiono meno dispersi per via della maggiore omogeneità del terreno, che si riscontra nella fascia di transizione tra i depositi costieri e le sabbie di Messina. Si tratta dunque di un terreno di buone caratteristiche meccaniche, caratterizzato da un angolo di attrito di picco caratteristico maggiore di 40°.

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

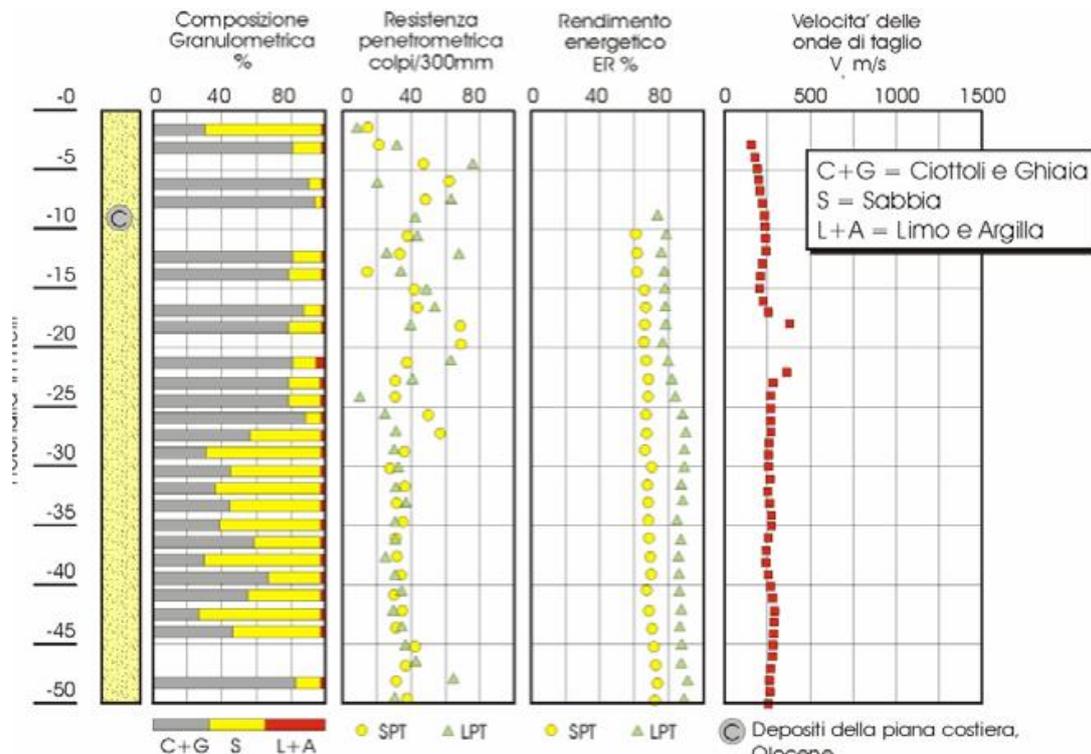


Figura 2.3: risultati prove penetrometriche SPT/LPT per la torre lato Sicilia

2.1.2 Stratigrafia lato Calabria

La stratigrafia a Cannitello come da doc. PG 2R A 24000 N01 è composta, dall'alto al basso, dalle seguenti formazioni geologiche:

1. Depositi Costieri: come per il lato siciliano questa formazione è costituita da materiali sabbioso – ghiaiosi con modeste o trascurabili percentuali di fine e, talora, interessati da orizzonti limoso–torbosi nella parte bassa della formazione. I depositi costieri costituiscono lo strato di superficie nell'area di fondazione della torre. La base di questo strato degrada a scalino verso il mare, con un angolo medio di circa 24 gradi. La base dei depositi della piana costiera nell'area di fondazione della torre varia pertanto da circa -19 m a circa -42m.
2. Ghiaie di Messina: come già detto in precedenza sono costituite da sequenze di notevole spessore di materiali ghiaioso–sabbiosi con sporadiche intercalazioni limose, sono al di sotto dei depositi della piana costiera. La parte inferiore delle Ghiaie di Messina degrada a scalino verso il mare. Solo una piccola parte di questa formazione si trova nell'area di fondazione della torre.
3. Calcareniti di Vinco: sono costituite da calcareniti fossilifere e bio–calcareniti, con a volte

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

sottili livelli limosi. Lo spessore di questa formazione è in generale modesto (2 – 3 m), e raramente arriva a 8 – 10 m. Lo spessore nell'area di fondazione della torre verso mare è dell'ordine di circa 6 m .

4. **Conglomerato di Pezzo:** questa formazione, costituita prevalentemente da clasti eterometrici di natura granitica in matrice sabbiosa e da arenarie; da un punto di vista del comportamento meccanico, è comparabile ad una roccia tenera. Il tetto del Conglomerato di Pezzo nell'area di fondazione si trova da quota -20 a -52 m, questo degrada verso il mare con un angolo di circa 27 gradi. Questa formazione si estende fino a circa 290 m di profondità.
5. **Basamento Cristallino:** è costituito da rocce granitoidi, talora tettonizzate ed alterate. Questa formazione non è presente nel volume di terreno di influenza della fondazione del pontile lato Cannitello, in quanto si estende a grande profondità, oltre 290 m.

Nelle figure seguenti sono rappresentati il profilo geologico e i dati geotecnici nell'area della fondazione della torre calabra.

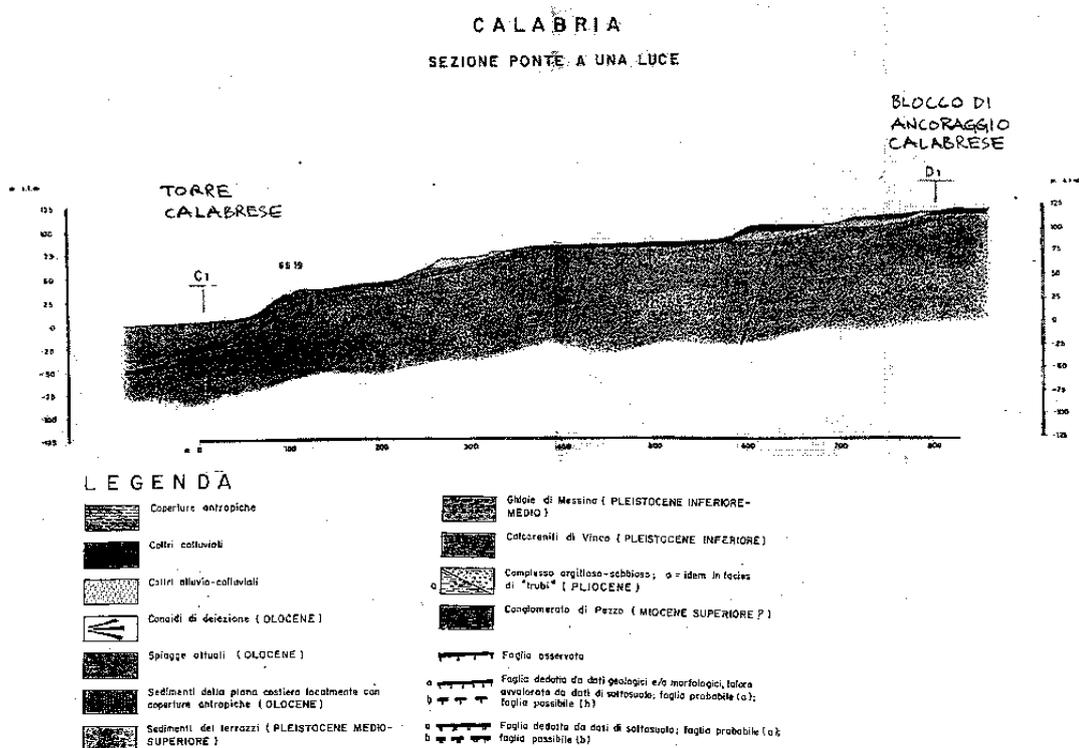


Figura 2.4: profilo geologico presso la fondazione della torre calabra

Nella figura seguente si riporta il risultato delle prove penetrometriche SPT e LPT eseguite fino a

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

50m da p.c. principalmente all'interno della formazione dei depositi costieri e delle sabbie di Messina. Si può notare la notevole dispersione dei valori lungo la verticale indagata, dovuta probabilmente all'alternanza di strati debolmente cementati di natura prevalentemente granulare con orizzonti più deboli con maggior contenuto di fine. A partire da circa 30m di profondità, cioè in corrispondenza della transizione tra il deposito superficiale e le ghiaie di Messina, si osserva generalmente un miglioramento delle caratteristiche di resistenza del terreno, confermato anche dall'incremento della velocità delle onde di taglio. Avvicinandosi alla formazione di base la prova SPT è spesso "a rifiuto".

Si può concludere quindi che, anche sul lato calabrese, il terreno di fondazione presenta buone caratteristiche meccaniche.

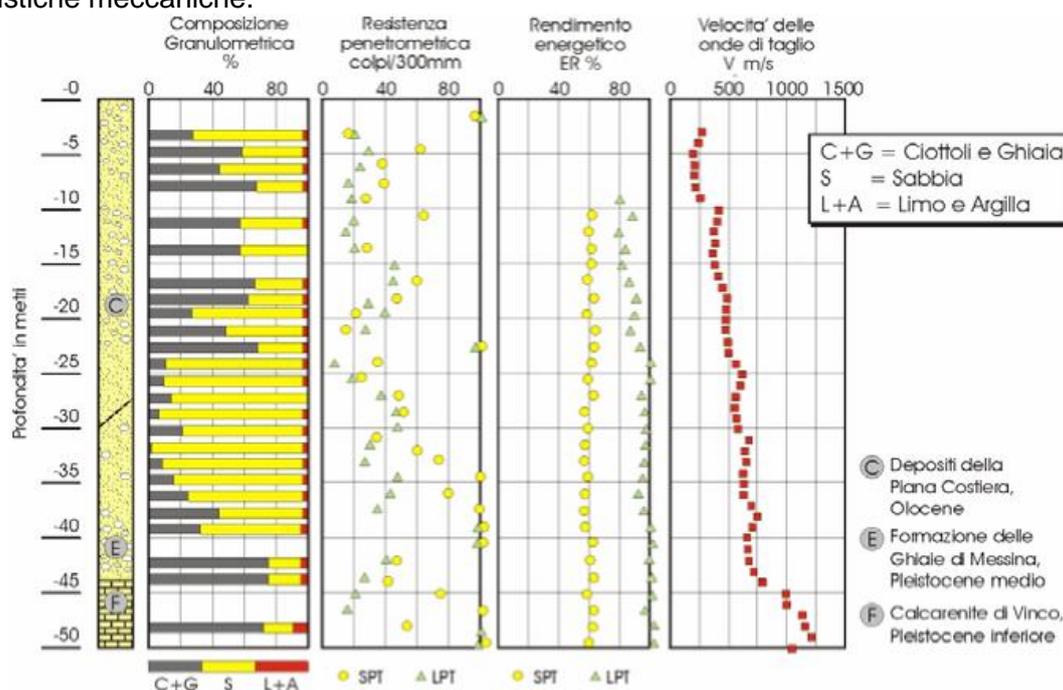


Figura 2.5: risultati prove penetrometriche SPT/LPT per la torre lato Calabria

2.2 Condizioni meteo marine

Le condizioni meteo marine per le aree delle due torri sono state determinate basandosi oltre che sui dati forniti dalla Committenza, anche su studi meteo-marini condotti per lavori in località limitrofe.

I dati forniti dalla Committenza possono essere così riassunti:

- L'escursione massima di marea alle sizigie è pari a 40 cm nel Tirreno ed a 10 cm nello Ionio: tale differenza che si verifica tra l'altro in opposizione di fase è la causa primaria delle forti

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

correnti (montante e scendente) che caratterizzano l'area dello Stretto.

- L'intensità di corrente superficiale massima valutata per la zona di Punta Pezzo (distante circa 700 m dalla torre di Cannitello) è pari a 5 m/s per un tempo di ritorno statistico pari a $T_r = 25$ anni.
- Il clima ondoso di largo valutato per la zona dello Stretto a partire dai dati stimati (Stazioni M.M., KNMI, stazioni ITAV A.M.) ha portato a individuare un'altezza d'onda significativa $H_s = 3,00$ m per un tempo di ritorno statistico pari a $T_r = 410$ gg (circa 1,12 anni) con una durata media di tempo pari a 10,5 ore.
- Uno studio della distribuzione dell'altezza d'onda all'interno dello Stretto, effettuato presso i laboratori Delft Hydraulics, per un'altezza d'onda incidente di largo caratterizzata da un periodo $T = 12,5$ s e da una direzione di provenienza pari a $195^\circ N$ (v. fig. 2.1), ha portato a determinare una riduzione dello 0% per l'onda sottocosta sulla costa prospiciente la torre Ganzirri ed una riduzione dell'80% per la torre Cannitello (per la quale ovviamente sarebbe più interessante avere la simulazione di modello relativa alla direzione di provenienza $20^\circ N$).

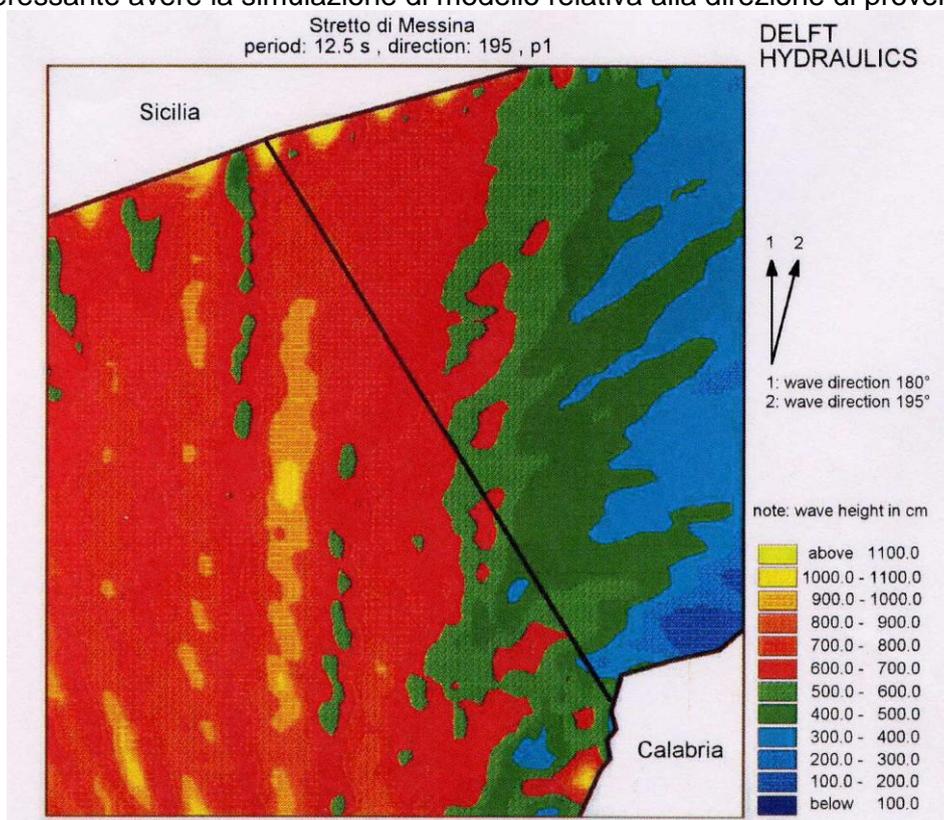


Figura 2.6: distribuzione altezze d'onda nello Stretto di Messina

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

I dati ricavati da altri Studi già effettuati per i paraggi limitrofi e le valutazioni effettuate per il presente Studio di Prefattibilità hanno condotto ad ottenere i risultati riportati nei paragrafi successivi divisi per le aree d'interesse.

2.2.1 Condizioni lato Sicilia

Per la costa antistante la torre Ganzirri è stato individuato un settore di traversia complessivo compreso tra le visuali 75°N (Punta Sottile-Bagnara Calabria) e 205°N (costa siciliana vicino Messina) suddivisibile in due settori di traversia secondari che comprendono un settore principale. Il primo settore di traversia secondario è compreso tra le visuali 75°N (Punta Sottile-Bagnara Calabria) e 180°N (Punta Pezzo) con fetches geografici variabili da 3 a 15 km. Il settore di traversia principale è compreso tra le visuali 180°N (Punta Pezzo-Golfo della Sirte) e 190°N (Penisola Ortigia-Siracusa-costa africana) con fetches geografici variabili da 620 a 720 km. Il secondo settore di traversia secondario è compreso tra le visuali 190°N (Penisola Ortigia-Siracusa) e 205°N (costa siciliana vicino Messina) con fetches geografici variabili da 9 a 130 km.

Utilizzando i dati ondametrici rilevati presso l'ondametro direzionale di Catania nel periodo compreso tra il Luglio 1989 ed il Novembre 2002 e sottoponendo la serie tronca di altezze d'onda superiori a 2,5 m di soglia comprese in un settore di provenienza di "Ostro" allargato (direzioni comprese tra 150°N e 205°N) all'elaborazione statistica mediante la funzione di distribuzione di Fuller-Coutagne si è ottenuto che, per $T_r = 50$ anni, $H_s = 4,80$ m ($T_s = 8,42$ s, $T_p = 10,70$ s) e, per $T_r = 200$ anni, $H_s = 5,47$ m ($T_s = 8,76$ s, $T_p = 11,14$ s). Tale fondazione arriva sulle opere a Ganzirri, subendo poche o nulle riduzioni (come mostrato nella figura riportata in precedenza)

2.2.2 Condizioni lato Calabria

Per la costa antistante la torre Cannitello è stato individuato un settore di traversia complessivo compreso tra le visuali 255°N (Punta Pezzo) e 65°N (costa calabrese limitrofa) suddivisibile in due settori di traversia. Un settore di traversia, secondario, è compreso tra le visuali 255°N (Punta Pezzo) e 10°N (Punta Sottile) con fetches geografici variabili da 3 a 6 km. Il secondo settore di traversia, principale, è compreso tra le visuali 10°N (Punta Sottile) e 65°N (costa calabrese limitrofa) con fetches geografici variabili da 15 a 140 km.

Utilizzando i dati ondametrici osservati da navi in transito nel Tirreno sudorientale nel periodo compreso tra il 1949 ed il 1988 raccolti ed elaborati dal MET-OFFICE di Bracknell (U.K.) si ha che per la direzione di provenienza 20°N, per $T_r = 50$ anni, $H_s = 4,19$ m ($T_s = 8,46$ s) e, per $T_r = 200$

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

anni, $H_s = 5,40$ m ($T_s = 9,64$ s). Tale fondazione arriva sull'opera subendo effetti solo rifrattivi e deve essere confrontata con quella, ben più intensa al largo, proveniente da Maestrale ($290^\circ N$) per la quale è individuabile per $T_r = 50$ anni $H_s = 7,32$ m ($T_s = 11,27$ s), e per $T_r = 200$ anni, un $H_s = 9,19$ m ($T_s = 12,67$ s), che però poi subisce cospicui effetti diffrattivi su Capo Peloro – Punta Sottile prima di giungere sull'area di Cannitello (K_d' circa = 0,11). Da tale confronto, effettuabile compiutamente solo nelle successive fasi progettuali e di studio, scaturirà l'altezza d'onda di progetto delle opere marittime qui previste. Allo stato attuale appare maggiore l'altezza d'onda proveniente da Grecale.

2.3 Caratterizzazione sismica dell'area

La vita utile di progetto è intesa, nelle Norme Tecniche delle Costruzioni e negli Eurocodici, come il periodo di tempo nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria prevista, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

I pontili di Ganzirri e Cannitello sono a tutti gli effetti opere provvisionali, che verranno smantellate al termine delle lavorazioni sul ponte. E' previsto il loro impiego per 5 anni circa per cui, in accordo alla tabella 2.4.1. delle NTC 2008 si può assumere una vita nominale di 10 anni.

| TIPI DI COSTRUZIONE | | Vita Nominale V_N (in anni) |
|---------------------|--|----------------------------------|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹ | ≤ 10 |
| 2 | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50 |
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | ≥ 100 |

Tabella 2.1 § Tab. 2.4.I D.M. 14/01/2008

Stabilita la vita di servizio della struttura, la durabilità viene perseguita, a livello progettuale, in base a prescrizioni normative (contenute nelle NTC, ma anche in altre normative di uso consolidato, ad es. gli Eurocodici); con lo scopo di conseguire la vita utile si definiscono:

- le azioni sulle strutture
- le deformazioni ammissibili
- il progetto dei materiali (composizione, prestazioni, proprietà)
- il sistema strutturale ottimale
- il progetto delle sezioni strutturali resistenti ottimali
- misure precauzionali da mettere in atto per garantire la durabilità delle opere

| | | | | |
|---|---|---|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi così come definite di seguito:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

I pontili di Ganzirri e Cannitello sono opere provvisoriale che permettono l'attracco destinato allo sbarco dei conci prefabbricati delle torri; sono quindi opere che non prevedono grandi affollamenti privi di contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, motivo per cui ricadono nella classe d'uso II, a cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U unitario, come riportato nella seguente tabella.

| CLASSE D'USO | I | II | III | IV |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE C_U | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Tabella 2.2 § Tab. 2.4. II D.M. 14/01/2008

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascuna costruzione come:

$$V_R = C_U \cdot V_N = 10 \text{ anni} \leq 35 \text{ anni} \Rightarrow V_R = 35 \text{ anni} .$$

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Le norme NTC 2008 prevedono che l'azione sismica sia caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purchè correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Nel presente progetto si è fatto riferimento allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), per il quale la norma in vigore prevede che a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} cui riferirsi per individuare l'azione sismica per lo stato limite considerato è pari al 10% (§ Tab. 3.2.I D.M. 14/01/2008).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle diverse componenti è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido, in funzione del periodo di vibrazione, dell'accelerazione spettrale, delle condizioni topografiche e della categoria di sottosuolo.

La categoria del sottosuolo viene definita in quanto le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono a quelle effettive, è infatti necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poichè entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale e corrispondono a:

- effetti stratigrafici, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;

| | | | | |
|---|---|---|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

- effetti topografici, legati alla configurazione topografica del piano campagna.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende dunque necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che si basa sull'individuazione della configurazione topografica e della categoria di sottosuolo di riferimento; per cui, note le caratteristiche relativamente alle possibili configurazioni topografiche si assume:

- il sito come appartenente alla categoria T1 (§ Tab. 3.2.IV D.M. 14/01/2008) in quanto si assume una inclinazione media inferiore ai 15°
- il suolo di categoria tipo C (§ Tab. 3.2.II D.M. 14/01/2008), in quanto da quanto riportato nei paragrafi precedenti sia dal lato calabro che dal lato siculo, il sottosuolo risulta costituito da depositi di terreni granulari molto addensati/consistenti con spessori di circa 30 m o superiori, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ tra i 180 m/s e i 360 m/s ovvero con $15 < N_{SPT,30} < 50$.

Per gli stati limite ultimi, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

3 Scelta della configurazione dei pontili

La scelta della configurazione dei pontili durante la fase di progettazione è avvenuta considerando sia la natura provvisoria delle opere in esame, sia i vincoli ambientali delle aree oggetto d'intervento, che le condizioni meteomarine.

Tra le soluzioni progettuali suggerite nello Studio di Prefattibilità - doc. GC X Y 00 00 - è stata preferita quella della banchina a giorno su pali, in quanto rispetto alla soluzione a cassone la soluzione risulta minor impatto ambientale. Infatti, entrambe le aree di mare prospicienti i sedimi futuri della torre di Ganzirri e della torre di Cannitello che renderebbero onerose opere di terrazzamento nel caso in cui si opti per una soluzione su cassoni. Tale problematica è stata risolta ricorrendo all'utilizzo di una soluzione di banchina a giorno su pali. Relativamente alla soluzione di cui sopra si rileva che:

1. Il clima meteo marino è caratterizzato da un regime ondoso relativamente calmo ma con eventi estremi elevati, soprattutto per Ganzirri ove l'Ostro può raggiungere valori di altezza d'onda elevati; ciò comporta notevoli sollecitazioni di carattere impulsivo sulla struttura: in particolare le forze di uplift sono molto elevate e non possono essere ridotte, ad esempio prevedendo forature nell'impalcato, a causa di limitazioni operative. Inoltre i valori di corrente di circa 4 m/s danno luogo a forti sollecitazioni sulle bitte d'ormeggio e sui fenders che si traducono in forze orizzontali sui pali.
2. Le sollecitazioni verticali sugli impalcati dovute alla movimentazione dei conci sono ingenti (circa 5 t/mq)

Pedra quanto riguarda la tipologia dei palidi fondazione, si è scelto di fondare l'impalcato su pali trivellati di diametro 1200 mm, in quanto, rispetto ai pali battuti in acciaio, essi nel presente caso offrono un triplice vantaggio:

1. la trivellazione dei pali attraverso gli strati cementati (soprattutto sul lato calabro) è decisamente più agevole rispetto alla battitura;
2. i pali trivellati garantiscono una migliore prestazione in termine di aderenza laterale in presenza di cementazione all'interno del terreno, grazie all'effetto di "ingranamento" tra il calcestruzzo di getto e il terreno frantumato durante la perforazione. Ciò è estremamente importante, dato che i pali sono sollecitati da significative forze di trazione dovute alla condizione uplift storm;
3. si limitano rumore e vibrazioni;

| | | | | |
|---|---|---|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

Data la natura provvisoria dell'opera e gli stringenti vincoli ambientali del sito di costruzione è stata valutata con attenzione la fase di demolizione dell'opera. In particolare si è studiato un sistema di connessione palo – impalcato che permette agevolmente, nel caso in cui sia necessario, la sconnessione delle travi dai pali. Tale connessione viene realizzata tramite un “baggiolo” armato con 4 barre a filettatura continua di diametro 40 mm tipo DYWIDAG 40 WR che sono innestate nella sommità del palo, proseguono inguainate nella trave fino all'ancoraggio realizzato tramite dadi conici e piastre rettangolari con frettaggio a circa un metro dall'estradosso. Tale soluzione permette una duplice modalità di smantellamento dell'impalcato:

1. Demolizione “tradizionale”: ossia taglio dell'impalcato in più sezioni e smantellamento a terra previa predisposizione delle reti anticaduta a maglia fine, in modo da proteggere l'ambiente marino.
2. la seconda tecnica consiste nel sollevamento dell'impalcato intero mediante l'impiego di martinetti idraulici, trasporto a terra mediante dispositivi di guida e demolizione a terra l'impalcato.

Relativamente allo smantellamento dei pali si prevede, una volta demolito l'impalcato, di tagliare i pali a livello del fondale, rimuovere la parte fuori terra tramite gru e procedere in cantiere alla demolizione.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

4 Fasi realizzative

I pali verranno realizzati da un pontone galleggiante con la seguente sequenza: infissione di una camicia metallica mediante vibratore fino a circa 6-8 m al di sotto del fondale marino. La camicia, che non ha funzione strutturale, serve ad evitare il collasso del foro durante i primi metri di perforazione attraverso gli strati meno addensati. Essa contribuisce inoltre a contrastare la corrosione delle armature soprattutto nella zona di splash. Svuotamento della camicia e trivellazione con fango bentonitico fino alla quota di progetto. Dissabbiamento del fango, posa in opera della gabbia di armatura e getto del calcestruzzo da fondo foro mediante tubo convogliatore. All'estradosso dei pali saranno inserite le riprese delle barre tipo DYWIDAG, intorno alle quali si casseranno e si getteranno i baggioli. Le restanti riprese saranno inguainate e inglobate nel getto delle travi.

La realizzazione dell'impalcato avviene secondo le seguenti fasi:

- la prima fase prevede la posa dei casseri a perdere sagomati ad "U", appoggiati ai baggioli e sorretti da appoggi provvisori posti lateralmente a questi; successiva posa dell'armatura delle travi e getto parziale delle travi fino all'intradosso della soletta;
- la seconda fase prevede la rimozione degli appoggi provvisori, e la posa dei casseri a perdere per la soletta appoggiati ai casseri delle travi, posa dell'armatura della soletta e getto di completamento dell'impalcato, a meno degli scassi per il tiro delle barre tipo DYWIDAG;
- la terza e ultima fase prevede la tesatura delle barre tipo DYWIDAG e l'annegamento dell'ancoraggio tramite sigillatura con calcestruzzo dello scasso.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

5 Arredo e sicurezza dei pontili

5.1 Elementi di arredo

Gli elementi d'arredo presenti sui pontili oggetto della presente relazione sono:

- Fenders cilindrici;
- Bitte d'ormeggio,
- Scale modulari metalliche.

I parabordi cilindrici in gomma sono elementi di protezione classici, in uso da diversi anni. Sono caratterizzati da design semplici e versatili e presentano una parete spessa e resistente all'abrasione e all'usura oltre ad essere facile da installare e da mantenere. La loro progressiva reazione li rende ideali per l'impiego sulle opere in oggetto. I fenders cilindrici sono disponibili in diversi formati, in questa applicazione si è pensato di disporre quelli di grande diametro, tipo "TRELLEBORG" ODxID (mm) 1750 x 900 per una lunghezza di circa 10 ml a pontile.

Le bitte previste per ciascun pontile sono disposte sul fronte della struttura in numero pari a quattro prevedendo che la chiatta attracchi centralmente al pontile. Si è optato per la tipologia a "T", che permette di ottimizzare la geometria e il layout di ancoraggio. Le bitte, ancorate al pontile tramite tirafondi, sono realizzate in ghisa sferoidale e sono generalmente fornite con un rivestimento bituminoso protettivo per evitare l'abrasione dovuta all'azione delle corde.

Per ciascun pontile si sono previste due scale modulari metalliche realizzate con profili in acciaio zincato a caldo. Ogni scaletta sarà disposta su ciascun lato di pontile perpendicolare alla costa e fissata alla trave laterale in quattro punti tramite piastre e ancoraggi chimici.

5.2 Sicurezza

La dotazione di sicurezza dei pontili si focalizza principalmente su due punti fondamentali:

1. Impianto anticendio;
2. Impianto di segnalazione dei pontili.

La necessità di una dotazione antiincendio sul pontile dipende principalmente

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

dall'equipaggiamento dei rimorchiatori delle chiatte. Si è assunto che questi dispongano di dispositivi antiincendio a bordo, per cui non si ritiene necessario prevedere un impianto ad hoc sui pontili.

Per quanto riguarda l'impianto d'illuminazione si sono previsti pali d'illuminazione posti sul pontile, che soddisfano le esigenze per la video sorveglianza dello stesso nelle ore notturne. Tale illuminazione essendo operativa in modo continuativo nelle ore notturne permette di evitare la predisposizione di un apposito impianto di segnalazione dei pontili. Tale impianto verrà inoltre utilizzato in fase operativa, supponendo un'integrazione di esso con il sistema d'illuminazione autonomo di cui si assume siano dotate le chiatte che trasportano i conci.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

6 Durabilità e vita utile delle opere

La componente progettuale della durabilità delle strutture in ambiente marino, sia strutture metalliche sia strutture in conglomerato cementizio è fondamentale. Le strutture in ambiente marino presentano problemi di corrosione di varia natura, che possono in tempi brevi causare decadimenti delle caratteristiche delle opere tali da ledere le condizioni di efficienza e di sicurezza, e tali da rendere necessari interventi di manutenzione straordinaria e di ripristino che spesso comportano impegni economici di entità più che significativa.

Le opere oggetto della presente relazione sono caratterizzate da una vita di progetto limitata, ma anche per esse è indispensabile procedere a valutazioni accurate relativamente a varie problematiche connesse alla durabilità delle strutture poste in opera.

Dato che l'acciaio costituente le camice dei pali è utilizzato come cassero a perdere e quindi non è considerato nelle verifiche di sicurezza non sono stati adottati rivestimenti/sistemi protettivi attivi e/o passivi; sono stati infatti studiati e definiti i cementi e i conglomerati da utilizzare. Relativamente ai conglomerati cementizi si è fatto riferimento al DM 14/01/2008 che individua le linee guida da osservare per la produzione, il confezionamento e la posa del calcestruzzo, ribadendo la necessità di una "progettazione" della durabilità con esplicito riferimento alle normative UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004 al fine di valutare e combinare le varie classi di esposizione ambientale previste, indicando le caratteristiche che il materiale deve soddisfare in funzione dell'ambiente di progetto affiancate dai rispettivi valori di copriferro nominale minimi per garantire la vita di servizio prevista. La determinazione della classe di esposizione ha ricadute immediate su due parametri fondamentali del mix design: il rapporto acqua/cemento ed il contenuto di cemento (e quindi la classe di resistenza). Ciò comporta l'adozione di calcestruzzi con classe di resistenza maggiore di quanto strettamente imposto dalle verifiche statiche.

Scendendo nel dettaglio, la classe di esposizione per la testa dei pali, esposta all'azione delle onde del mare, è XC4-XS3 (Ciclicamente bagnato e asciutto, zone di strutture marine esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree). Le piastre prefabbricate, che costituiscono la struttura della banchina pensile, presentano la superficie di intradosso esposta all'esterno, ma protetta dalla pioggia, esposta a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare e quindi classificabile come XC3-XS1. Pertanto secondo le prescrizioni della UNI 11104:2004 le classi di resistenza si adottano per i calcestruzzi sono la C32/40 per le piastre e C35/45 per le teste dei pali e l'impalcato. Relativamente ai copriferri da adottare si è fatto riferimento alla Circolare del 2 febbraio 2009 contenente le Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008; la quale per costruzioni con una vita utile pari a 50 anni in ambiente molto aggressivo, come quello marino, prevede per assicurare la protezione dalla corrosione per ossidazione degli elementi in acciaio soprattutto nelle parti fuori acqua o nella splash-zone che i copriferrì siano sempre almeno pari a:

- 40 mm per le barre da c.a degli elementi a piastra – tale limite è stato adottato per le solette d’impalcato;
- 45 mm per le barre da c.a degli elementi altri elementi – tale limite è stato adottato per le travi d’impalcato e i pali.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DESCRITTIVA DELL'OPERA | | <i>Codice documento</i> CZ0053_F0.doc_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

7 Criteri generali di dimensionamento e verifica

Le verifiche geotecniche e strutturali vengono effettuate facendo riferimento al metodo semi-probabilistico agli stati limite applicato così come descritto negli Eurocodici (in particolare EN-1990, EC1, EC2, EC3, EC7, EC8) e richiamato nella vigente normativa.

Vengono considerati sia gli stati limite ultimi, che sono quelli associati al collasso della struttura (o dell'insieme struttura-terreno) o alla rottura di parti di essa, sia gli stati limite di servizio, che corrispondono a condizioni oltre le quali specifiche richieste d'uso per una struttura o per un elemento strutturale non sono più soddisfatte.

Le verifiche di sicurezza verranno condotte con il metodo dei coefficienti parziali: in tutte le situazioni progettuali significative, si verificherà che gli stati limite non vengono superati quando i valori di progetto delle azioni, delle proprietà del materiale e dei dati geometrici sono introdotti nei modelli strutturali e di carico impiegati.

La verifica del non superamento delle situazioni limite consente di concludere che la probabilità di raggiungere una certa situazione limite, durante la vita utile della struttura, è inferiore al valore prefissato dalla norma.

Le verifiche effettuate consentiranno di assicurare che:

- le azioni di progetto non provochino il collasso globale della struttura o del terreno (anche in situazioni eccezionali/accidentali, ad esempio sisma);
- gli effetti delle azioni di progetto non superino la resistenza di progetto della struttura allo stato limite ultimo;
- gli effetti delle azioni di progetto non superino i criteri di funzionalità per lo stato limite di servizio.

Le situazioni di progetto significative, tenendo conto delle circostanze nelle quali si richiede alla struttura di effettuare la sua funzione, possono essere classificate nella maniera seguente:

- situazioni persistenti, che si riferiscono a condizioni di esercizio normale;
- situazioni eccezionali o accidentali, che si riferiscono a condizioni eccezionali applicabili alla struttura, quali urti, incendi, esplosioni, ecc.;
- situazioni sismiche, che si riferiscono a condizioni applicabili alla struttura quando è soggetta ad eventi sismici.