



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A.

AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA

LOTTO 7

TRATTO: BRETELLA DI PIOMBINO

PROGETTO DEFINITIVO

**INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE
NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE
DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006**


DOCUMENTAZIONE GENERALE

GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

IL GEOLOGO Dott. Vittorio Boerio Ord. Geo. Lombardia N. 794 RESPONSABILE UFFICIO GEI-GEO	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 COORDINATORE GENERALE APS	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE
---	--	---

RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: FEBBRAIO 2011		REVISIONE	
DIRETTORIO			FILE			n.	data	
codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo				
12	12	1701	GE0001	1--				
					SCALA:			

 ingegneria europea	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	Dr. Geol. Enrico Maranini
CONSULENZA A CURA DI :	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Tiziano Collotta Ord. Ingg. Lecco N. 122

RESPONSABILE DI COMMESSA Arch. Mario Canato Ord. Arch. Venezia N. 1294 COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE 
--	---	--

INDICE

PREMESSA	3
1 INDAGINI GEOGNOSTICHE	5
1.1 INDAGINI BIBLIOGRAFICHE.....	5
1.2 INDAGINI DI PROGETTO	6
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
2.1 ASSETTO STRATIGRAFICO E TETTONICO GENERALE.....	9
2.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO	12
2.2.1 <i>Depositi antropici - da (recente)</i>	14
2.2.2 <i>Depositi alluvionali, lagunari e deltizi - al (Olocene)</i>	17
2.2.3 <i>Depositi sabbiosi pleistocenici - QSG (Pleistocene medio sup.)</i>	17
2.2.4 <i>Arenarie di Suvereto - su (Oligocene - Miocene inf.)</i>	18
3 SISMICITÀ.....	20
4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	21
4.1 SUBSIDENZA.....	21
4.2 MORFOLOGIE DELL'AREA DI STUDIO.....	22
4.2.1 <i>Forme legate all'idrografia e alla dinamica fluviale</i>	23
4.2.2 <i>Forme antropiche</i>	24
4.2.3 <i>Il Piano di Assetto Idrogeologico</i>	25
5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	28
5.1 INQUADRAMENTO GENERALE	28
5.2 IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO	28
5.2.1 <i>Complesso 1</i>	29
5.2.2 <i>Complesso 2</i>	30
5.2.3 <i>Complesso 3</i>	30
5.3 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO	30
6 DESCRIZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA IN ASSE AL TRACCIATO	33
BIBLIOGRAFIA	36

PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto lo studio geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area interessata dal progetto definitivo della bretella di collegamento tra la SS. 398 e il Porto di Piombino.

La realizzazione dello studio, comprensivo di relazione ed elaborati cartografici è stato articolato secondo i seguenti punti:

- ricerca della documentazione tematica disponibile in letteratura, per la quale si rimanda alla sintesi bibliografica; tra i lavori maggiormente accreditati si citano gli elaborati relativi al Piano Strutturale d'Area della Val di Cornia, pubblicati nel 2006 dal Circondario della Val di Cornia - Provincia di Livorno;
- analisi delle risultanze geognostiche disponibili, costituite dall'insieme delle indagini bibliografiche e delle indagini appositamente eseguite nel corso della presente progettazione;
- ricostruzione dello schema geologico locale, eseguito attraverso rilevamento geologico di superficie (scala 1:5.000), che ha interessato una fascia di ampiezza pari a circa 1 km disposta a cavallo dei tracciati);
- studio geomorfologico di dettaglio, realizzato mediante fotointerpretazione in stereoscopia e successivo rilevamento in sito. L'analisi è stata integrata mediante confronto della documentazione fotografica recente con quella storica, ciò al fine di ricostruire la morfologia originaria laddove l'attività antropica avesse mutato sensibilmente il paesaggio naturale;
- inquadramento idrogeologico generale dell'area di studio, comprendente il censimento ed il monitoraggio dei punti d'acqua ispezionabili in sito, la definizione dei complessi idrogeologici, dell'andamento delle superfici piezometriche e delle direzioni di flusso.

Lo studio geologico sintetizza gli elementi conoscitivi descritti mediante la produzione dei seguenti elaborati, facenti parte della documentazione progettuale:

- carta geologica in scala 1:5000 e profili geologici longitudinali 1:5000/500 e 5000/5000,
- carta geomorfologica in scala 1:5000;
- carta idrogeologica 1:5000 e profili idrogeologici longitudinali 1:5000/500 e 1:5000/5000;
- carta di ubicazione delle indagini geognostiche in sito;

1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la redazione del progetto definitivo sono state utilizzate le indagini bibliografiche reperite attraverso studi pregressi, nonché i risultati di campagne di indagine dedicate realizzate nel corso delle diverse fasi progettuali.

La tipologia delle indagini eseguite ha risposto alle necessità progettuali di carattere sia geologico, sia geotecnico.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella cartografia tematica allegata. I dati stratigrafici e tecnici derivanti dalla documentazione geognostica sono allegabili al progetto e sintetizzati di seguito.

1.1 INDAGINI BIBLIOGRAFICHE

I dati pregressi sono stati suddivisi in relazione ai soggetti che ne hanno fornito l'acquisizione, in particolare:

- Database geognostico del Circondario Val di Cornia, (2006): si tratta di dati acquisiti per la redazione del Piano strutturale d'Area della Val di Cornia, si tratta di documentazione cartacea riferita a svariate indagini in sito, realizzate in tutta l'area del Bacino del fiume Cornia, in periodi differenti e con diverse finalità. Comprendono stratigrafie di sondaggi, saggi geognostici superficiali, prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (DP, DPSH). La documentazione è estremamente eterogenea, di qualità e affidabilità variabile; solo una minima parte delle indagini è ubicata in prossimità degli assi stradali di progetto; 7 stratigrafie di sondaggi sono stati considerati e cartografati nella documentazione di progetto.
- Lucchini Piombino s.p.a. (vari periodi): indagini varie eseguite con finalità geotecniche, si tratta prevalentemente di stratigrafie, oltre ad alcune prove penetrometriche statiche realizzate in periodi differenti ed in varie zone dell'area siderurgica. Trattasi di documentazione cartacea molto datata, anche se solitamente completa nella compilazione, ma di non provata affidabilità.

- Lucchini Piombino s.p.a. (vari periodi). Indagini eseguite con finalità chimico ambientale costituite da stratigrafie di sondaggi poco profondi, da dati piezometrici e da analisi chimiche condotte sui terreni e sulle acque di falda. Queste attività sono state condotte internamente all'area siderurgica in accordo al Testo Unico ambientale. Sono stati cartografati 12 punti di indagine, prossimi all'asse di progetto e provvisti di strumentazione piezometrica. Le risultanze delle analisi chimiche sulle terre e sulle acque sono state utilizzate per gli studi di monitoraggio ambientale.

1.2 INDAGINI DI PROGETTO

Le indagini geognostiche eseguite fanno riferimento a due diverse fasi temporali, descritte di seguito

Indagini finalizzate alla progettazione preliminare

Tali indagini realizzate nel periodo Aprile - Giugno 2007, sono state realizzate su un tracciato leggermente differente rispetto all'attuale, e ben più lungo, compreso tra la SS 398 e l'attuale Porto di Piombino, per un lunghezza in asse di circa 5 km..

Le indagini in sito consistono in 11 sondaggi verticali a carotaggio continuo, spinti a profondità variabili (fino a 40 m di profondità da p.c.), con prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati e campioni per analisi chimico ambientali, nonché esecuzione di prove dinamiche in foro tipo SPT. I fori sono stati strumentati con piezometri a tubo aperto e tipo Casagrande (in alcuni casi non più reperibili). Sono stati realizzati anche 2 pozzetti esplorativi superficiali (0 - 3.5 m di profondità), con esecuzione di prove di carico su piastra e di prove di densità in sito.

Sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati in sito è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica di laboratorio, comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi. Sono state inoltre effettuate analisi chimico ambientali del terreno e dell'acqua di falda, in accordo alla normativa ambientale (DL 152/2006 e succ.).

Di tutte le indagini suddette ricadono nei pressi dell'asse di progetto attuale n. 6 sondaggi (di cui uno fuori asse) e i 2 pozzetti esplorativi (di cui uno fuori asse).

La tabella seguente riassume le caratteristiche principali delle indagini in sito:

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
S-P1	32.4	Pz. Tubo aperto 15m Pz. Casagrande 25m
S-P2	35.0	Pz. Tubo aperto 35m
S-P3	40.0	Pz. Casagrande 36m
S-P4	30.0	Pz. Tubo aperto 10.5m
S-P5	15.0	Pz. Tubo aperto 15m
S-P7	41.6	Pz. Tubo aperto 10m Pz. Casagrande 28.5m
S-P8	13.0	Pz. Tubo aperto 19m
S-P9	35.0	Pz. Tubo aperto 19m
S-P10	25.0	Pz. Tubo aperto 9m Pz. Casagrande 25m
S-P11	40.0	Pz. Tubo aperto 30m
S-P13	27.2	Pz. Tubo aperto 27m
Pz-01	3,5	-
Pz-02	2,3	-

Indagini finalizzate alla progettazione definitiva

Sono costituite dalle indagini realizzate specificamente per la redazione del progetto definitivo. Sono costituiti da n.8 sondaggi geognostici, spinti a profondità variabili fino a circa 40 m da p.c. (due sondaggi sono molto superficiali), n.2 pozzetti esplorativi superficiali, n.2 pozzetti ambientali e n.3 prove penetrometriche statiche con piezocono.

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati spezzoni di carota lapidea e campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno, e sono state eseguite prove dinamiche ipo SPT e prove di permeabilità Lefranc. I fori di sondaggio sono stati generalmente attrezzati con strumentazione piezometrica dedicata al monitoraggio della falda; in un caso specifico (SD4) è stata installata tubazione per l'esecuzione di prove sismiche in foro tipo Cross Hole.

Nel corso dei scavi in pozzetto sono state eseguite prove di carico su piastra e prove di densità in sito, e sono stati prelevati campioni rimaneggiati

Una prova CPTU (CPT-D2) è stata affiancata da un prova con sismocono, per il rilievo della velocità delle onde di taglio, tramite coppia di geofoni a interasse fisso posti in prossimità della punta.

Sui campioni prelevati dai sondaggi e dai pozzetti è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati. Sono state inoltre eseguite prove cicliche finalizzate alla determinazione alle caratteristiche di deformabilità in ambito dinamico, nonché prove di compattazione e portanza finalizzate al riutilizzo ed al recupero delle terre da scavo.

Sono state infine effettuate analisi chimico ambientali dei terreni superficiali e dell'acqua di falda, in accordo alla normativa ambientale (DL 152/2006 e succ.)

La tabella seguente illustra le principali caratteristiche delle indagini in sito eseguite e riportate nella documentazione cartografica di progetto.

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
S-D1	35.0	Pz. Tubo aperto 35m
S-D1bis	35.0	
S-D2	40.0	Pz. Tubo aperto 30m
S-D3	35.0	Pz. Tubo aperto 35m
S-D4	35.0	Tubo cieco per geofisica
S-D5	15.0	Pz. Tubo aperto 15m
S-D6	6.5	
S-D6bis	3.2	
CPT-D1	31.9	
CPT-D2	32.0	
CPT-D3	18.7	
Pz-D1	4.0	
Pz-D2	0.5	

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 ASSETTO STRATIGRAFICO E TETTONICO GENERALE

Le formazioni affioranti nei settori costieri della Toscana meridionale sono riferibili ad un arco temporale che va dal Triassico all'attuale e sono ascrivibili alle unità dell'Appennino Settentrionale.

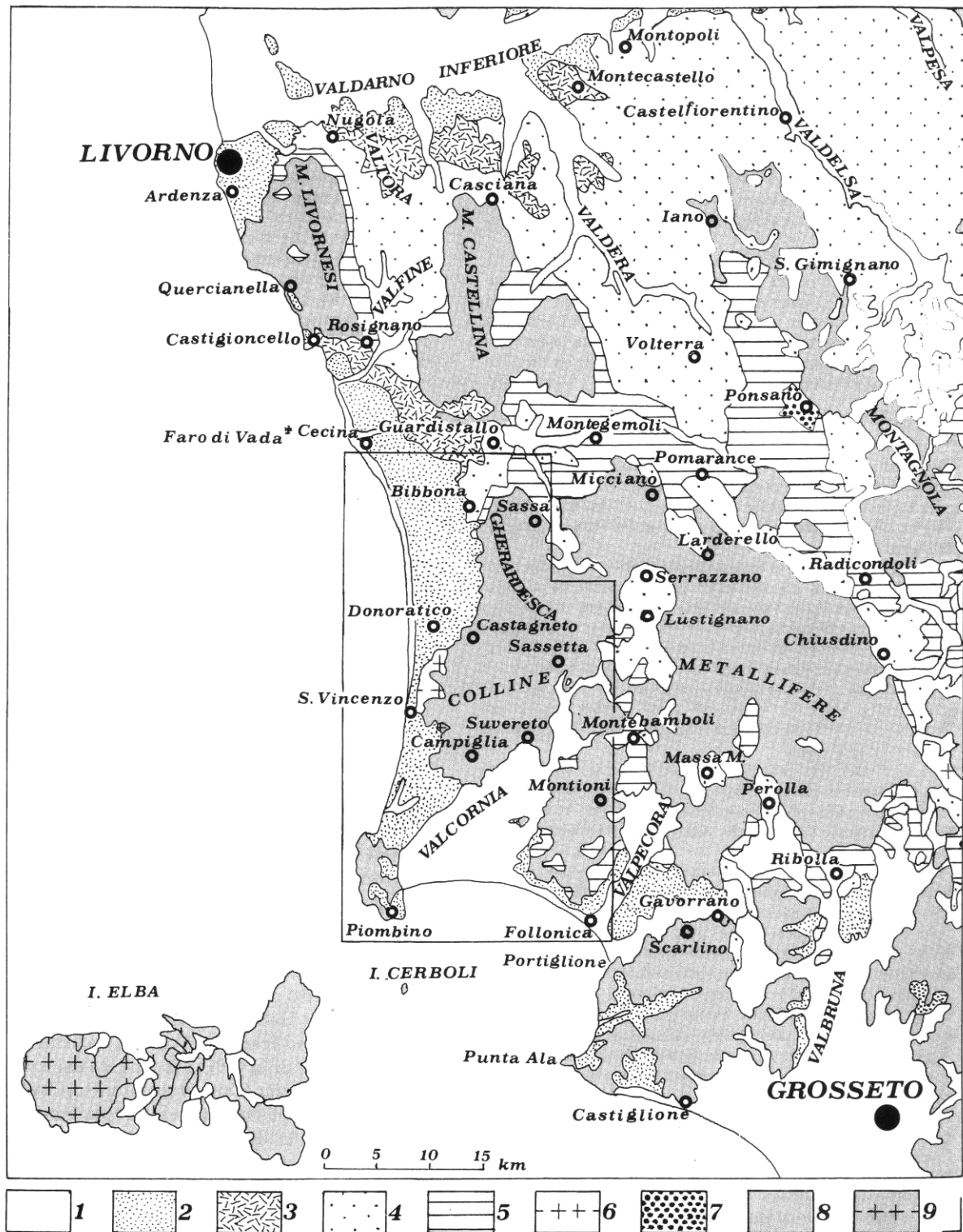
Tali unità corrispondono a diversi domini paleogeografici, che devono essere intesi come i diversi ambiti in cui esse si sono sedimentate prima di venire coinvolte nei processi di dislocazione tettonica dell'orogenesi appenninica.

L'assetto geologico - strutturale che si riscontra nel settore tirrenico - appenninico deriva dai processi di rifting terziari, i quali hanno frammentato l'edificio a falde formato dall'impilamento di unità appartenenti a diversi domini strutturali, di seguito riportati (Costantini et al., 1993):

- Complesso Neoautoctono: è costituito da una successione di formazioni mioceniche, plioceniche e quaternarie deposte in bacini di sprofondamento tettonico, collegati allo sviluppo degli eventi distensivi post-collisionali neogenici e quaternari, nonché allo sviluppo di cicli stratigrafici legati alle oscillazioni glacioeustatiche del livello marino, riconosciute nell'ambito dei depositi del Pleistocene medio e superiore, fino all'Olocene.
- Dominio Ligure: è rappresentato da ofioliti giurassiche e da prodotti di sedimentazione pelagica, con a tetto una sequenza flyschoidale calcareo marnosa cretacea. Gli ambiti di sedimentazione, tra il Cretaceo sup. e l'Eocene medio, subiscono un'evoluzione che li portò dagli ambienti di piana sottomarina, a quelli di bassofondo pelagico, oppure a quelli tipici delle conoidi sottomarine soggette ad ingenti apporti detritici. Le sequenze ofiolitiche giurassiche, costituite da gabbri, serpentiniti, basalti, assumono il significato di magmi sub-crostaletici di tipo oceanico, sormontati dai ricoprimenti pelagici profondi riconducibili al Cretaceo inferiore.

- *Dominio Subligure*: rappresenta la transizione tra il dominio oceanico e quello continentale Toscano, e comprende le sequenze calcareo-arenacee di età Cretacico superiore-Oligocenica. Gli ambienti deposizionali delle formazioni Subliguri sono rappresentati da bacini terrigeni (v. formazione di Canetolo) ubicati in posizione esterna rispetto a una dorsale intracontinentale (zona insubrica) oltre la quale, in posizione interna, si sono deposte successioni continue di piana sottomarina con ampio sviluppo di conoidi, specialmente nei livelli superiori.
- *Dominio Toscano*: è costituito da sequenze deposizionali in cui si può distinguere un dominio Toscano rappresentato da termini non metamorfici, e un dominio costituito da terreni metamorfici (non rappresentati nell'area di studio). Gli ambienti di sedimentazione ebbero un'evoluzione da quelli di laguna e piattaforma carbonatica iperalina del Trias sup a quelli di piattaforma carbonatica del Lias sup. Durante tutto il Giurassico sup. e medio si svilupparono successioni lacunose e condensate in ambiente costantemente pelagico; a partire dal Giurassico sup. l'ambiente pelagico si approfondì in ambito bacinale epicontinentale, nel quale la deposizione carbonatica diminuì progressivamente nei confronti di quella silicoclastica. Con l'Eocene medio sup. l'ambiente di sedimentazione iniziò a risentire dell'apporto di clasti più grossolani, a causa del sempre più frequente arrivo di onde torbidity, la cui deposizione continuò fino all'oligocene sup., con l'instaurarsi di un ambiente di conoide esterna, seguita dal colmamento del bacino per il sopraggiungere delle Unità alloctone del Dominio Subligure.

Ai domini suddetti occorre inoltre aggiungere il complesso magmatico neogenico, costituito sia da rocce intrusive, sia effusive.



Geologia della Toscana tirrenica centro meridionale. 1. Olocene; 2. Pleistocene medio sup.; 3. Pleistocene inf.; 4. Pliocene inf.- medio; 6. Magmatiti effusive; 7. Unità epiliguri; 8. Unità toscane e Liguri. (da Costantini et al., 1993).

Dal punto di vista tettonico l'area studiata si pone tra il settore occidentale delle Colline Metallifere e il nucleo plutonico dell'Isola d'Elba, e rappresenta un tratto di catena collisionale che si è corrugata nell'intervallo Oligocene sup. Miocene inf.,

durante il processo di accrezione responsabile della costruzione dell'orogene appenninico. Nel Neogene ne è seguito lo smembramento ad opera di una intensa tettonica distensiva.

La successione d'impilamento e la giacitura delle unità sono pertanto legate ad una lunga e complessa storia geologica, caratterizzata da successioni discontinue e da ripetizioni di serie separate fra loro da discontinuità di natura sia tettonica, sia stratigrafica.

2.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

L'area in oggetto è posta a Nord-Est dell'abitato di Piombino e si estende per circa 1 km a cavallo del tracciato stradale di progetto.

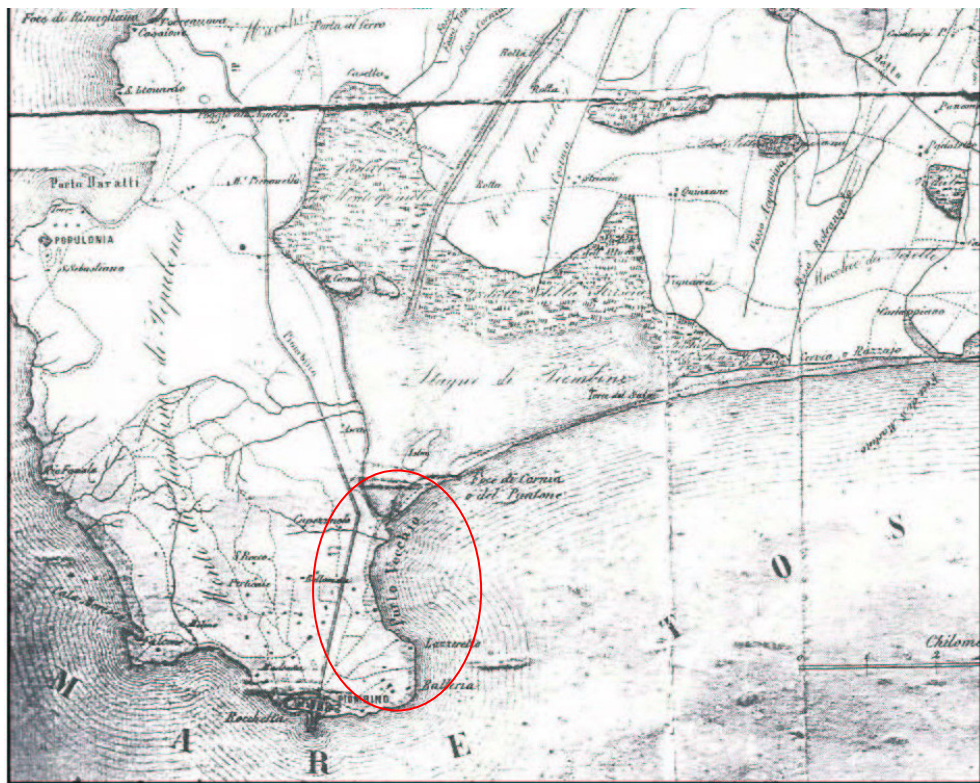
Il promontorio di Piombino è caratterizzato da affioramenti della falda Toscana, ai quali si sovrappongono gli elementi Subliguri. Lungo i rilievi collinari più prossimi all'area di interesse progettuale affiorano prevalentemente le unità Subliguri, costituite dalle Arenarie di Suvereto (oligocene –miocene) cronologicamente coeve al Macigno della serie Toscana; lungo l'estremità meridionale del promontorio sono invece prevalenti le sequenze torbiditiche di Salivoli Piombino (Eocene).

Entrambe le formazioni suddette sono giustapposte a depositi continentali e retro-costieri riconducibili ai cicli eustatici del Pleistocene medio e sup; depositatesi in più fasi a cavallo della glaciazione Wurmiana e presenti per alcune decine di metri di spessore. Si tratta di depositi principalmente sabbiosi, caratterizzati da una caratteristica colorazione giallo rossastra; presentano talvolta notevole scheletro argilloso e intercalazioni limoso - argillose legate ai cicli di variazione eustatica.

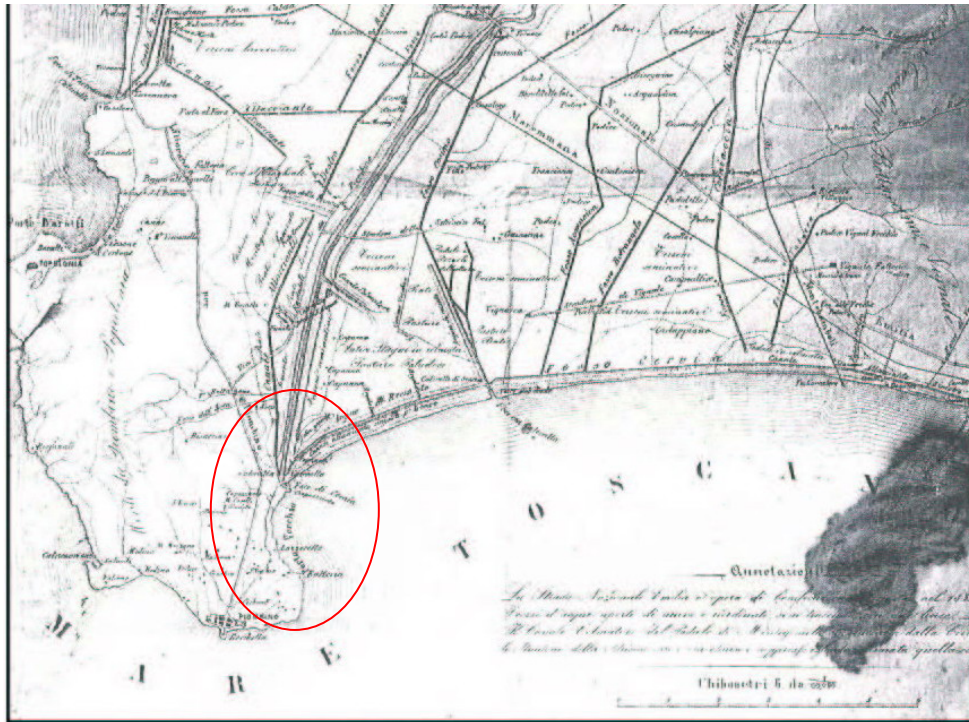
Nella vasta pianura posta a NE del promontorio si individua la valle fluviale del Cornia, bonificata in più fasi nel corso del XIX secolo; in particolare, quasi tutta la fascia litorale compresa tra Piombino e Follonica è il risultato della colmata della "Padule di Piombino", avvenuta per fasi successive a partire dal 1832.

Il corso terminale del Cornia è stato progressivamente incanalato e successivamente deviato per facilitare il completamento delle opere di bonifica. Oggi sono ancora

presenti sia aree umide, sia aree in cui la regimazione idraulica è affidata a sistemi di sollevamento meccanico, entrambe poste a quote prossime al livello medio marino. In tutta questa zona prevalgono naturalmente i sedimenti alluvionali ricoperti superficialmente da quelli di colmata, entrambi caratterizzati da depositi con granulometrie comprese fra quella delle sabbie (da mediamente a poco addensate) a quella delle argille fortemente organiche (altamente compressibili).



Pianura del Cornia nel 1830, precedente la bonifica (estratto da Circondario Val di Cornia, 2006). E' evidenziata l'area di interesse progettuale



Pianura del Cornia nel 1864, a bonifica ultimata (estratto da Circondario Val di Cornia, 2006)

Il tracciato di progetto si sviluppa pressoché interamente in piano, lungo la parte terminale del bacino bonificato del Cornia ed a ridosso dei rilievi collinari descritti precedentemente, tali rilievi risultano in parte spianati artificialmente e pertanto in quegli ambiti il substrato si trova a modestissima profondità. Buona parte delle aree attraversate dal tracciato sono antropizzate e occupate da attività industriali presenti da svariate decine di anni, le quali hanno obliterato le evidenze geologiche originarie.

Di seguito si descrivono, in ordine cronologico, le formazioni litologiche individuate nella cartografia geologica allegata al progetto.

2.2.1 Depositi antropici - da (recente)

Si tratta di accumuli di materiale lapideo o non lapideo, molto eterogenei dal punto di vista sia granulometrico, sia litologico; questi materiali sono stati mobilitati in relazione alle attività di urbanizzazione civile e/o industriale.

Dal momento che buona parte dell'area di pertinenza progettuale risulta ubicata in zona siderurgica (acciaierie Lucchini), sono diffusi i depositi antropici costituiti da scorie di altoforno, di aspetto a tratti litoide o semilitoide. Le scorie sono state peraltro

utilizzate per decenni al fine di spostare verso mare la linea di costa, guadagnando significative porzioni di terre emerse.

I depositi antropici sono stati cartografati in planimetria geologica solamente se il loro spessore è risultato pari ad almeno 4-5 m. E' stata effettuata una distinzione grafica per spessori compresi tra 5 e 10 m (con substrato visibile in trasparenza) e per spessori maggiori a 10m (substrato non visibile in planimetria).

Un'attenzione particolare merita il rialzo addossato al promontorio arenaceo attraversato dall'asse di progetto 1b, laddove il tracciato, oltrepassata la galleria ferroviaria della linea Pisa Campiglia, scende in trincea fino alla foce del Cornia. Tale struttura rappresenta il residuo di una ben più ampia collina artificiale, estesa lungo tutta la zona posta ad ovest del Cornia vecchia, nei pressi del porto turistico; essa è costituita da scorie di altoforno, saldate e stratificate, allocate diverse decine di anni fa e successivamente rimosse per recuperare il materiale utile alla realizzare le nuove zone emerse, oggi sede delle aree industriali a mare.

Si noti che il sondaggio SD5, posto subito a monte di detto rialzo, è costituito per circa 12-13 m da materiale detritico arenaceo misto a limo sabbioso. E' stato anch'esso interpretato come materiale antropico, forse legato a scarti di lavorazione delle antiche cave di arenaria presenti in quell'area.



Deposti antropici in area industriale siderurgica Lucchini (prossimità km 1+600 - asse 0)



Promontorio costituito interamente da scorie di altoforno, sversate dall'alto e successivamente saldate tra loro (nei pressi dell'asse 1b, progr. km 0+200 - 0+300 circa; foto scattata da SE).

2.2.2 **Depositi alluvionali, lagunari e deltizi - al** (Olocene)

Sono rappresentati dalle alluvioni attuali e recenti della piana costiera del Cornia e presenti con continuità lungo tutta l'area pianeggiante posta a nord-Est dell'abitato di Piombino. Le alluvioni sono costituite da sedimenti piuttosto eterogenei, in relazione alla evoluzione storica del territorio e della rete idrografica principale:

- in superficie, per i primi 3-6 m di spessore, prevalgono i depositi di colmata, la granulometria risulta molto variabile, ma generalmente si tratta di terreni compressibili e poco addensati di colore variabile da nocciola marrone a grigio.
- A profondità maggiori si rinvencono i depositi continentali, alluvionali, lagunari e di palude retrocostiera, variabili in spessore da 10 -15 m fino a circa 30 -35 m (v. sondaggi SP7, SD2). Sono costituiti da alternanze metriche di argille limose e sabbie limose, con locali intercalazioni di ghiaie evolute in profondità; il colore è prevalentemente grigio e grigio scuro, solo localmente nocciola ocracea. Nella porzione medio alta i depositi sono teneri o poco addensati, sovente ricchi di resti conchigliari e organici (frammenti fibrosi o torbosi nerastri); sono generalmente sterili oltre i 20 m di profondità circa, caratterizzati da consistenza localmente più elevata.

2.2.3 **Depositi sabbiosi pleistocenici - QSG** (Pleistocene medio sup.)

Sono costituite da sabbie medio fini, da rosso vivo a nocciola giallastre, accompagnate sovente da abbondante scheletro limoso e argilloso. Si accompagnano talvolta a sottili livelli calcarenitici (tipo Panchina), o presentano inclusi arenacei e intercalazioni ghiaiose decimetriche sparse. Sono totalmente sterili sotto l'aspetto fossilifero. La loro origine alluvionale viene correlata agli ambienti lacustri e fluviali e retrocostieri - dunari.

I depositi sono generalmente sciolti, ma in alcune aree circoscritte possono aver subito fenomeni diagenetici tali da conferire loro una certa coesione.

Appartengono alla successione Neogenica Toscana, della quale rappresentano la chiusura della serie, ricoprono estesamente le sottostanti formazioni arenacee lungo i

rilievi collinari costieri e si ritrovano anche a quote sensibilmente elevate (80 - 100 m s.l.m.).

Lungo gli assi di interesse progettuale se ne rinvencono spessori considerevoli al di sotto delle coltri aluvionali oloceniche.



Affioramento in parete dei depositi sabbiosi pleistocenici (WP04)

2.2.4 Arenarie di Suvereto - su (Oligocene - Miocene inf.)

Si tratta di arenarie quarzoso feldspatiche a granulometria prevalentemente medio - fine, organizzate in strati medi e subordinatamente in strati spessi o in banchi; vi possono essere rare intercalazioni conglomeratiche. Nell'ambito dei banchi si rinvencono orizzonti gradati a granulometria grossolana. Il colore è grigio, giallastro per alterazione, con interstrati grigio scuri.

Questa formazione appartiene alle Unità Subliguri e risulta coeva alla formazione del Macigno, che invece fa parte della Falda Toscana. Le due unità non sarebbero facilmente distinguibili, se non in ragione della diversa posizione nell'orogene.

Le Arenarie di Suvereto affiorano estesamente lungo i rilievi collinari costieri; nell'ambito delle aree di pertinenza progettuale sono state cartografate presso l'intersezione dell'asse 0 con la SS 389 e nella parte iniziale dell'asse 1b, lungo un vasto promontorio roccioso, oggi parzialmente spianato per esigenze antropiche.

In perforazione la formazione è stata individuata in diversi sondaggi, a profondità differenti. Le arenarie sono a tratti compatte e poco fratturate; spesso, nella parte alta della formazione si individuano alcuni metri di materiale detritico, costituito da frammenti arenacei di varia pezzatura, fortemente degradati, in matrice sabbiosa limosa (v. SD1 e SD4).



Sequenze arenacee con intercalazioni pelitiche della Formazione di Donoratico (WP06)

3 SISMICITÀ

Gli annali storici relativi agli eventi sismici registrati nella regione costiera prossima a Piombino non segnalano una particolare attività sismica; tutti gli eventi documentati appaiono esterni alle aree di pertinenza progettuale, con eventi maggiori nei comuni della Provincia di Livorno posti nell'interno o più a Nord, tra Bibbona e Rosignano.

In base alla classificazione sismica nazionale il comune di Piombino, nel cui territorio ricade l'opera in progetto, è stato dichiarato appartenente alla Zona 4 secondo l'ordinanza OPCM 3274/2003 (categoria N.C. secondo GdL 1998).

L'accelerazione massima al suolo varia da un minimo di $0.05 \cdot g$ a un max di $0.075 \cdot g$ ciò secondo la *Mappa di pericolosità sismica del Territorio Nazionale (INGV, 2004)*.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione di pianificazione e di controllo dello stesso.

Si rimanda alla documentazione geotecnica di progetto per la definizione dei criteri classificativi riconducibili alla nuova normativa in vigore.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La morfologia della regione costiera toscana è stata influenzata da fenomeni evolutivi legati alle caratteristiche delle diverse formazioni geologiche, alla tettonica ed ai processi esogeni che a più riprese hanno agito sulle litologie affioranti.

In generale si possono distinguere forme predominanti di paesaggio, riconducibili essenzialmente alle diverse caratteristiche litologiche dei terreni che costituiscono il substrato (Circondario di Val Cornia, 2006).

4.1 SUBSIDENZA

I fenomeni di subsidenza sono noti storicamente in tutta la Piana del Cornia.

A partire dal 1891 sono state realizzate misurazioni da parte dell'IGM, misure che hanno avuto carattere di sistematicità nel periodo compreso fra il 1950 ed il 1987.

Gli studi che hanno riguardato le variazioni altimetriche imputabili all'abbassamento della superficie del suolo hanno evidenziato che i cedimenti hanno subito una notevole accelerazione nel periodo successivo al 1950, in particolare si sono registrate deformazioni da 2 a 6 volte più consistenti rispetto al periodo precedente, con gradienti anche molto significativi.

La distribuzione della velocità degli abbassamenti (mm/anno) nell'ultimo periodo è tale per cui da valori di zero, in prossimità degli affioramenti collinari, si arriva fino a 8 mm/anno a Vignarca e 11 mm/anno a Campo all'Olmo, vale a dire alcuni km all'interno della Piana di Piombino, (circa 2-3 km più a W dal tracciato di progetto).

E' ampiamente documentato (v. bibliografia riportata nel Piano Strutturale d'Area, Circondario Val di Cornia) che la subsidenza è imputabile in massima parte alle attività antropiche (sovraccarico delle infrastrutture, emungimento della falda e conseguente declino piezometrico) e solo subordinatamente a cause naturali (eustatismo, consolidazione dei depositi di colmata). Significative inversioni di tendenza si sono comunque registrate negli ultimi anni a seguito di una migliore

gestione della risorsa idrica sotterranea, combinata all'entrata in funzione di nuovi sistemi acquedottistici distribuiti sul territorio.

4.2 MORFOLOGIE DELL'AREA DI STUDIO

Il promontorio di Piombino presenta una morfologia caratterizzata da pendii mediamente acclivi, le cui quote più elevate (mai superiori a 300 m s.l.m.) si trovano a ridosso del margine costiero occidentale. Nella porzione sud-orientale, dove si è sviluppato maggiormente il centro urbano e industriale di Piombino, i pendii sono invece piuttosto blandi, complice l'assetto strutturale Est - vergente delle formazioni stratificate; questi versanti si raccordano con regolarità alla piana alluvionale e costiera del Cornia.

Buona parte delle aree pianeggianti, laddove non antropizzate, sono ricoperte da colture estensive di tipo seminativo; lungo alcuni tratti a morfologia più acclive ed a ridosso dei corsi d'acqua secondari, sono invece conservati residui di vegetazione boschiva ed arbustiva.

Gli elementi naturali identificati interessano la piana alluvionale e costiera, mentre nelle aree collinari il substrato delle rocce stratificate ha influenza diretta sulle geometrie di versante. Va comunque sottolineato che la quasi totalità delle forme individuate in prossimità del tracciato di progetto risulta influenzata dai processi antropici, presenti indistintamente su tutti i tipi di substrato.

I risultati dello studio geomorfologico sono sintetizzati nella carta geomorfologica di progetto 1:5000, dove tutti gli elementi legati alla rielaborazione morfologica del territorio sono stati distinti in relazione ai diversi processi evolutivi.

- a) forme legate alla rete idrografica e alla dinamica fluviale;
- b) morfologie legate all'azione antropica, antica e recente.

Ad essi si associa la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica da PAI, descritte a parte.

4.2.1 Forme legate all'idrografia e alla dinamica fluviale

I notevoli interventi antropici perpetrati nell'area costiera hanno spesso obliterato le originarie forme naturali ascrivibili ai processi fluviali. In cartografia sono evidenziati unicamente:

- i corsi d'acqua canalizzati;
- le aree umide e di emergenza stagionale della falda freatica (nei pressi del Cornia vecchia)
- l'antica linea di costa ricostruita lungo il margine orientale del promontorio, si tratta di morfologie costiere precedenti all'estensione dell'area industriale portuale avvenuta nella seconda metà del '900,
- i depositi di colmata delle antiche aree acquitrinose precedenti alla bonifica ottocentesca, la cui origine è vincolata a sua volta ai processi antropici.

Reticolo idrografico

L'assetto del sistema idrografico locale appare di fondamentale importanza per la caratterizzazione geomorfologica del territorio, in quanto condiziona la presenza degli altri processi evolutivi, sia antropici, che naturali (v. l'evoluzione dei dissesti gravitativi).

La zona di studio si inserisce interamente all'interno del bacino idrografico del Fiume Cornia, esteso in tutta la piana tra Piombino e Follonica. L'area di interesse progettuale abbraccia la parte terminale di detto bacino, laddove il Cornia è canalizzato nei due rami principali denominati 'Cornia Vecchia' (a ridosso del tracciato di progetto), e 'Cornia' s.s., che sbocca nel Tirreno 1 km circa più a Est dell'area di studio. Entrambi i canali sono completamente artificiali per oltre 3 km a partire dalla foce, e scorrono all'interno dell'area di colmata che, prima delle bonifiche operate nel secolo XIX, rappresentava la *Padule di Piombino* ed era interamente coperta da acque lagunari e acquitrinose a profondità ridotta.

L'unico affluente di rilievo presente nella zona di studio è costituito da un fosso minore (Montegemoli) canalizzato in sponda destra.

In prossimità della foce, il Cornia Vecchia è affiancato a Ovest dal Canale Allacciante e dai relativi affluenti di destra (fosso Cagliana, fosso Nuovo, canale Maestro), che raccolgono le acque provenienti dalle pendici collinari retrostanti, e la cui configurazione attuale è legata alle opere di bonifica.

Il Cornia Vecchia e il Canale Allacciante sono stati recentemente scavati e vistosamente allargati in sezione, il che ha generato un arretramento della foce di oltre 500 m ed ha creato lo spazio per la realizzazione di un porto turistico.

Procedendo più a Sud della foce del Cornia Vecchia, l'area più prossima alla zona di progetto è inserita completamente nel tessuto urbano ed industriale di Piombino, nel quale la rete idrografica naturale è pressochè inesistente e sostituita dalla regimazione urbana delle acque di scolo.

4.2.2 Forme antropiche

Le forme derivanti dalle trasformazioni del paesaggio naturale a seguito dell'attività umana, storica e recente appaiono numerose, in particolare si fa riferimento ai seguenti elementi:

Cave

Numerose cave dismesse, legate all'estrazione delle arenarie di Suvereto, sono ubicate nella porzione centro orientale dell'area rilevata. Sono delimitate da scarpate verticali alte 4- 8 m circa.

Versanti terrazzati

I versanti terrazzati sono numerosi lungo i rilievi collinari ricoperti superficialmente dalle sabbie di Donoratico; si tratta di morfologie realizzate storicamente per permettere lo sviluppo di colture arbustive anche in aree acclivi, hanno contribuito nel contempo alla stabilizzazione morfologica di aree potenzialmente soggette a dissesti gravitativi superficiali.

Scarpate e superfici di spianamento

Queste aree sono piuttosto estese e rappresentano le porzioni di versante soggette a recente risistemazione morfologica operata mediante importanti movimenti terra.

In queste zone sono comprese anche le più estese ed antiche aree di cava, nonché le forme legate al parziale spianamento e risagomatura dei promontori costieri che si affacciano lungo l'area siderurgica ed il porto: in particolare, il promontorio che si sviluppa subito a Sud della foce del cornia ,e lungo il quale si inerpicava l'asse 1b del tracciato di progetto.

Discariche e riporti

In corrispondenza del margine nord-orientale dell'area rilevata sono presenti due discariche RSU; una di queste è ormai dismessa ed appare legata all'area industriale siderurgica; mentre l'altra è di pertinenza comunale, occupa un'area maggiormente estesa della precedente ed è tutt'ora in evoluzione.

All'interno dell'area siderurgica buona parte del piano di calpestio giace su metri di materiale riportato. Si individuano inoltre vari e vasti cumuli di riporto, parte dei quali collocati in posizione intermedia tra il tracciato di progetto e la costa; si tratta di materiali che intervengono nel processo siderurgico (coke, calcare) che vengono stoccati in via temporanea sui piazzali.

Come già descritto nel capitolo di geologia, ad Ovest del Cornia Vecchia, all'altezza del porto turistico in loc. Terre Rosse (e lungo l'asse di progetto 1b), è stata rilevata la presenza relitta di altri cumuli di riporto, che rappresentano i residui di più ampie colline artificiali costituite da scorie di altoforno, realizzati in passato e successivamente parzialmente rimossi.

4.2.3 Il Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano di Assetto Idrogeologico del bacino Toscana Costa, adottato con delibera regionale dalla Regione Toscana n. 831/2001, comprende al suo interno l'intero bacino idrografico del Cornia.

Il PAI suddetto individua i seguenti criteri di rischio finalizzati alla redazione di strumenti di pianificazione per la salvaguardia del territorio:

- pericolosità per instabilità geomorfologica, intesa come frane s.s., processi di erosione da versante, subsidenza. Identificazione delle aree P.F.E., (Pericolosità da Frana Elevata) e P.F.M.E. (Pericolosità da Frana Molto Elevata).
- pericolosità idraulica, intesa come inondazione dal reticolo principale e secondario, ristagno, inondazione connessa all'insufficienza delle reti di drenaggio, inondazione connessa all'evoluzione dei fenomeni di dinamica d'alveo. Identificazione delle aree con pericolosità idraulica P.I.E. (Pericolosità Idraulica Elevata) e P.I.M.E. (Pericolosità Idraulica Molto Elevata).

Le indicazioni del PAI sono state recepite nel corso del presente studio, unitamente alle informazioni provenienti dal Piano Strutturale d'Area del Bacino del Cornia, che ne adotta ed elabora i criteri di base attraverso numerosi elaborati tematici, cartografici e descrittivi.

Pericolosità geomorfologica

Il PAI evidenzia delle aree di pericolosità (P.F.E., Pericolosità da Frana Elevata) disposte lungo il versante orientale del promontorio di Piombino, a margine dell'area investigata dal presente studio. Il PAI non fornisce però alcuna indicazione né per quanto riguarda l'attività dei potenziali dissesti, né relativamente ai loro meccanismi evolutivi.

Le evidenze geomorfologiche di campagna e la fotointerpretazione non sembrano confermare peraltro la presenza di aree instabili, che viceversa appaiono piuttosto improbabili.

Si ritiene opportuno osservare che la maggior parte dei versanti costieri ha subito significative trasformazioni antropiche legate ad attività agricole, testimoniate in primo luogo dalla diffusa presenza di terrazzamenti.

Per ragioni di conformità con i documenti PAI, si è deciso di riportare la perimetrazione delle suddette aree di pericolosità nell'ambito della cartografia geomorfologica.

Pericolosità idraulica

Nell'ambito del PAI sono state cartografate e circoscritte le aree di pericolosità idraulica da esondazione: P.I.E. (Pericolosità Idraulica Elevata) e P.I.M.E. (Pericolosità Idraulica Molto Elevata), secondo quanto riportato nello stesso piano di assetto.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

5.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Nell'area costituita dal circondario della Val di Cornia, che comprende Piombino, Suvereto, San Vincenzo e Campiglia Marittima, è possibile riconoscere due unità idrogeologiche: (1) l'*Unità dei Calcari dei Monti di Campiglia*, che rappresenta un sistema idrotermale totalmente esterno all'area di interesse progettuale, e (2) l'Unità di interesse idropotabile costituita dall'*acquifero Multistrato della Pianura del Cornia*.

Tale acquifero occupa tutta l'area di pianura ed è costituito dai depositi alluvionali di conoide e di subalveo a granulometria molto eterogenea, esso rappresenta una struttura di grande importanza per l'approvvigionamento idrico della regione. Nella sua porzione meridionale, più prossima all'area di studio, può essere descritto come un acquifero multistrato, in quanto contiene frequenti elementi lentiformi a permeabilità maggiore rispetto ai terreni circostanti; tali lenti maggiormente trasmissive sono espressione di antichi alvei fluviali.

Il forte sfruttamento delle risorse idriche ha indotto una serie di variazioni piezometriche che hanno determinato il progressivo abbassamento della falda e conseguentemente l'arretramento del livello di zero verso l'interno. Recenti studi hanno quantificato un abbassamento consistente della falda, con un deficit idrico accumulatosi negli ultimi decenni pari a svariati milioni di metri cubi.

5.2 IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

La carta idrogeologica di progetto è stata realizzata accorpando le formazioni geologiche in complessi idrogeologici, contraddistinti da caratteristiche omogenee dal punto di vista delle proprietà idrauliche dei terreni (entità e tipologia della permeabilità), le caratteristiche dei vari complessi sono state descritte nell'ambito dei paragrafi seguenti.

Per la determinazione delle permeabilità caratteristiche, ci si è basati sulle caratteristiche granulometrie dei litotipi, sui dati di letteratura, e sui risultati delle

prove di permeabilità in sito, riportate nella documentazione geognostica e riassunte nella tabella seguente.

Prove di permeabilità nei sondaggi geognostici di progetto

Sondaggio	Profondità	Permeabilità	Litologia / Complesso
	m da p.c.	m/s	
SD1	22.0-23.0-	2.6E-06	C1
SD1bis	27.0	3.8E-04	C2
SD3	10.5-11	3.0E-06	C1
SD4	15.5-16	4.1E-06	C1

5.2.1 Complesso 1

Comprende i depositi alluvionali (al) presenti lungo tutta la piana del Cornia..

Presenta caratteristiche diverse procedendo dall'entroterra verso la costa: lungo la fascia costiera, dove il complesso alluvionale ha una potenza di oltre 50 m, il complesso è caratterizzato da un aumento delle percentuali di materiale fine, che sono presenti sia come coperture argillose superficiali, sia sotto forma di interstrati più o meno profondi.

La permeabilità del complesso è medio bassa, di tipo primario per porosità, con valori di conducibilità idraulica caratteristici piuttosto bassi, compresi tra 10^{-7} e 10^{-5} m/s. Tali limiti possono ulteriormente estendersi in entrambe le direzioni: possono essere sensibilmente maggiori in corrispondenza degli interstrati ghiaiosi; raggiungere livelli di quasi totale impermeabilità in presenza delle litologie più fini.

All'interno del complesso si riscontra la presenza di acquiferi multistrato di discreta produttività, molto sfruttati storicamente per attività industriali e irrigue, il che ha generato importanti abbassamenti dei livelli piezometrici e l'intrusione di acqua marina. Tali problematiche, riscontrate soprattutto presso i campi pozzi presenti alcuni km all'interno della Piana di Piombino, hanno indotto nel corso degli ultimi decenni alla realizzazione di diversi studi di settore, finalizzati sia alla corretta definizione del contesto idrogeologico, sia alla tutela delle acque ed alla

pianificazione in materia di risorse idriche superficiali e sotterranee (v. Piano Strutturale Val di Cornia - Circondario del Cornia, 2006).

5.2.2 **Complesso 2**

Questo complesso comprende buona parte dei sedimenti pleistocenici presenti lungo tutta la fascia costiera posta a Nord di Piombino, fino a Cecina. Nella zona di studio il complesso è costituito dai sedimenti (QSG) pleistocenici.

La permeabilità di detti depositi è variabile da medio - alta a bassa, con valori del coefficiente di conducibilità idraulica compresi tra 10^{-6} e 10^{-3} m/s. Valori inferiori sono plausibili in presenza di livelli cementati tra le ghiaie, negli interstrati argillosi e in presenza di abbondante matrice limosa argillosa nelle sabbie.

La produttività è scarsa lungo i rilievi collinari, mentre in prossimità della piana, laddove lo spessore dei sedimenti è maggiore può essere discreta.

5.2.3 **Complesso 3**

Questo complesso idrogeologico è costituito dalle arenarie di Suvereto (su), nelle quali i litotipi litoidi arenacei si alternano a sottili livelli pelitici e marnosi. Tale assetto litologico conferisce all'acquifero una spiccata variabilità in termini di trasmissività: la permeabilità (per fratturazione) è normalmente bassa - medio bassa (10^{-8} e 10^{-5} m/s), fortemente dipendente dallo stato di fratturazione dei litotipi.

5.3 **MONITORAGGIO PIEZOMETRICO**

E' stato eseguito il monitoraggio di falda relativamente a tutta la strumentazione piezometrica installata nel corso delle campagne di indagini.

Oltre ai dati di progetto sono stati censiti tutti i dati piezometrici relativi alle indagini geognostiche bibliografiche, rappresentati essenzialmente dalle indagini ambientali condotte nell'area di pertinenza Lucchini.

Le misurazioni di falda sono riportate nella carta idrogeologica, in m s.l.m. e sono state utilizzate per la ricostruzione dell'andamento delle isopieze.

Si evidenzia che nell'ambito della cartografia idrogeologica si è operata una differenziazione dei livelli piezometrici in funzione dell'effettiva data di monitoraggio e della fonte di provenienza del dato. Ciò è stato fatto per dare risalto a tutta la strumentazione disponibile, compresa quella in cui recentemente non è stato possibile ripetere le misure, ma che è stata comunque usata su base bibliografica.

D'altra parte va considerato che la variabilità stagionale della falda freatica nella zona di pianura è estremamente ridotta, essendo fortemente condizionata dalla vicinanza alla costa e dalla presenza di corsi d'acqua regimentati.

I risultati del monitoraggio piezometrico eseguito in corrispondenza dei sondaggi di progetto sono riportati nel seguente tabulato:

Monitoraggio piezometrico delle indagini di progetto

Sondaggio	Giugno 2007 Quota falda		Dicembre 2010 Quota falda	
	(m da p.c.)	(m da p.c.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)
SP1	-2.52	-2.52	-1,95	1,07
SP2	-2.14	-2.14	-1,9	0,26
SP3	-1.38	-1.38	-0,65	0,84
SP4	-2.75	-2.75	-3,9	0,24
SP5	-0.60	-0.60	-0,65	0,37
SP7	-4.15	-4.15	-3.9	0.64
SP8	-3.15	-3.15		
SP9	-7.76	-7.76		
SP10	-3.18	-3.18		
SP11	-1.60	-1.60		
SP13	-6.27	-6.27		
SD1			-2,2	0,6
SD1bis*			-0,8	0,20
SD2			-1,8	2,10
SD3			-4,1	1,00
SD4*			-3,25	1,15
SD5			-6,9	18,9

*: misura eseguita a fine perforazione

La tabella seguente riporta i dati di monitoraggio ricevuti dalla Lucchini, relativi ai piezometri ubicati in area di stabilimento in asse al tracciato:

Monitoraggio piezometrico indagini Lucchini Piombino spa

Sondaggio	Livello falda		
	(m da p.c.)	(m s.l.m.)	data lettura
Pz094	-3,4	1,74	feb 2009
Pz098	-3,4	1,74	no 2008
Pz099	-2,65	0,86	apr 2008
Pz100	-3,45	0,72	dic 2007
Pz101	-2,56	1,72	apr 2008
Pz102	-2,6	1,52	apr 2008
Pz104	-2,74	1,91	apr 2008
Pz107	-3,1	1,64	apr 2008
Pz111	-2,9	1,53	apr 2008
Pz114	-1,59	2,00	apr 2008
Pz114 bis	-2,13	1,46	dic 2008

6 DESCRIZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA IN ASSE AL TRACCIATO

I profili geologici longitudinali 1:5000/500 e 1:5000/5000 sono stati realizzati in asse ai tracciati longitudinale di progetto: asse 0 e asse 1a, dal km 0 al 2+972; asse 1b, dal km 0+000 al km 0+468, asse 2, dal km 0+000 al km 0+623.

Tracciato lungo gli assi di progetto 0 e 1a

il tracciato si sviluppa nella parte terminale della piana bonificata del Cornia, ai lati del fosso canalizzato di Cornia vecchia e della darsena delle Terre Rosse, di recente realizzazione. Il tracciato corre interamente a raso o in leggero rilevato, fatta eccezione per i rilevati di attacco alle opere d'arte legate al sovrappasso dei corsi d'acqua e della ferrovia in uscita dallo stabilimento Lucchini.

La coltre superficiale è costituita dai sedimenti alluvionali di colmata mentre, laddove si è sviluppata l'attività industriale siderurgica, si riscontra la presenza di riporti attuali e recenti. In particolare, dal km 1+500, oltrepassato il Cornia vecchia, tutte l'area circostante il tracciato è stata sede di estesi accumuli di scorie e loppe di altoforno e altri componenti di lavorazione siderurgica, che si estendono sotto la superficie del terreno per spessori variabili fino a 5-6 m da p.c. Esistono tutt'ora accumulati isolati e temporanei di materiale vario, in forte rilievo sul territorio circostante.

A profondità maggiori di 4-6 m dalla superficie i depositi di colmata ed i riporti lasciano il posto alle alluvioni costiere e lagunari, costituite da alternanze plurimetriche di depositi sabbiosi e limoso argillosi grigi, Il loro spessore varia fino a un massimo di circa 30-35 m, riscontrato in corrispondenza degli scavalchi del Cornia vecchia (v. Sondaggi SD2 e SP7).

Le alluvioni sono caratterizzate da bassa consistenza o stato di addensamento, particolarmente nei primi 10-20 m, unitamente ad abbondanza di materia organica e resti fossiliferi. Più in profondità i depositi divengono generalmente sterili dal punto di vista paleontologico, sono a tratti maggiormente addensate e con contenuto sabbioso (a tratti ghiaioso) sensibilmente maggiore.

Particolarmente critica risulta la zona compresa tra le progr. km 1+100 e 1+600, in cui l'intero spessore dei sedimenti (30-35 m) è costituito da depositi fini e altamente compressibili.

Sotto le alluvioni recenti si individuano i depositi pleistocenici ascrivibili a QSG, che a loro volta ricoprono con discontinuità il substrato arenaceo eocenico (su).

I depositi pleistocenici sono prevalentemente sabbiosi, giallastri e ocracei, normalmente ben addensati, con presenza accessorie di fine e clasti arenacei sparsi. I sedimenti QSG si intercettano in profilo dal km 0+350 al km 2+750, raggiungendo il massimo spessore tra le progr. km 0+600 - km 1+600, laddove il substrato non è stato intercettato dalle perforazioni.

Il tetto della formazione arenacea di Suvereto (su) è stata individuata in profondità in più punti, e presenta un andamento ondulato che rispecchia fedelmente la conformazione del territorio superficiale. Le arenarie sono grigie, massive nella parte sana, ma molto fratturate e alterate, di aspetto detritico nella parte sommitale, talvolta anche per spessori considerevoli (v. SD4)

Lungo tutto il tracciato la falda idrica è molto superficiale, quasi affiorante nel tratto di colmata compreso tra il km 1 e km 1+500, mentre si attesta attorno a 2.5-3 m sotto p.c. in corrispondenza dei riporti.

Tracciato lungo l'asse di progetto 1b

La parte iniziale del tracciato si sviluppa interamente nelle arenarie di Suvereto, che costituiscono l'ossatura del promontorio costiero che si affaccia sull'area siderurgica Lucchini. Le arenarie sono. fratturate e alterate nella parte sommitale, con intercalazioni pelitiche, di colore nocciola.

Oltrepassato l'asse della galleria ferrovia Campiglia - Piombino (km 0+085 circa) il tracciato scende in trincea fino alla piana del Cornia: come già sottolineato nei capitoli precedenti, le scarpate di scavo (a partire dal km 0+180 circa) si sviluppano interamente in una coltre detritica costituita da frammenti arenacei in abbondante matrice fine, di probabile origine antropica (v. sondaggio SD5). Tali detriti sono addossati ad una collina artificiale costituita interamente da scorie di altoforno,

saldate tra loro e pseudo-stratificate, addosso al quale si appoggiano i rilevati di progetto tra le progr. km 0+260 - km 0+300.

La parte terminale del tracciato si sviluppa nella piana del Cornia, sul riporto sovrastante le alluvioni oloceniche, in zona di emergenza della falda freatica.

Tracciato lungo l'asse di progetto 2

Il tracciato si sviluppa interamente nella piana lagunare e deltizia del Cornia, ricoperta dalla coltre di riporto appartenente all'area siderurgica.

In profondità i depositi olocenici, prevalentemente sabbiosi, fossiliferi e poco addensati, sormontano i depositi pleistocenici, giallastri, e a tratti concrezionati. Dall'analisi delle perforazioni sembra che il contatto tra le due formazioni subisca una variazione significativa in posizione un più arretrata rispetto alla costa, in probabilmente in corrispondenza dell'antica foce del Cornia.

il substrato arenaceo è intercettato a oltre 38 m di profondità.

La falda è superficiale, molto prossima al livello medio mare.

BIBLIOGRAFIA

Circondario Val di Cornia (2006). *Piano Strutturale d'area della Val di Cornia*. Relazione geologica, dati geognostici e carte tematiche 1:10.000.

Gruppo. Naz. Geografia Fisica e Geomorfologia. (1994). *Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento*. Servizio Geologico Nazionale, Quaderni, serie III n.4.

Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (2004). *Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica*. Rapporto conclusivo. <http://www.ingv.it>

Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (2007). *Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica*. Rapporto conclusivo. <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>

Lucchini Piombino spa (vari periodi). *Stratigrafie Sondaggi e Dati di Monitoraggio chimico ambientali in area industriale Lucchini*.

Provincia di Livorno - Università di Siena (1990). *Carta Geologica della Provincia di Livorno a Sud del Fiume Cecina* 1:25.000.

Servizio Geologico d'Italia. (1970). *Carta Geologica d'Italia 1:100.000. Foglio 127 – Piombino*.

Regione Toscana (2005). *Piano di Tutela delle Acque della Toscana. Volume 5- Bacino Toscana Costa*.

Regione Toscana (2009). *Carta Geologica Regionale* 1:10.000. Fogli 317030 - 317070 <http://www.regione.toscana.it/geologia/>

SPEA Ingegneria Europea. 2008. A12 Livorno - Civitavecchia. *Progetto preliminare di prolungamento SS398 - Porto di Piombino*. Relazione geologica e tavole tematiche