

Comune di Piombino



PIANO REGOLATORE PORTUALE DEL POLO DEL DIPIORTISMO ai sensi dell'art. 4.7 ter della L.R. 1/2005 (zona D14.2.a del PRG vigente)

STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA

Elaborato n. G6.



[PORTO TURISTICO DELL'ARCIPELAGO](#)

Il legale rappresentante

Dott.ssa Barbara Colcellini

i progettisti

ipostudio architetti srl

arch. Lucia Celle

HydroSoil srl

ing. Massimo Tondello
dott.geologo Sergio Citran



marte marine

dott. Luca Coltro

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

INDICE

<u>1</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>STUDIO GEOLOGICO</u>	<u>4</u>
2.1	INQUADRAMENTO DEL SITO	4
2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE LOCALE	7
2.3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	10
2.4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	14
<u>3</u>	<u>STUDIO GEOTECNICO</u>	<u>16</u>
3.1	RISULTATI DELL'INDAGINE ESEGUITA NELL'AREA DI INDAGINE 1 (MOLO BATTERIA)	17
3.2	NATURA DEI FONDALI	19
3.3	SPECIFICHE SULLE INDAGINI DA ESEGUIRE	23
<u>4</u>	<u>STUDIO SISMICO</u>	<u>25</u>
4.1	STATI LIMITE	26
4.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	27
4.3	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO	29
4.4	VITA NOMINALE	30
4.5	CLASSI D'USO	30
4.6	PERICOLOSITÀ DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	31
4.7	CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO	31
<u>5</u>	<u>PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA</u>	<u>33</u>
5.1	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	33
5.2	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	35

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 2.1 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia 1:100.000.....	5
Fig. 2.2 – Carta Geologica della Regione Toscana scala 1:10.000, sezione n. 317070, Piombino (giugno 2007) (Legenda alla pagina seguente).....	8
Fig. 2.3 – Legenda della Carta Geologica della Regione Toscana scala 1:10.000, sezione n. 317070, Piombino	9
Fig. 2.4 – Aree franose individuate dal Progetto IFFI (colore giallo)	11
Fig. 2.5 – Stralcio della “Carta geomorfologica” (scala 1:10000)	12
Fig. 2.6 – Stralcio della “Carta dell'Acclività” (scala 1:10000)	13
Fig. 2.7 – Stralcio della “Carta della Pemeemeabilità” (scala 1:10000).....	14
Fig. 3.1 – Planimetria delle indagini geotecniche eseguite nell'area del porto commerciale di Piombino.....	16
Fig. 3.2 – Planimetria e caratteristiche delle indagini eseguite nell'area Molo Batteria.....	18
Fig. 3.3 – Stratigrafie dei sondaggi.....	18
Fig. 3.4 – Planimetria SOGESID con impronta nuovo porto turistico	19
Fig. 3.5 – Transetti 1 e 2 rilevati (SOGESID, 2010)	20
Fig. 3.6 – Transetti 3 e 4 rilevati (SOGESID, 2010)	21
Fig. 3.7 – Transetti 5 e 6 rilevati (SOGESID, 2010)	22
Fig. 3.8 – Carta della Fattibilità – Piano Strutturale d'Area Modificato (estratto area intervento).....	23
Fig. 4.1 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato (Rif. Tab. 3.2.I delle NTC 2008)	26
Fig. 4.2 – Categorie di sottosuolo (Rif. Tab. 3.2.II delle NTC 2008).....	27
Fig. 4.3 – Categorie aggiuntive di sottosuolo (Rif. Tab. 3.2.III delle NTC 2008)	27
Fig. 4.4 – Categorie topografiche (Rif. Tab. 3.2.IV delle NTC 2008).....	28
Fig. 4.5 – Espressioni di S_S (Rif. Tab. 3.2.V delle NTC 2008).....	29
Fig. 4.6 – Espressioni di S_T (Rif. Tab. 3.2.VI delle NTC 2008).....	29
Fig. 4.7 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere (Rif. Tab. 2.4.I delle NTC 2008)	30
Fig. 4.8 – Definizione classi d'uso (Rif. Paragrafo 2.4.2 delle NTC 2008).....	30
Fig. 4.9 – Valori del coefficiente d'uso (Rif. Tab. 2.4.II delle NTC 2008).....	31
Fig. 5.1 – Stralcio della “Carta pericolosità geomorfologica” (scala 1:10000)	34
Fig. 5.2 – Stralcio della Carta della pericolosità idraulica	36

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 4.1 – Caratterizzazione sismica del sito	32
Tab. 4.2 – Valori di a_{max}/g	32

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

1 PREMESSA

La presente relazione descrive gli studi geologici, geotecnici e sismici eseguiti a supporto della redazione del Piano Regolatore Portuale, richiesta dal Comune a seguito della dichiarazione di ammissibilità del progetto preliminare ex. L. 509/97 presentato dalla società Porto Turistico dell'Arcipelago. Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo marina di fronte a Poggio Batteria, sul lato esterno del molo di sopraflutto dell'attuale porto commerciale di Piombino.

La presente relazione è stata sviluppata in conformità a quanto indicato dal Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R, artt. 4 e 5, come pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Toscana N. 51 del 2/11/2011.

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

2 STUDIO GEOLOGICO

2.1 Inquadramento del sito

L'analisi a grande scala della struttura geologica e litologica della zona in esame viene desunta dalle Note alla Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 - Foglio Piombino, che comprende l'omonimo promontorio, a Nord, fino all'abitato di Castiglione della Pescaia, a Sud.

I più antichi sedimenti affioranti nella zona in esame sono rappresentati dagli scisti seritici a noduli di quarzo corrispondenti alle filladi di Boccheggiano (Trias superiore). Superiormente segue una serie di depositi principalmente calcarei che giunge fino al Cretacico inferiore. Si tratta di una successione con potenza variabile, ma mediamente valutabile nel Foglio Piombino a circa 800m, nella quale si riconoscono le facies della "serie toscana": Calcare cavernoso con lenti di gesso, Strati ad avicula contorta, il Calcare massiccio, il rosso ammonitico, i Calcari grigi con selce, le Marne a posidonia, i Diaspri ed infine la Maiolica.

La serie calcarea si interrompe bruscamente ed è seguita da un'altra serie prevalentemente pelitico-psammitica, con alla base alcuni metri di conglomerati con elementi clastici provenienti da sedimenti della serie sottostante. Alla serie dei sedimenti in facies terrigena, vennero ad interpersi in più riprese numerosi blocchi costituiti da rocce più antiche e sedimenti clastici a giacitura lenticolare dovuti a probabile accumulo per frana sottomarina.

Dopo la sedimentazione delle serie in facies di flysch la terra emerse. In seguito iniziò la sedimentazione delle facies litorali e salmastre del Pliocene inferiore e poi le soprastanti facies argillose-sabbiose e a conglomerati, che testimoniano il progressivo ritorno del mare.

Dallo stralcio della Carta Geologica d'Italia si desume che la zona di interesse è contraddistinta dalla seguente successione stratigrafica costituente la "serie di Piombino" e riconducibile a (Fig. 2.1):

- Detriti misti, ciottolami e sabbie da disfacimento del macigno (dt; Olocene);
- Sabbie eoliche e crostoni intercalati, sabbie arrossate eluviali (s²).
- Calcari marnosi, calcari e marne grigio-chiare alternanti ad argille più o meno marnose (mc; serie in facies di Flysch);
- Argille marnose-siltose con calcari neri e grigio scuri, a vene di calcite spatica e talora con letti e noduli di selce nera; calcari marnoso arenacei biancastri e grigiastri; arenarie micacee nastriformi grigio-giallastre a cemento calcareo; argille grigie ed argilloscisti di vari colori di aspetto filladico (ac; serie in facies di Flysch);
- Rocce diabasiche ("pillows lava") associate alle rocce descritte precedentemente (li);
- Arenarie quarzoso-micacee-feldspatiche a cemento argilloso-marnoso, associate ad argille siltose con rari interstrati calcarenitici: ciottoli eterogenei sparsi nella matrice argillosa o sabbiosa ("Macigno"; mg; Paleogene).

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

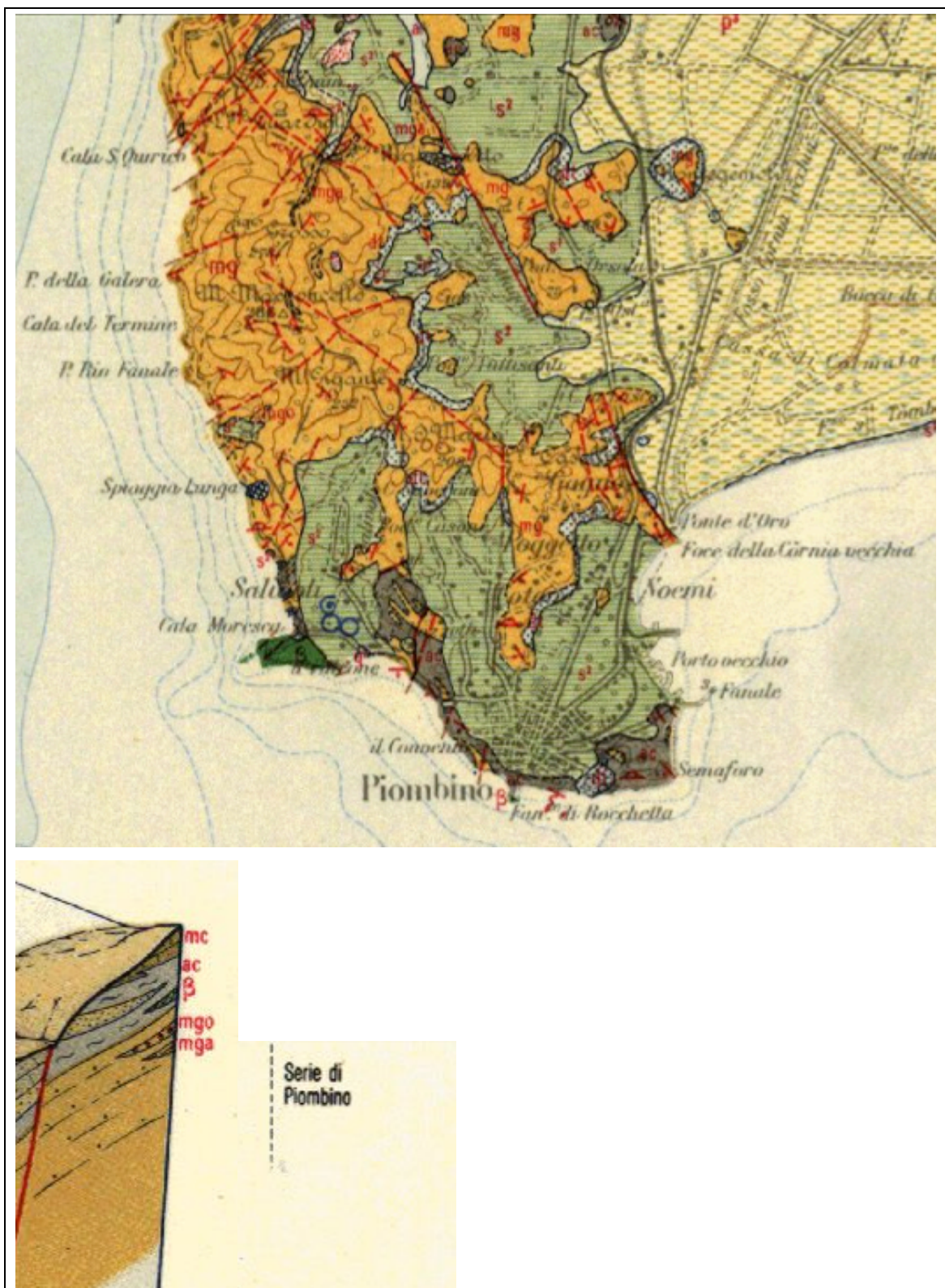


Fig. 2.1 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia 1:100.000

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

2.2 Inquadramento geologico strutturale locale

L'assetto geologico strutturale della zona di studio, è legato alle deformazioni della tettonica distensiva del Tirreno, che nel Neogene e nel Quaternario ha determinato il collasso e lo smembramento della catena nord-appenninica, generando un impilamento di più unità tettoniche sovrapposte.

Dalla Carta Geologica del Piano Strutturale della Val di Cornia, nell'area oggetto di studio compresa tra il centro abitato di Piombino e Poggio Batteria (Fig. 2.2), è possibile distinguere essenzialmente due ambiti geologici. Quello più a Ovest, il Promontorio di Piombino, dove si rilevano essenzialmente sovrapposizioni di Unità Sub – Liguri sulla Formazione del Macigno appartenente alla Unità della Falda Toscana. Esso costituisce una zona sollevata tettonicamente da faglie, rispetto al canale di Piombino e alla piana del Fiume Cornia.

Questa struttura positiva è rappresentata da una monoclinale, la cui immersione raggiunge i 30°-40° vicino la città, presso l'estremità meridionale, debolmente ondulata e scomposta da faglie secondarie, di non grande rigetto. Su questo edificio strutturale si imposta successivamente l'evoluzione sedimentaria neogenica-quaternaria in gran parte condizionata dai movimenti verticali della crosta, indotti dalla tettonica distensiva post-collisionale.

In Fig. 2.3 viene riportata la legenda della Carta Geologica del Piano Strutturale della Val di Cornia con la descrizione delle litologie affioranti.

Ad Est si individua la Pianura del Cornia compresa tra il Promontorio di Piombino ed i rilievi più interni, che rappresenta il punto di congiunzione tra la valle fluviale del Fiume Cornia e la zona retrodunale e palustre della campagna piombinese, bonificata nel corso del XIX secolo. La pianura del Cornia, è impostata su di una fossa tettonica (graben) profonda più di 200 metri, ribassata da faglie dirette con direzione appenninica. Nel Pliocene, la pianura risultava moderatamente sommersa ed il promontorio di Piombino rappresentava un'isola situata tra l'Elba e le Colline metallifere; il mare occupava per la quasi totalità la Bassa Val di Cornia fino a Suvereto e Riotorto. Successivamente, dal Pleistocene medio si sono instaurate condizioni propizie al congiungimento del promontorio di Piombino con i rilievi della zona di Campiglia Marittima. La sutura definitiva è avvenuta con l'accumulo di cordoni sabbiosi litoranei ad opera del moto ondoso, sia a Nord che ad Est; tale processo ha portato alla delimitazione di bacini lacustri e lagunari colmati successivamente dagli apporti terrigeni dei corsi d'acqua e dagli apporti marini di transizione a partire dall' Olocene.

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

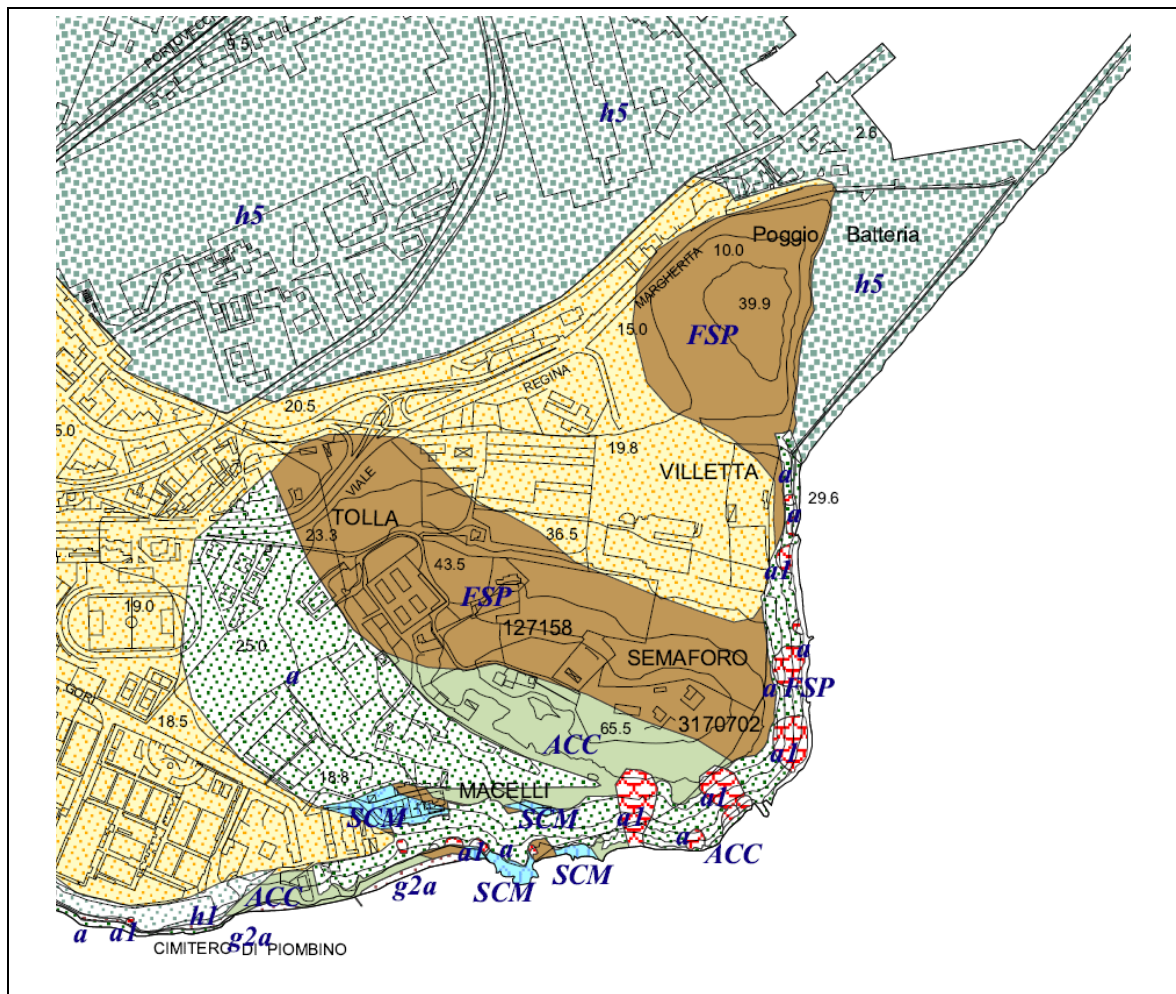


Fig. 2.2 – Carta Geologica del Piano Strutturale della Val di Cornia
(Legenda alla pagina seguente)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

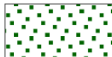
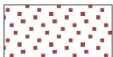
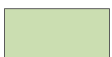
LEGENDA	
 a – Deposito di versante  a1 - Frana in evoluzione  g2a – Depositi di spiaggia attuale  h1 – Discariche  h5 – Riporti  SVG – Sabbie di Val di Gori e Sabbie di Donoratico (sabbie da fini a medie, massive, di colore variabile da rosso vivo a rosso arancio a matrice siltosa). Pleistocene medio superiore;	 SFP – Formazione di Salivoli-Piombino: alternanza di sequenze argilloso-calcaree e sequenze torbiditichearenaceo-marnose; frequenti livelli di arenarie grossolane mal cementate ad abbondante matrice (grovacche litiche); conglomerati minuti in strati mal cementati. (Eocene)  ACC – Argille e calcari di Canetolo: argilliti e argilloscisti neri, giallastri per alterazione, cui si intercalano calcilutiti, calcareniti e calcari marnosi in strati discontinui per cause tettoniche (boudinage). Rari strati arenacei. (Luteziano-Eocene medio).  SCM – Scisti di Cala Moresca: argilloscisti e marnoscisti di colore grigio e verdino con intercazioni di calcilutiti silicee e calcilutiti in strati decimetrici.

Fig. 2.3 – Legenda della Carta Geologica del Piano Strutturale della Val di Cornia

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

2.3 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista morfologico l'area è caratterizzata dalla Pianura Alluvionale del Fiume Cornia (al cui interno si sono sviluppate forme legate all'attività antropica) e da una Fascia Costiera, che comprende i tratti di costa bassa del Golfo di Follonica e i tratti di costa alta del Promontorio di Piombino.

Le forme ed i processi che interessano le distinte zone costiere risultano assai diversi: la costa alta presenta falesie con versanti ad elevata pendenza, esposti all'azione del mare e del vento. Le coste basse, invece, risultano interessate da evidenti e diffusi processi di erosione, nonché dall'azione eolica che determina ripercussioni sul sistema dunale associato.

La zona bassa è contraddistinta da aree di terreno ad uso agricolo, aree industriali urbanizzate e da un reticolo idrografico superficiale, dove l'asta principale è rappresentata dal Fiume Cornia, che presenta l'alveo fluviale arginato artificialmente. Seguono poi una serie di canali scolanti (Fosso Cosimo, Fosso Tombolo, Fosso Cornia Vecchia), legati alle varie fasi della bonifica.

Nella costa alta di Poggio Batteria – Punta Semaforo, sono evidenti i segni degli agenti marini (vento, moto ondoso), che determinano localizzati fenomeni di instabilità delle coltri superficiali. Dalla cartografia "Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia" (Progetto IFFI) risultano invece 2 fenomeni franosi sul lato meridionale del promontorio a Sud della località Semaforo e ad Est del centro abitato (Fig. 2.4). Come riportato nella "Carta geomorfologica" tratta dal "Piano strutturale d'area della Val di Cornia" alla scala 1:10000 (Fig. 2.5), questa zona è contraddistinta da aree a franosità diffusa, con fenomeni in evoluzione classificate come zone a pericolosità geomorfologica elevata e molto elevata secondo l'art. 16 delle Norme di Piano PAI Bacino Toscana Costa.

Nel complesso questo tratto di costa è in evoluzione (Fig. 2.5) e caratterizzato dall'assenza di accumulo di sedimenti, con rilievi molto accentuati e ripide scarpate, con pendenze medie che vanno oltre il 40% come rappresentato dalla "Carta dell'acclività" tratta dal "Piano strutturale d'area della Val di Cornia" redatta alla scala 1:10000 (Fig. 2.6). Queste parti si raccordano alla base con contenute piattaforme marine. La natura litoide delle falesie determina fenomeni di arretramento delle pareti costiere mediante forme di erosione generalizzata, forme di instabilità di versante (prevalentemente per frane di crollo) e di alterazione pedologica dei livelli superficiali, a loro volta mobilizzati da pellicolari movimenti gravitativi.

Alla scala dell'affioramento la natura litologica del substrato roccioso è rappresentata da una alternanza di argilliti e calcari con giacitura localmente a franapoggio, che costituisce un fattore predisponente all'instabilità del versante stesso.

I depositi detritici ed il suolo vegetale, ove presente, sono di natura incoerente e giacaturalmente sono spesso assestati in zone al limite dell'equilibrio, esposti alla forza degli agenti marini i cui accumuli sono dislocati al piede della scarpata e nelle zone a minor pendenza.

Il materiale accumulato nella zona intertidale, costituito da ciottoli, coltri detritiche e isolati massi di dimensioni maggiori, costituisce un elemento di temporanea protezione del piede della falesia stessa, riducendo localmente l'energia del moto ondoso.

Il tratto di mare antistante è caratterizzato fondamentalmente da un fondale tipicamente roccioso, con profondità elevate già in prossimità della linea di costa.

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

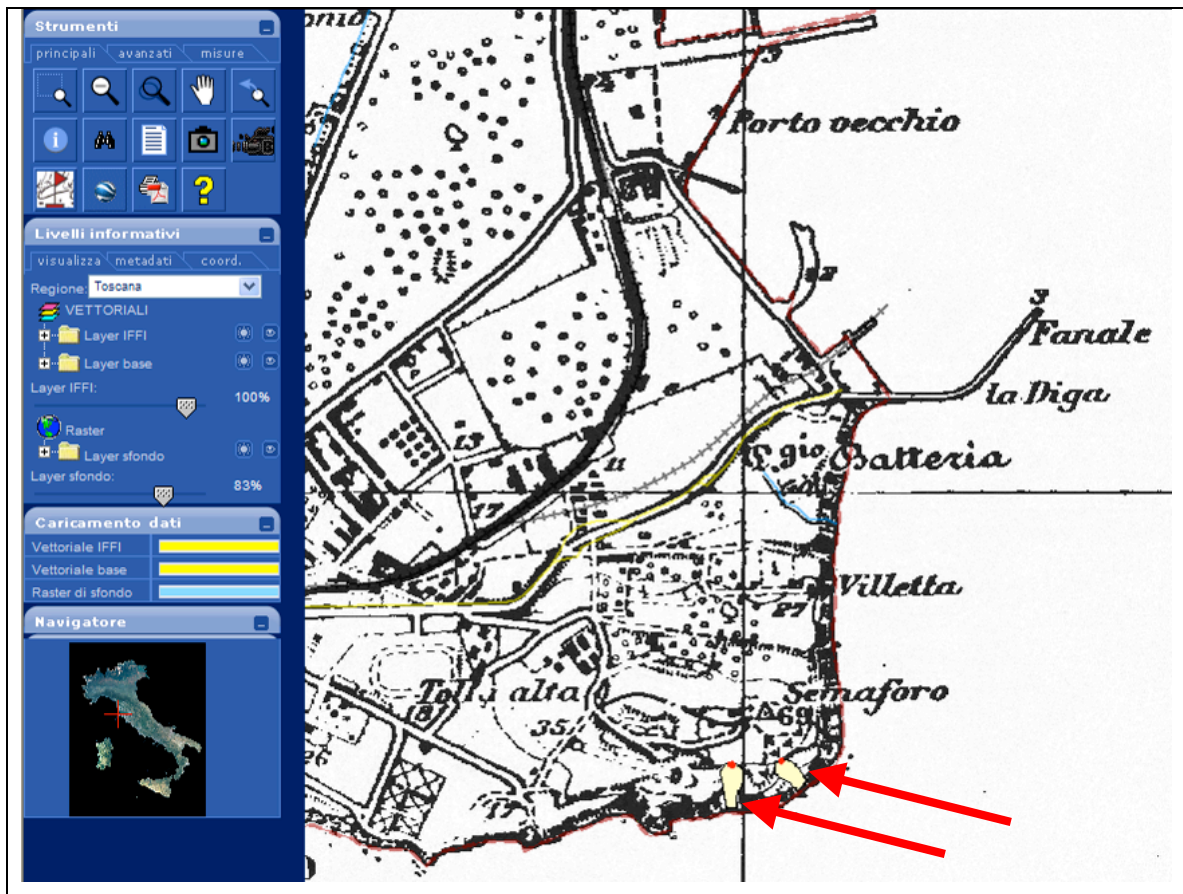


Fig. 2.4 – Aree franose individuate dal Progetto IFFI (colore giallo)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

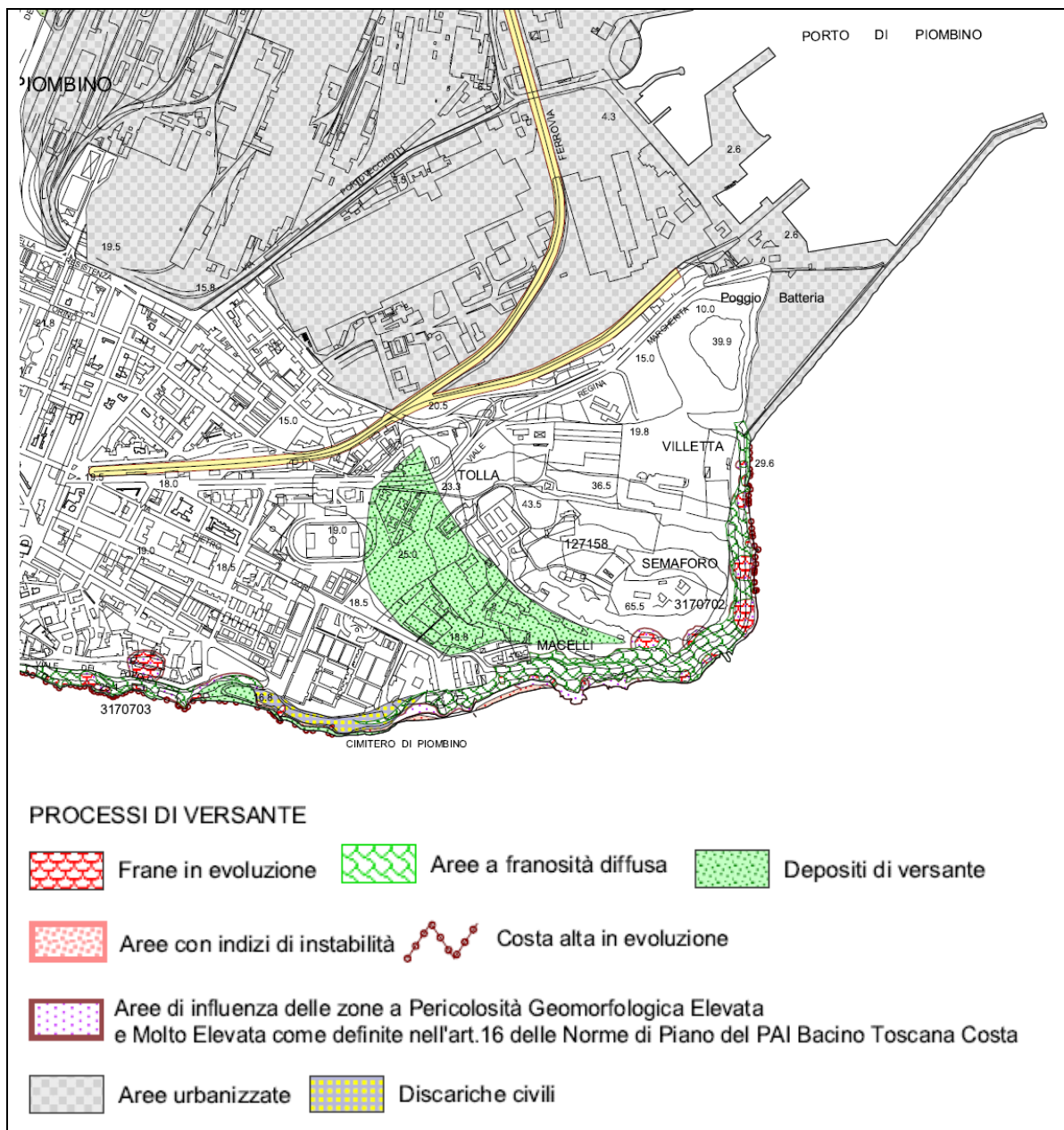


Fig. 2.5 – Stralcio della “Carta geomorfologica” (scala 1:10000)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

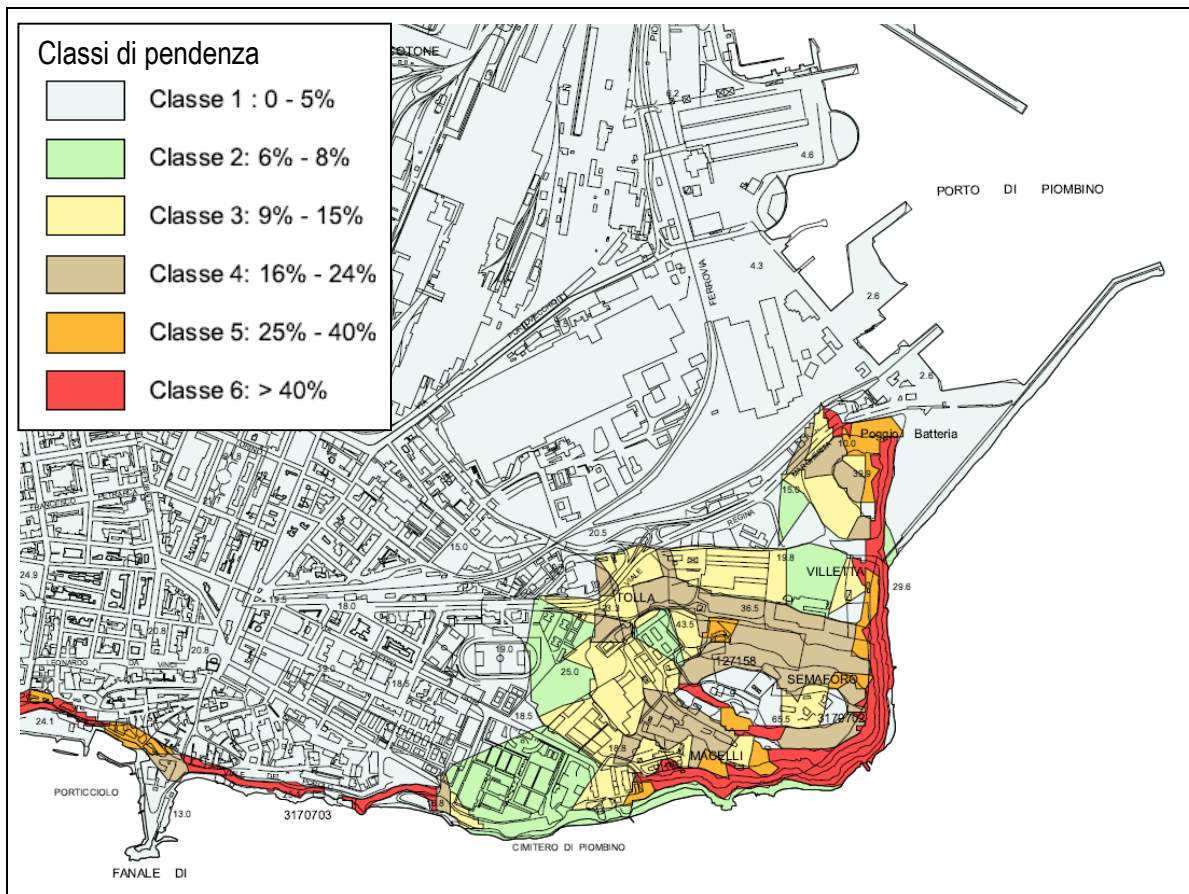


Fig. 2.6 – Stralcio della “Carta dell’Acclività” (scala 1:10000)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

2.4 Inquadramento idrogeologico

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area di Piombino si possono desumere dalla "Carta delle permeabilità" tratta dal "Piano strutturale d'area della Val di Cornia delle formazioni dell'area di studio (Fig. 2.7). La cartografia è stata redatta accorpare le formazioni geologiche affioranti nel bacino in cinque classi di permeabilità, mentre per le aree di pianura è stata utilizzata la Carta Litostratigrafia riportata nel medesimo piano.

Si può osservare che la parte settentrionale del promontorio di Piombino sia contraddistinta da permeabilità molto variabili con a permeabilità elevata e altre scarsamente permeabili. La parte meridionale invece la permeabilità è fortemente condizionata dagli interventi antropici legati alle aree urbane ed industriali.

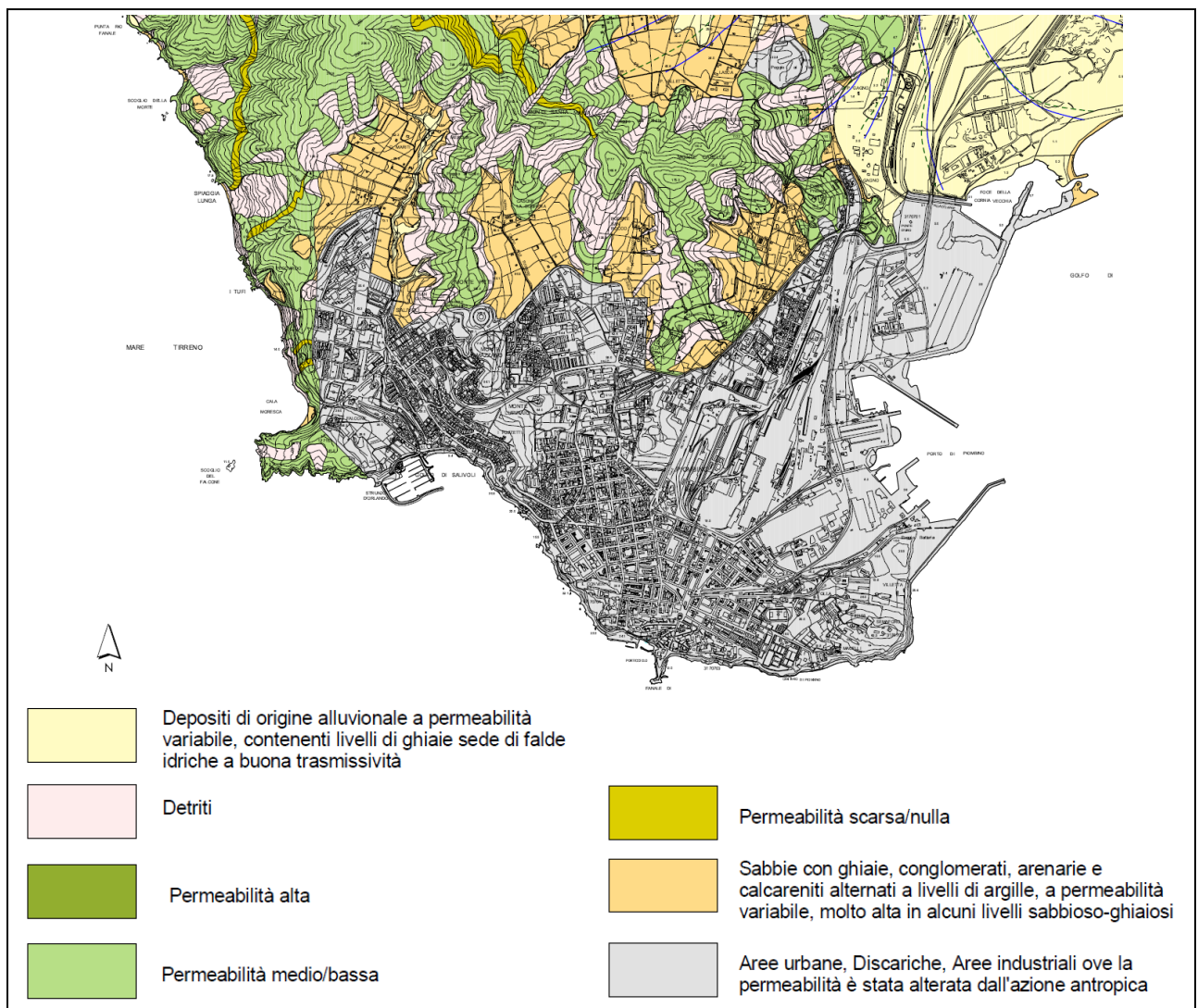


Fig. 2.7 – Stralcio della "Carta della Permeabilità" (scala 1:10000)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

3 STUDIO GEOTECNICO

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione nell'area di intervento si fa riferimento a quanto riportato nella "Relazione geotecnica - Dimensionamenti e calcoli geotecnici preliminari", relativa al "Nuovo Piano regolatore Portuale" del Porto di Piombino – Anno 2008. La relazione è stata redatta dal Dott. Ing. Sandra Muccetti (in qualità di Responsabile del Procedimento) nel luglio 2008 per conto dell'Autorità Portuale di Piombino.

Le indagini geotecniche eseguite nell'area del Porto di Piombino nell'ambito del P.R.P. 2008 sono state suddivise, in base all'ubicazione dell'area di indagine, in 4 gruppi (Fig. 3.1):

- Indagine 1: eseguita sul molo di sopraflutto del porto di Piombino (Molo Batteria);
- Indagine 2: eseguita sulla banchina Magona;
- Indagine 3: eseguita nell'area della darsena Grande, all'interno degli stabilimenti Lucchini;
- Indagine 4: eseguita a mare nel tratto a Nord dell'area di intervento delimitata nel P.R.P..

Di seguito si riporta una breve descrizione dei risultati delle indagini svolte all'interno dell'area di Indagine 1 (Molo Batteria), che risulta di maggiore interesse ai fini dello studio in oggetto.

Infatti, il nuovo porto turistico dovrebbe essere realizzato nello specchio di mare antistante l'attuale molo di sopraflutto del porto commerciale di Piombino.

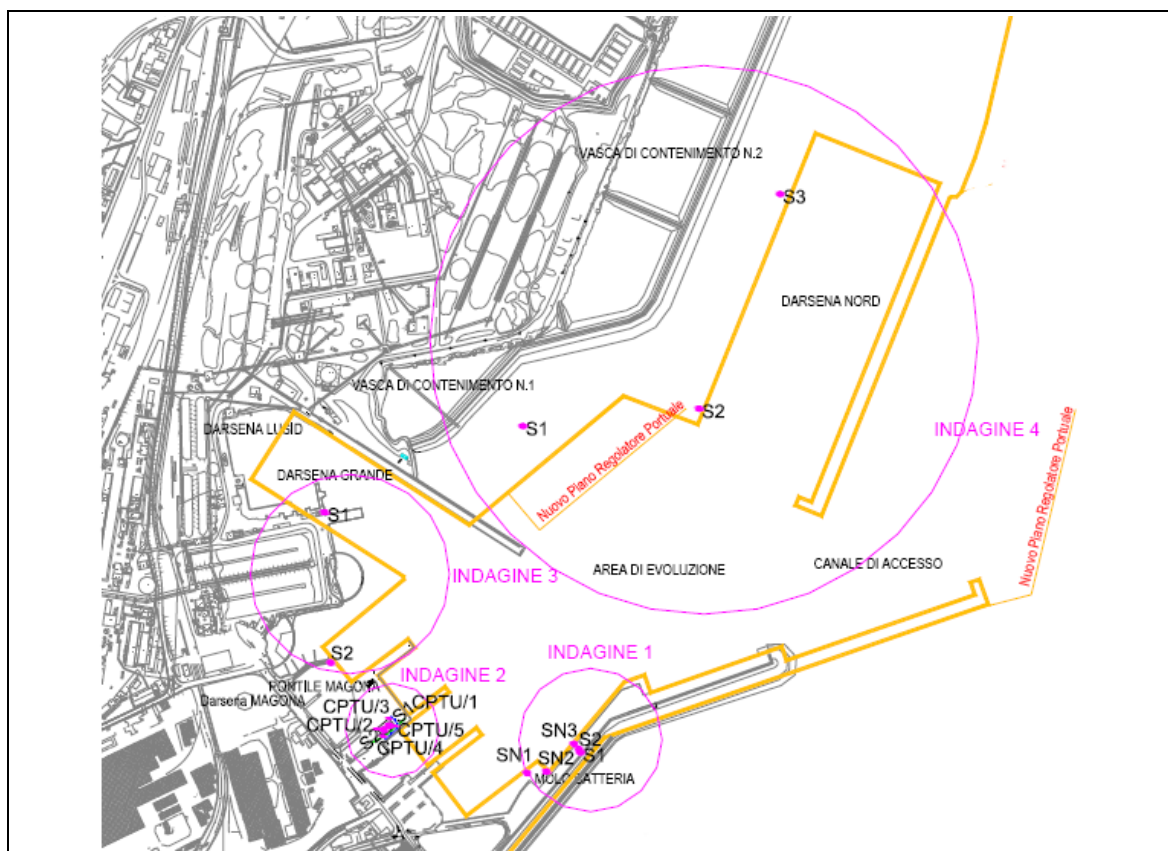


Fig. 3.1 – Planimetria delle indagini geotecniche eseguite nell'area del porto commerciale di Piombino

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

3.1 Risultati dell'indagine eseguita nell'area di Indagine 1 (Molo Batteria)

Si riporta, di seguito, la descrizione delle indagini eseguite nel Molo Batteria come riportata al paragrafo 5.1 della "Relazione geotecnica - Dimensionamenti e calcoli geotecnici preliminari" di luglio 2008:

I due sondaggi SN1 ed SN2, ubicati in prossimità dell'area del dente, mostrano successioni stratigrafiche simili; infatti, i terreni immediatamente sottostanti il rinterro (R) e la porzione di terreno migliorato per sostituzione (LB) sono costituiti prevalentemente da limi argillosi-sabbiosi di modesta consistenza con presenza diffusa di alghe (LASA). Al disotto, i terreni sono caratterizzati dalla presenza di uno strato di discreto spessore (circa 8 m per SN1 e 12 m per SN2) di limo e argilla debolmente sabbioso (LAS) mediamente consistente, ma comunque compressibile. I terreni più profondi, infine, sono caratterizzati da buone caratteristiche meccaniche essendo costituiti da terreni a grana grossa (G).

Per quanto riguarda la stratigrafia del sondaggio SN3, ubicato nel tratto in avanzamento, i terreni presenti al di sotto del materiale di riempimento (R) e del limo bonificato (LB) sono costituiti ancora dal litotipo denominato LASA, nel quale sono sempre presenti dei resti algali, ma in cui la percentuale di sabbia risulta essere predominante rispetto alla percentuale di limo (sabbia fine limosa). Un'ulteriore differenza con la stratigrafia dei due sondaggi ubicati nell'area del dente, sta nel fatto che al di sotto del LASA sono presenti dei terreni prevalentemente sabbiosi (S) di buone caratteristiche meccaniche. I terreni più profondi, infine, sono caratterizzati da buone caratteristiche meccaniche essendo ancora costituiti da terreni a grana grossa (G).

In Fig. 3.2 e Fig. 3.3 si riportano rispettivamente la planimetria con l'ubicazione delle indagini eseguite sul molo Batteria e le stratigrafie dei sondaggi.

Ne consegue che i terreni all'interno dell'area di Indagine 1 presentano, al di sotto del riporto, uno strato costituito da limi sabbiosi-argillosi di media consistenza. Lo strato più profondo, invece, è composto prevalentemente da terreni a grana grossa e, nel caso del sondaggio SN3, è preceduto da uno strato di sabbia.

Dal punto di vista geotecnico, lo strato più profondo (di natura incoerente) è caratterizzato da buone caratteristiche meccaniche.

Va tuttavia evidenziato che le indagini eseguite all'interno dell'area di indagine 1 (spinte fino alla massima profondità di 35 m) non hanno rilevato la presenza, all'interno delle colonne stratigrafiche del substrato rigido che, invece, è stato intercettato nelle altre 3 aree indagate (Indagine 2- Banchina Magona, Indagine 3 –Darsena Grande e Indagine 4 – Darsena Nord).

Il substrato rigido è costituito da una formazione arenacea di base, di colore giallo-arancio, caratterizzata da elevata consistenza. È presumibile che tale strato sia presente anche all'interno dell'area di Indagine 1 a profondità maggiori rispetto a quelle indagate.

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

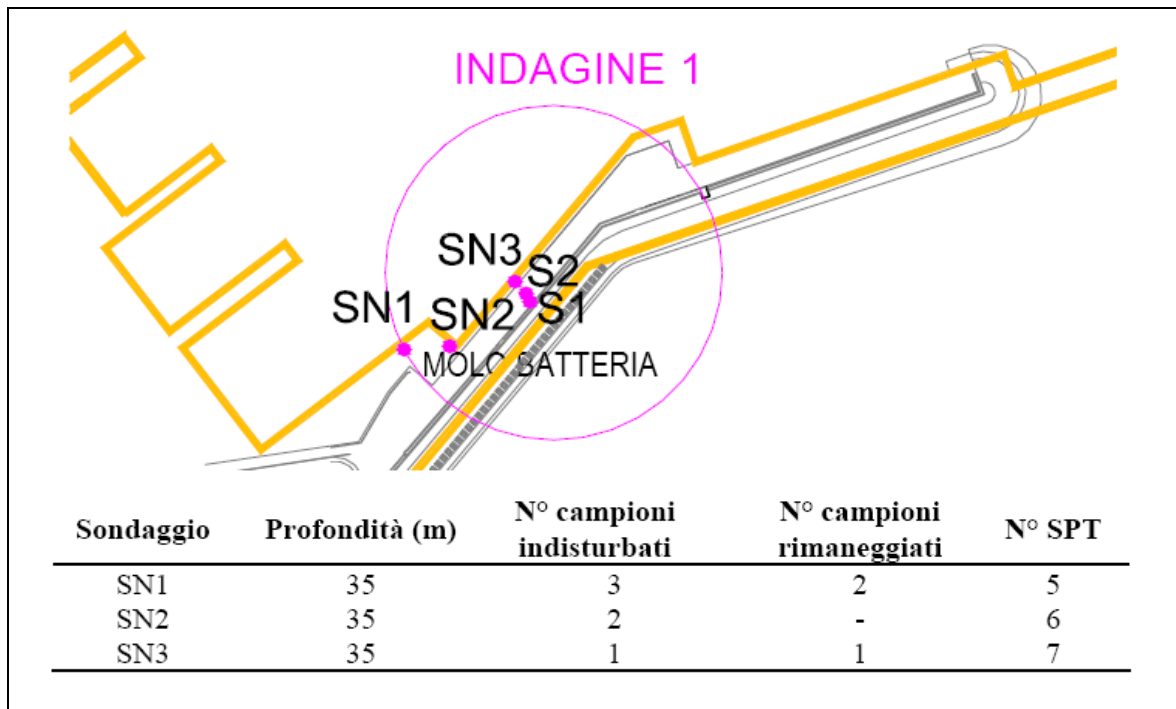


Fig. 3.2 – Planimetria e caratteristiche delle indagini eseguite nell'area Molo Batteria

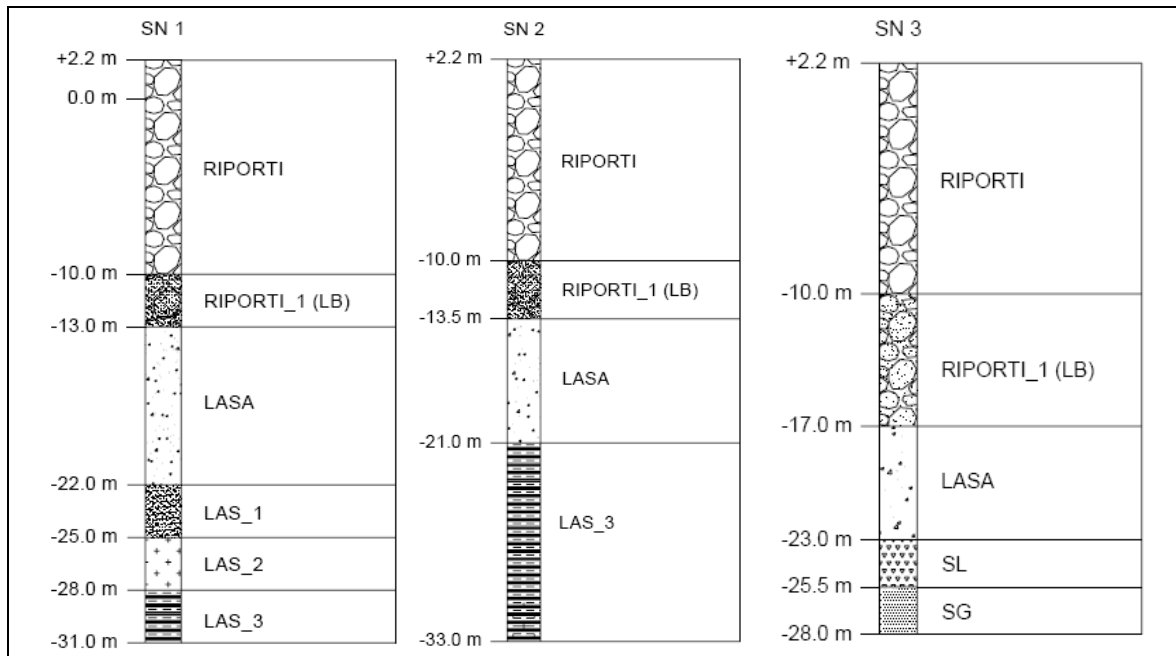


Fig. 3.3 – Stratigrafie dei sondaggi

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

3.2 Natura dei fondali

Per quanto riguarda la natura dei fondali interessati dalla realizzazione dell'opera, ulteriori informazioni possono essere ottenute dai rilievi effettuati da SOGESID per conto dell'Autorità Portuale di Piombino. Lo studio SOGESID del 2010 è infatti particolarmente accurato, e descrive la litologia dei fondali nell'area di interesse attraverso la documentazione di quanto rilevato lungo una serie di transetti (Fig. 3.4).

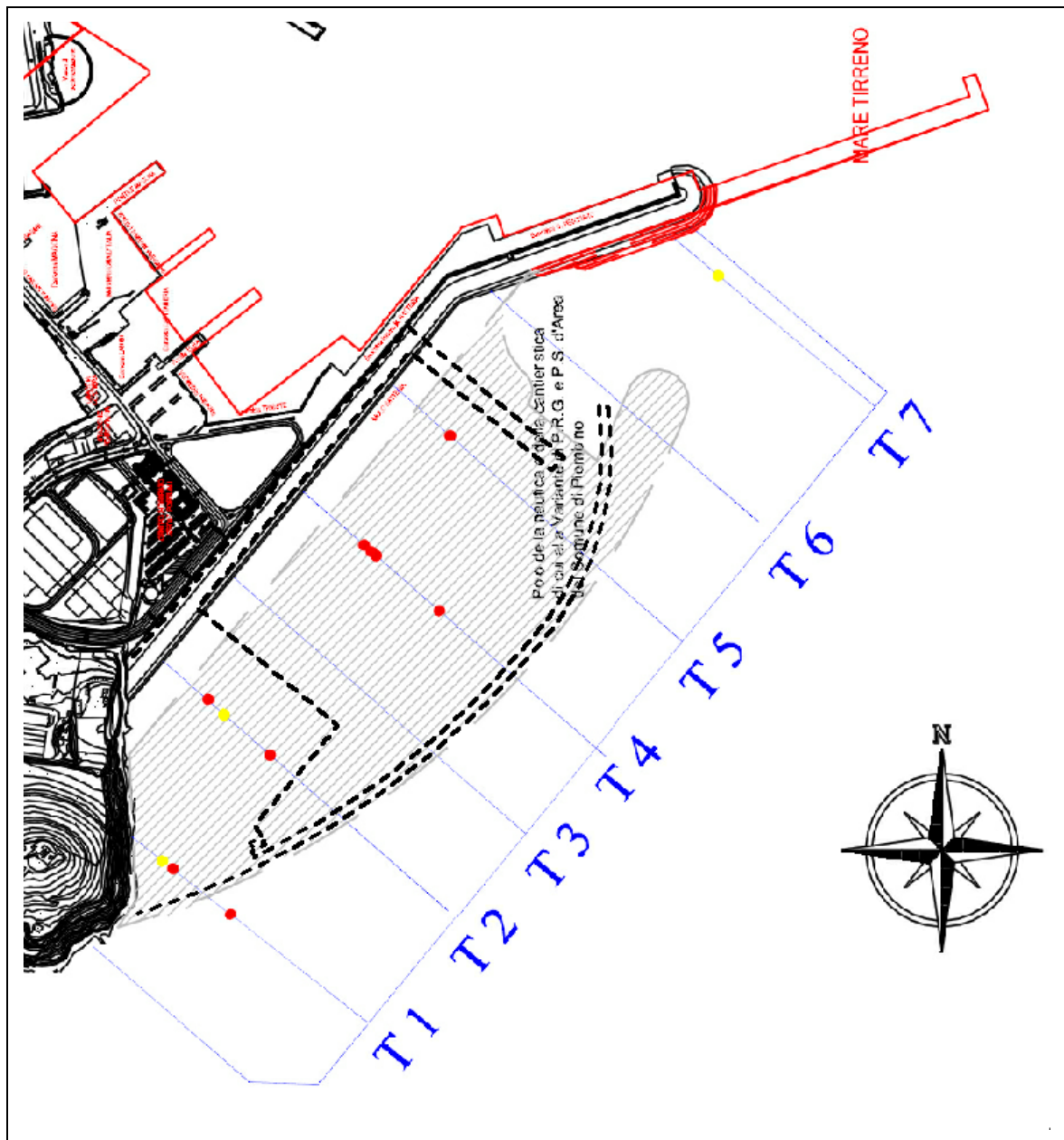


Fig. 3.4 – Planimetria SOGESID con impronta nuovo porto turistico

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

Da quanto risulta dallo studio SOGESID, i fondali interessati dalla realizzazione del nuovo porto turistico è prevalentemente di natura detritica, con presenza diffusa di rocce e ciottoli e di una diffusa copertura sabbiosa di potenza probabilmente limitata. A partire dal transetto 6 comincia ad essere presente anche una componente pelitica (sabbia mista a melma) a profondità superiori ai 15 m. La copertura sabbiosa è probabilmente riconducibile ad un modesto trasporto solido litoraneo proveniente da SW, che va ad alimentare la coltre presente a ridosso del molo esistente.

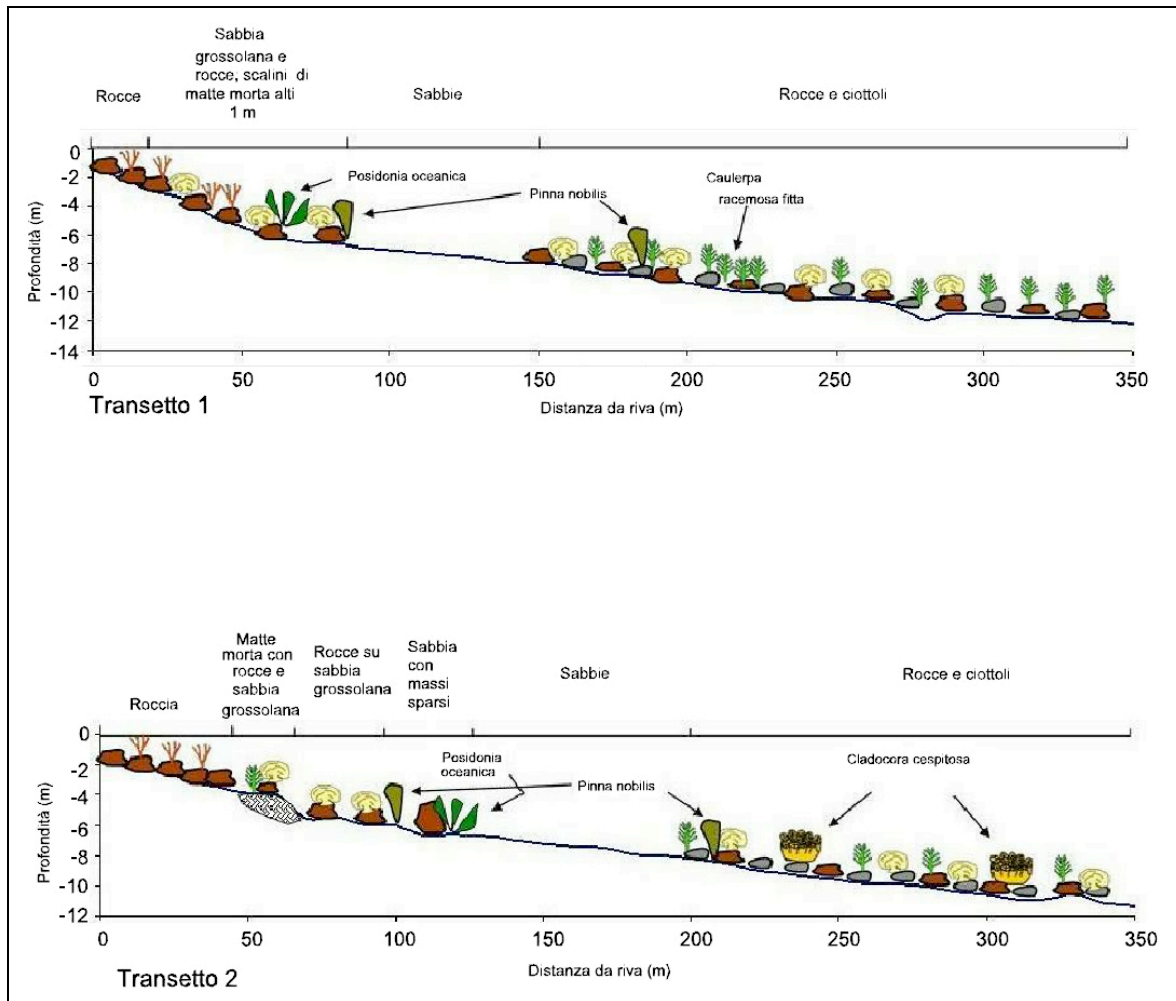


Fig. 3.5 – Transetti 1 e 2 rilevati (SOGESID, 2010)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

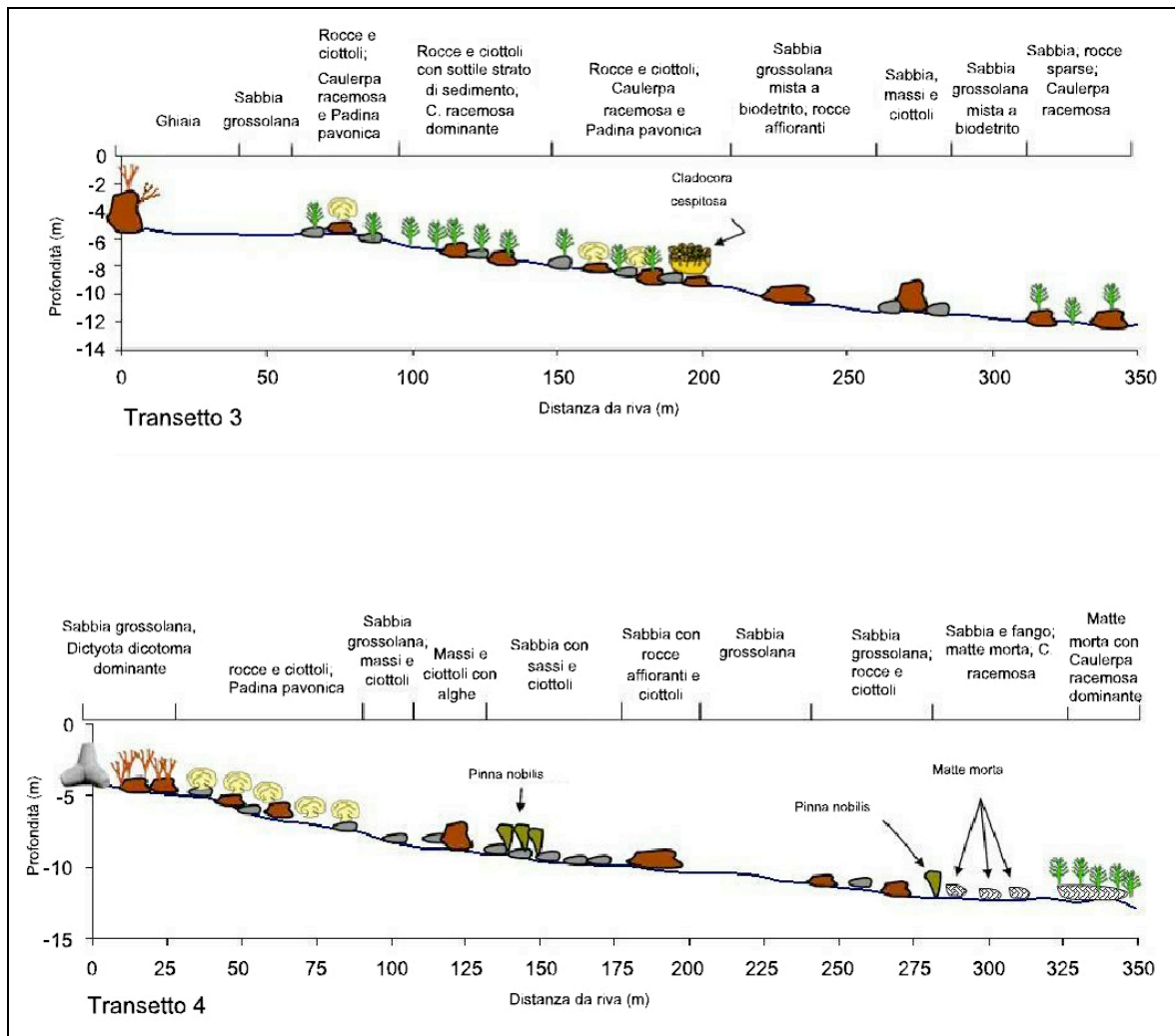


Fig. 3.6 – Transetti 3 e 4 rilevati (SOGESID, 2010)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

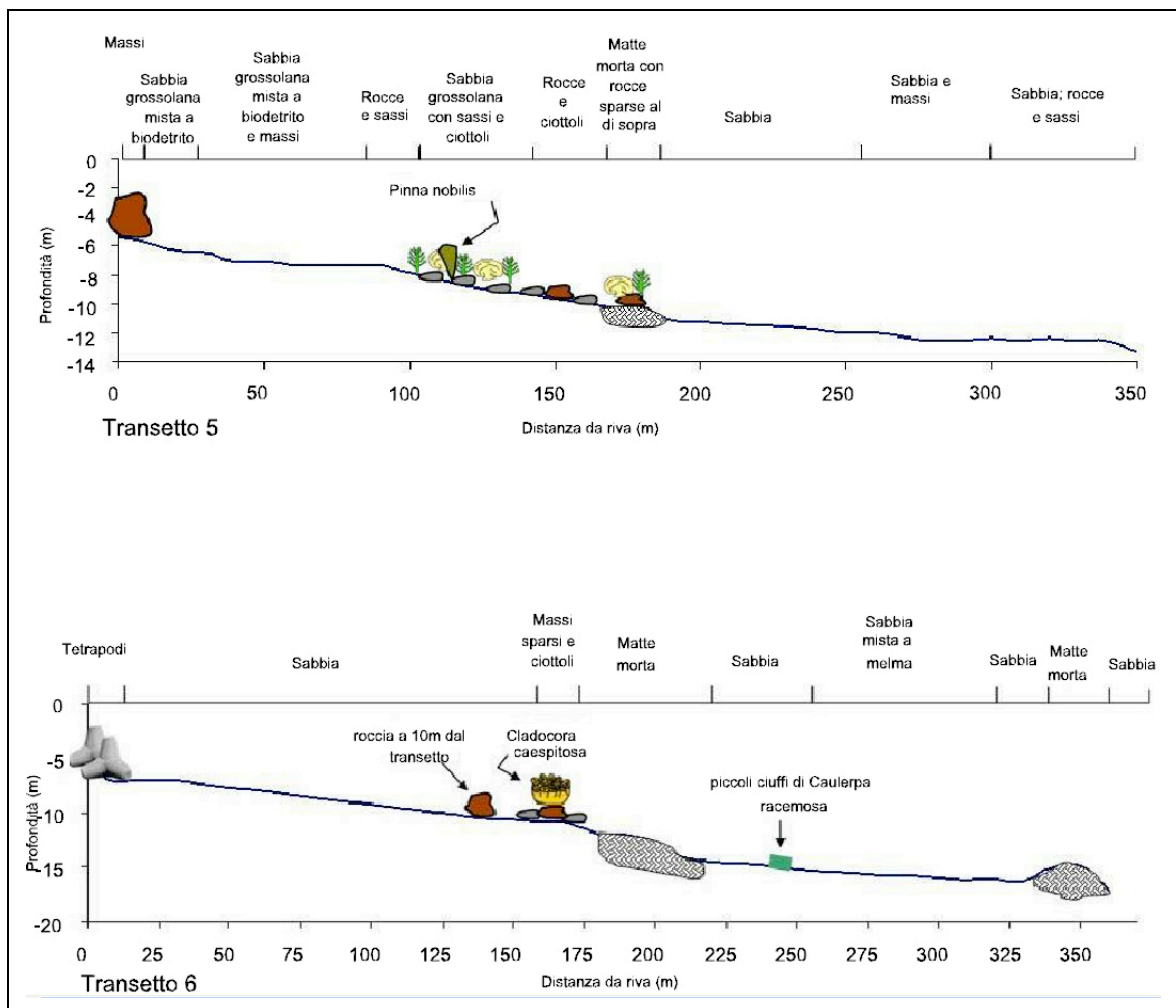


Fig. 3.7 – Transetti 5 e 6 rilevati (SOGESID, 2010)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

3.3 Specifiche sulle indagini da eseguire

In base a quanto riportato al precedente paragrafo 3.1 e alla luce di quanto prescritto dalla normativa vigente (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008), è evidente che le indagini attualmente disponibili sono insufficienti a caratterizzare compiutamente i terreni di fondazione presenti all'interno dell'area in cui si prevede di realizzare il nuovo porto turistico.

I risultati delle indagini sono stati comunque utilizzati per definire in via preliminare e, ragionevolmente, cautelativa le caratteristiche sismiche e geotecniche dei terreni di fondazione (cfr. paragrafo 4).

In fase di progettazione definitiva, si dovranno quindi eseguire indagini geotecniche di dettaglio nell'area di intervento, per determinare con accuratezza le caratteristiche meccaniche dei terreni presenti e ottimizzare, di conseguenza, la soluzione progettuale. La campagna di indagini geotecniche dovrà essere accuratamente pianificata in base alle esigenze progettuali. Vanno inoltre considerate le prescrizioni in merito alla fattibilità dell'intervento riportate nella "Relazione geologico-geotecnica – Integrazione", relativa al Piano Strutturale d'Area Modificato di marzo 2009.

Nella relazione sopracitata e, più in dettaglio nella tavola allegata ("Carta della Fattibilità"), l'ambito portuale è stato suddiviso in aree omogenee, ciascuna contraddistinta da una classe di fattibilità (Fig. 3.8).

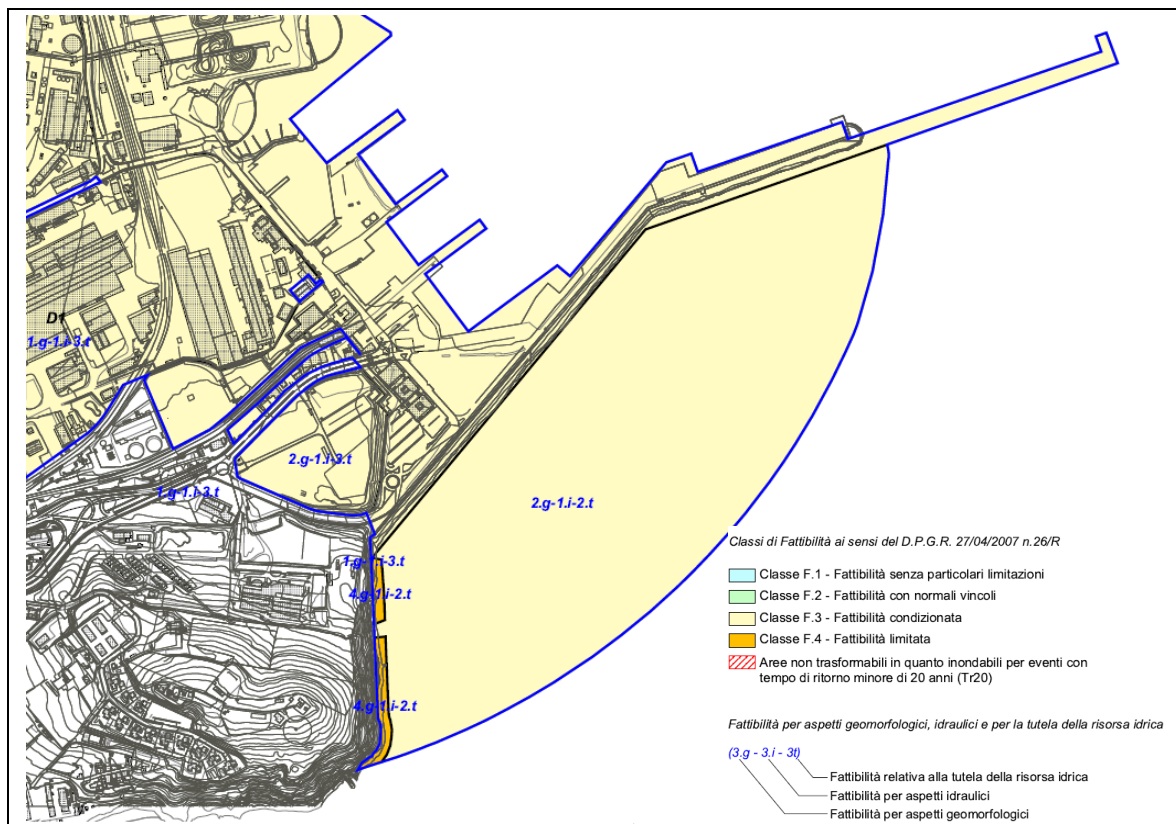


Fig. 3.8 – Carta della Fattibilità – Piano Strutturale d'Area Modificato (estratto area intervento)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

In particolare, vengono distinte due aree: la prima, a ridosso della scarpata di Poggio Batteria, identificata con classe di fattibilità limitata (in arancione); la seconda, che racchiude tutto lo specchio acqueo verso mare di fronte al molo Batteria, identificata con classe di fattibilità condizionata (in giallo). Nello specifico, a ciascuna area, viene attribuito un codice alfanumerico che mette in relazione la tipologia di rischio/pericolosità ("g" - geomorfologico, "i" - idraulico e "t" di tutela della risorsa idrica) con la relativa classe di fattibilità. Le classi di fattibilità rappresentate con delle aree colorate in Fig. 3.8 tengono conto dell'effetto combinato di tutti e tre gli aspetti di rischio/pericolosità.

Pertanto, l'area della scarpata di Poggio Batteria è identificata con il codice "4.g – 1.i - 2.t", mentre lo specchio acqueo è identificato con il codice "2.g – 1.i - 2.t",

Dal punto di vista geomorfologico, la scarpata di Poggio Batteria è interessata da fenomeni di instabilità che interessano corpi rocciosi e detriti di versante soggetti all'azione degli agenti marini, con formazione di corpi di frana per crollo e/o scivolamento. Sebbene le zone interessate dai fenomeni attivi siano quasi tutte esterne all'area di intervento, la mobilitazione gravitativa dei materiali di versante può interessare la zona oggi corrispondente alla linea di costa, in futuro destinata ad ospitare parte del nuovo porto turistico; in particolare, è prevista la realizzazione di un percorso pedonale panoramico che metterà in collegamento l'area portuale (nella zona dello Yacht Club) con la viabilità che permette di raggiungere il centro storico di Piombino.

Appare evidente che la realizzazione delle opere di difesa della struttura portuale contribuirà a ridurre l'energia dell'azione marina al piede della falesia, per cui le opere di messa in sicurezza potranno concentrarsi sul disgaggio di porzioni rocciose instabili, sul locale modellamento delle coltri detritiche, sulla messa in opera di reti di contenimento e di barriere paramassi, garantendo l'incolumità di beni e persone poste più a valle. Per la realizzazione e la sicurezza del percorso pedonale panoramico andranno studiate specifiche soluzioni nelle successive fasi progettuali.

In sede di progettazione definitiva sarà pertanto necessario verificare nel dettaglio le ipotesi qui formulate, attraverso rilevamenti geologici, geomorfologici e topografici che supportino con ulteriori dati il dimensionamento delle opere di difesa.

Per quanto riguarda, invece, lo specchio di mare antistante Molo Batteria, da punto di vista geomorfologico, è necessario predisporre un adeguato piano di indagini.

Infatti, nelle aree ricadenti nella Classe F.2.g – Fattibilità con normali vincoli (dal punto di vista geomorfologico), l'ammissibilità di qualsiasi intervento edilizio, infrastrutturale, tecnologico e di trasformazione morfologica è subordinata all'effettuazione e alle risultanze di un'apposita indagine geognostica e geotecnica a norma delle vigenti norme, statali e regionali, valutando comunque l'opportunità di interventi di bonifica e di miglioramento dei terreni e/o l'adozione di tecniche di fondazione di un certo impegno. Il piano di indagine dovrà, comunque, essere esteso a una fascia laterale, ovvero perimetrale, non inferiore a 200 metri.

Dal punto di vista idraulico, in entrambe le aree non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della fattibilità degli interventi (classe i.1). Tuttavia, è necessario condurre specifiche analisi sulla funzionalità del sistema di scolo delle acque meteoriche, verificandone l'efficienza sia nello stato attuale che in quello di progetto (in particolare per le aree retrostanti l'esistente terminal traghetti), estendendo l'indagine all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio della rete drenante, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali.

Dal punto di vista della tutela delle risorse idriche, la fattibilità dell'intervento è subordinata al rispetto di "normali vincoli", elencati in dettaglio nella "Relazione geologico-tecnica – Integrazione", relativa al Piano Strutturale d'Area Modificato di marzo 2009.

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

4 STUDIO SISMICO

Le Norme Tecniche attualmente in vigore (D.M. 14/01/2008) prevedono che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, vengano definite a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

La “pericolosità sismica di base” di un sito è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite di esercizio ed ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

4.1 Stati limite

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} cui riferirsi per individuare l'azione sismica per gli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Fig. 4.1.

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Fig. 4.1 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato (Rif. Tab. 3.2.I delle NTC 2008)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

4.2 Categoria di sottosuolo

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende dunque necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, come riportate nelle seguenti Fig. 4.2 e Fig. 4.3.

Per quanto riguarda le possibili configurazioni topografiche si può fare riferimento alla classificazione riportata in Fig. 4.4. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Fig. 4.2 – Categorie di sottosuolo (Rif. Tab. 3.2.II delle NTC 2008)

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Fig. 4.3 – Categorie aggiuntive di sottosuolo (Rif. Tab. 3.2.III delle NTC 2008)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Fig. 4.4 – Categorie topografiche (Rif. Tab. 3.2.IV delle NTC 2008)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

4.3 Spettro di risposta elastico

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali X ed Y è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Le espressioni che definiscono compiutamente lo spettro sono riportate in dettaglio nel paragrafo 3.2.3.2 delle NTC 2008.

Nelle espressioni, assieme ad altri parametri caratteristici dello spettro (quali ad esempio il periodo di vibrazione) è riportato il coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, definiti nelle seguenti Fig. 4.5 e Fig. 4.6. Il parametro F_0 rappresenta il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido, ed ha valore minimo di 2.2.

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Fig. 4.5 – Espressioni di S_s (Rif. Tab. 3.2.V delle NTC 2008)

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Fig. 4.6 – Espressioni di S_T (Rif. Tab. 3.2.VI delle NTC 2008)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

4.4 Vita nominale

La vita nominale di un'opera V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Fig. 4.7.

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

Fig. 4.7 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere (Rif. Tab. 2.4.I delle NTC 2008)

4.5 Classi d'uso

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

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

Fig. 4.8 – Definizione classi d'uso (Rif. Paragrafo 2.4.2 delle NTC 2008)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

4.6 Pericolosità di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascuna costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N * C_U.$$

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

Fig. 4.9 – Valori del coefficiente d'uso (Rif. Tab. 2.4.II delle NTC 2008)

4.7 Caratteristiche sismiche del sito

In base a quanto riportato nei precedenti paragrafi, è possibile formulare alcune considerazioni riguardo alle caratteristiche sismiche del sito.

La vita nominale della costruzione, trattandosi di un'opera ordinaria è stata assunta pari a 50 anni, mentre per la classe d'uso si assume la classe III (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi).

Si ricava, pertanto, un valore del periodo di riferimento per l'azione sismica pari a:

$$V_R = V_N * C_U = 75 \text{ anni.}$$

Per quanto riguarda, invece, la definizione della categoria di suolo, come riportato nel precedente paragrafo 3.2, è necessario eseguire delle indagini di dettaglio, finalizzate alla caratterizzazione geotecnica dei terreni all'interno del "volume significativo". Per "volume significativo" di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

Infatti, in caso di approvazione del progetto preliminare, prima di procedere con le future fasi di progettazione, si prevede di eseguire delle indagini geotecniche di dettaglio, finalizzate anche alla caratterizzazione sismica del terreno di fondazione.

Poiché, allo stato attuale, non sono disponibili indagini eseguite all'interno dell'area di intervento, si procede in via preliminare alla definizione della categoria di sottosuolo sulla base dei risultati delle indagini riportate nella "Relazione geologico-tecnica – Integrazione", relativa al Piano Strutturale d'Area Modificato di marzo 2009 (cfr. paragrafo 3).

Le indagini hanno evidenziato la presenza, al di sotto della coltre superficiale, di un substrato rigido costituito da una formazione arenacea ad elevata consistenza. Tale strato è stato intercettato in

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

quasi tutti i sondaggi ad eccezione di quelli eseguiti sul molo Batteria. Si ritiene, comunque, ragionevole supporre che anche in questa zona sia presente il substrato rigido a profondità maggiori rispetto a quelle indagate.

Pertanto, alla luce dei risultati delle indagini disponibili e sulla base delle considerazioni sopra riportate, si ritiene che i terreni di fondazione appartengano alla categoria di sottosuolo E : *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento*– cfr. paragrafo 4.2).

L'applicazione dei parametri sopra indicati ha permesso di ricavare, per il sito in oggetto (lat. 42.9262; long. 10.5501), i valori riportati in Tab. 4.1

Considerando un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1 e calcolando per ciascun stato limite il corrispondente valore di S_s , si ottiene il valore dell'accelerazione massima dato da:

$$a_{\max}/g = S_s * S_T * a_g.$$

I risultati delle elaborazioni sono riassunti in Tab. 4.2.

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
SLO	45	0.023	2.659	0.186
SLD	75	0.028	2.738	0.201
SLV	712	0.049	2.835	0.285
SLC	1462	0.056	2.884	0.299

Tab. 4.1 – Caratterizzazione sismica del sito

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	S_s	$a_{\max}/g$
SLO	45	0.023	2.659	0.186	1.6	0.038
SLD	75	0.028	2.738	0.201	1.6	0.044
SLV	712	0.049	2.835	0.285	1.6	0.078
SLC	1462	0.056	2.884	0.299	1.6	0.090

Tab. 4.2 – Valori di $a_{\max}/g$

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

5 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA

Il Piano strutturale d'area del 2006 per il territorio di Piombino suddivide il territorio sulla base della pericolosità geomorfologica e sulla pericolosità idraulica. La zonizzazione è il risultato dell'analisi dei seguenti aspetti:

- quadro conoscitivo del territorio
- assetto geologico e litologico
- caratteristiche geomorfologiche e dell'acclività
- caratteristiche idrogeologiche e di permeabilità
- assetto idrologico: rete idrografica e pluviometrie
- cartografia del PAI del Bacino Toscana Costa, del PIT e degli scenari di esondazione.

5.1 Pericolosità geomorfologica

La zonizzazione del territorio comunale secondo le classi di pericolosità geomorfologica è rappresentata nella "Carta della pericolosità geomorfologica" scala 1:10000 del "Piano strutturale d'area" del 2006.

Le classi sono le seguenti:

- CLASSE 2 - PERICOLOSITÀ BASSA: fanno parte di questa classe tutte quelle aree caratterizzate da situazioni geologico-tecniche apparentemente stabili sulle quale permangono tuttavia dubbi che saranno chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia.
- CLASSE 3a - PERICOLOSITÀ MEDIA: ne fanno parte le aree nelle quali non sono presenti fenomeni attivi, tuttavia le condizioni geologico-tecniche e morfologiche del sito sono tali da far ritenere che esso si trovi in equilibrio instabile. In queste aree gli interventi possono alterare lo stato di equilibrio e aumentare il livello di pericolosità complessiva del sito.
- CLASSE 3b - PERICOLOSITÀ MEDIA: ne fanno parte le aree con caratteristiche simili alla Classe 3a ma dove la propensione al dissesto è più evidente o comunque dove si ritenga che eventuali modifiche allo stato di equilibrio possano indurre un dissesto generalizzato dell'area.
- CLASSE 3c - PERICOLOSITÀ MEDIA: a questa classe appartengono le aree di pianura che per particolari condizioni stratigrafiche, geomeccaniche e di saturazione, costituiscono mediocri terreni di fondazione o che sono storicamente conosciute a seguito di cedimenti differenziali o lesionamenti di strutture o fabbricati.

Come si osserva dallo stralcio della Carta della pericolosità geomorfologica la zona di Poggio Batteria viene classificata a bassa pericolosità, mentre la costa immediatamente a Sud ricade nella classe 3 e 4 (pericolosità media ed elevata).

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

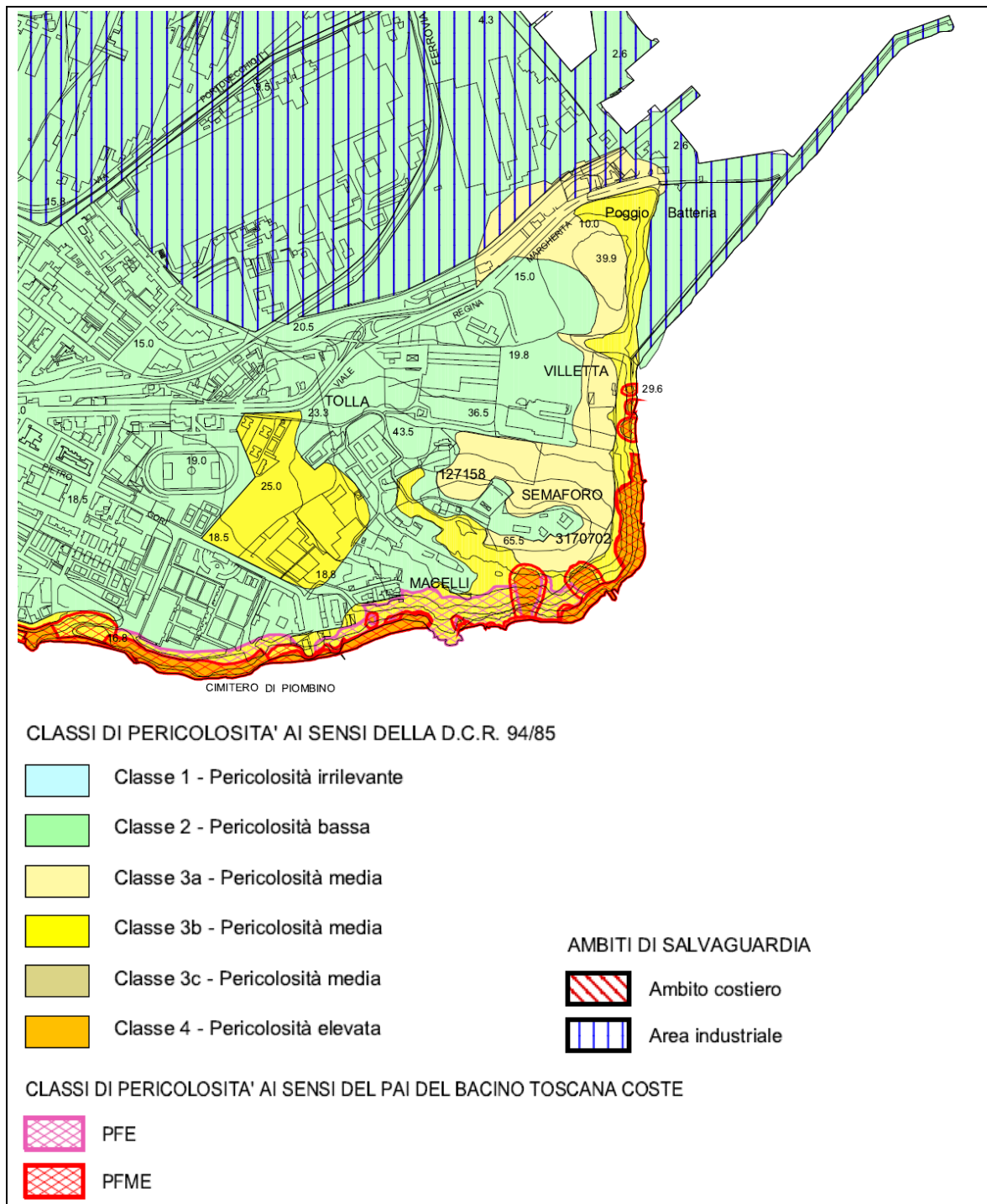


Fig. 5.1 – Stralcio della “Carta pericolosità geomorfologica” (scala 1:10000)

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

5.2 Pericolosità idraulica

La zonizzazione del territorio comunale secondo le classe di pericolosità in relazione al rischio idraulico è rappresentata nella “Carta della pericolosità per fattori idraulici” scala 1:10000 del “Piano strutturale d’area” del 2006.

Le classi di zonizzazione definite sono le seguenti:

- **CLASSE 1: PERICOLOSITÀ IRRILEVANTE** – Aree collinari e montane prossime ai corsi d’acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 - non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
 - sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori di metri 2 rispetto al piede esterno dell’argine, o in mancanza, al ciglio
- **CLASSE 2: PERICOLOSITÀ BASSA** – Aree di fondovalle o di pedecollina per le quali ricorrono le seguenti
 - non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
 - sono in situazione di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell’argine, o in mancanza, al ciglio di sponda.
- **CLASSE 3: PERICOLOSITÀ MEDIA** – Aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:
 - vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
 - sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell’argine, o in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
 - Le verifiche idrauliche effettuate nel quadro conoscitivo non danno garanzia di contenimento della piena con tempo di ritorno 100 o 200 anni.
- **CLASSE 4: PERICOLOSITÀ IDRAULICA ELEVATA (PIE)** – aree di fondovalle identificate dal PAI integrate dal quadro conoscitivo del PS.
- **CLASSE 4: PERICOLOSITÀ IDRAULICA MOLTO ELEVATA (PIME)** – aree di fondovalle identificate dal PAI integrate dal quadro conoscitivo del PS.

Come si può vedere dallo stralcio della Carta della pericolosità idraulica riportata in Fig. 5.2 l’area ricade in Classe 1 “pericolosità irrilevante”.

TITOLO:	STUDI SPECIALISTICI A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE RELATIVO AL NUOVO PORTO TURISTICO ANTISTANTE POGGIO BATTERIA	 Comune di Piombino
ELABORATO:	RELAZIONE TECNICA STUDI SPECIALISTICI: GEOLOGIA, GEOTECNICA, SISMICA	

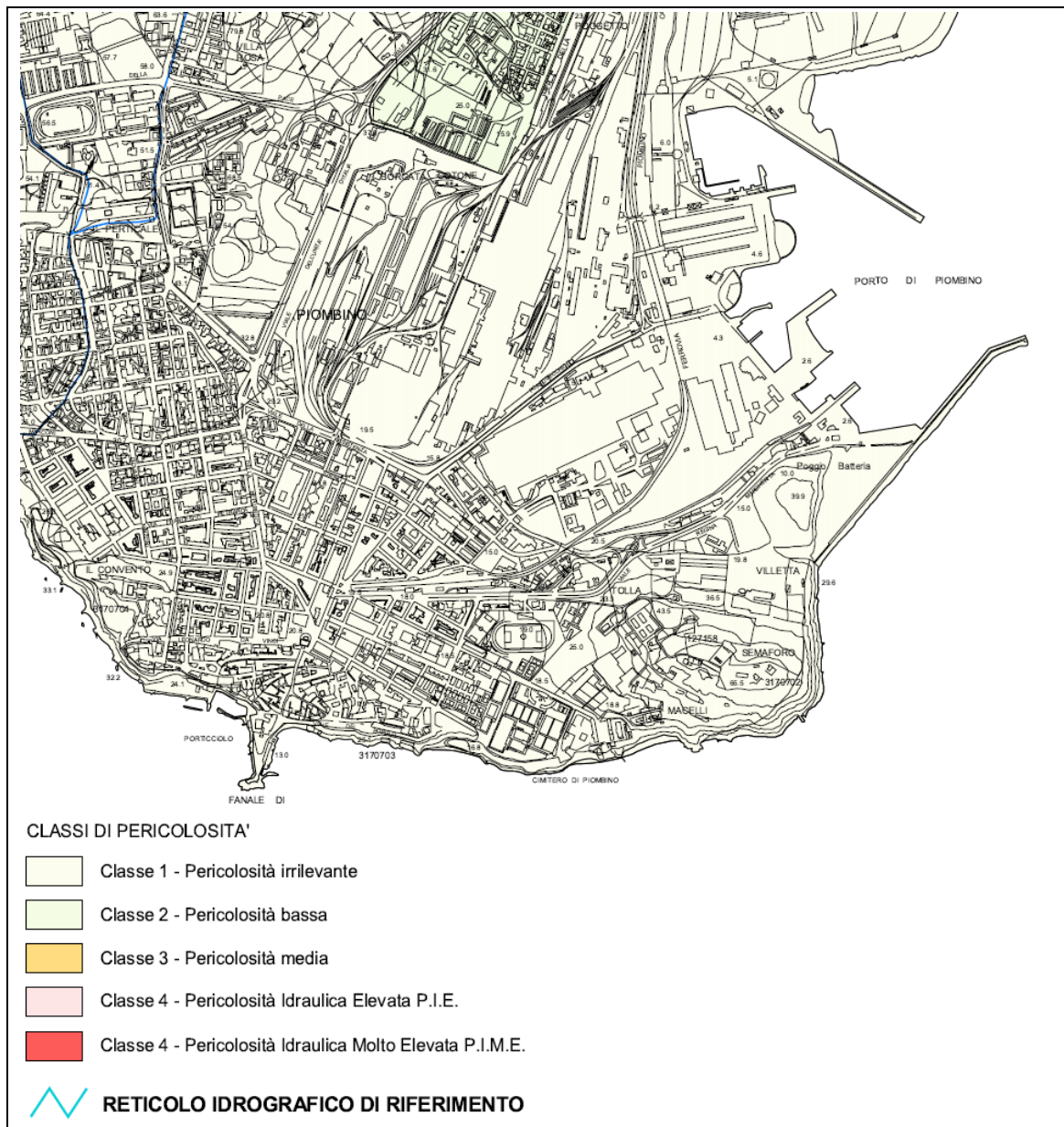


Fig. 5.2 – Stralcio della Carta della pericolosità idraulica