



COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA



MARINA DI PUNTA ALA S.P.A.
 LOCALITA' IL PORTO SNC
 PUNTA ALA - CASTIGLIONE DELLA PESCAIA (GR)
 42°48',48 N - 10°44',22 E

AMPLIAMENTO DEL PORTO TURISTICO DI PUNTA ALA STRALCIO FUNZIONALE OPERE CIVILI MARITTIME

C.02

PROGETTO DEFINITIVO

OPERE MARITTIME

RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI

20 012 DR C 002 0

Committente

Marina di Punta Ala S.p.a.

sede legale:
 Castiglione della Pescaia (GR)
 Loc. Il Porto - Punta Ala

Progettazione opere marittime:



MODIMAR s.r.l. Via Monte Zebio 40 - 00195 ROMA
 06.3269461 - www.modimar.it



Modimar Project S.r.l.
 Via Asmara 72 - 00199 Roma

Progettazione:

Ing. Marco TARTAGLINI
 Ing. Marco DEL BIANCO
 Ing. Andrea SANZONE

Gruppo di lavoro:

Ing. Alessio CAMUSI
 Ing. Valerio TRULLI
 Dott.ssa Sara SCRIMIERI

Consulenza geotecnica:

AGiS Ingegneria s.r.l.
 Ing. Giuseppe IORIO

05.04.2024	0	EMISSIONE	M.D.B.	M.D.B.	M.T.
Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

Dimensioni foglio: A1

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo documento con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.
 This document is property of MODIMAR s.r.l. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Cliente:



MARINA DI PUNTA ALA S.p.a.

AMPLIAMENTO DEL PORTO TURISTICO DI PUNTA ALA STRALCIO FUNZIONALE OPERE MARITTIME PROGETTO DEFINITIVO

C.02 RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI

CODICE DOCUMENTO: 20 012 DR C.02.0

EMISSIONE 05.04.2024



Modimar srl - Via Monte Zebio 40
00195 - Roma

06-3269361 telefono
06-32694630 fax
info@modimar.it email
www.modimar.it web



Modimar Project srl - Via Asmara, 72
00199 - Roma

Consulenza geotecnica:

AGiS Ingegneria

Sommario

Capitolo 1	Premesse	3
1.1	Premesse.....	3
1.2	Metodologia di studio.....	3
1.3	Descrizione delle opere progettate e dei materiali che le compongono	4
Capitolo 2	Caratteristiche dei materiali lapidei	8
Capitolo 3	Fabbisogni e bilancio dei materiali lapidei	9
3.1	Progetto di recupero dei materiali provenienti dalla demolizione delle opere foranee esistenti.....	11
Capitolo 4	Attività di dragaggio e riempimento	13
Capitolo 5	Censimento delle cave di riferimento	15
Capitolo 6	Caratteristiche dei materiali per le opere marittime.....	17
6.1	Calcestruzzo (D.M. 17.01.2018, par. 11.2).....	17
6.2	Acciaio per cemento armato (D.M. 17.01.2018, par. 11.3.2).....	19
6.3	Acciaio per pali.....	20
6.4	Bulloneria e altra carpenteria	20

Capitolo 1 Premesse

1.1 Premesse

La presente relazione è rivolta ai materiali impiegati previsti per i “Lavori di riqualificazione e ampliamento del Porto di Punta Ala e pertanto con esplicito riferimento alla tipologia delle opere e dei materiali impiegati ed alle metodologie esecutive previste riguarda:

- *descrizione dei fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava, al netto dei volumi reimpiegati, e degli eventuali esuberi di materiali di scarto, provenienti dagli scavi;*
- *individuazione delle cave per approvvigionamento delle materie e delle eventuali aree di deposito per lo smaltimento delle terre di scarto;*
- *la descrizione delle caratteristiche dei materiali impiegati per la realizzazione dell’opera.*

Questa relazione è finalizzata ad analizzare in questa fase di progettazione definitiva i possibili scenari di approvvigionamento dei materiali occorrenti per la realizzazione delle opere valutando se le attività di cantiere possano essere contraddistinte dalla produzione di materiali di scarto (ad esempio per esuberi di terre o rocce provenienti da scavi o per demolizioni di strutture preesistenti) e definendo di conseguenza gli eventuali interventi, indicativi e non esaustivi in questa fase progettuale, da attuare nel rispetto delle disposizioni normative sulla “gestione dei rifiuti” e dei “criteri ambientali minimi”.

Gli interventi prevalenti previsti dal Progetto Definitivo riguardano la realizzazione delle nuove opere foranee previste per l’ampliamento del porto costituite da materiale lapideo (pietrame e massi naturali). Contestualmente alla formazione delle nuove opere è previsto il salpamento del tratto terminale della attuale diga di sopraflutto unitamente al salpamento della scogliera posta a protezione dell’attuale molo di sottoflutto. Inoltre per adeguare le profondità all’interno degli specchi acquei portuali alle più moderne imbarcazioni da diporto è previsto un intervento di dragaggio.

La relazione indica inoltre le caratteristiche previste per i calcestruzzi necessari per la realizzazione delle opere di coronamento delle dighe foranee e delle opere di banchinamento.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le principali normative di riferimento ed il percorso metodologico seguito per circostanziare gli aspetti di gestione delle materie (prime e di scarto) che potranno contraddistinguere il cantiere che sarà impiantato per la realizzazione delle opere progettate.

Queste tematiche saranno ovviamente approfondite ulteriormente nella successiva fase di progettazione esecutiva delle opere ma dovranno necessariamente essere contemplate dal Piano di Gestione delle Materie che dovrà essere redatto in fase di progettazione esecutiva ed attuato dall’Appaltatore nel corso dei lavori.

1.2 Metodologia di studio

Preliminarmente è stata condotta un’analisi dei materiali occorrenti per la formazione delle opere valutando anche i quantitativi relativi a possibili lavorazioni di escavazioni ed effettuando

di conseguenza un bilancio generale al fine di quantificare le “forniture” necessarie e gli “scarti” eventualmente prodotti dalle attività di cantiere.

Al fine di valutare la reperibilità e disponibilità dei materiali lapidei occorrenti per la costruzione delle scogliere, è stata effettuata un’analisi delle cave autorizzate ed attive censite come tali nel documento regionale inerente alle attività estrattive dei materiali lapidei.

Partendo dall’elenco dei siti censiti e catalogati all’interno del piano regionale si è provveduto allo sviluppo delle seguenti operazioni:

- reperimento delle informazioni sui litotipi estraibili con particolare riferimento a quelli di maggiore interesse (calcari);
- censimento da dati bibliografici, di riferimento locale (essendo stati già utilizzati in passato) e individuazione della possibile ubicazione delle cave di prestito attive e con capacità estrattiva sufficiente per la realizzazione delle scogliere oggetto di intervento;
- raccolta di ulteriori informazioni in sito attraverso la consultazione diretta con i gestori delle cave di prestito e richiesta di preventivi di fornitura e trasporto franco cantiere.

Analizzando globalmente tutti i dati e le informazioni reperite si è potuto ricavare un quadro di riferimento dello stato di fatto delle zone estrattive attive, più vicine e facilmente raggiungibili attraverso la viabilità ordinaria (stradale e autostradale) da cui poter reperire il materiale calcareo necessario alla realizzazione delle opere a gettata.

Tenendo conto della collocazione geografica dell’area di intervento e dei quantitativi di approvvigionamento dei materiali lapidei necessari per la formazione delle opere si è ipotizzato uno scenario tecnicamente ed economicamente sostenibile sulla ubicazione delle cave e sui metodi di approvvigionamento definendo di conseguenza le tempistiche relative.

1.3 Descrizione delle opere progettate e dei materiali che le compongono

Lo schema planimetrico di Figura 1-1 descrive gli interventi previsti dal **primo stralcio funzionale** delle opere marittime previste per i lavori di riqualificazione ed ampliamento del Porto di Punta Ala.

Le nuove opere foranee sono: i) la nuova Diga Foranea di sopraflutto, realizzata in prosecuzione alla diga foranea attuale, ii) la nuova Diga Sottoflutto, che di fatto rappresenta una trasposizione verso Nordest dell’attuale molo sottoflutto radicato a terra.

Le suddette opere foranee, per la loro rilevanza, rappresentano l’intervento prevalente del progetto e sono realizzate in continuità tipologica e geometrica con l’esistente.

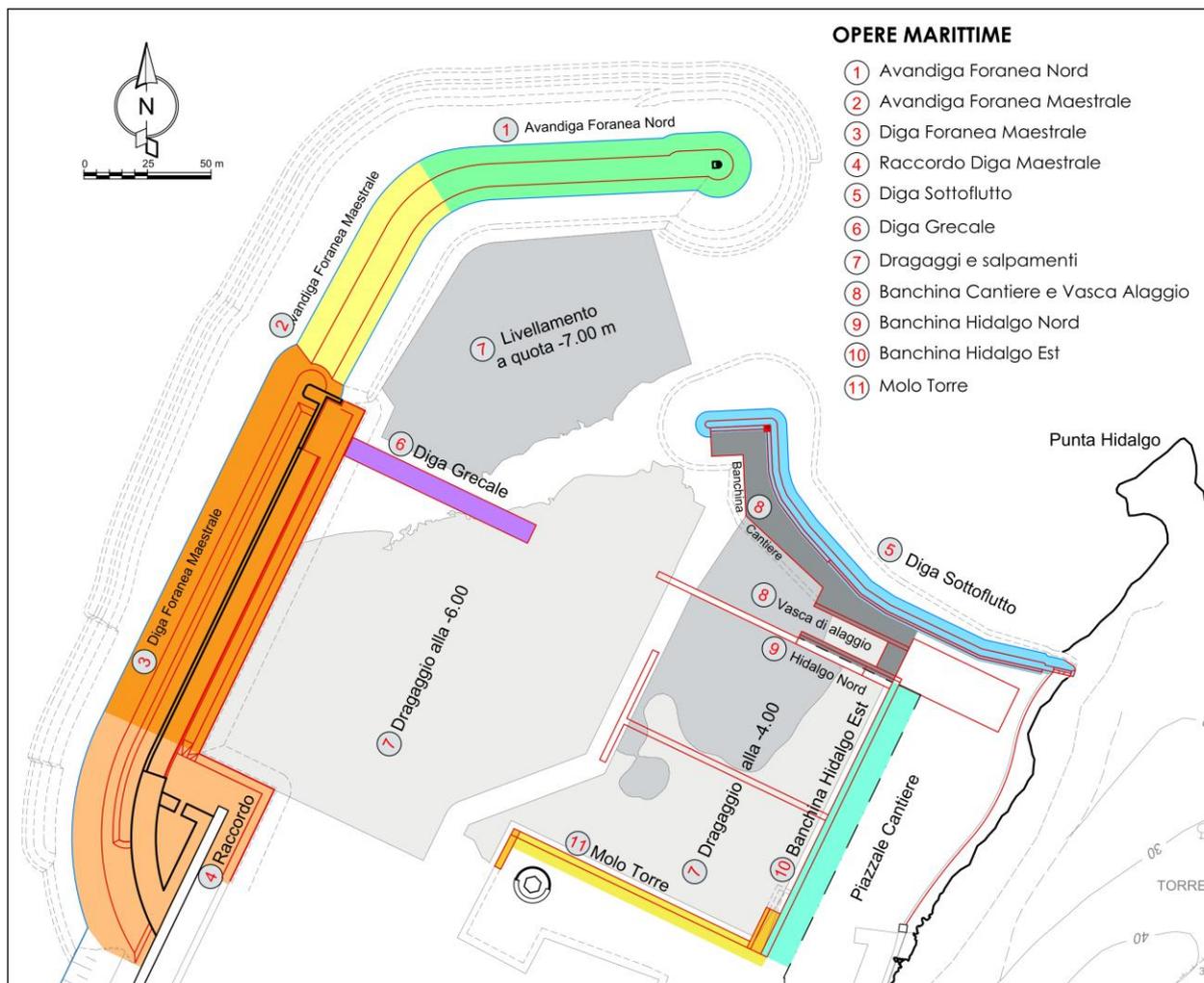


Figura 1-1 Planimetria di progetto

Entrambe le opere rientrano nella tipologia delle scogliere in materiale lapideo posto in opera alla “rinfusa” conformando una sezione trasversale trapezia, le cui caratteristiche di realizzazione e di esercizio non comportano problematiche complesse.

La nuova diga foranea di sopraflutto costituisce di fatto un prolungamento dell’attuale diga foranea del porto. La nuova opera risulta radicata in corrispondenza dell’estremità nordorientale della diga foranea e, dopo un primo tratto di raccordo di circa 50 m, si sviluppa con un allineamento rettilineo per circa 270 m suddiviso in due segmenti: la **diga foranea di maestrale** e l’**avandiga foranea di maestrale**.

I fondali che variano da un minimo di -4.0 m sul l.m.m. a -14.0 m l.m.m.. In seguito la diga curva verso Est per poi proseguire con un secondo tratto rettilineo, denominato **avandiga foranea nord**, fino a giungere in testata su fondali di circa -10 m.

La diga foranea maestrale presenta un coronamento costituito da un muro paraonde in calcestruzzo con quota sommitale a +4.50 m slm a tergo del quale sono realizzati dei box e un banchinamento a massi sovrapposti.

Il tratto successivo, costituito dall’avandiga foranea maestrale e dall’avandiga foranea nord, in analogia con lo stato attuale, è costituito da una diga in massi naturali tracimabile senza massiccio di coronamento con cresta posta a quota +3.50 m.

Data l'esposizione alle onde più elevate che si presentano dal settore di Maestrale per assicurare la stabilità della mantellata della diga foranea è risultato necessario ricorrere all'impiego di massi naturali di elevata pezzatura, con peso compreso tra 5.0 e 8.0 tonnellate disposti in due strati con pendenza 1.0V:2.5H. Solo lungo l'avandiga foranea nord, data la minore intensità del moto ondoso proveniente dal settore di N-NE è stato possibile ridurre la pendenza della mantellata a 1.0V:2.0H.

In nucleo dell'opera è costituito da un tout-venant di cava. Interposto tra il nucleo e la mantellata sono presenti degli strati filtro realizzati con massi naturali di idonea pezzatura (compresa tra 0.5 e 1.0 t) in funzione della dimensione dei massi costituenti la mantellata.

Per la formazione del piede della diga e delle berme sommerse è sempre previsto l'impiego di massi naturali di pezzatura compresa tra 2.0 e 5.0 tonnellate.

Internamente, per consentire l'ormeggio delle imbarcazioni, la nuova diga foranea di sopraflutto prevede la formazione di un banchinamento a parete verticale, realizzato con blocchi di calcestruzzo sovrapposti, imbasati su uno scanno di imbasamento costituito da pietrame scelto di dimensione 5-50 kg.

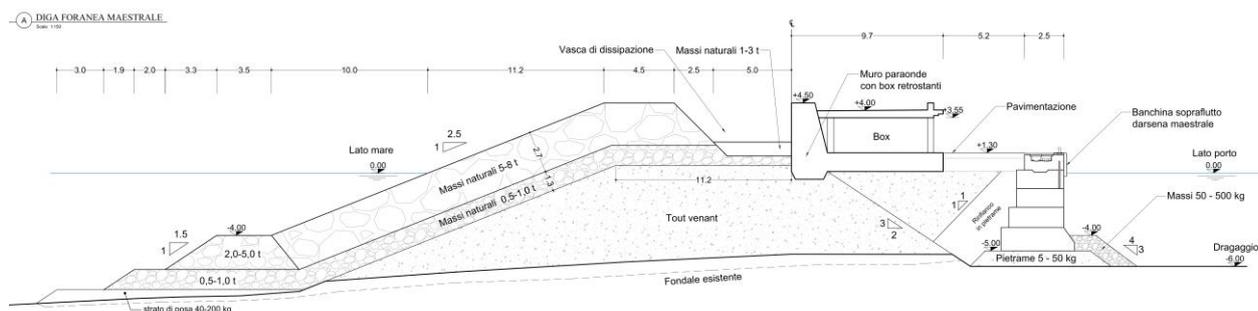


Figura 1-2. Sezione tipo della diga foranea maestrale.

Nuova diga foranea sottoflutto

La nuova diga foranea di sottoflutto, è configurata, in analogia alla diga di sottoflutto esistente, come un'opera a gettata in massi naturali con mantellata costituita da massi naturali di peso 1.5 – 3.0 t, strato filtro costituito da massi di peso 40-200 kg e nucleo in tout venant. In cresta è presente un elemento di coronamento in calcestruzzo che fissa la quota +2.50 m.

La diga è radicata a terra, al piede della falesia che si estende tra Punta Ala e Punta Hidalgo, e segue un allineamento SE-NO pressoché parallelo all'attuale Molo Torre, da cui risulta distaccato di circa 120 m in direzione NE.

La diga di sottoflutto si sviluppa per circa 192 m su fondali che degradano naturalmente dalla linea di riva fino ad incontrare la -7.0 in prossimità della testata.

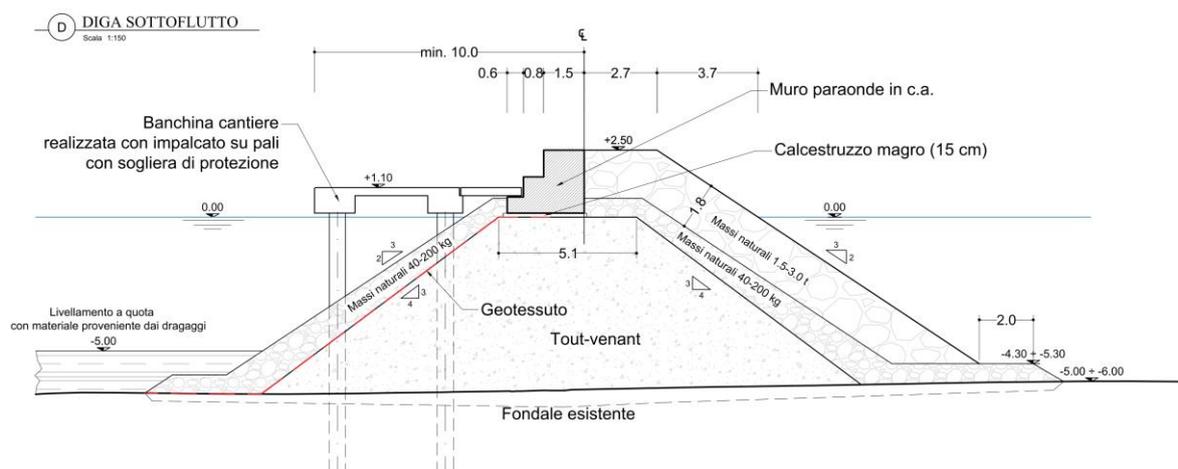


Figura 1-3. Sezione tipo nuova diga sottoflutto

Le nuove dighe foranee formano un ampio avamposto e proteggono i nuovi specchi acquei interni dove sorgeranno: i) la nuova Darsena Hidalgo e ii) la nuova darsena di Maestrale. Le darsene, i cui perimetri interni sono costituiti, in analogia con lo stato di fatto, con massi sovrapposti di calcestruzzo, sono destinate ad accrescere la ricettività portuale e, in funzione della flotta di progetto prevedono un adeguamento dei fondali esistenti, con un intervento di dragaggio, rispettivamente alla quota di -4.0 m slm e -6.0 m slm.

I lavori di riqualificazione del porto prevedono inoltre un'espansione a Nord dell'area cantieristica con la formazione di un nuovo piazzale di circa 5800 m² e una nuova vasca di alaggio 11.0 m × 30.0 m per l'alaggio e il varo di imbarcazioni di elevate dimensioni. Infine, sul versante interno della nuova diga sottoflutto, è prevista la realizzazione di un banchinamento "a giorno" su pali che offrirà la possibilità di ormeggiare le imbarcazioni in riparazione presso il cantiere nautico.

Capitolo 2 Caratteristiche dei materiali lapidei

I massi naturali per scogliere dovranno rispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità, devono risultare inalterabili all'acqua di mare ed al gelo, devono essere esenti da cappellaccio, da piani di sfaldatura, giunti, fratture e incrinature e di pezzatura secondo progetto. Il loro peso specifico non dovrà essere inferiore a 2.650 kg/m^3 . Saranno assolutamente escluse le pietre marnose, quelle gessose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

In particolare devono essere rispettati i seguenti limiti:

- peso specifico non dovrà essere inferiore a 2650 kg/m^3 ;
- resistenza a compressione dei massi non dovrà essere inferiore a 500 kg/cm^2 ;
- coefficiente di usura $\leq 2.0 \text{ mm}$;
- perdita di peso alla prova Los Angeles (ASTM C 131 - AASHTO T 96) $\leq 30\%$
- coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$;
- resistenza chimica (ASTM-88 - 5 cicli solfato di sodio): $\leq 10\%$.
- Gelività (R.D. 16.11.1939 art.8) $\leq 5\%$

Il giudizio di idoneità della cava da parte della Stazione Appaltante dovrà tenere conto dell'insieme dei risultati delle prove di qualifica potendo accettare che i risultati di una singola prova non rientrino nei limiti di accettabilità.

La forma dei massi naturali non deve risultare eccessivamente allungata. Il rapporto tra la dimensione minima e quella massima del singolo elemento non deve essere minore di 0.4.

I materiali di cava dovranno comunque alla norma armonizzata EN 13383-1 e disporre del marchio CE.

Per la formazione delle nuove opere foranee sono previste le seguenti gradazioni di massi naturali:

Classe (kg)	Peso medio M_{50} (kg)	Diametro nominale D_{n50} (m)
40 – 200	120	0.35
50 – 500	275	0.47
500 – 1000	750	0.66
1000 - 3000	2000	0.90
1500 – 4000	2750	1.00
2000 – 5000	3500	1.10
5000 - 8000	6500	1.35

Capitolo 3 Fabbisogni e bilancio dei materiali lapidei

L'obiettivo della presente relazione sulla gestione delle materie è quella di definire i fabbisogni ed il bilancio dei materiali del cantiere tenendo conto della tipologia e dei quantitativi sia dei materiali occorrenti per la formazione delle opere di progetto sia di quelli eventualmente prodotti dalle lavorazioni di cantiere (come escavi e/o demolizioni).

Nel caso in esame i materiali prevalenti per la formazione delle nuove opere foranee sono inerti naturali di matrice lapidea (pietrame e massi) e detritica (sabbie, ghiaie e ciottoli). Peraltro, sono previsti salpamenti dei massi già presenti in loco che compongono il tratto terminale della diga sopraflutto esistente e la mantellata della diga sottoflutto che saranno tutti reimpiegati per la costruzione delle nuove scogliere e per la formazione dei riempimenti previsti da progetto a tergo delle banchine. In tal modo sarà possibile ridurre gli approvvigionamenti da cava ed evitare il conferimento a discarica.

Nella seguente Tabella 3-1 è presentato il bilancio dei materiali lapidei occorrenti per la formazione delle nuove opere foranee previste da progetto. I quantitativi riportati sono arrotondati per eccesso alle centinaia.

Il bilancio presenta:

- i) i quantitativi di materiale recuperati dalle attività di salpamento delle opere foranee esistenti,**
- ii) i quantitativi di materiale approvvigionato da cava.**

Il quantitativo netto dei materiali approvvigionati da cava è stato calcolato decurtando dai fabbisogni lordi, definiti sulla base degli elaborati di progetto e dei computi metrici, i volumi provenienti dalla demolizione delle opere esistenti, ipotizzando, come illustrato in seguito, un pieno recupero dei materiali provenienti dal salpamento.

Questo aspetto risulta ancor più rilevante ai fini dell'inserimento dell'opera nel contesto ambientale e paesaggistico. I massi provenienti dal salpamento verranno in parte ricollocati nella parte sommitale delle nuove opere, al fine di mantenere l'aspetto esterno coerente con l'aging delle opere di difesa della parte esistente. Tale previsione risponde alle disposizioni della Soprintendenza per i Beni culturali e Paesaggistici.

Complessivamente il materiale lapideo occorrente per la formazione delle scogliere, al netto dei quantitativi provenienti dai salpamenti delle scogliere esistenti, stimato complessivamente in 51.200 m³, è pari a circa 247.000 m³.

I fabbisogni dei materiali lapidei sono stati incrementati per tenere conto dell'ingozzamento dei materiali e dei cedimenti attesi, applicando un incremento del 15% per il tout-venant e del 10% per tutte le altre categorie di massi.

Tabella 3-1 – Quantitativi di materiale lapideo per la formazione delle nuove opere foranee

FABBISOGNI LORDI	
NUOVA DIGA SOPRAFLUTTO	Volume VPP (m³)
NUCLEO TOUT-VENANT	138800
MASSI NATURALI 500-1000 kg	34400
MASSI NATURALI 5.0 - 8.0 t	41400
MASSI NATURALI 1.5 - 4.0 t	8600
MASSI NATURALI 2.0 - 5.0 t	7900
MASSI NATURALI 50 - 500 kg	2500
MASSI NATURALI 1.0 - 3.0 t	900
MASSI NATURALI 40 - 200 kg	9600
NUOVA DIGA SOTTOFLUTTO	Volume VPP (m³)
NUCLEO TOUT-VENANT	21300
MASSI NATURALI 1.5 - 3.0 t	7200
MASSI NATURALI 40 - 200 kg	6800
TOTALE FABBISOGNI MATERIALE LAPIDEO	279400
MATERIALE LAPIDEO DA SALPAMENTO SCOGLIERE ESISTENTI	
DIGA SOPRAFLUTTO ESISTENTE	Volume VPP (m³)
TOUT-VENANT	12500
MASSI NATURALI 3.5 - 8.0 t	8900
MASSI NATURALI 1.5 - 4.0 t	6200
MASSI NATURALI 0.5 - 1.5 t	11300
DIGA SOTTOFLUTTO ESISTENTE	Volume VPP (m³)
TOUT-VENANT	6200
MASSI NATURALI 0.5-1.5 t	1600
MASSI NATURALI 1.5-4.0 t	2900
MASSI NATURALI 1.5-3.0 t	1600
TOTALE MATERIALE LAPIDEO DA SALPAMENTO	51200
MATERIALE LAPIDEO APPROVVIGIONATO DA CAVA	
NUOVA DIGA SOPRAFLUTTO	Volume VPP (m³)
TOUT-VENANT	126400
MASSI NATURALI 500-1000 kg	22100
MASSI NATURALI 5.0 - 8.0 t	37000
MASSI NATURALI 1.5 - 4.0 t	2500
MASSI NATURALI 2.0 - 5.0 t	5300
MASSI NATURALI 50 - 500 kg	2500
MASSI NATURALI 1.0 - 3.0 t	300
MASSI NATURALI 40 - 200 kg	7300
NUOVA DIGA SOTTOFLUTTO	Volume VPP (m³)
TOUT-VENANT	15100
MASSI NATURALI 1.5 - 3.0 t	3700
MASSI NATURALI 40 - 200 kg	6500
BANCHINE, PIAZZALI E ALTRE OPERE	Volume VPP (m³)
TOUT-VENANT	6100
MASSI NATURALI 5 - 50 kg	4500
MASSI NATURALI 50 - 500 kg	1100
MASSI NATURALI 40 - 200 kg	5200
TOTALE MATERIALE LAPIDEO DA CAVA	245600

3.1 Progetto di recupero dei materiali provenienti dalla demolizione delle opere foranee esistenti

Nel bilancio si è previsto che i **massi di categoria 3.5-8.0 ton provenienti dal salpamento della mantellata della diga sopraflutto** possano essere rimpiegati in queste proporzioni:

- 50% del volume selezionato, riconducibile alla classe 5.0 ÷ 8.0 t, impiegato per la formazione delle mantellate dell'avandiga foranea di maestrale e nord;
- 30% del volume selezionato, riconducibile alla classe 2.0 ÷ 5.0 t, impiegato per il piede della mantellata dell'avandiga foranea nord;
- 20% del volume, ipotizzando una inevitabile fratturazione del materiale in fase di recupero, appartenente alla classe 1.5÷4.0 t impiegato per la mantellata interna dell'avandiga foranea.

i **massi di categoria 1.5-4.0 ton provenienti dal salpamento della diga sopraflutto** saranno rimpiegati in queste proporzioni:

- 70% del volume salpato per la formazione della mantellata interna dell'avandiga foranea;
- 20%, ipotizzando una inevitabile fratturazione del materiale in fase di recupero, per gli strati filtro in massi 500 – 1000 kg;
- 10% per realizzare in parte la vasca di dissipazione prevista in massi 1-3 t lungo la diga foranea sopraflutto;

i **massi di categoria 0.5 – 1.5 ton**, provenienti dal salpamento dello strato filtro della diga sopraflutto esistente, saranno rimpiegati in queste proporzioni:

- 80% del volume salpato, appartenente alla classe 0.5-1.0 t, per la formazione degli strati filtro in massi 500 – 1000 kg;
- 20%, ipotizzando una inevitabile fratturazione del materiale in fase di recupero, riconducibile alla classe 40 – 200 kg per gli strati di imbasamento dell'avandiga foranea nord;

il **tout venant** proveniente dal salpamento della diga sopraflutto esistente verrà riutilizzato in queste proporzioni:

- 30% del materiale per formare parte del nucleo della nuova avandiga foranea di maestrale;
- 70% del materiale recuperato per formare parte del nucleo della nuova avandiga foranea nord;

Per quanto riguarda il **molo sottoflutto esistente** si è previsto quanto segue:

i **massi di categoria 1.5-4.0 ton provenienti dal salpamento della mantellata** saranno rimpiegati in queste proporzioni:

- 80% del volume selezionato, appartenente alla classe 1.5 ÷ 3.0 t, per la formazione della mantellata della nuova diga sottoflutto;
- 20% del volume, ipotizzando una inevitabile fratturazione del materiale in fase di recupero, appartenente alla classe 500÷1000 kg, per gli strati filtro dell'avandiga sopraflutto;

i **massi di categoria 0.5-1.5 ton** saranno rimpiegati in queste proporzioni:

- 80% del volume selezionato, appartenente alla classe 500÷1000 kg, per gli strati filtro dell'avandiga sopraflutto;
- 20% del volume, ipotizzando una inevitabile fratturazione del materiale in fase di recupero, apparente alla classe 40 – 200 kg per la formazione degli strati filtro della nuova diga sottoflutto.

il **tout venant** proveniente dal **salpamento della diga sottoflutto** esistente in queste proporzioni:

- 100% del materiale per formare parte del nucleo della nuova diga sottoflutto

Il progetto di recupero dei materiali provenienti dalla demolizione delle opere foranee esistenti è sintetizzato nelle seguenti tabelle in cui sono riportati i volumi di salpamento (vuoto per pieno) e le percentuali di rimpiego in relazione alle diverse categorie di massi naturali previste da progetto.

DIGA SOPRAFLUTTO ESISTENTE		PERCENTUALI DI RIMPIEGO						
SALPAMENTI	m ³ VPP	MASSI NATURALI 5.0 - 8.0 t	MASSI NATURALI 2.0 - 5.0 t	MASSI NATURALI 1.5 - 4.0 t	MASSI NATURALI 500-1000 kg	MASSI NATURALI 1.0 - 3.0 t	MASSI NATURALI 40 - 200 kg	TOUT-VENANT
TOUT-VENANT	12409							100%
MASSI NATURALI 3.5 - 8.0 t	8802	50%	30%	20%				
MASSI NATURALI 1.5 - 4.0 t	6183			70%	20%	10%		
MASSI NATURALI 0.5 - 1.5 t	11253				80%		20%	

DIGA SOTTOFLUTTO ESISTENTE		PERCENTUALI DI RIMPIEGO			
SALPAMENTI	m ³ VPP	MASSI NATURALI 1.5 - 3.0 t	MASSI NATURALI 40-200 kg	MASSI NATURALI 500 - 1000 kg	TOUT-VENANT
TOUT-VENANT	6189				100%
MASSI NATURALI 0.5-1.5 t	1524		20%	80%	
MASSI NATURALI 1.5-4.0 t	2879	80%		20%	
MASSI NATURALI 1.5-3.0 t	1536	80%		20%	

Capitolo 4 Attività di dragaggio e riempimento

Il progetto definitivo prevede l'adeguamento dei fondali presenti all'interno del nuovo specchio acqueo alle seguenti quote di progetto:

- -6.0 m sul l.m.m. all'interno dell'avamporto, lungo il nuovo canale interno e all'interno della darsena maestrale (c.d. darsena maxy yachts), destinata ad accogliere le imbarcazioni di dimensioni maggiori;
- -4.0 m sul l.m.m. all'interno della nuova darsena Hidalgo;
- -5.0 m sul l.m.m. lungo il percorso di accesso e all'interno della vasca di allaggio prevista a ridosso del nuovo molo sottoflutto.

In aggiunta ai suddetti interventi di dragaggio il progetto definitivo prevede, per la realizzazione dei piani di posa delle opere di banchinamento della darsena Hidalgo e per l'imbasamento del rivestimento interno della diga foranea sottoflutto, la realizzazione di trincee di fondazione a quota -5.0 m sul l.m.m..

Complessivamente i volumi di sedimenti provenienti dalle attività di escavo/dragaggio ammontano a circa 30.000 m³.

Questi sedimenti saranno totalmente impiegati all'interno dell'ambito portuale per effettuare interventi di riempimento e livellamento dei fondali esistenti, come indicato nello stralcio planimetrico di Figura 4-1, consentendo di avere un bilancio a zero tra scavi e riporti (vedi Tabella 4-1).

Gli interventi di riempimento sono i seguenti:

1. livellamento a quota -7.00 dei fondali dell'avamporto, in uno specchio acqueo di superficie pari a 7.400 m², con un versamento di circa 12.650 m³ di sedimenti.
2. Livellamento dei fondali all'interno della Darsena Hidalgo; una larga parte dei sedimenti provenienti dal dragaggio verrà impiegata per livellare i fondali più profondi alla quota di progetto di -4.0 m, impiegando un totale di circa 10.800 m³.
3. colmata del piazzale cantiere fino a quota +0.00 m sul l.m.m che prevede il refluento di circa 6600 m³

Tabella 4-1. Bilancio volumi di dragaggio e riempimento

Bilancio volumi di dragaggio e riempimento				
	Superficie	Volume dragaggio	Volume riempimento	Bilancio
	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Dragaggio -6.00 m darsena maestrale - canale di navigazione	9896	6955	0	6955
Dragaggio -6.00 / -5.00 m (al di sotto del sopraflutto esistente)	7469	7469	0	7469
Dragaggio -6.00 m (esterno al sopraflutto esistente)	412	252	0	252
Dragaggio e livellamento darsena Hidalgo a quota -4.0 m/-5.0 m	13408	15379	10792	4586
Livellamento avamporto a quota -7.00 m	7402	0	12650	-12650
Colmata Piazzale Cantiere (fino a quota 0.00 m)	4584	0	6612	-6612
TOTALE	43171	30055	30054	0

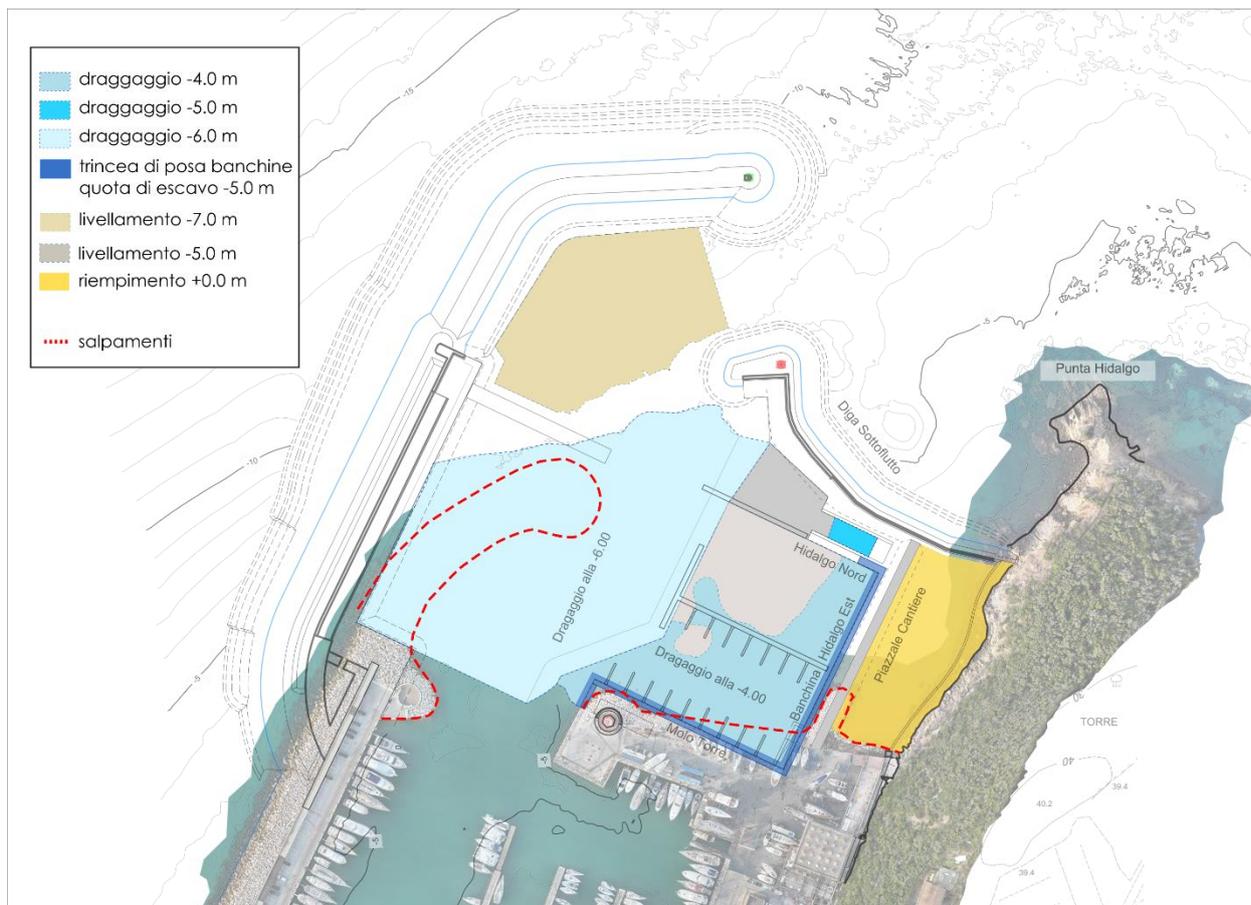


Figura 4-1. Stralcio planimetrico di progetto con indicazione degli specchi acquee oggetto di interventi di dragaggio e riempimento, localizzazione delle trincee di posa delle banchine. In rosso sono indicate le porzioni di opere foranee esistenti da salpare e ricollocare.

Capitolo 5 Censimento delle cave di riferimento

Per la realizzazione delle opere in oggetto saranno necessari materiali lapidei di natura calcarea che potranno essere prelevati dai siti censiti nel Piano delle Attività Estrattive della Regione Toscana.

Si evidenzia che la maggiore disponibilità del materiale lapideo idoneo per la realizzazione delle scogliere in progetto (da selezionare comunque in funzione delle caratteristiche qualitative del materiale e per le dimensioni dei singoli elementi) potranno essere reperiti a distanze accettabili dai luoghi di esecuzione, essendo le zone estrattive censite localizzate nella Provincia di Livorno e Grosseto.

Sulla base di queste indicazioni fornite dal P.R.A.E., sono stati individuati i possibili poli estrattivi. La fattibilità nell'utilizzo delle cave di prestito è stata effettuata analizzando i dati inerenti a:

- Tipo di materiale estratto;
- Autorizzazioni in essere;
- Qualità del materiale (in banco);
- Volumetrie disponibili.

Sulla base di questi dati sono state individuate le seguenti cave ubicate in prossimità dell'area di intervento:

- Cava di Monte Valerio Est - Campiglia Marittima (LI) – distanza di 44 km da Punta Ala,
- Cava di Monte Calvi - Campiglia Marittima (LI) - distanza di 50 km da Punta Ala
- Cava di Montorsaio – Campagnatico (GR) – distanza da Punta Ala 55 km

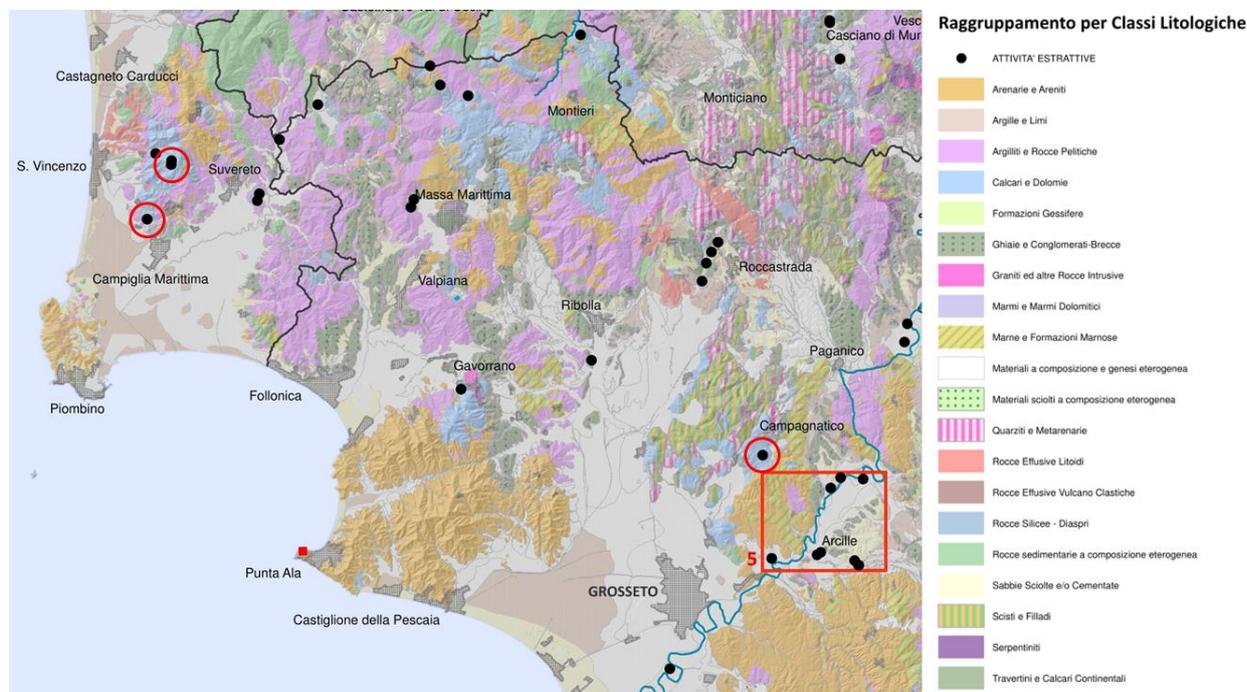


Figura 2. Localizzazione delle potenziali cave di prestito individuate. Estratto dall'elaborato PR05 Tavole dei materiali soggetti ad estrazione del Piano Regionale delle Cave della Regione Toscana.

Tabella 5-1. Dati delle potenziali cave di prestito censite per il progetto. Fonte Regione Toscana - Piano regionale cave

Codice giacimento:	09049002005001
Nome giacimento:	Monte Valerio Est
Tipologia:	Giacimenti
Comune:	CAMPIGLIA MARITTIMA
Provincia:	LIVORNO
Nome comprensorio:	Calcari di Monte Valerio
Codice comprensorio:	91
Prodotti:	CALCARI E CALCARI DOLOMITICI PER COSTRUZIONI
Area:	66.2946 ha
Codice giacimento:	09049002004001
Nome giacimento:	Monte Calvi
Tipologia:	Giacimenti
Comune:	CAMPIGLIA MARITTIMA
Provincia:	LIVORNO
Nome comprensorio:	Calcari di Campiglia
Codice comprensorio:	26
Prodotti:	CALCARI E CALCARI DOLOMITICI PER USI INDUSTRIALI
Area:	39.2416 ha
Codice giacimento:	09053002011001
Nome giacimento:	Montorsaio - Loc. Poggio Petriccio
Tipologia:	Giacimenti
Comune:	CAMPAGNATICO
Provincia:	GROSSETO
Nome comprensorio:	Calcari Grosseto nord
Codice comprensorio:	29
Prodotti:	CALCARI E CALCARI DOLOMITICI PER COSTRUZIONI
Area:	52.8115 ha
Codice giacimento:	09049002004001
Nome giacimento:	Monte Calvi
Tipologia:	Giacimenti
Comune:	CAMPIGLIA MARITTIMA
Provincia:	LIVORNO
Nome comprensorio:	Calcari di Campiglia
Codice comprensorio:	26
Prodotti:	CALCARI E CALCARI DOLOMITICI PER USI INDUSTRIALI
Area:	39.2416 ha

Capitolo 7 Caratteristiche dei materiali per le opere marittime

7.1 Calcestruzzo (D.M. 17.01.2018, par. 11.2)

Riferimenti: Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;
UNI EN 206-1/2016.

Il calcestruzzo utilizzato ha le seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza C35/45
- classe di esposizione XS3;
- classe di consistenza S4
- diametro massimo dell'aggregato 32 mm.

Le principali caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono riportate nel prospetto seguente:

- *Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo:*

$$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} \qquad f_{cm} = f_{ck} + 8 \qquad f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

$$\alpha_{cc} = 0.85 \qquad \gamma_c = 1.5$$

- *Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo:*

$$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} \qquad f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} \qquad f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$$

- *Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:*

$$f_{bk} = 2.25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctk} \qquad f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$$

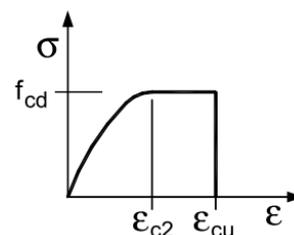
$$\eta_1 = 1.0 \text{ buona aderenza} \qquad \eta_2 = 1.0 \text{ barre di diametro } < 32 \text{ mm}$$

- *Caratteristiche meccaniche:*

$$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3} \qquad v_{cls \text{ fess.}} = 0 \qquad v_{cls \text{ non fess.}} = 0.2 \qquad \alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Calcestruzzo	R _{ck}	f _{ck}	f _{cm}	f _{cd}	f _{ctm}	f _{ctk}	f _{ctd}	f _{bk}	f _{bd}	E _{cm}
	(MPa)									
C35/45	45	37.3	45.3	21.2	3.3	2.3	1.6	5.3	3.5	34625

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è stato adottato il modello σ - ϵ parabola rettangolo illustrato nella figura seguente con $\epsilon_{c2} = 0.20\%$ e $\epsilon_{cu} = 0.35\%$



Classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R _{ck} min.	Dos. Min. Cem. Kg.
Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare	5c	0,45	45	360

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente per le travi di coronamento: 3-4 giorni, comunque il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Provini da prelevarsi in cantiere

Almeno un gruppo di due provini.

Preparazione, forma, dimensioni e stagionatura dei provini secondo quanto previsto delle norme UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2.

Controlli di accettazione

Controllo di tipo A

Riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Controllo di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

7.2 Acciaio per cemento armato (D.M. 17.01.2018, par. 11.3.2)

L'acciaio impiegato per la realizzazione delle opere di c.a. è del tipo **B450C** ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y\text{nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t\text{nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd}) è riferita alla tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio ed è ottenuta dividendo quest'ultima per un coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio (γ_s) pari a 1.15:

$$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$$

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è stato adottato un modello σ - ϵ elastico perfettamente plastico indefinito illustrato nella figura seguente.

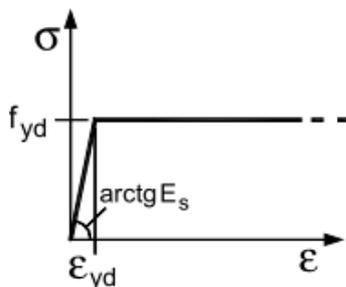


Figura 7.1: Diagramma tensione-deformazione dell'acciaio

Per il modulo elastico dell'acciaio si è fatto riferimento al seguente valore:

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

da cui si ricava il seguente valore della deformazione di snervamento dell'acciaio da utilizzare nei calcoli:

$$\epsilon_{yd} = 0.20\%$$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre: $6 \leq \phi \leq 40 \text{ mm}$.

È ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 16 \text{ mm}$.

Reti e tralicci con elementi base di diametro: $6 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

7.3 Acciaio per pali

Le camicie di acciaio per la formazione dei pali trivellati previsti nel progetto, sono costituiti da acciaio S355, avente una tensione di snervamento $f_{yk} \geq 355$ MPa e una tensione di rottura $f_{uk} \geq 510$ MPa.

7.4 Bulloneria e altra carpenteria

Per l'eventuale carpenteria metallica e bulloneria necessaria è previsto l'impiego di acciaio S355, avente una tensione di snervamento $f_{yk} \geq 355$ MPa e una tensione di rottura $f_{uk} \geq 510$ MPa.