



AUTORITA' PORTUALE di ANCONA

PROGETTO ESECUTIVO

Realizzazione di palancolato
provvisorio propedeutico ad escavo
e appalto della banchina n.27

PORTO DI ANCONA

RELAZIONE GENERALE

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:



(Progettista e Direttore Tecnico)
Ing. LIVIO GAMBACORTA

Collaboratori: Ingg. Elisabetta Bersanetti, Maurizia Curzi

VISTO: IL DIRIGENTE TECNICO
Ing. Roberto Renzi

ANCONA – DICEMBRE 2014

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DEL CONTESTO.....	2
3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA 27.....	6
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEL PALANCOLATO E DEGLI ACCERTAMENTI ESEGUITI – CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE.....	10

1. PREMESSA

L'Autorità Portuale di Ancona con atto del Dirigente della Direzione Tecnica prot. PAR-002696-04_11_2014 ha incaricato la Società di ingegneria ACALE S.R.L con sede in Ancona di eseguire la progettazione esecutiva per la "Realizzazione del palancolato provvisorio propedeutico ad escavo e appalto della banchina n.27" del porto di Ancona.

L'incarico affidato prevede che siano redatti i necessari elaborati progettuali con l'esclusione solamente del:

- Piano di manutenzione delle opere oggetto di intervento;
- Piano di sicurezza e coordinamento e fascicolo dell'opera ex D.Lgsvo n.81/2008;

Il piano di manutenzione non è stato reputato necessario trattandosi di opera provvisoria.

Il piano di coordinamento e sicurezza verrà invece redatto direttamente dai tecnici dell'Autorità Portuale di Ancona.

Il progetto è sottoscritto dallo scrivente ing. Livio Gambacorta, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Ancona al n. 1121, quale Direttore Tecnico e legale rappresentante della società incaricata ACALE SRL.

2. DESCRIZIONE DEL CONTESTO

La zona oggetto di intervento è situata nella zona di espansione del porto di Ancona, all'esterno del bacino storico, nella zona compresa tra la foce del Fosso Conocchio e la banchina n.26; il tutto è meglio evidenziato nelle immagini di seguito riportate.

L'intervento è propedeutico alla realizzazione della banchina n.27, anche denominata banchina Marche, da costruire in prosecuzione della banchina n.26. Per la realizzazione di tale banchina n.27 è in procinto di pubblicazione il relativo bando di gara europeo.

L'intervento di cui al presente progetto prevede la realizzazione di un palancolato metallico da infiggere al piede di una esistente scogliera artificiale, nel lato verso mare.

La scogliera oggi esistente delimita alcuni piazzali retrostanti; tali piazzali non sono pavimentati e saranno oggetto di intervento con l'appalto della banchina n.27.

Il palancolato avrà il compito di sostenere sia la scogliera sia i piazzali, allorché verrà realizzato nel lato mare aperto l'escavo del fondale marino per il successivo collocamento in opera dei cassoni cellulari che compongono la banchina n.27. Attualmente il fondale marino, nella zona che verrà interessata dai lavori, ha una profondità che aumenta allontanandosi dalla scogliera, variabile tra circa -6,00m dal l.m.m. a circa -8,25 m l.m.m, e verrà approfondito fino alla quota di -18,40m dal

l.m.m., quota a cui imbasare i cassoni.



Figura 1: Localizzazione zona di intervento

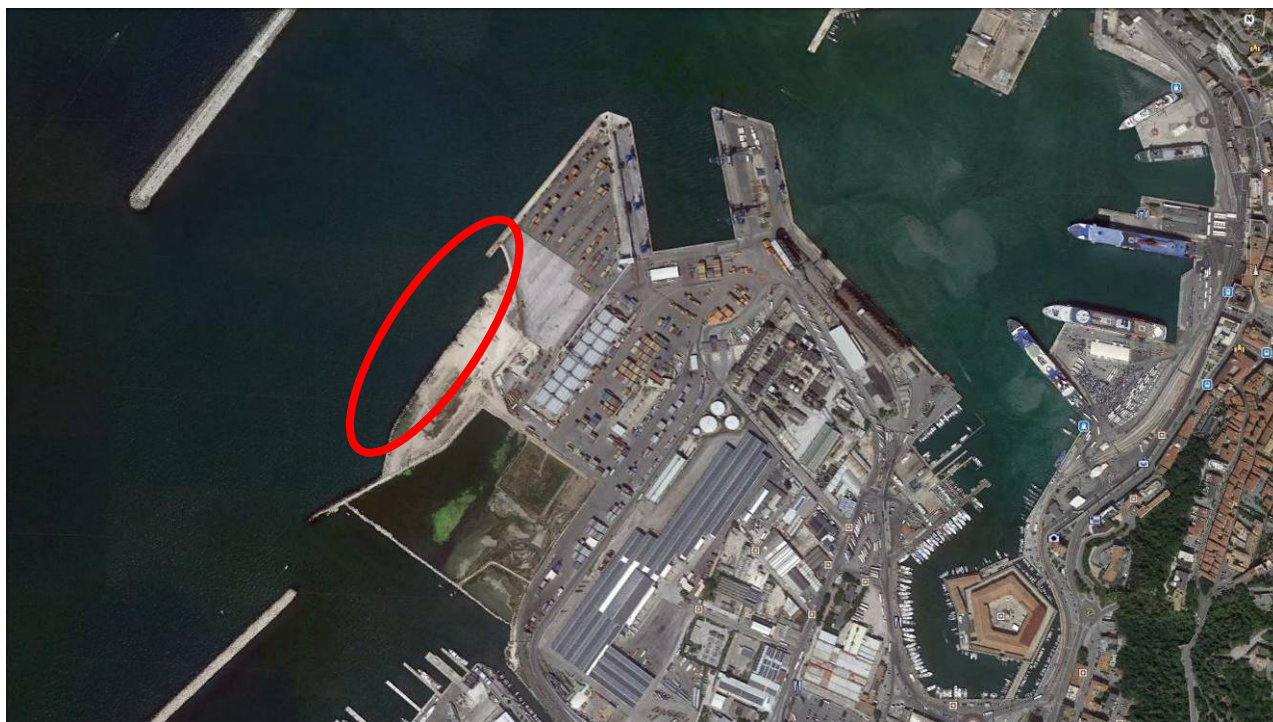


Figura 2: Dettaglio zona di intervento

Successivamente, a banchina n.27 realizzata, la porzione di mare interclusa tra la predetta banchina

e la scogliera di delimitazione degli attuali retrostanti piazzali verrà interrata: tale interrimento è previsto per fasi successive durante lo svolgimento dello stesso appalto inerente la realizzazione della banchina 27. Nelle immagini che seguono si vede la zona in questione.



Figura 3: Zona di mare antistante la scogliera dove infiggere il palancolato e realizzare la banchina n.27

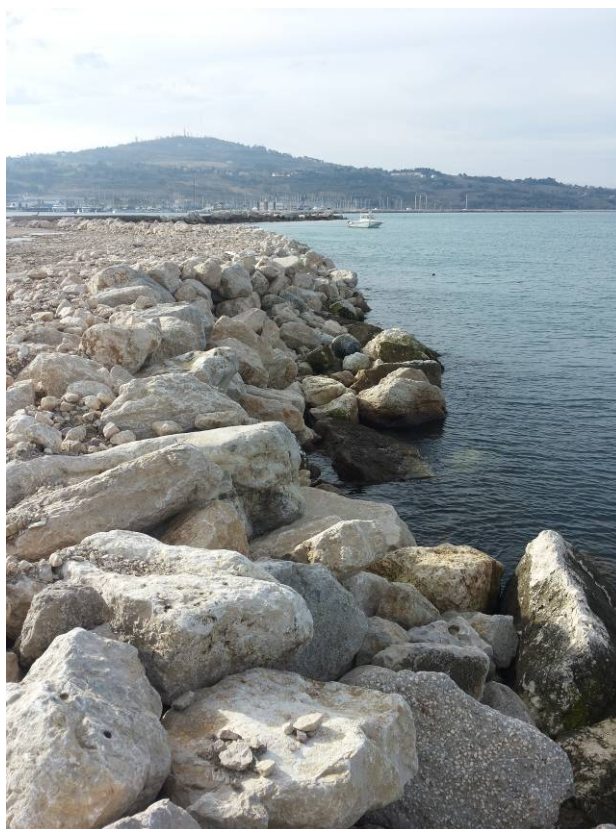


Figura 4: Scogliera esistente – a destra la porzione di mare dove infiggere il palancolato e fare colmata



Figura 5: Scogliera esistente



Figura 6: Scogliera esistente - zona retrostante lato terra

Quindi il palancolato metallico da infiggere al piede della esistente scogliera, nel lato mare, è destinato ad essere inglobato all'interno del terrapieno che si realizzerà in prosecuzione della attuale scogliera e fino alla posizione della futura banchina 27.

La progettazione del palancolato metallico dovrà, necessariamente, tenere in debita considerazione le fasi esecutive previste nel progetto di realizzazione della banchina n.27 e del retrostante terrapieno.

3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA 27

Il progetto per la realizzazione della nuova banchina n. 27 è stato redatto dall'Ufficio delle Opere Marittime di Ancona di concerto con l'Autorità Portuale di Ancona.

Esso prevede la realizzazione di cassoni cellulari imbasati su di uno strato di tout-venant posizionato a partire dalla quota di -18,40 dal l.m.m. A tergo della nuova banchina è previsto il riempimento da eseguire con il materiale scavato dal fondale marino in avanzamento rispetto alla esistente scogliera. E' prevista in aggiunta una palificata per il trasferimento in profondità dei carichi trasmessi dalla futura gru e opere di accelerazione del consolidamento dei piazzali (pali in ghiaia).

Il disegno che segue è stato estratto dalla tav. "D04 – Sezione trasversale 1:200" facente parte del progetto esecutivo messo a disposizione dall'autorità Portuale di Ancona; esso sintetizza le opere appena descritte.

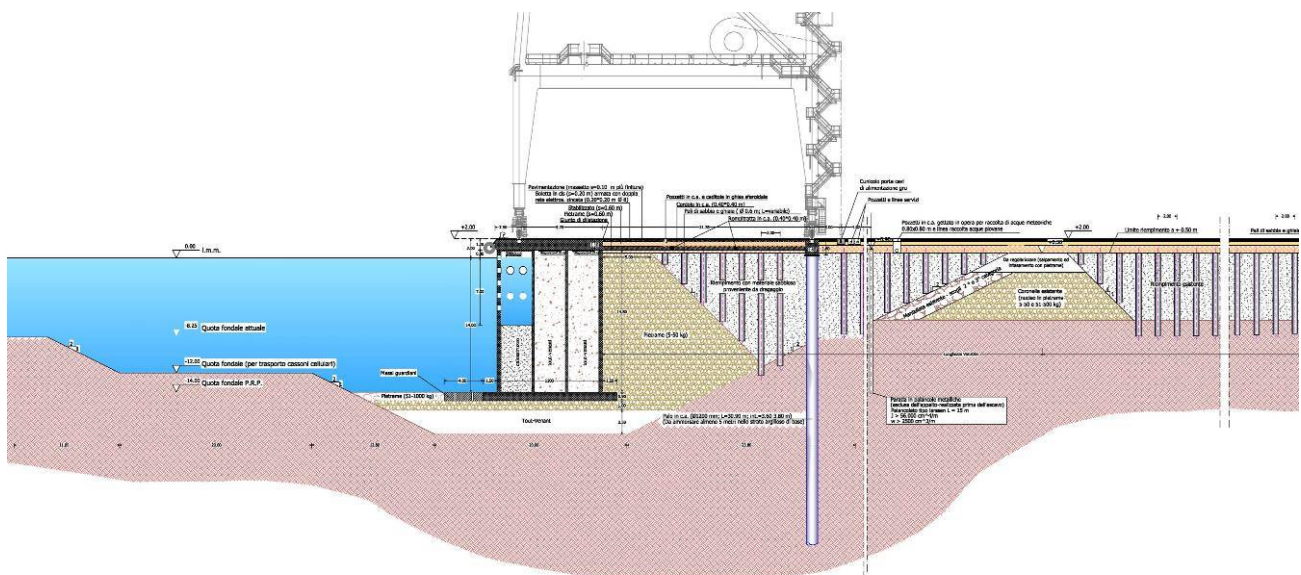


Figura 7: Sezione di progetto esecutivo banchina 27

Nell'ingrandimento che segue è evidenziato il palancolato metallico già previsto dai progettisti del progetto esecutivo, ma escluso dall'appalto per la realizzazione della banchina 27. E' altresì indicato che tale palancato debba essere realizzato prima di eseguire le opere dell'appalto principale.

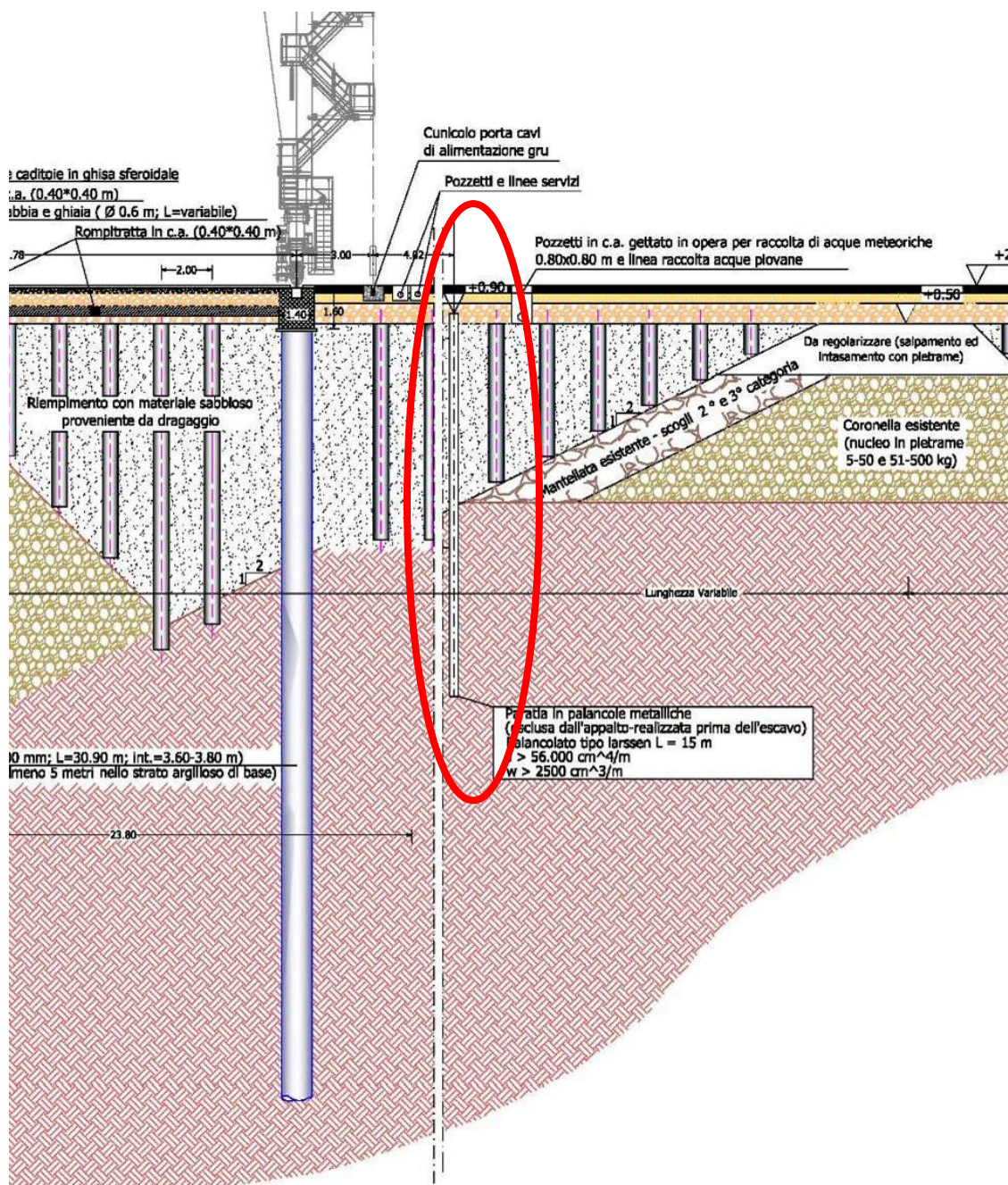


Figura 8: Dettaglio della sezione di progetto esecutivo banchina 27

Il palancolato è indicato negli elaborati di progetto esecutivo per la lunghezza di 300 metri. L'escavo del fondale è previsto attraverso 3 tempi successivi nei quali verrà realizzata contemporaneamente una porzione di banchina ed il corrispondente terrapieno a tergo.

Nella planimetria che segue, estratta dalla tavola del progetto esecutivo della banchina, "Tav. C4 – Planimetria fasi esecutive intervento di escavo" si vedono le predette 3 fasi temporali e la posizione prevista indicativamente per il palancolato provvisorio.

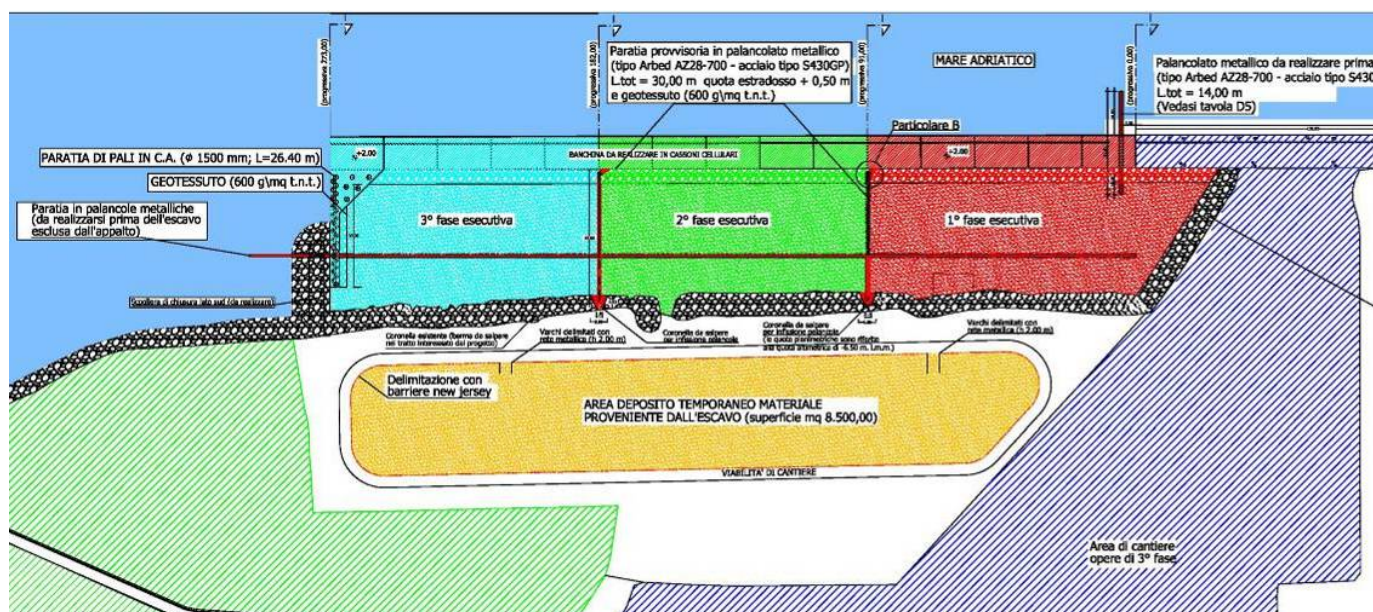


Figura 9: Dettaglio Tav. C4 – Planimetria fasi esecutive intervento di escavo

L'escavo del fondale marino è previsto che avvenga secondo la seguente differente procedura.

L'Autorità portuale di Ancona, che gestisce l'appalto anche nella fase di affidamento dei lavori, ha chiarito che imporrà che l'esecuzione delle opere (la nuova banchina ed il riempimento a tergo) possa avvenire solamente dopo che sia stato dragato il fondale marino dalla quota attuale fino alla profondità di -12,00 m l.m.m.

Il materiale che verrà dragato sarà allontanato dalla zona dei lavori, probabilmente portato a ripascimento. Questa prima fase costituisce una concessione marittima e dovrà essere conclusa prima di poter mettere mano all'esecuzione delle opere vere e proprie. Solo dopo tale dragaggio l'Autorità Portuale procederà alla formale consegna dei lavori di esecuzione dell'appalto.

La sezione di fondale marino da dragare come primo intervento è riportato nel disegno che segue, estratto dalla tavola "El-sezione tipo escavo 1. 200"; la zona è quella al di sotto della linea tratteggiata in colore rosso, che simboleggia il profilo del preesistente fondale marino, fino alla quota di -12,00m l.m.m, al di sotto del quale con il colore giallo è indicato il successivo approfondimento del fondale necessario all'imbasamento dei cassoni (-18,40m l.m.m.). Tale ultimo dragaggio è da eseguire nelle tre successioni temporali previste dal progetto della banchina 27 come prima descritte.

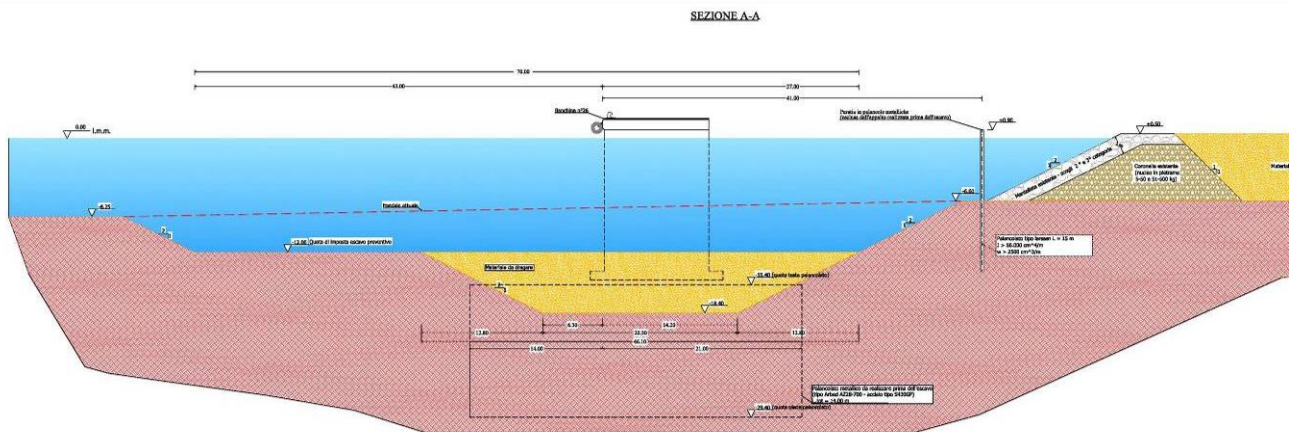


Figura 10: Sezione di escavo prevista in progetto esecutivo banchina 27

Quindi appare evidente che in occasione del dragaggio si avrà una condizione di precaria stabilità per la scogliera esistente, in quanto si verrà a trovare sulla sommità del pendio del nuovo dragaggio. Per di più il terreno dragato tra le quote di -12,00m l.m.m e -18,40m. l.m.m verrà accumulato a tergo della esistente scogliera e ciò produrrà un aggravio della condizione di stabilità geotecnica. Nell'ingrandimento del disegno è evidenziata, cerchiata in rosso, la posizione della palanca prevista dai progettisti del progetto esecutivo ed il nuovo pendio originato a seguito del dragaggio. Il palancolato indicato dai progettisti dell'esecutivo, seppure in via preliminare, ha lunghezza di 15 metri, dalla quota di +0,90m l.m.m fino alla profondità di -14,10m l.m.m. Le caratteristiche meccaniche previste lo fanno classificare come palancolato del tipo Larssen ad "U" di resistenza media.

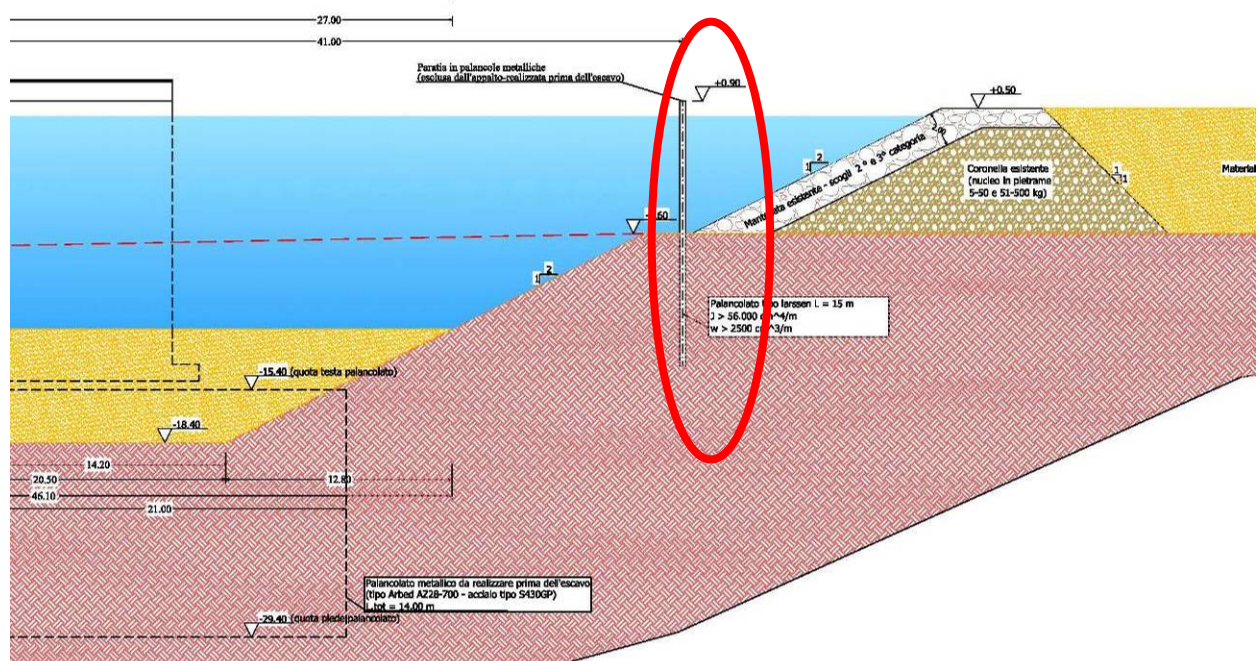


Figura 11: Dettaglio della sezione di escavo prevista in progetto esecutivo banchina 27

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEL PALANCOLATO E DEGLI ACCERTAMENTI ESEGUITI – CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

La progettazione esecutiva del palancolato provvisorio richiede una particolare attenzione sia per la modifica delle condizioni geotecniche determinate dall'escavo sia, principalmente, per la necessità di dovere attraversare una zona di fondale marino in cui è molto probabile siano presenti scogli anche in profondità.

Il palancolato, infatti, è da realizzare in prossimità del piede della esistente scogliera, la quale con tutta probabilità è imbasata a profondità maggiore rispetto alla quota di -6,00 m l.m.m, indicata nel progetto esecutivo della banchina n.27. Inoltre tale scogliera ha subito l'azione dei marosi per molti anni senza essere protetta dalla diga esterna che è stata realizzata solo recentemente. Quindi è molto probabile che la mantellata esterna si sia modificata nel tempo e che un discreto numero di massi sia rotolato lungo il pendio.

Del resto non è apparso vantaggioso allontanare di molto il palancolato metallico rispetto al piede della scogliera poiché si sarebbe venuto a trovare lungo il nuovo pendio che si origina a seguito del dragaggio. In tale posizione il palancolato non avrebbe potuto esercitare adeguatamente la necessaria azione di contrasto a causa della minore resistenza passiva del terreno in conseguenza dello scavo, a meno di un considerevole irrigidimento del palancolato metallico.

Preliminarmente alla progettazione è apparso necessario conoscere quanto più possibile la distribuzione degli scogli sul fondale marino e stimare anche il loro grado di immersione nel sottosuolo.

Successivamente è stata ottimizzata la posizione del palancolato tenendo conto la presenza degli scogli e valutando il comportamento geotecnico dei terreni al variare della posizione del palancolato stesso.

Per poter conoscere la distribuzione degli scogli sul fondale, l'Autorità Portuale di Ancona ha affidato alla ditta Metis srl di Senigallia (AN) una ricognizione geofisica della fascia di fondale marino prossima al piede della esistente scogliera. Lo studio ha permesso di riconoscere la presenza di scogli e stimare, anche se approssimativamente, il loro grado di immersione nella sabbia del fondale. I risultati di detto studio sono agli atti dell'autorità Portuale di Ancona.

Si riassumono di seguito i risultati di tale studio.

La planimetria sotto riportata indica la fascia di fondale marino indagata a partire dal piede sommerso della esistente scogliera.

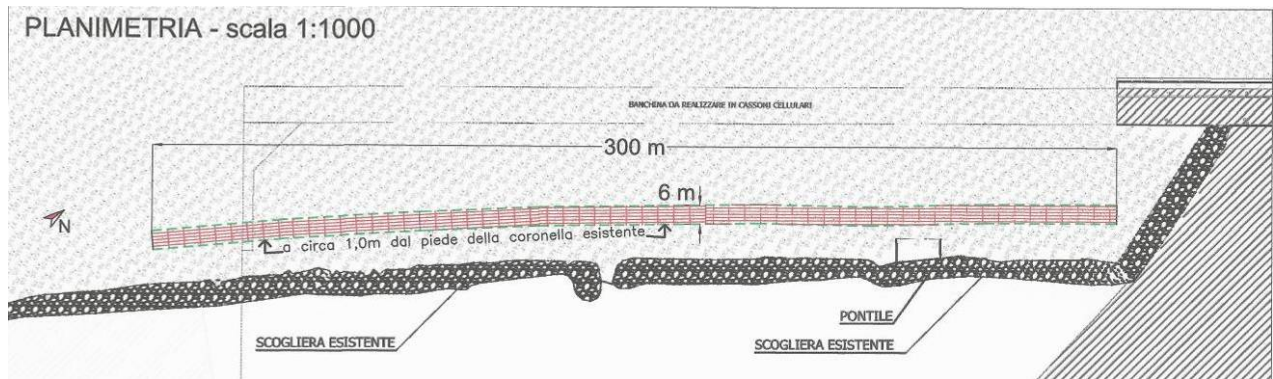


Figura 12– Planimetria area marina interessata dai rilievi geofisici e morfologici

Le immagini sottostanti ritraggono il fondale marino lungo sezioni longitudinali parallele alla scogliera. Le zone marcate di colore più scuro indicano la presenza degli scogli che in alcune zone si approfondiscono fino a circa 3 metri al di sotto del fondale. E' da evidenziare tuttavia che la presenza di scogli fa “ombra” alla penetrazione degli impulsi e pertanto anche nella zona sottostante potrebbe esservi presenza di ulteriori scogli.

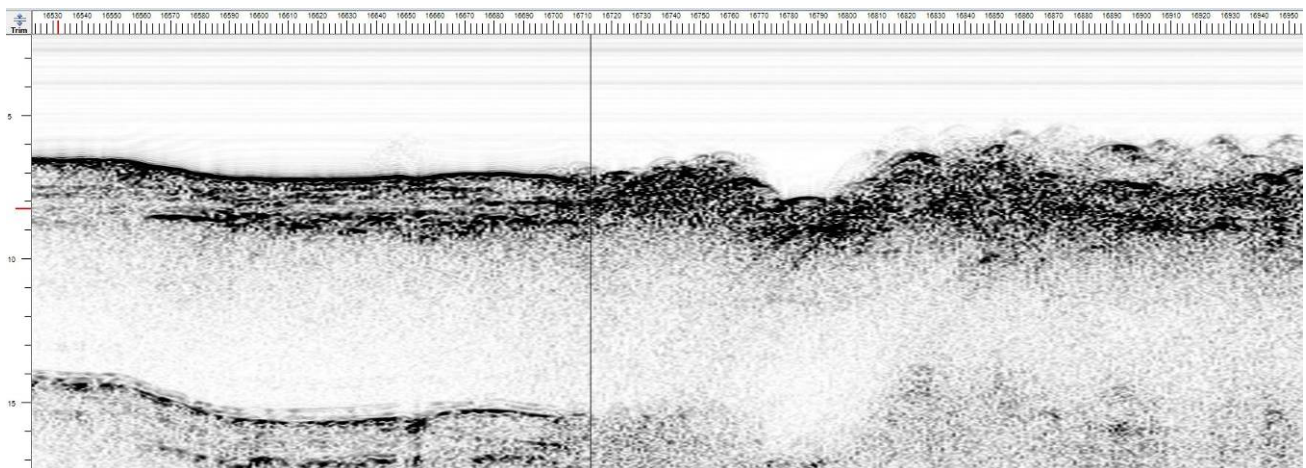


Figura 13– – Profilo linea SBP 2

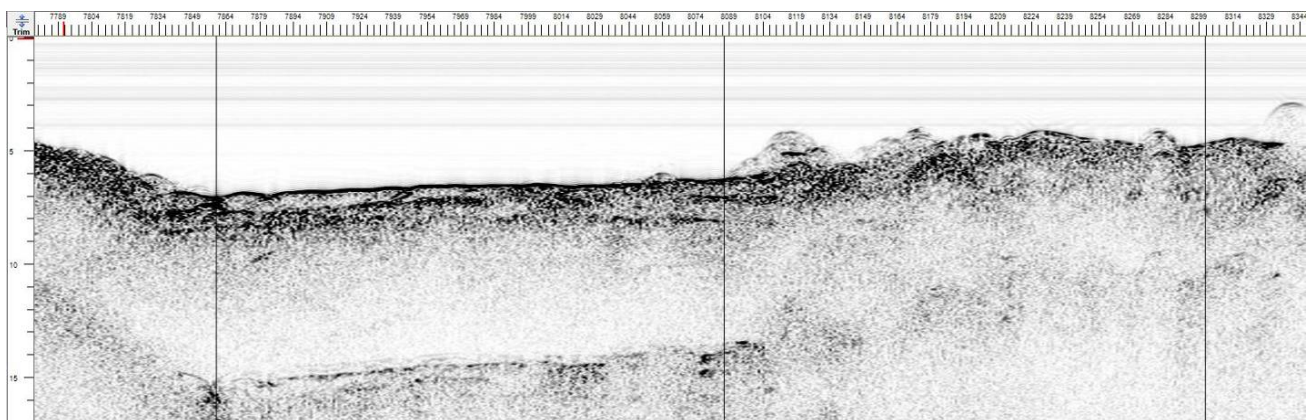


Figura 14– – Profilo linea SBP 2

Nella planimetria sottostante, estratta dalla Carta geomorfologica Tav.1 sviluppata dalla Metis srl, si vede la distribuzione degli scogli nella zona oltre il piede della scogliera rappresentato con al linea di colore magenta.

I tecnici incaricati hanno riferito, inoltre, che la mantellata della scogliera è visibilmente alterata e deformata oltre il suo andamento tradizionale.

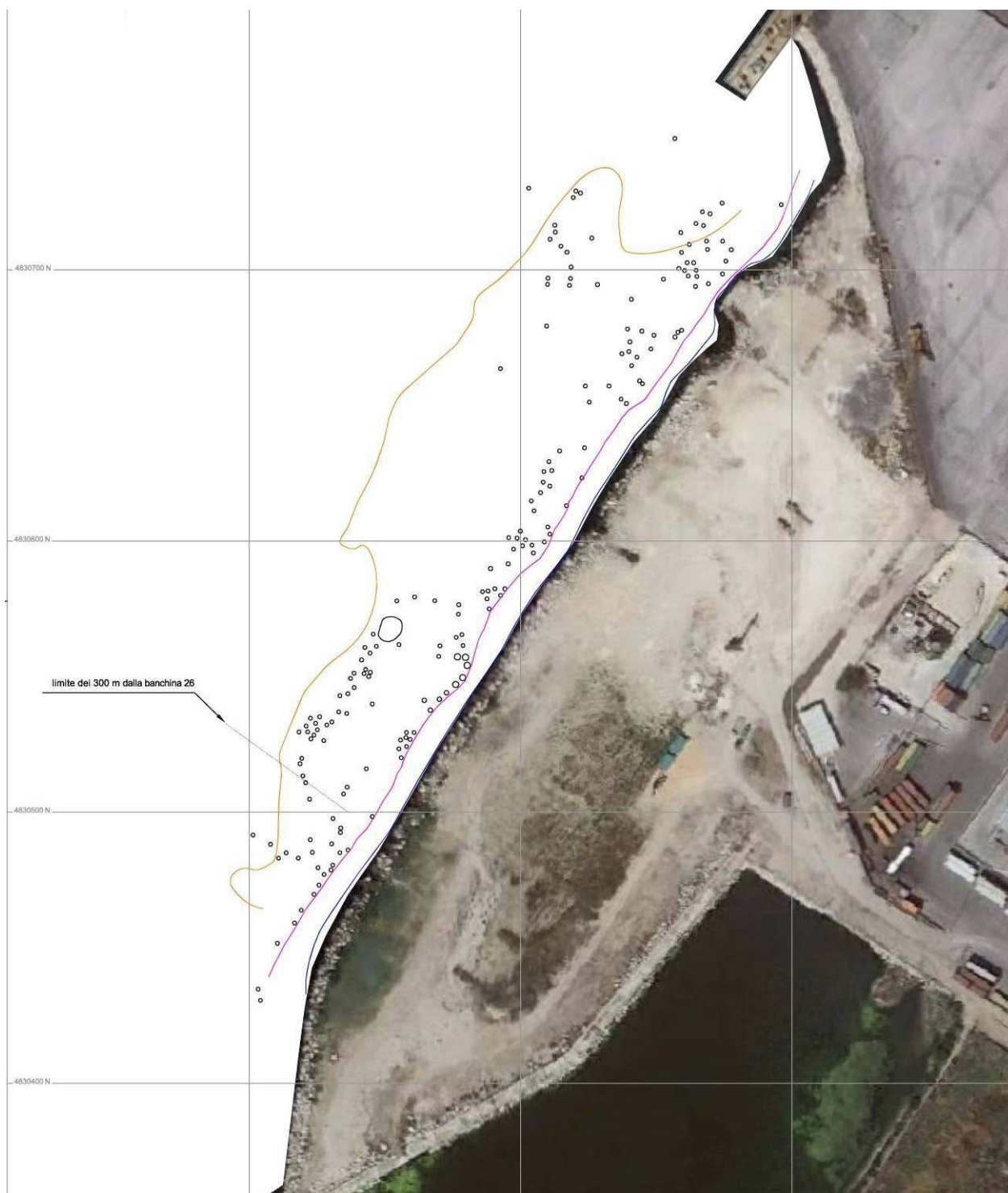


Figura 15– – Planimetria con distribuzione scogli

Dall'analisi delle informazioni acquisite e in base alle considerazioni geotecniche è stata definita la posizione del palancolato, cercando di minimizzare le interferenze ma senza penalizzare eccessivamente le resistenze geotecniche.

Inoltre, sulla base delle batimetrie rese disponibili dall'Autorità Portuale di Ancona, sono state ridisegnate nelle zone di maggiore interesse varie sezioni degli escavi, e non soltanto la sezione tipo come riportato nel progetto esecutivo della banchina. In tal modo si è potuto riconoscere l'esatta posizione dello scavo e l'ingombro della sua parete inclinata in relazione alla scogliera.

E' emersa una significativa maggiore vicinanza della parete di scavo al piede della scogliera, il che aggrava le condizioni di stabilità geotecnica; si veda al riguardo la tavola del presente progetto denominata "P03 – sezioni trasversali dell'area e delle opere" dalla quale di può rilevare come per alcune sezioni il pendio dello scavo lambisce il piede della scogliera.

Sezione progr.40

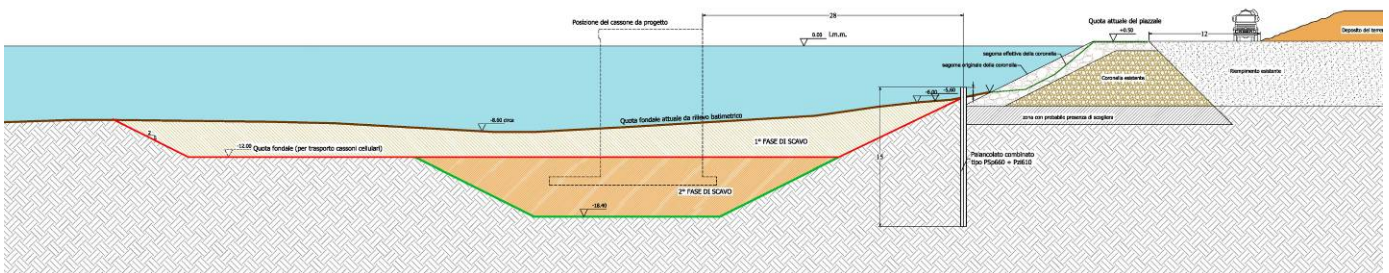


Figura 16– Sezione scavi e posizionamento palancolato

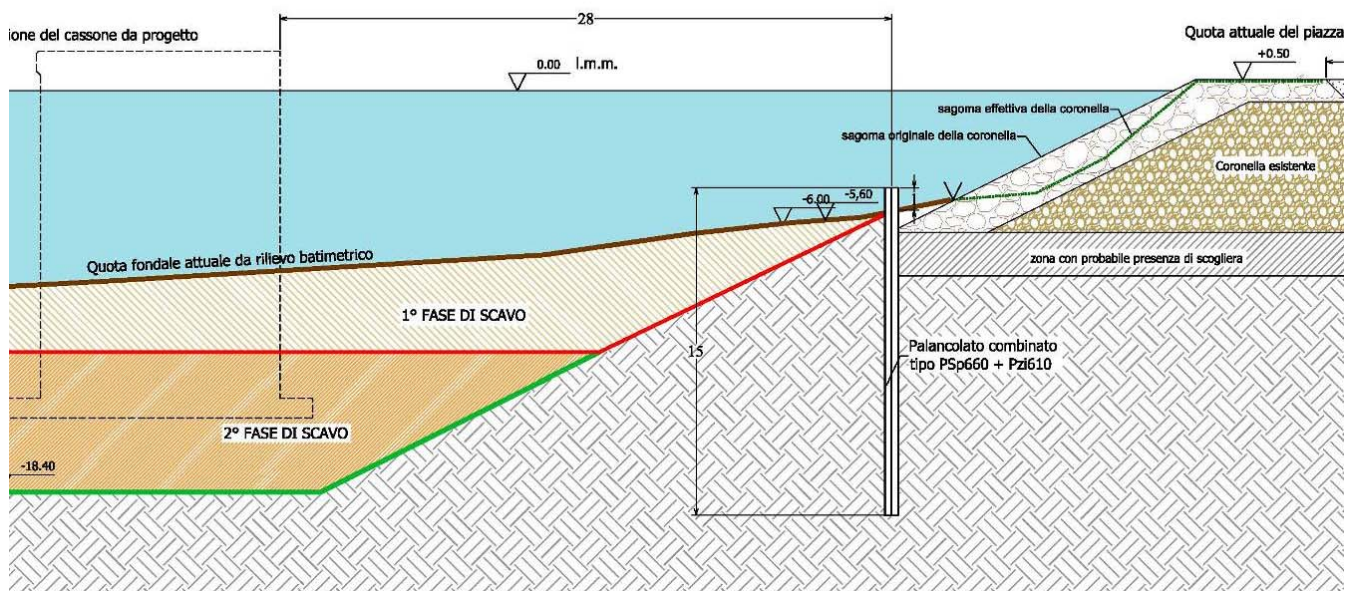


Figura 17– Dettaglio sezione scavi e posizionamento palancolato

Stante la situazione dei luoghi, non si è potuto perseguire, pertanto, l'obiettivo di allontanare il palancolato per ridurre il più possibile l'interferenza con gli scogli esistenti anche nel sottosuolo.

Ai fini della classificazione degli aspetti geotecnici il sottoscritto progettista evidenzia che in passato, su incarico dell'Ufficio delle Opere Marittime di Ancona, ha svolto la consulenza geotecnica per la valutazione della stabilità della banchina n.27; i dati di detta consulenza geotecnica sono stati recepiti nel progetto esecutivo di cui è detto prima.

Pertanto il sottoscritto progettista ha piena conoscenza dei terreni esistenti in sito e delle loro caratteristiche meccaniche.

Si riporta di seguito la classificazione geotecnica dei terreni e si fa riferimento per ogni maggiore necessità alla relazione geotecnica del progetto esecutivo.

Nel fascicolo dei calcoli di stabilità del palancolato metallico sono esaminate in dettaglio tutte le problematiche geotecniche.

È stata definita la seguente successione stratigrafica:

- **LITOTIPO 1:** Terreno di riporto fra le quote +1 e -7 dal livello medio del mare
- **LITOTIPO 2:** Sabbie fini limose fra le quote -7 e -15/-18m da l.m.m
- **LITOTIPO 3:** Argilla limosa con sabbia poco consistente fra -15/-18m e -22/-24m da l.m.m. I primi due metri presentano deformabilità maggiore
- **LITOTIPO 4:** Sabbie fini limose fra le quote -22 e -24m da l.m.m, dalle medesime caratteristiche del litotipo 2. Dove la quota di fondo delle argille limose è pari a -24 m, non si riscontra tale litotipo.
- **LITOTIPO 5:** Argille limose sovraconsolidate fra -24m e -40m da l.m.m., da considerarsi quale strato di base (marne - marne alterate).

Nella tabella che segue sono riportati i parametri geotecnici.

		LITOTIPO 1	LITOTIPO 2	LITOTIPO 3	LITOTIPO 4	LITOTIPO 5
Parametro	U.M.	$-7 \leq z(m) \leq 1$	$-15 \leq z(m) < -7$	$-22 \leq z(m) < -15$	$-24 \leq z(m) < -22$	$-40 \leq z(m) < -26$
γ	[kN/m ³]	17,7	18,80	19,00	18,80	19,50
E'	[kN/m ²]	3000	40000	2260/8000	80000	50000
ν'	[-]	0,350	0,250	0,3	0,250	0,300
C_v	[m ² /s]	-	-	$6 \cdot 10^{-7}$	-	$6.5 \cdot 10^{-8}$
c'	[kN/m ²]	0,00	0,00	6	0,00	15
ϕ'	[°]	27	37	26	37	26
c_u	[kN/m ²]	-	-	50	-	300

Va posta particolare attenzione al litotipo 3 che presenta nei primi metri un modulo elastico particolarmente basso ($E'=2260$ kN/mq); tale strato ha influenzato in maniera rilevante le

verifiche di stabilità geotecnica.

Le analisi geotecniche sono state condotte con il software di calcolo Plaxis, debitamente licenziato, con il quale sono state modellate le diverse fasi di scavo che hanno portato al dimensionamento della paratia.

Dalle modellazioni di calcolo è emersa una certa instabilità del pendio dello scavo che può dar luogo a slittamenti dei terreni più superficiali. Il pendio previsto nel progetto della banchina n.27 ha pendenza di 1 su 2. Ovviamente non è possibile incidere su tale parametro e pertanto sono stati adottati accorgimenti di modellazione per eliminare tale problematica e consentire al software di calcolo di proseguire nelle analisi di stabilità generale.

Tra le varie modellazioni geotecniche eseguite si è reputato opportuno esaminare anche una valutazione più prudentiale che tenesse conto della possibile alterazione del pendio dello scavo in funzione dell'agitazione del moto ondoso. Infatti, le pareti dello scavo potrebbero rimanere esposte al moto ondoso anche nel periodo invernale prima che sia eseguita o completata la protezione di cui alla banchina 27. Si potrebbe verificare pertanto che una parte della paratia, nella zona sommitale prossima al piede della esistente scogliera, possa risultare parzialmente scoperta a seguito dello scivolamento di una porzione di terreno che così facendo non contribuirebbe più a generare resistenza passiva e quindi stabilità del sistema geotecnico. Di fatto si potrebbe verificare che una parte della paratia si venga a trovare con un piccolo sbalzo in testa. Tale situazione è stata simulata prevedendo uno sbalzo di circa 2,0 metri. Ovviamente il palancolato non è in grado di sopportare eventi meteo-marini di particolare intensità, a meno che non si provveda ad un suo ulteriore approfondimento ed irrigidimento. Tale circostanza è stata valutata di concerto con l'Autorità Portuale di Ancona.

Al fine di contenere i costi di realizzazione dell'opera, che si rammenta ha carattere provvisorio, si è reputato di infiggere la palanca a partire da poco sopra la quota del fondale marino e cioè dalla profondità di -5,00 m l.m.m.

La paratia è risultata della lunghezza, in profondità, di m 15 e quindi si intersterà nei terreni di base alla profondità di -20,00m l.m.m.

In fase di esecuzione dei lavori, in funzione della esatta batimetria, si potrà approfondire maggiormente la testa della palanca portandola il più in basso possibile (circa -6,00m l.m.m.).

Per portare la testa della palanca a profondità di -5,00 / -6,00m l.m.m si dovranno apportare alcune modifiche al vibro-infissore in modo da evitare penetrazione di acqua al suo interno (aumento della pressione interna dell'olio ed altri accorgimenti simili).

Non è previsto il recupero del palancolato metallico a seguito dell'interramento a tergo della

banchina 27.

Per provvedere al suo recupero sarebbe stato necessario portare la testa del palancolato quanto meno fino alla quota del livello medio mare; ma il maggiore costo dell'opera dovuta alla sua accresciuta lunghezza non è giustificato dal recupero economico per la possibile rivendita dell'acciaio. Del resto il palancolato in questione, di modeste caratteristiche meccaniche, appare difficilmente ricollocabile per altri lavori, stante le gravose sollecitazioni che si determinano in conseguenza dell'evoluzione dei banchinamenti portuali per la ricorrente necessità di approfondire i fondali marini al piede delle banchine.

La paratia prevista in progetto è risultata essere di caratteristiche meccaniche superiori a quelle stimate inizialmente dai progettisti della banchina n.27 e ciò grazie alla combinazione di palancole di profilo ad H con profili ad U; il peso del palancolato, tuttavia, è del tutto simile a quello inizialmente preventivato.

In particolare si prevede di usare un sistema combinato da palancole H e palancole AZ, del tipo PEINER PSP 600 + PZI 610 COMBINAZIONE 12/21 (J_{min}/m di palancolato = $126.000\text{ cm}^4/m$ e $W=3.610\text{ cm}^3/m$).

Il calcolo della paratia, trattandosi di opera provvisoria, è stato eseguito senza considerare l'aggravio di sollecitazione dovuto al sisma. Per l'opera del resto è prevista una durata della vita al massimo di un paio di anni e comunque inferiore al limite di due anni che la normativa tecnica NTC 2008 indica come termine massimo, oltre il quale è necessario inserire il contributo di sollecitazione causato dal sisma (NTC2008 punto 2.4.1).

La lunghezza della paratia è prevista di 300 metri come richiesto negli elaborati del progetto esecutivo della banchina n.27.

Le batimetrie utili al dimensionamento sono state fornite dall'Autorità Portuale di Ancona.

Il progetto si compone dei seguenti elaborati:

- la presente relazione generale;
- relazione fotografica;
- relazione di calcolo;
- computo metrico estimativo;
- elenco dei prezzi unitari;
- fascicolo delle analisi dei nuovi prezzi;
- quadro economico generale dell'intervento;
- crono programma;

- piano di coordinamento della sicurezza;
- capitolato speciale di appalto;
- schema di contratto d'appalto;
- computo degli oneri aggiuntivi per la sicurezza;
- computo degli oneri di sicurezza inclusi;
- tabella di incidenza della manodopera;
- elaborati grafici:
 - Tav.P01 Planimetria generale delle opere,
 - Tav.P02 Planimetria di rilievo e di progetto delle opere;
 - Tav.P03 Sezioni trasversali dell'area e delle opere
 - Tav.P04 Dettaglio sezione palancolato e schema di montaggio.

Oltre i suddetti elaborati sono presenti i seguenti documenti predisposti per conto dell'Autorità Portuale e già in suo possesso:

- studio geofisico curato dalla ditta METIS SRL di Senigallia (AN);
- rilievo batimetrico.

Ancona, dicembre 2014.

Il tecnico incaricato
Ing. Livio Gambacorta