



## GRANDI PROGETTI POR CAMPANIA FESR 2014/20 - *La tua Campania cresce in Europa* -



  
AUTORITA' PORTUALE  
SALERNO

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo progetto:

### PORTO COMMERCIALE DI SALERNO ESCAVO DEI FONDALI DEL PORTO COMMERCIALE DI SALERNO E DEL CANALE DI INGRESSO

**Responsabile del Procedimento:**

Ing. Elena Valentino

**Progettazione:**

Area Tecnica Autorità Portuale Salerno

Ing. Gianluigi Lalicata  
Geom. Pasquale Memoli  
Geom. Luigi Monetti  
Geom. Enrico Leone  
Geom. Carmine Memoli

**Titolo Elaborato:**

### RELAZIONE GEOLOGICA

CUP: F57D1200000006

Pratica TE/37PC01

Codice elaborato

**REL 02**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	DIS	NOME FILE
B	Emissione	Ottobre 2016		37PC01.PD.1016.2.REL02B.DOC

## INDICE

1. <b>PREMESSA</b> .....	PAG. 2
2. <b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b> .....	PAG. 2
3. <b>SINTESI INDAGINI</b> .....	PAG.3

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le risultanze degli studi geologici, geomorfologici e dei sondaggi condotti per la caratterizzazione stratifica dei suoli e dei fondali del Porto Commerciale di Salerno, dai quali si evince la piena fattibilità tecnica dei lavori di dragaggio previsti con il presente progetto.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La zona in oggetto ricade cartograficamente nel foglio N°185 «Salerno» della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Nell'ambito del territorio comunale di Salerno, i terreni più antichi in affioramento sono rappresentati dai membri triassici della serie carbonatica di piattaforma e costituiti da :

- Dolomie biancastre e grigio-chiare, massicce, cataclastiche a luoghi farinose.
- Calcari, calcari marnosi, marne ed argille grigie e giallastre.
- Dolomie grigie ben stratificate con occasionali intercalazioni argilloso - marnose.

La serie carbonatica poggia a sua volta tettonicamente sui sedimenti del Bacino Lagonegrese, come riscontrato durante lo scavo della galleria Santa Lucia della linea ferroviaria Napoli - Salerno. Queste successioni terrigene sono rappresentate da litotipi pelitici e calcareo detritici (Cretacico sup-Eocene) ed inoltre dall'Unità di Villamaina (Tortoniano sup.), che affiora estesamente nel settore centrale del territorio comunale, e dalle Argille Varicolori (Cretacico-Oligocene) che sono generalmente intercalate all'Unità suddetta.

Il sottosuolo dell'area urbana occidentale (Centro Storico e Zona Porto Commerciale) è costituito da depositi detritico alluvionali, frammisti a depositi piroclastici e terreni di riporto recenti ed attuali.

La parte antica della città è situata sulla fascia di raccordo morfologico che dalle pendici del monte Bonadies degrada verso la piana costiera e verso il mare. L'area è caratterizzata dalla morfologia aspra ed accidentata dei rilievi cartonatici, le cui vette raggiungono i 400 m d'altezza rispetto al livello del mare. Inoltre ricostruzioni paleoambientali hanno messo in evidenza un terrazzo di abrasione marina (da Via Sabatini a via Velia), ed una linea di riva preistorica, talora con sabbie dunari.

La zona del porto commerciale di Salerno in generale è caratterizzata, oltre che dalla presenza di un primo strato superficiale di materiale di riporto, in particolare in corrispondenza dell'area occupata dalle banchine, dalla presenza di quattro litologie dall'alto verso il basso così sintetizzabili:

- 1) depositi di sabbie fini più o meno limose,
- 2) depositi di sabbie limose con sabbia e/o ghiaia,
- 3) alternanza di argilla con limo sabbioso e sabbia con limo argilloso,
- 4) detrito di falda costituito da roccia disgregata e ciottoli in matrice limo argillosa, derivante essenzialmente dal disfacimento dei rilievi carbonatici immediatamente a tergo dell'area in esame, poggiate su dolomia calcarea.

La circolazione idrica sotterranea può essere schematizzata considerando un modello costituito da due complessi idrogeologici distinti, sebbene in intimo contatto tra loro, rappresentati dal substrato litoide dolomitico e dall'alternanza di depositi di sabbie limose, sabbie e/o ghiaie. Il primo complesso (substrato litoide dolomitico), costituisce i rilievi del territorio comunale, e in genere è contraddistinto da bassi coefficienti di permeabilità da imputarsi non tanto allo stato di fratturazione del materiale, bensì alla solubilità del carbonato doppio di calcio e magnesio (dolomite) ed al fatto che le dolomie, in seguito a stress tettonici, hanno dato luogo ad ampie fasce cataclastiche e/o milonitiche (farina di roccia), a permeabilità medio-bassa.

Nella coltre, invece, la permeabilità per porosità si mantiene su valori medio-bassi in funzione della percentuale di materiale a grana medio-fine.

### **ASSETTO STRUTTURALE**

I sedimenti affioranti, di età triassica, hanno avuto modo di registrare non solo gli effetti della tettonica terziaria e quaternaria, ma anche quelli dovuti alle fasi retico-liassiche e pertanto sono interessati da una intensa rete di discontinuità.

Nella fattispecie le dolomie fungono da autoctono relativo per i calcari giurassici di S. Liberatore; gli effetti dell'accavallamento, connesso con buona probabilità alla tettonogenesi terziaria, sono ben visibili nello scompaginamento dei termini in questione. Le faglie subverticali, con direzione antiappenninica, sono invece attribuibili geneticamente alla tettonica quaternaria che ha determinato rialzamenti e ribassamenti nei massicci carbonatici, innescando, così, i processi morfogenetici da cui derivano le morfologie attuali. La presenza concomitante degli accidenti tettonici sopra elencati conferisce ai termini triassici una fratturazione spinta, che apporta un notevole decremento delle caratteristiche meccaniche di tali litotipi.

In riferimento all'inquadramento geologico generale, che contribuisce alla conoscenza dell'area portuale, i fondali da sottoporre ai lavori di dragaggio sono ascrivibili ai depositi di spiaggia sciolti del Quaternario.

### **3. SINTESI INDAGINI**

Dal punto di vista delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche generali delle aree interessate, si ritiene sussista piena fattibilità tecnica per i lavori in oggetto.

Nel seguito, si sintetizzano tali condizioni geologiche e geomorfologiche, alla luce degli studi specialistici all'uopo condotti.

Nel 1999, nell'ambito degli studi finalizzati alla progettazione delle nuove banchine previste dalla variante al P.R.P., il CUGRI (Consorzio tra le Università di Salerno e di Napoli Federico II per la Prevenzione e Protezione dei Grandi Rischi) ha effettuato uno studio geotecnico sulle caratteristiche dei terreni di fondazione delle nuove infrastrutture. L'esame delle colone stratigrafiche evidenziò la presenza in sommità di uno strato composto da sabbia fina-limosa, di colore avana o grigio marroncino, la cui potenza

variava dai 5-8 metri nella darsena vecchio porto, ai 10 m in corrispondenza della testata molo Manfredi e ai 14 m in corrispondenza del molo di sottoflutto.

Nel 1999, nell'ambito degli studi finalizzati alla progettazione delle nuove banchine previste dalla variante al P.R.P., il CUGRI (Consorzio tra le Università di Salerno e di Napoli Federico II per la Prevenzione e Protezione dei Grandi Rischi) ha effettuato la caratterizzazione geotecnica dei terreni sciolti presenti all'interno del Porto e la valutazione di un loro possibile impiego come materiale di riempimento delle costruende banchine. Detto studio evidenziava l'elevata deformabilità e l'alto rischio di liquefazione in presenza di sollecitazioni sismiche e quindi escludeva tale ipotesi in considerazione del rischio sismico della Regione Campania.

Nel 2001, su incarico del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Ufficio del Genio Civile per le opere marittime di Napoli, la società Hydrogeo S.r.l. di Marcianise (SA) ha eseguito una specifica ed approfondita campagna di indagini stratigrafiche e geotecniche con sondaggi variamente distribuiti lungo tutte le banchine e nei piazzali. I sondaggi sulle banchine sono stati eseguiti o da terra o direttamente a mare, in diretta prospicienza delle banchine, utilizzando una apposita attrezzatura a sbalzo.

Nel 2005, nell'ambito dei lavori di realizzazione di un sistema di accosto ed ormeggio per l'attracco di navi ro-ro pax al molo di sottoflutto (posto di ormeggio n.25), la ditta appaltatrice ha eseguito n.4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con esecuzione di prove S.P.T. Nel 2008, su incarico dell'Autorità Portuale di Salerno, la società Geonet Italia s.a.s. di Salerno ha eseguito le indagini geognostiche e geofisiche in situ e le prove geotecniche di laboratorio finalizzate alla progettazione dei lavori di realizzazione del nuovo sistema di ormeggio per l'attracco di navi ro-ro pax al molo di sottoflutto (posto di ormeggio n.26).

Nel 2008, su incarico dell'Autorità Portuale di Salerno, sono stati eseguiti dei sondaggi geotecnici finalizzati alla progettazione dei lavori di consolidamento del molo Trapezio e del molo Manfredi e di prolungamento del molo Manfredi:

- perforazioni a carotaggio continuo, sul Molo Trapezio e sul Molo Manfredi (incarico affidato alla società Geonet Italia s.a.s. di Salerno);
- prove geotecniche con dilatometro sismico (SDMT) finalizzate alla valutazione del rischio di liquefazione dei terreni in situ sotto azione sismica, sia sul Molo Trapezio che sul Molo Manfredi (incarico affidato allo studio Prof. Marchetti);
- perforazioni a carotaggio continuo nello specchio acqueo interessato dal prolungamento del Molo Manfredi (incarico affidato all'impresa Meridiana Costruzioni Generali S.r.l. di Napoli) e perforazioni a carotaggio continuo sul molo di sopraflutto (incarico affidato alla società Geonet Italia s.a.s. di Salerno).

Nel 2010 sono stati eseguiti dei sondaggi geotecnici sulla testata del Molo 3 Gennaio (incarico affidato alla società Geo Service s.r.l. di Curti (CE)) finalizzati ai lavori di consolidamento della testata del molo 3 Gennaio.

Nel 2011, nell'ambito dei lavori di consolidamento del Molo Trapezio Levante, la ditta appaltatrice ha incaricato la società Geonet Italia s.a.s. di Salerno di eseguire delle indagini e prove integrative lungo tale molo.

Nel 2011 sono state eseguite delle indagini lungo la calata Ligea, finalizzate alla progettazione dei lavori di consolidamento di tale banchina, ed alla testata del molo di sopraflutto (incarico affidato alla società Geo Service s.r.l. di Curti (CE)).

Nel 2012, nell'ambito dei lavori di consolidamento della testata del Molo 3 Gennaio la ditta appaltatrice ha incaricato la società Geo Service s.r.l. di Curti (CE) di eseguire delle indagini e prove integrative lungo tale molo.

Nel 2014, su incarico dell'Autorità Portuale di Salerno, sono stati eseguiti dei sondaggi geotecnici finalizzati alla progettazione dei lavori di allargamento dell'imboccatura portuale:

- gennaio 2014, n. 1 prova penetrometrica dinamica alla testata del molo di sottoflutto (incarico affidato alla società IGEM srl),
- gennaio 2014, n.1 perforazione a carotaggio continuo con prove penetrometriche e prove di laboratorio, alla testata del molo di sopraflutto (incarico affidato alla società IGEM srl),
- aprile 2014, n.2 perforazioni a carotaggio continuo con prove penetrometriche e prove di laboratorio, nello specchio acqueo antistante l'esistente testata del molo di sopraflutto (incarico affidato alla società IGEM srl).

Ad ottobre 2014, nell'ambito dei lavori di consolidamento del Molo Trapezio Ponente, la ditta appaltatrice ha incaricato la società Geo Service s.r.l. di Curti (CE) di eseguire delle indagini e prove integrative lungo il molo Trapezio Ponente.

Sulla scorta della Delibera Regionale n° 5447 del 7/11/02 pubblicata sul BURC n° 56 del 18/11/02 la Regione Campania ha approvato l'aggiornamento della classificazione sismica secondo la quale il Porto commerciale ricade in zona di 2° categoria con coefficiente di intensità sismica pari a 0.07;

Per quanto attiene, invece, la compatibilità dell'intervento con le norme di attuazione del "Piano Straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più elevato" predisposto dall'Autorità di Bacino Destra Sele occorre dire che l'area è fuori sia dalla zona a rischio idraulico che da quello da frana.

Nel 2004 l'Autorità Portuale di Salerno ha effettuato i lavori di escavo dei fondali del canale di ingresso e del bacino di evoluzione del porto commerciale.

La superficie complessiva della zona da dragare (canale di accesso e bacino di evoluzione) era pari a m<sup>2</sup> 719.299. Il volume complessivamente dragato è stato di m<sup>3</sup> 1.138.607.

Il piano di campionamento fu redatto dall'ex ICRAM ora ISPRA e approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Le analisi per la caratterizzazione dei materiali da dragare ai sensi del D.M. 24/01/96 sono state effettuate dall'E.N.E.A. (Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente). I risultati delle analisi hanno mostrato che le concentrazioni di sostanze tossiche o inquinanti (in particolare mercurio, cadmio e idrocarburi policiclici aromatici) erano assolutamente modeste e compatibili con l'ipotesi di sversamento in discarica marittima del materiale dragato. Anche i saggi ecotossicologici e le analisi microbiologiche hanno dimostrato che il materiale analizzato era da considerarsi

pienamente compatibile con i requisiti richiesti per lo scarico a mare, denotando la sostanziale salubrità delle sabbie dei fondali del porto.

Dal punto di vista granulometrico i materiali da dragare erano generalmente classificabili come sabbie fini. Tali valori granulometrici consentivano di prevedere un rapido affondamento del materiale e tempi di residenza ridotti nella colonna d'acqua.

In considerazione della buona qualità dei sedimenti e come espressamente richiesto dal D.Lgs. 152/1999 art. 35 c. 2 in merito alla richiesta di autorizzazione per l'immersione in mare dei materiali di escavo dei fondali marini, l'Autorità Portuale ha esaminato varie ipotesi di riutilizzo dei sedimenti dragati al fine di individuare l'opzione gestionale ottimale, ambientalmente compatibile. In particolare sono state prese in considerazione ipotesi di riutilizzo dei materiali per attività di ripascimento e/o per la realizzazione dei terrapieni delle nuove banchine.

Malgrado la buona qualità chimica, microbiologica ed ecotossicologica, il materiale caratterizzato non risultava idoneo per attività di ripascimento costiero in quanto costituito, da un punto di vista granulometrico, da sabbie fini, non compatibili con l'elevato idrodinamismo della costiera salernitana, a meno di non ricorrere alla realizzazione di articolate ed onerose opere di difesa.

Altra opzione gestionale vagliata è stata quella di utilizzare i sedimenti provenienti dal dragaggio dei fondali del porto per realizzare il terrapieno delle banchine. A tal fine uno studio condotto nel 1999 dal C.U.G.RI. (Consorzio tra l'Università degli Studi di Salerno e l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" per la Prevenzione e Previsione dei Grandi Rischi) sulle caratteristiche geotecniche dei terreni sciolti presenti all'interno del Porto e sulla possibilità di un loro impiego come materiale di riempimento delle costruende banchine evidenziava l'elevata deformabilità e l'alto rischio di liquefazione in presenza di sollecitazioni sismiche e quindi escludeva tale ipotesi in considerazione del rischio sismico della Regione Campania.

Anche l'ipotesi dello smaltimento dei sedimenti dragati in vasca di colmata non appariva perseguibile in quanto, data l'ubicazione geografica del Porto di Salerno, collocato a ridosso della città da un lato e della costiera amalfitana dall'altro, non esiste un sito idoneo in cui poter realizzare un ambiente confinato per tale scopo.

In definitiva, tutte le ipotesi di utilizzo alternativo dei sedimenti dragati non sono risultate perseguibili, per motivazioni di carattere tecnico o economico.

Il Comune di Salerno, dal suo canto, ha rilasciato una dichiarazione di impossibilità di scarico alternativo a terra dei materiali. Pertanto l'unica opzione gestionale realizzabile è risultata essere quella dell'immersione in mare, in apposito sito autorizzato dal Ministero dell'Ambiente, distante oltre 3 miglia nautiche dalla costa.

A luglio 2012 la società Enviroconsult S.r.l. di Napoli ha eseguito il rilievo morfologico con sistema side-scan-sonar ed il rilievo sismo-stratigrafico con sistema sub-bottom-profiler del bacino portuale e del canale di ingresso.

Nel novembre 2012 l'Autorità Portuale di Salerno ha effettuato i lavori di dragaggio dei fondali della darsena centrale (compresa tra i moli Trapezio e 3 Gennaio), del canale di

ingresso e del bacino di evoluzione, con sversamento dei sedimenti dragati ( $m^3$  106.300) all'interno dello stesso bacino portuale.

Il Piano di Caratterizzazione dei sedimenti marini è stato redatto dalla società Enviroconsult S.r.l. sulla base delle indicazioni riportate nel Decreto del 7 novembre del 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Gazzetta Ufficiale n° 284 del 4 Dicembre 2008) e s.m.i.. Tale decreto disciplina le operazioni di dragaggio nei SIN, ai sensi dell'articolo 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n° 296. La redazione del piano ha tenuto altresì conto delle indicazioni riportate nel MANUALE PER LA MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI redatto, per conto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, da ICRAM e APAT (attualmente confluite in ISPRA) ed in ottemperanza a quanto previsto dal DM 152/2006.

Il Piano è stato sottoposto e integralmente accettato dall'ARPAC (Dipartimento Provinciale di Salerno).

In data 31 maggio e 1 giugno 2012, la Società Enviroconsult Srl ha condotto la campagna di carotaggio su 15 punti stazione con carote di spessore variabile di 1 e 2 metri.

Le analisi fisiche, chimiche, microbiologiche e ecotossicologiche sono state condotte presso i laboratori dell'Istituto Ambiente Marino Costiero del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Napoli.

I risultati delle analisi granulometriche hanno evidenziato che il 75% dei campioni analizzati presenta un contributo di peliti >10%.

In considerazione dei risultati delle analisi effettuate i sedimenti sono stati classificati dall'ARPAC come A2.

Le analisi granulometriche sono allegate alla relazione R.03, redatta dalla società Enviroconsult s.r.l.

Nel 2013, a supporto del presente progetto, è stata affidata alla società Enviroconsult s.r.l. un'attività di carotaggio e di campionamento dei sedimenti dell'area interna e del canale d'ingresso del Porto di Salerno, al fine di effettuare una caratterizzazione preliminare delle aree interessate dai lavori di dragaggio.

Il piano di campionamento ha previsto l'acquisizione, in data 14 e 15 maggio 2013, di quattordici vibrocarotaggi di lunghezza variabile tra 2 e 5 metri, prelevati mediante vibrocarotiere Geo-Corer 3000/6000 operante con frequenza pari a 28 Hz montato a bordo del motopontone Grancevola Rossa.

In particolare, per le carote fino a 2 metri di altezza sono state campionate le seguenti sezioni: 0-50cm, 50-100cm, 100-150cm e 150-200cm, mentre per quelle di lunghezza superiore, oltre alle quattro sezioni campionate nei primi due metri sono state prelevate sezioni di 50 cm rappresentative di ogni successivo intervallo di 2 metri tralasciando lo stato più profondo se di dimensione inferiore a un metro. Sono stati raccolti, in totale, 71 campioni di sedimento per le analisi granulometriche.

Tutte le attività condotte, sono state realizzate sulla base di quanto previsto dalla bozza di decreto del MATTM, in approvazione alla conferenza Stato /Regioni e relativo

alla modalità di rilascio delle autorizzazione per l'immersione deliberata in mare dei materiali di escavo.

L'analisi sintetica dei campioni analizzati evidenzia una struttura granulometrica simile dei sedimenti del canale d'ingresso del Porto di Salerno e di quelli dell'area portuale interna.

Il diametro medio delle particelle di tutti i campioni analizzati è <355 micron. Più in particolare la percentuale media dei diametri delle particelle <180 micron è dell'84%. I sedimenti analizzati sono costituiti essenzialmente da sabbie molto fini secondo le classi granulometriche Wentworth.

Il contributo medio del FANGO (SILT (limo)+ARGILLA) è del 16%.

I risultati di questa indagine preliminare indicano che, dal punto di vista della struttura granulometrica, i sedimenti possono essere classificati come A2 e quindi non idonei a ripascimenti di spiagge emerse secondo la Tabella 2.5 del "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) redatto da ICRAM-APAT (ora ISPRA).