



Regione Lazio
Comune di Anzio (RM)



CAPO D'ANZIO S.p.A.
C.D.M. n. 6586/2011

PROGETTAZIONE ESECUTIVA
FASE 2 - ADEGUAMENTO DARSENA NORD

Proponente:



Marina di
Capo d'Anzio

Presidente:
Luigi D'Arpino

A.D.:
Ing. Enrico Aliotti

Titolo elaborato:

PROGETTO DI DRAGAGGIO

Progettazione:



Marinedi S.r.l.

Ing. Renato Marconi

Arch. Vittoria Biego

Dott.ssa in G.P.E. Dionisia Poulacos



Regione Lazio
Comune di Anzio (RM)

Proponente: Capo d'Anzio S.p.A.

Progettazione: Marinedi S.r.l.

MARINA DI CAPO D'ANZIO

C.D.M n. 6586/2011

PROGETTAZIONE ESECUTIVA
FASE 2
ADEGUAMENTO DARSENA NORD

Progetto di dragaggio

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....	5
2.1	Area di intervento	5
2.2	Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord	7
3.	PIANO DI CARATTERIZZAZIONE.....	12
3.1	Campionamento dei sedimenti da sottoporre a movimentazione	12
3.2	Parametri da analizzare	14
3.3	Procedure analitiche relative alla caratterizzazione dei sedimenti	17
3.4	Criteri di classificazione della qualità dei sedimenti	23
3.5	Classificazione del materiale da prelevare e opzioni di gestione	27
4.	PROGETTO DI DRAGAGGIO	28
4.1	Stato attuale del fondale	28
4.2	Fondale di progetto	28
4.3	Stima della quantità di sedimenti da dragare	29
4.4	Ipotesi di gestione dei materiali dragati.....	30
4.5	Misure di mitigazione da adottare durante il dragaggio.....	31

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il Progetto di dragaggio che completa il progetto esecutivo della Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord del Marina di Capo d'Anzio, predisposto dalla Capo d'Anzio S.p.A. titolare della Concessione Demaniale Marittima n. 6586/2011.

Tale Progetto di dragaggio è stato prescritto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nell'ambito del DEC. VIA 0794/2003 dell'11/12/2003 del Piano Regolatore Portuale di Anzio approvato con delibera della Giunta regionale Lazio n. 739 del 6 agosto 2004.

Il suddetto DEC. VIA 0794/2003 dell'11/12/2003 infatti recita:

“a) prima dell'avvio dei lavori e contestualmente alla redazione del progetto esecutivo dovrà essere:

- *predisposto un idoneo progetto per le attività di dragaggio (da concordare con l'ARPA Lazio) con una specifica caratterizzazione dei sedimenti che si intendono rimuovere e/o riutilizzare. In tal senso dovrà essere acquisito il parere previsto per le attività di dragaggio e di questo dovrà essere data evidenza ai soggetti interessati alla procedura di VIA.”*

Il presente documento, pertanto, contiene:

- l'inquadramento dell'intervento con una breve descrizione dell'area e del progetto di Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord;
- la proposta del piano di caratterizzazione;
- la stima delle quantità dei materiali da dragare sulla base delle esigenze di escavo espresse dall'intervento corredata dall'ipotesi di gestione dei sedimenti formulata nell'ambito del progetto esecutivo.

E' importante sottolineare che l'ipotesi di gestione dei materiali dragati contenuta nel progetto esecutivo potrà essere valutata solamente a conclusione della caratterizzazione dei sedimenti portuali, ad esiti noti. Qualora non fosse possibile

Capo d'Anzio S.p.A.
C.D.M. n. 6586/2011

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

procedere con essa saranno studiate ulteriori ipotesi di gestione da condividere con le Autorità competenti.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

2.1 Area di intervento

La traversia del Porto di Anzio è costituita da un settore secondario tutto contenuto nel I e nel II quadrante (levante). I fetch geografici sono comunque limitati al promontorio di Torre Astura. La diga di sopraflutto (Molo Innocenziano) intercetta le ondate provenienti dal settore di traversia principale compreso nel II e III quadrante, da Scirocco a Libeccio.

L'area interessata dall'intervento di adeguamento della Darsena Nord del Marina di Capo d'Anzio è interna a quella concessa alla Capo d'Anzio S.p.A. con C.D.M. n. 6586/2011, ed abbraccia il porto esistente e la sua espansione a sud così come previsto dal Piano Regolatore Portuale (rif. elaborato grafico IN.02a - Stato di fatto con delimitazione C.D.M. n. 6586/2011).

L'area di intervento comprende via del Molo Pamphili, la diga di sottoflutto esistente, il braccio che delimita la Darsena Pamphili a sud, parte dello specchio acqueo della Darsena Pamphili e tutto lo specchio acqueo prospiciente la diga di sottoflutto.

L'area di intervento costituisce la porzione nord-orientale dell'attuale Porto di Anzio. E' protetto dalla diga di sopraflutto, il Molo Innocenziano, che si allunga nel mare a sud-ovest, e dalla diga di sottoflutto, il Molo Pamphili, protesa nel mare a nord-est. L'imboccatura, rivolta verso SE, è larga 200 m.

Lungo la banchina di riva che affaccia sulla Darsena Pamphili si trovano i cantieri nautici e i circoli velici che costituiscono una barriera tra abitato e porto.

Nell'estremità nord-occidentale del Porto, in prossimità dei cantieri nautici e dei circoli velici, è presente una darsena occupata da unità da pesca minori. Numerose anche le unità da pesca di maggiori dimensioni che ormeggiano lungo il Molo Innocenziano.

Sempre lungo il Molo Innocenziano ormeggiano gli aliscafi di collegamento con le isole Pontine. E' inoltre presente un impianto di bunkeraggio.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Il porto ospita unità da pesca, da trasporto passeggeri e unità da diporto.

Si accede all'area di intervento tramite via del Molo Pamphili, che si attesta sulla Riviera Zanardelli. Da qui, tramite via Gramsci, si raggiunge viale Mencacci che immette direttamente sulla S.R. 207 Nettunense. La darsena della pesca ed il Molo Innocenziano (via del Porto Innocenziano e Corso del Popolo), sono raggiungibili tramite via Nazario Sauro e via Aldo Moro, collegate, tramite via del Faro, alla S.R. Nettunense. La Nettunense costituisce la viabilità extraurbana che collega Anzio all'entroterra, ad Aprilia a Nord, a Latina a sud, tramite la S.S. 148, via Pontina.

Il Porto di Anzio, come noto, è inserito in un contesto urbano fortemente caratterizzato dalla presenza di residenze estive, servizi commerciali e spazi aperti per la collettività (piazze).

L'immediato intorno del porto che si ritiene possa risultare potenzialmente impattato dall'intervento in esame, soprattutto in fase di cantiere, si estende tra la Riviera Zanardelli e via Gramsci, tra la Piazza Garibaldi e la Riviera Egidi.



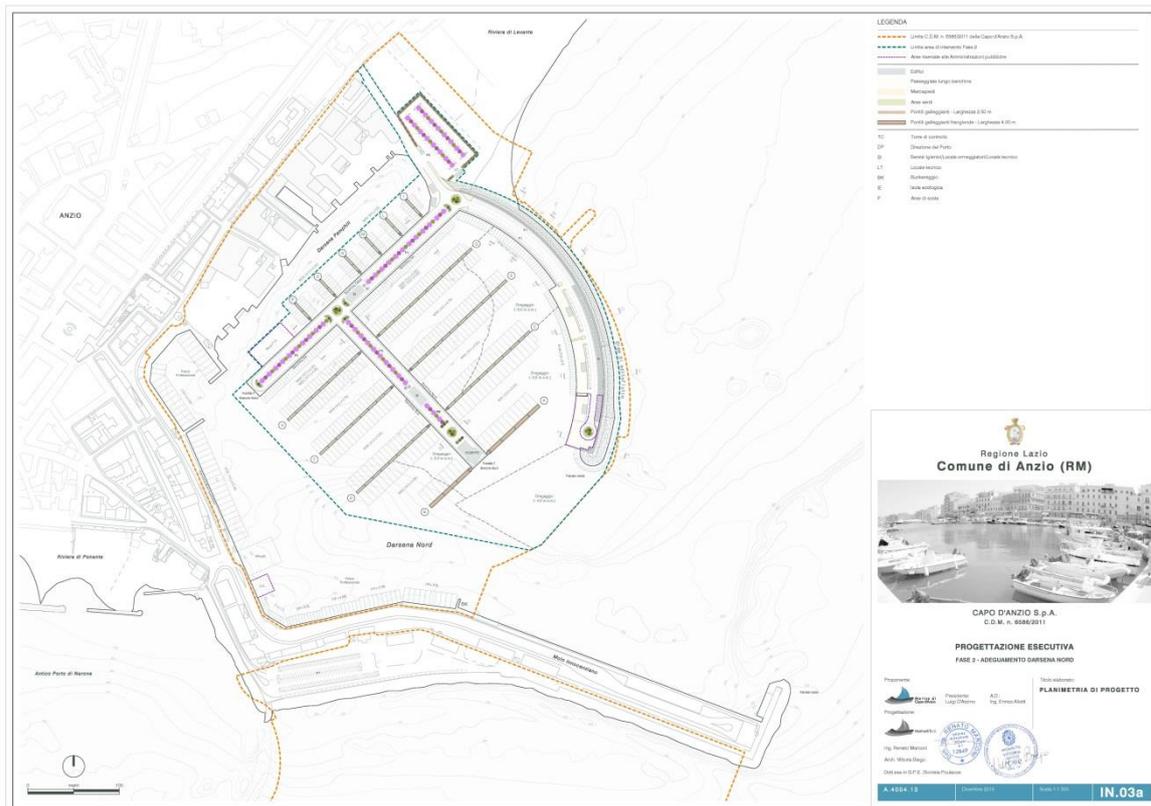
**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Figura 1. Vista aerea del porto turistico di Anzio (RM) Stato attuale

2.2 Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord

Il progetto esecutivo della Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord, riguarda la trasformazione della parte nord-orientale della darsena portuale esistente, quella compresa tra la diga di sottoflutto e il braccio che delimita la Darsena Pamphili a sud.



Elab. grafico IN.03a – Planimetria di progetto

A seguito della trasformazione prevista, l'imboccatura della Darsena Nord, rivolta verso SE, sarà larga 310 m. L'area di intervento misurerà 125.956 m² di cui 96.664

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

m² di specchio acqueo e 31.291 m² di aree a terra. Lo specchio acqueo raggiungerà la profondità massima di – 4 m s.l.m.m. all'imboccatura.

Il piano ormeggi previsto per la Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord, comprende 576 posti barca per unità da diporto e 74 posti barca per unità da pesca di l.f.t. compresa tra 7 e 18 m.

Il progetto di adeguamento della Darsena Nord prevede:

- la realizzazione della nuova diga di sottoflutto in sostituzione di quella esistente che verrà demolita;
- la realizzazione del pontile a T, di cui il braccio nord prosegue ed amplia quello esistente a delimitazione della Darsena Pamphili;
- il banchinamento del lato interno della diga di sottoflutto e del pontile a T;
- il dragaggio dei fondali;
- la predisposizione del sistema di ormeggi delle unità da diporto;
- la costruzione di tre nuovi edifici, lo Yacht Club presso la testata del pontile a T e due locali per i servizi igienici portuali, entrambi presso il pontile a T;
- la realizzazione della passeggiata lungo la banchina, della viabilità dedicata, dei parcheggi e delle opere a verde;
- la realizzazione degli impianti elettrico, speciali e fluido-meccanici.

La nuova diga di sottoflutto, con andamento NO-SE e di forma curvilinea, si allunga nel mare per circa 315 m. Si tratta di un'opera a gettata protetta da una mantellata in massi naturali e da un muro paraonde.

La realizzazione della nuova diga di sottoflutto comporta la demolizione di quella esistente. I materiali provenienti dalla demolizione (tout-venant di cava, materiali naturali e calcestruzzo) saranno utilizzati nell'ambito del cantiere stesso.

Il pontile a T è composto da due bracci; il braccio nord, che prosegue ed amplia il braccio esistente di delimitazione della Darsena Pamphili, con andamento NE-SO e lungo circa 300 m; il braccio sud, ortogonale al braccio nord, con andamento NO-SE, che si allunga nel mare per circa 220 m.

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

Le banchine del lato interno della nuova diga di sottoflutto e del pontile a T saranno realizzate in cassoncini monoblocco in c.a. (4,00 m x 4,50 m x 3,60 m) – per un totale di 75 cassoncini – poggiati su uno scanno di imbasamento posto alla quota di – 3,5 m s.l.m.m. mentre la quota di coronamento è a + 1,20 m s.l.m.m.

Il piano di calpestio della superficie portuale è a + 1,20 m s.l.m.m. al bordo banchina e sale secondo le pendenze imposte dalle varie pavimentazioni.

Come la banchina della diga di sottoflutto anche quelle del pontile a T sono realizzate con cassoncini monoblocco in c.a. (4,00 m x 4,50 m x 3,60 m) – 186 – poggiati su uno scanno di imbasamento posto alla quota di – 4,5 m s.l.m.m.

Al fine di adeguare la profondità del fondale alle esigenze del parco nautico che sarà ospitato nella Darsena Nord, il progetto prevede di approfondire il fondale fino a circa 2 m, in modo da raggiungere la quota massima di fondale, in prossimità dell'imboccatura, di – 4 m s.l.m.m.

L'area di dragaggio è ubicata nella zona compresa tra la nuova diga di sopraflutto e il pontile a T e si estende su una superficie di circa 36.836 m². Saranno rimossi circa 36.000 m³ di sedimenti marini che, qualora dalla caratterizzazione risultassero non contaminati e previa autorizzazione da parte delle Autorità competenti, saranno utilizzati nell'ambito del cantiere di costruzione.

Le unità da diporto saranno ormeggiate a pontili galleggianti ancorati al fondale con corpi morti, catene, trappe e pendini. Saranno posti in opera 14 pontili galleggianti (A, B, C, D, E, F, G, H, I, L, M, N, O e P) di lunghezza compresa tra 60 m e 140 m.

Il progetto prevede la realizzazione di tre edifici, lo Yacht Club situato presso la testata del pontile a T, e due edifici per servizi igienici portuali, anch'essi ubicati presso il pontile a T. A ciò si aggiungano i locali tecnici degli impianti di servizio al Marina.

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

Il sedime dello Yacht Club misura 324 m², per un totale di 473 m² di superficie lorda di pavimento e 1.655,50 m³ di volume. L'edificio si eleva su due piani. Il piano terreno accoglierà lo Yacht Club mentre al primo piano si troveranno gli uffici del Marina (direzione) ed una sala di controllo dell'ingresso/uscita via mare dal Marina.

Gli edifici per i servizi portuali, ad un solo piano fuori terra (h 4,5), saranno ubicati rispettivamente, uno al centro del braccio sud, l'altro al centro del braccio nord del pontile a T. I due edifici sono uguali ed occupano una superficie di 168 m² ciascuno. Sono stati dimensionati in modo da soddisfare gli standard indicati dalle Raccomandazioni per la progettazione dei porti turistici edite dall'AIPCN-PIANC.

La nuova viabilità carrabile dedicata è articolata in più tratti a partire dalla via del Molo Pamphili di accesso all'area trasformata:

- il tratto lungo la nuova diga di sottoflutto è lungo circa 315 m, di servizio alla diga stessa ed alla zona dei circoli sportivi situata presso la testata;
- il tratto lungo il pontile a T segue il profilo delle banchine e serve, oltre al Pontile stesso, allo Yacht Club e ai servizi igienici portuali, i parcheggi auto.

Nell'area di intervento saranno disponibili 356 posti auto (> 346 posti auto derivati dall'applicazione dell'indice di 0,6 posti auto/posti barca indicato dal Piano di Coordinamento dei Porti della Regione Lazio). Considerando anche il parcheggio situato sul Molo Innocenziano, la Darsena Nord disporrà nel complesso di 526 posti auto.

Tali posti auto saranno distribuiti nei parcheggi P1, P2, P3, P4, P5 e P6.

Presso la testata della nuova diga di sottoflutto, inoltre, è prevista la realizzazione di 31 box per auto coperti con funzione anche di cave bateaux.

Il progetto di adeguamento prevede la realizzazione di una passeggiata pedonale continua lungo le banchine e di circa 1.354 m² di aree a verde in corrispondenza dei parcheggi e delle rotatorie

Capo d'Anzio S.p.A.
C.D.M. n. 6586/2011

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

In ottemperanza al DEC/VIA/2003/0794, prescrizione RL.10 di cui al Rapporto di ottemperanza, secondo quanto richiesto dalla D.G.R. del Lazio n. 2546 del 12/12/2000, la suddetta superficie corrisponde a più del 30% della superficie impegnata dai parcheggi ($356 \text{ posti auto} \times 12,5 \text{ m}^2 = 4.450 \text{ m}^2 \rightarrow 30\% = 1335 \text{ m}^2 < 1354 \text{ m}^2$).

La sistemazione delle aiuole lungo i parcheggi prevede la piantumazione di elementi arborei e la messa a dimora di arbusti appartenenti a specie resistenti ai climi marini e rappresentative della flora locale autoctona (macchia mediterranea). Il progetto prevede, infine, la realizzazione degli impianti elettrico, speciali e fluido meccanici.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

3. PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Il piano di caratterizzazione proposto riguarda, dunque, la porzione di fondale che, nell'ambito dell'area di intervento di cui al progetto della Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord, sarà dragato per raggiungere le profondità di progetto.

Il piano di caratterizzazione è stato predisposto secondo quanto indicato dal "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" realizzato da ICRAM-APAT (2007).

3.1 Campionamento dei sedimenti da sottoporre a movimentazione

Posizionamento delle aree unitarie

(rif. elab. grafico IN.05 – Piano di caratterizzazione -)

Al fine di consentire una caratterizzazione rappresentativa dei sedimenti da movimentare, l'area di dragaggio è stata suddivisa in base ad una griglia a maglie quadrate di 50 m x 50 m di lato (2.500 m² di superficie). Tale griglia è stata disegnata sulla base della diga di sottoflutto esistente.

Sulla base della griglia rappresentata, sono state individuate 9 aree unitarie di campionamento e 14 aree residue, ossia aree risultanti dal frazionamento dei lotti di 2.500 m² e tralasciate in quanto aventi superficie < 1.500 m².

Stazioni di campionamento

(rif. elab. grafico IN.05 – Piano di caratterizzazione dei fondali)

Successivamente, all'interno di ciascuna "area unitaria", è stato individuato un punto di campionamento, rappresentativo dell'area unitaria stessa, posizionato in funzione del volume di materiale da dragare e della distanza del punto dalle aree unitarie contigue.

I punti di campionamento individuati sono 10, come illustrato nella seguente tabella che ne fornisce la ubicazione geografica.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

ID	COORDINATE GEOGRAFICHE PIANE GAUSS BOAGA Ellissoide di riferimento Roma 40 Fuso est	
	NORD	EST
1	4 591 103,41	2 322 393,38
2	4 591 033,34	2 322 401,30
3	4 591 986,26	2 322 384,46
4	4 591 003,10	2 322 337,38
5	4 591 956,02	2 322 320,54
6	4 591 939,18	2 322 367,62
7	4 591 922,34	2 322 414,70
8	4 591 905,50	2 322 461,78
9	4 591 964,85	2 322 444,85
10	4 591 011,92	2 322 461,69

Strumenti di campionamento e modalità di prelievo

La tecnica di campionamento che sarà adottata è quella del carotaggio. I campioni prelevati dovranno essere del tipo indisturbato. All'atto del campionamento sarà redatta un'apposita "scheda di campionamento" recante tutte le informazioni riguardanti la stazione di prelievo ed i parametri di identificazione del campione rispetto alle successive attività di analisi (data, luogo, note meteo-marine, coordinate, profondità, operatori, strumenti di campionamento, sezione, descrizione macroscopica del campione – caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali-, aliquote di differenti indagini, note sull'ambiente circostante come presenza di fonti inquinanti, ecc.).

Come meglio specificato nel seguito, per ciascun campione, la quantità di materiale prelevata dovrà essere tale da poter essere suddivisa in almeno due aliquote delle quali una utilizzata per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche e l'altra conservata (da - 18 °C a -25°C) per eventuali controanalisi e verifiche.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Sezioni di sedimento da analizzare

L'altezza delle carote da prelevare è stata definita in funzione dello spessore di materiale da asportare in corrispondenza del punto di campionamento.

Per i punti P1, P2, P3, P4, P5 e P6, poiché si scaverà in media 2,5 m, le carote avranno altezza superiore a 2 m. Pertanto si dovrà agire come di seguito rappresentato:

- a) fino a 2 m di altezza le carote saranno suddivise in sezioni da 50 cm, a partire dalla sommità, prelevando un numero di sezioni da 1 a 4, tralasciando la sezione più profonda quando quest'ultima risulti inferiore a 25 cm;
- b) oltre l'altezza di 2 m sarà prelevata una sezione di 50 cm rappresentativa di ogni successivo intervallo di 2 m, tralasciando la sezione relativa all'intervallo più profondo quando quest'ultimo risulti inferiore ad 1 m.

Per i punti P7, P8 e P9, poiché lo scavo è contenuto entro 1,5 m si procederà come rappresentato al punto a).

3.2 Parametri da analizzare

Qualora Enti e/o Istituti Pubblici non fossero disponibili, le analisi saranno effettuate da laboratori privati accreditati da organismi riconosciuti ai sensi della UNI CEI EN 17011/05.

A garanzia della qualità del dato, un secondo soggetto, di diritto pubblico, dovrà eseguire contemporaneamente le medesime analisi su almeno il 10% dei campioni e in numero comunque non inferiore a 3. Per tali campioni occorre, quindi, prevedere il prelievo di una quantità di sedimento sufficiente per una terza aliquota.

Le risultanze analitiche potranno essere considerate valide purché non si siano verificati eventi naturali od artificiali (dragaggi, sversamenti artificiali) che abbiano

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

modificato la situazione preesistente, per un periodo massimo di un anno, estensibile fino a 3 anni.

Parametri da analizzare

Analisi fisiche

Descrizione macroscopica: stato fisico, colore, odore, residuo secco a 105°C, presenza di concrezioni, residui di origine naturale od antropica.

Granulometria: percentuale di ghiaia, sabbia e pelite.

Analisi chimiche

Composti organostannici: Monobutilstagno, Dibutilstagno, Tributilstagno, Stagno totale di origine organica, Monoocilstagno, Tetrabutilstagno, Dioctilstagno, Tricicloesilstago, Triphenilstagno

Metalli: Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Piombo, Mercurio, Nichel, Rame, Vanadio, Zinco

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): IPA totali, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzofluorantene(bj), Benzo(K)fluorantene, Benzo(e)pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Perilene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene

Idrocarburi: C < 12 e C > 12

Pesticidi Organoclorurati: Aldrin, Dieldrin, alfa-esaclorocicloesano, β -esaclorocicloesano, γ -esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, cis-clordano, Endrin, Metossicloro, Pentaclorobenzene

Policlorobifenili: Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

Clorobenzeni: Esaclorobenzene

Carbonio organico totale

Azoto totale

Fosforo totale

Analisi microbiologiche

- *Coliformi*: Escherichia coli
- *Enterococchi Fecali*
- *Salmonelle*
- *Clostridi*: Spore di Clostridium Perfringens

Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità)

Le analisi per la classificazione ecotossicologica dei sedimenti portuali di Anzio, saranno effettuate sul sedimento "tal quale" e sulla matrice acquosa elutriato utilizzando la batteria di test riportata nella seguente tabella:

ORGANISMO	END-POINT	MATRICE ANALIZZATA
<i>Vibrio fischeri</i> (1)	Inibizione alla luminescenza	Sedimento tal quale
<i>Pheodactylum tricorutum</i> (Alga) (1)	Inibizione alla crescita	Elutriato
<i>Brachionus plicatilis</i> (Rotifero) (1)	Mortalità o inibizione alla mortalità	Elutriato

(1) Parametro ricercato su 1/3 dei campioni, scelti in modo tale da avere la distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare

L'applicazione del test di tossicità alla matrice solida (Solid Phase Test) permette di associare l'eventuale tossicità alla frazione pelitica che offre una maggiore superficie di adesione o di assorbimento dei contaminanti. L'applicazione di due saggi ad una matrice acquosa quale l'elutriato, risulta anch'essa molto importante dal momento che questa fase liquida è la porzione solubile estratta da sedimento più rappresentativa in quanto, pur costituendo un artefatto, è la simulazione più vicina alle movimentazioni dei fondali e ai dragaggi.

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

In funzione degli organismi e delle matrici analizzate, si individua una scala di tossicità che, associata agli esiti delle analisi chimico-fisiche, permetta una classificazione dei sedimenti portuali come richiesto dal “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” ICRAM-APAT.

3.3 Procedure analitiche relative alla caratterizzazione dei sedimenti

Modalità di trasporto e conservazione dei campioni di sedimento

In generale il trattamento dei campioni deve avvenire secondo le indicazioni UNI-EN ISO 5667 – 19 (2004). La sezione estrusa dalla carota deve essere preventivamente decorticata della parte più esterna, quella a contatto con le pareti interne del liner o del carotiere.

Il campione prelevato sarà omogeneizzato sul campo e suddiviso in due aliquote principali delle quali una utilizzata per la fase analitica e l'altra conservata a temperatura compresa tra – 18 °C e – 25 °C per eventuali verifiche. Inoltre, per il 10% dei campioni destinati alla “validazione” da parte di un secondo soggetto, sarà prevista una terza aliquota di sedimento.

Il periodo di conservazione dell'aliquota di materiale destinata ad eventuali verifiche non dovrà essere inferiore ad un anno al termine del completamento dell'attività istruttoria da parte dell'Amministrazione competente.

L'attrezzatura utilizzata nel taglio della carota, nelle operazioni di omogeneizzazione e suddivisione nelle varie aliquote per le analisi dovrà essere sempre decontaminata prima del suo reimpiego tra un campione e l'altro.

Le modalità di trasporto e conservazione dei campioni sono illustrate nella Tabella 3.1 – Modalità di trasporto e conservazione dei campioni di sedimento – tratta dal “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” ICRAM-APAT.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Tabella 3.1 – Modalità di trasporto e conservazione dei campioni di sedimento.

PARAMETRO	CONTENITORE	TRASPORTO	CONSERVAZIONE
		°C	°C
Granulometria	Plastica o vetro	4 / 6	4 / 6
Sostanza Organica o TOC	Vetro o polietilene	4 / 6	-18/-25 ¹
Chimica organica	Vetro	4 / 6	-18/-25 ¹
Metalli e inorganici	Polietilene o vetro	4 / 6	-18/-25 ¹
Microbiologia ²	Polietilene o polistirolo sterili	4 / 6	4 / 6
Ecotossicologia ³	Polietilene o vetro	4 / 6	4 / 6

¹ da non considerare nel caso di campioni liofilizzati;

² da eseguire sui campioni fresco entro le 24 ore;

³ da eseguire sul campione fresco entro 10 giorni (salvo diversa indicazione prevista dagli specifici protocolli).

Metodiche di analisi

Parametri fisici, chimici e microbiologici

Saranno utilizzate le metodiche di analisi di cui ai protocolli nazionali e/o internazionali ufficialmente riconosciuti (quali ad esempio EPA, ISO, UNI EN, IRSA-CNR, il Manuale Tecnico “Metodologie Analitiche di riferimento. ICRAM-Ministero Ambiente e Tutela del Territorio. A.M. Cicero & I. Di Girolamo (Eds)” – ICRAM 2001, i rapporti ISTISAN).

Rispetto al campione di sedimento, saranno garantiti i limiti di quantificazione di cui alla Tabella 3.2 – Limiti di quantificazione richiesti riferiti al peso secco - tratta dal “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” APAT-ICRAM e di seguito riportata.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Tabella 3.2 - Limiti di quantificazione richiesti riferiti al peso secco.

Singolo parametro	Concentrazione	Unità di misura
As	0,5	mg kg ⁻¹
Cd	0,05	
Cr	5,0	
Cu	1,0	
Hg	0,05	
Ni	1,0	
Pb	1,0	
Zn	1,0	
PCB	0,1	
IPA	10,0	
Pesticidi organo-clorurati	0,1	
Composti organo-stannici (Sn)	1,0	

Dovranno, comunque, essere indicate le percentuali di recupero rispetto a materiali standard certificati. I risultati delle analisi saranno riportati su rapporti di prova rilasciati dai laboratori autorizzati e saranno allegati all'istruttoria finale.

Parametri ecotossicologici

Considerando l'attuale criterio di classificazione ecotossicologica, cautelativamente basato sul risultato peggiore riscontrato sul singolo saggio, può essere ammesso un unico endpoint a lungo termine o cronico, come riportato nella Tabella 3.3 – Modalità di applicazione della maggior parte dei saggi biologici riferiti all'elenco di specie-test di cui al paragrafo 2.2.2 - tratta dal "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" APAT-ICRAM e di seguito riportata.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Tabella 3.3. Modalità di applicazione della maggior parte dei saggi biologici riferiti all'elenco di specie-test cui al paragrafo 2.2.2.

SPECIE	MATRICE	STADIO VITALE	ESPOSIZ.	END-POINT	ESPRESSIONE DATO
ALGHE					
<i>Skeletonema costatum</i>	ELUTRIATO	COLTURA CELLULARE	96H	INIBIZIONE DELLA CRESCITA	EC20 e EC50
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	ELUTRIATO	COLTURA CELLULARE	96H	INIBIZIONE DELLA CRESCITA	EC20 e EC50
<i>Pheodactylum tricoratum</i>	ELUTRIATO	COLTURA CELLULARE	96H	INIBIZIONE DELLA CRESCITA	EC20 e EC50
BATTERI					
<i>Vibrio fischeri</i>	ELUTRIATO	CELLULE	30'	INIBIZIONE DELLA BIOLUMINESCENZA	EC20 e EC50
	SEDIMENTO PRIVO DI ACQUA INTERSTIZIALE	CELLULE	30'	INIBIZIONE DELLA BIOLUMINESCENZA	S.T.I. (SEDIMENT TOXICITY INDEX)
ROTIFERI					
<i>Brachionus plicatilis</i>	ELUTRIATO	INDIVIDUI	24H-48H	SCHIUSA DELLE CISTI	EC20 e EC50
CROSTACEI					
<i>Ampelisca diadema</i>	SEDIMENTO TAL QUALE	INDIVIDUI GIOVANI-ADULTI	10 GIORNI	MORTALITÀ	ΔMORTALITÀ (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Corophium orientale</i>	SEDIMENTO TAL QUALE	INDIVIDUI GIOVANI-ADULTI	10 GIORNI	MORTALITÀ	ΔMORTALITÀ (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Corophium insidiosum</i>	SEDIMENTO TAL QUALE	INDIVIDUI GIOVANI-ADULTI	10 GIORNI	MORTALITÀ	EC20 e EC50 (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Acartia tonsa</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 e EC50
<i>Acartia clausi</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 e EC50
<i>Tisbe battagliai</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 e EC50
<i>Tigriopus fulvus</i>	ELUTRIATO	NAUPLII	96H	MORTALITÀ	EC20 e EC50
ECHINODERMI					
<i>Sphaerechinus granularis</i>	ELUTRIATO	GAMETE MASCHILE	1H	FECONDAZIONE UOVA	EC20 e EC50 (CORRETTO CON ABBOTT)
<i>Paracentrotus lividus</i>	ELUTRIATO	GAMETE MASCHILE	1H	FECONDAZIONE UOVA	EC20 e EC50 (CORRETTO CON ABBOTT)
PESCI					
<i>Dicentrarchus labrax</i>	ELUTRIATO	GIOVANILI	96H	MORTALITÀ	EC20 e EC50
<i>Sparus aurata</i>	ELUTRIATO	GIOVANILI	96H	MORTALITÀ	EC20 e EC50

Nel seguito viene descritta la metodica che si intende adottare per le tre specie-test prescelte.

Saggio acuto con *Vibrio fischeri*

Il saggio acuto con il batterio marino *Vibrio fischeri* sarà applicato seguendo la metodica riportata nel Manuale ICRAM "Metodologie analitiche di riferimento". Tale tipo di saggio è indicato per condurre campionamenti con sedimenti tal quale che prevedano come endpoint la diminuzione della bioluminescenza. I

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

risultati ottenuti saranno espressi in S.T.I. (Sediment Toxicity Index) come rapporto tra la tossicità misurata e quella naturale stimata in relazione alla frazione pelitica in quanto essa offre una maggiore superficie di adesione o di assorbimento di contaminanti. Tale indice permette di correlare la tossicità eventualmente presente nella frazione di diametro <63 μ m. A tale indice è correlata una scala di tossicità acuta e un giudizio di qualità che va da assente a molto alta (da A a D) con relativa scala cromatica (Tabella 2.4 del Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini”, ICRAM-APAT).

Saggio acuto con Pheodactylum tricorutum

La metodica per l'esecuzione del saggio algale con la specie Pheodactylum tricorutum è la norma UNI EN ISO 10253 (2006) che prevede l'esposizione delle alghe al campione acquoso elutriato. Quest'ultimo è la porzione solubile estratta dal sedimento che rappresenta la simulazione più vicina alla movimentazione dei fondali e dei dragaggi. Tale matrice viene ottenuta mediante un processo di "lavaggio" del sedimento che consente di valutare i potenziali effetti tossici sulle componenti biologiche sensibili della colonna d'acqua in seguito ad eventi di mobilitazione, risospensione e rideposizione del sedimento. Tale matrice acquosa viene preparata mediante energica agitazione del sedimento con acqua di diluizione, seguita da una fase di decantazione del sedimento e recupero e, se necessario, successiva centrifugazione del surnatante (ASTM, 1991).

La metodica utilizzata nella preparazione di tale matrice di saggio prevede l'utilizzo del rapporto sedimenti:acqua 1:4 utilizzando il peso secco per il calcolo del suddetto rapporto. Nello specifico la procedura utilizzata per la preparazione della matrice di saggio prevede le seguenti fasi:

1. preparazione dei campioni nel rapporto sedimento:acqua 1:4 con acqua di diluizione: quantità di sedimento da impiegare calcolata sul peso secco a 105 °C;

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

2. agitazione della sospensione mediante Jar Test per 30' a 230 rpm;
3. sedimentazione per 1 ora;
4. raccolta del surnatante e stoccaggio di vari subcampioni di elutriato in barattoli di PE;
5. congelamento a – 18 °C sino all'esecuzione dei test di tossicità.

Il saggio con l'alga marina prevede come endpoint la valutazione del tasso di crescita delle alghe esposte al campione di elutriato per 72 h in confronto al controllo. Le colture algali vengono preparate prima dell'esecuzione delle fasi analitiche e vengono esposte in fase di crescita esponenziale, a diluizioni scalari del campione acquoso (12.5%, 25%, 50%, 75% e 100%), preparato in 3 repliche miscelando appropriate quantità del mezzo di crescita con la soluzione acquosa da analizzare. Le piastre con gli organismi, vengono incubate per un periodo di 72±2 ore al termine del quale vengono fissati in formalina per permettere la lettura. Quest'ultima viene effettuata mediante contatore di cellule Beckman Coulter. L'elaborazione statistica della letture viene effettuata con il programma "Calcolo delle Ecx del saggio algale" per la valutazione dell'inibizione alla crescita.

*Saggio acuto con *Brachionus plicatilis**

La specie *Brachionus plicatilis* è stata prescelta in quanto ritenuta specie chiave nei rapporti trofici della rete alimentare. Il riferimento è costituito dalla norma ASTM E 1440 (1991 rev. 1998) che considera come endpoint la mortalità o l'incapacità di attività natatoria cioè la "non motilità", quindi gravi problemi fisiologici, dopo 48h di esposizione della matrice acquosa.

Una volta ottenuti organismi della stessa età dopo la fase di schiusa della durata di 24-28h a temperatura e luce costanti, si procede all'esposizione al buio per 48h a diluizioni scalari del campione acquoso in 3 repliche (12,5%, 25%, 50%, 75% e 100%). Alla fine del test, si procede alla conta degli organismi immobilizzati

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

rispetto al controllo (sola acqua di diluizione) dal momento che l'endpoint misurato è rappresentato dall'immobilizzazione e l'obiettivo è determinare la diluizione del campione che causa l'immobilizzazione del 50% degli organismi. Nel caso in cui si arrivi a tale risultato si procede all'elaborazione ed alla individuazione della IC50 (Concentrazione di Immobilizzazione) mediante il programma statistico Spearman Karber, altrimenti si calcola la percentuale di effetto ottenuta sul campione di elutriato tal quale rispetto al controllo.

Anche per i test di tossicità applicati alla matrice acquosa, si ottiene un giudizio di qualità che va da assente a molto alta (da A a D) come richiesto dalla Tabella 2.4 del "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM-APAT 2007).

3.4 Criteri di classificazione della qualità dei sedimenti

Per la classificazione dei sedimenti da dragare saranno utilizzati i criteri indicati nel "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM-APAT 2007) che stabilisce i valori del Livello Chimico di Base (LCB) di cui alla Tabella 2.3A - Livello Chimico di Base (LCB) –, e del Livello Chimico Limite (LCL) di cui alla Tabella 2.3B - Livello Chimico Limite (LCL) – e fissa i requisiti ecotossicologici del sedimento di cui alla Tabella 2.4 – Requisiti ecotossicologici del sedimento di seguito riportate.

Sono stati presi a riferimento anche i valori chimici cautelativi per alcune sostanze pericolose prioritarie di cui alla Tabella 2.3C – Valori chimici cautelativi per alcune sostanze Pericolose Prioritarie ai sensi del D.M. 367/99.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Tabella 2.3A – Livello Chimico di Base (LCB)

Parametro	LCB (pelite < 10%)	LCB
Elementi in tracce	[mg kg ⁻¹] p.s.	[mg kg ⁻¹] p.s.
As	17	25
Cd	0,20	0,35
Cr	50	100
Cu	15	40
Hg	0,20	0,40
Ni	40	70
Pb	25	40
Zn	50	100
Contaminanti organici	[µg kg⁻¹] p.s.	
Organostannici* (1)	4,5	
Σ PCB(2)	5	
Σ DDD(3)	1,2	
Σ DDE(3)	2,1	
Σ DDT(3)	1,2	
Clordano	2,3	
Dieldrin	0,7	
Endrin	2,7	
γ-HCH*	0,3	
Eptacloro epossido	0,6	
Σ IPA*(4)	900	
Acenaftene	7	
Antracene	47	
Benzo[a]antracene	75	
Benzo[a]pirene*	80	
Crisene	108	
Dibenz[a,h]antracene	6	
Fenantrene	87	
Fluorene	21	
Fluorantene	113	
Naftalene	35	
Pirene	153	

*Sostanza Pericolosa Prioritaria ai sensi della decisione del Parlamento Europeo 2455/2001/CE per la quale è stata applicata una riduzione cautelativa del 10% rispetto al valore del TEL (Threshold Effect Limit) (CCME, 2001; McDonald e Ingersoll, 2002; MacFarlane e MacDonald, 2002; McDonald *et al.*, 2003) ove disponibile; per i composti organostannici è stato considerato il valore dell'ERL (Effect Range Low) (Long *et al.*, 1995; Commonwealth of Australia, 2002);

⁽¹⁾Come Sn totale di origine organica;

⁽²⁾Come sommatoria dei seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180;

⁽³⁾Come sommatoria degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza;

⁽⁴⁾Come sommatoria dei 16 IPA indicati nelle Tabb. 2.1 (a,b,c).

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

Tabella 2.3B – Livello Chimico Limite (LCL)

Elementi in tracce	[mg kg ⁻¹] p.s.
As	32
Cd	0,8
Cr	360
Cu	52
Hg	0,8
Ni	75
Pb	70
Zn	170
Contaminanti organici	[µg kg ⁻¹] p.s.
Organostannici(1)	72
Σ PCB(2)	189
Σ DDD(3)	7,8
Σ DDE(3)	3,7
Σ DDT(3)	4,8
Clordano	4,8
Dieldrin	4,3
Endrin	62
Lindano (HCH)	1,0
Eptacloro epossido	2,7
Σ IPA(4)	4.000
Acenaftene	89
Antracene	245
Benzo[a]antracene	693
Benzo[a]pirene	763
Crisene	846
Dibenzo[a,h]antracene	135
Fenantrene	544
Fluorene	144
Fluorantene	1.494
Naftalene	391
Pirene	1.398

⁽¹⁾Come Sn totale di origine organica

⁽²⁾Come sommatoria dei seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180

⁽³⁾Come sommatoria degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza.

⁽⁴⁾Come sommatoria dei seguenti singoli IPA: Naftalene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3,c,d)pirene, Acenaftilene.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Tabella 2.4 – Requisiti ecotossicologici del sedimento.

Specie-test	Colonna A	Colonna B	Colonna C	Colonna D
<i>Skeletonema costatum</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 ≤ 100%	EC50 < 40%
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Pheodactylum tricornutum</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Vibrio fischeri (elutriato)</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 ≥ 90%	20% ≤ EC50 < 90%	EC50 < 20%
<i>Vibrio fischeri (sedimento)</i>	S.T.I. ≤ 3	3 < S.T.I. ≤ 6	6 < S.T.I. ≤ 12	S.T.I. > 12
<i>Brachionus plicatilis</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Ampelisca diadema</i>	ΔMortal. ≤ 15%	15% < Δmortal. ≤ 30%	30% < Δmortal. ≤ 60%	Δmortal. > 60%
<i>Corophium orientale</i>	ΔMortal. ≤ 15%	15% < Δmortal. ≤ 30%	30% < Δmortal. ≤ 60%	Δmortal. > 60%
<i>Corophium insidiosum</i>	ΔMortal. ≤ 15%	15% < Δmortal. ≤ 30%	30% < Δmortal. ≤ 60%	Δmortal. > 60%
<i>Balanus amphitrite</i>	ΔMortal. ≤ 15%	15% < Δmortal. ≤ 30%	30% < Δmortal. ≤ 60%	Δmortal. > 60%
<i>Acartia tonsa</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Acartia clausi</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Tisbe battagliai</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Tigriopus fulvus</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Paracentrotus lividus</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Sphaerechinus granularis</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Dicentrarchus labrax</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
<i>Sparus aurata</i>	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%

Il sedimento afferente a ciascun campione viene attribuito alla *Classe A1*, con le relative opzioni di gestione riportate in Tab. 2.2 e Fig. 2.6, quando si verifica il seguente caso:

Caso 1

1. il sedimento risulta costituito da sabbie (pelite < 10 %);
2. le concentrazioni delle sostanze chimiche risultino inferiori o uguali ai valori LCB di cui alla Tab. 2.3A (eventualmente corretti secondo i valori chimici locali);
3. l'esecuzione delle analisi ecotossicologiche è da valutare caso per caso. In tal caso, le risposte ottenute dall'esecuzione dei saggi biologici con le 3 specie-test, applicate secondo le modalità di cui al paragrafo 3.2.2, risultino come da Tab. 2.4, colonna A.

Tabella 2.3C - Valori chimici cautelativi per alcune sostanze Pericolose Prioritarie ai sensi del D.M. 367/99.

Sostanze Pericolose Prioritarie	[µg kg ⁻¹] p.s.
(α, β) HCH	0,2
HCB	0,1
Benzo [b]fluorantene	40
Benzo [k]fluorantene	20
Benzo [g,h,i]perilene	55
Indeno [1,2,3,c,d]pirene	70

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

3.5 Classificazione del materiale da prelevare e opzioni di gestione

Il Manuale ICRAM-APAT citato, ai fini della classificazione del materiale da movimentare, individua 3 classi principali di qualità del sedimento, ciascuna delle quali è compatibile con specifici utilizzi e destinazioni, come riportato nella Tabella 2.2 di seguito riportata.

Tabella 2.2– Classi di qualità del materiale caratterizzato e opzioni di gestione compatibili.

Classe	Opzioni di gestione
A1	Sabbie (pelite < 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione); 2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa; 3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 6. Immersione in mare.
A2	Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero compresa la deposizione finalizzata al ripristino della spiaggia sommersa (solo nel caso di prevalente composizione sabbiosa). 2. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 3. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 4. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 5. Immersione in mare.
B1	Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 2. Deposizione in bacini di contenimento che assicurino il trattenimento di tutte le frazioni granulometriche del sedimento (incluso il riempimento di banchine).
B2	Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 2. Deposizione all'interno di bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo. 3. Smaltimento presso discarica a terra.
C1	Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale secondo la seguente priorità: 1. Rimozione in sicurezza e avvio di specifiche attività di trattamento e/o particolari interventi che limitino l'eventuale diffusione della contaminazione; 2. Rimozione in sicurezza e deposizione in bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo. 3. Rimozione in sicurezza e smaltimento presso discarica a terra
C2	Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale la cui rimozione e gestione devono essere valutate caso per caso.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

4. PROGETTO DI DRAGAGGIO

4.1 Stato attuale del fondale

La attuale situazione del fondale portuale è riportata nell'elaborato grafico IN.02 Stato di fatto. Tale elaborato è stato predisposto utilizzando il Rilievo fotogrammetrico su base Carta Tecnica Regione Lazio della Geoconsult Service S.r.l. (2012) sulla quale è stato caricato il rilievo topobatimetrico effettuato dalla Pangea S.r.l. (2008) per conto della Capo d'Anzio S.p.A. (rif. elaborato grafico IN.02 – Stato di fatto con delimitazione C.D.M. n. 6586/2011).

Dall'osservazione dell'elaborato si evince che la profondità del fondale del porto, all'interno dell'area di intervento, è compresa tra - 2,5 s.l.m.m. e - 3,5 s.l.m.m.. La quota del fondale in corrispondenza dell'imboccatura oscilla tra - 3 e -3,5 m s.l.m.m.

4.2 Fondale di progetto

Il piano ormeggi del progetto di adeguamento della Darsena Nord del Marina di Capo d'Anzio contempla 576 posti barca per le unità da diporto di lunghezza fuori tutto compresa tra 7 e 18 m. (rif. elaborato grafico IN.03a – Planimetria di progetto).

Il piano degli ormeggi ha perseguito l'obiettivo dell'ottimizzazione dello sfruttamento dello specchio acqueo, assumendo i due seguenti criteri:

- l'osservanza dei requisiti prestazionali previsti dalle norme e dalle raccomandazioni degli Enti competenti per il transito e l'ormeggio delle unità da diporto nel bacino portuale;
- il contenimento delle quantità di sedimenti portuali da dragare, pur nella consapevolezza che il Porto di Anzio, per localizzazione, è naturalmente soggetto al fenomeno dell'insabbiamento.

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

Il piano degli ormeggi, dunque, colloca le unità da diporto di maggiori dimensioni, quelle di 18, 16 e 14 m di lunghezza fuori tutto, necessitanti di maggiore profondità di fondale, all'estremità meridionale del braccio sud del pontile a T.

Esso pertanto prevede l'approfondimento del fondale alle seguenti quote:

- - 4 m s.l.m.m. in corrispondenza dell'imboccatura portuale;
- - 3,5 m s.l.m.m. nella porzione di specchio acqueo compreso tra la testata del braccio sud del pontile a T e la nuova diga di sottoflutto;
- - 3 m s.l.m.m. nella porzione di specchio acqueo antistante la parte nord della nuova diga di sottoflutto.

4.3 Stima della quantità di sedimenti da dragare

Sulla base di quanto espresso in precedenza il progetto di dragaggio ha individuato le seguenti aree di approfondimento del fondale (rif. elab. grafici IN. 06 - Dragaggio):

- *Area A*, posta in prossimità della parte nord della nuova diga di sottoflutto, il cui fondale di progetto è posto a - 3 m s.l.m.m. e la cui superficie misura circa 8.745.32 m²;
- *Area B*, posta in corrispondenza delle testate della nuova diga di sottoflutto e del braccio sud del pontile a T, il cui fondale di progetto è posto a - 3,5 m s.l.m.m. e la cui superficie misura circa 18.907.40 m²;
- *Area C*, posta in corrispondenza dell'imboccatura portuale, il cui fondale di progetto è posto a - 4 m s.l.m.m. e la cui superficie misura circa 9169.82 m².

Dalla stima dei volumi di dragaggio effettuata è emerso che dovranno essere rimossi circa 36.000 m³ di sedimenti di natura sabbiosa. La tabella che segue riporta le quantità riferite alle singole aree ed il totale di cui si è detto.

Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord

Progetto di dragaggio

Area	Profondità di progetto (m. s.l.m.m.)	Volume (m³)
A	- 3	8.575,06
B	- 3,5	20.742,35
C	- 4	7.194,46
	Totale	36.511,87

Si è inoltre stimato che, rispetto allo stato attuale, nelle Aree A e B il fondale sarà approfondito di circa 2,5 m, mentre nell'Area C di circa 1,5 m.

4.4 Ipotesi di gestione dei materiali dragati

Il progetto esecutivo della Fase 2, Adeguamento della Darsena Nord del Marina di Capo d'Anzio, stante la natura sabbiosa dei sedimenti da dragare, prevede il completo riutilizzo dei sedimenti dragati per la formazione dello scanno di imbasamento, del rinfiacco dei cassoni e per il riempimento delle celle dei cassoni nonché per la costruzione dei terrapieni retrobanchina.

Come meglio specificato nel Progetto di cantierizzazione, il reimpiego dei sedimenti portuali e quello del materiale proveniente dalla demolizione della diga di sottoflutto esistente consentirà di abbattere di oltre il 50% il fabbisogno di inerti da cava e, dunque, di ridurre l'impatto sulle risorse naturali e, soprattutto, in modo drastico, il traffico generato dai mezzi impiegati dal cantiere lungo le direttrici di accesso al Marina.

La presente proposta di riutilizzo dei sedimenti portuali dragati, dunque, deriva dalla pressante esigenza di ridurre l'impatto causato dalla realizzazione dell'opera sul contesto urbano ed ambientale esistente.

E' evidente, tuttavia, che la validità di tale proposta potrà essere positivamente valutata dall'Autorità competente solo nel caso in cui gli esiti della caratterizzazione da effettuare dimostrino la non contaminazione dei sedimenti da rimuovere.

**Progettazione Esecutiva
Fase 2
Adeguamento Darsena Nord**

Progetto di dragaggio

Qualora si verificassero situazioni di contaminazione puntuale, è ipotizzabile di procedere con un dragaggio ambientale selettivo. In questo caso i sedimenti contaminati rimossi potrebbero essere sottoposti a trattamenti di *soil washing* per l'abbattimento dei contaminanti e successivamente essere reimpiegati nell'ambito della realizzazione dell'opera oppure smaltiti ai sensi di legge.

4.5 Misure di mitigazione da adottare durante il dragaggio

Al fine di ridurre l'impatto dell'attività di dragaggio sulla componente acque marine, il dragaggio avverrà in ambiente conterminato con panne galleggianti.

Durante il dragaggio sarà inoltre svolto il monitoraggio della torbidità.

Il rilevamento della torbidità in corso d'opera, confrontato con lo stato ante-operam, consentirà di valutare eventuali azioni di disturbo e, se necessario, di adottare misure correttive.