



Comune di Campiglia Marittima
Comune di Piombino
Provincia di Livorno

piano strutturale intercomunale

Variante Generale al Piano Strutturale d'Area

quadro conoscitivo **RELAZIONE GEOLOGICA**

UFFICIO DI PIANO
Coordinamento politico
Sindaco Comune di Piombino
Francesco Ferrari

Assessore con deleghe all'urbanistica
Gianluigi Palombi

Sindaco Comune di Campiglia M.ma
Alberta Ticciati

Coordinamento tecnico
Responsabile Ufficio di Piano
Salvatore Sasso

Responsabile del Procedimento
Annalisa Giorgetti

Responsabile coordinamento VAS
Laura Pescini

Collaboratori
Mariarosaria Mezzacapo
Mario Ferrari
Valerio Buonaccorsi

GARANTE DELL'INFORMAZIONE E
DELLA PARTECIPAZIONE
Paola Meneganti

PROGETTO URBANISTICO
Riccardo Luca Breschi - coordinatore
Roberto Farina
Andrea Giraldi
Antonio Conticello
Diego Pellattiero
Luca Agostini

STUDI GEOLOGICI
Massimo Fanti

STUDI IDROLOGICO-IDRAULICI
Tiziano Staiano

STUDI AGRONOMICI
Gian Luca Galli
Andrea Fedi

STUDI AMBIENTALI
Maurizio Bacci
Stefano Corsi

ASPETTI SOCIOECONOMICI
Claudio Salvucci
Daniele Mirani

ASPETTI GIURIDICI
Giacomo Muraca

VAS E VALUTAZIONE DI INCIDENZA
Mariagrazia Equizi
Andrea Lucioni

doc. G

INDICE GENERALE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. ELABORATI PRODOTTI	5
4. SINTESI DELLE CONOSCENZE.....	6
5. ELEMENTI GEOLOGICI.....	8
5.1. INQUADRAMENTO GENERALE	8
5.2. SCHEMA STRUTTURALE.....	10
5.3. CARTA GEOLOGICA (TAVOLA G.01a - G.01e).....	11
5.4. CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE (TAVOLA G.02a - G.02e)	19
6. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI	23
6.1. INQUADRAMENTO GENERALE	23
6.2. CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLA G.03a - G.03e)	24
6.3. CARTA DELLA DINAMICA COSTIERA (TAVOLA G.04a - G.04c).....	32
7. IDROGEOLOGIA	34
7.1. CORPO IDRICO DELLA PIANURA DEL FIUME CORNIA	34
7.2. RICOSTRUZIONI PIEZOMETRICHE.....	34
7.3. ACQUIFERO CARBONATICO DEI MONTI DI CAMPIGLIA MARITTIMA	37
7.4. CARTA IDROGEOLOGICA (TAVOLA G.05a - G.05e).....	43
8. VALUTAZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E DI DINAMICA COSTIERA	45
8.1. CARTA DELLA AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAVOLA G.06a - G.06e)	45
8.2. LA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL P.A.I.	46
8.3. CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (TAVOLA G.07a - G.07e)	47
8.4. CARTA DELLA AREE CON PROBLEMATICHE DI DINAMICA COSTIERA (TAVOLA G.08a - G.08c)...	48

1. PREMESSA

Il Comune di Campiglia Marittima con Delibera di Giunta n. 100 del 01/08/2018 e il Comune di Piombino con Delibera di Giunta n. 218 del 01/08/2018 hanno dato avvio, ai sensi dell'art. 17 della LR 65/2014, al procedimento di formazione del Piano Strutturale Intercomunale (PSI), comprensivo degli aspetti geologici, idraulici e di Valutazione Ambientale Strategica ed ha successivamente espletato la gara per il conferimento dell'incarico professionale per la redazione dello stesso piano.

A seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Piombino (Provincia di Livorno), sono state condotte le indagini geologiche a supporto alla Variante Generale al vigente Piano Strutturale d'Area.

Il Responsabile del procedimento è l'Arch. Camilla Cerrina Feroni, Dirigente del Settore Programmazione Territoriale ed Economica.

La presente relazione, redatta ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011, n.53/R - *Regolamento di Attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1*, è basata sul quadro delle conoscenze ad oggi disponibili, costituite dalle indagini geologiche di supporto a:

- Piano Strutturale d'Area (2007);
- Regolamento Urbanistico d'Area (2014);
- Variante al PS e al RU del Comune di Piombino per l'attuazione del Piano Industriale AFERPI - (approvata con DCC n. 149 del 20.12.2017);

oltre a quanto contenuto nelle cartografie del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) *approvato con D.P.C.M. 6 maggio 2005* e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Bacino del Fiume Arno *approvato con Del. del Comitato Istituzionale n.235 del 3 Marzo 2016*.

Il Piano Strutturale attualmente vigente è stato approvato con Delibera Consiglio Comunale n.52 del 9/5/2007 unitamente alle indagini geologico - tecniche di supporto, redatte ai sensi del DCR 94/85.

In riferimento alle Direttive per la formazione del Piano Strutturale e delle relative varianti (di cui al punto 3 dell'allegato A del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R) si è proceduto come di seguito descritto analizzando e approfondendo, ove necessario, il quadro conoscitivo esistente.

In particolare, per quanto concerne gli elementi geologici e strutturali (di cui al punto 2.1-B.1 dell'allegato A del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R), gli elementi litologico - tecnici (punto 2.1-B.2

dell'allegato A del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R), gli elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici e di dinamica costiera (punto 2.1-B.3 e B.5 dell'allegato A del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R), idrogeologici (punto 2.1-B.6 dell'allegato A del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R), topografici (pendenza dei versanti), sono state acquisite le precedenti indagini geologico - tecniche di supporto al vigente P.S. ed al vigente R.U. (e successive varianti).

Successivamente è stato preso in esame il Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone (P.A.I.), e il Database Geologico della Regione Toscana (DB Geologico e Geomorfologico e progetto C.A.R.G.), nonché il Piano delle Attività Estrattive di Recupero delle aree scavate e riutilizzo dei residui recuperabili della Regione Toscana (P.R.A.E.R.).

Per quanto concerne la definizione degli elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico, i comuni di Piombino e Campiglia Marittima (LI) sono inseriti in zona sismica 4 ai sensi della Del. G.R. n. 421 del 25/05/2014 (Aggiornamento della classificazione sismica della Toscana) per cui non è stato prodotto lo studio di Microzonazione Sismica così come previsto al punto 2.1 B.7 dell'allegato A del DPGR 25/10/2011 n. 53/R.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L. R. 3 gennaio 2005, n.1: "Norme per il Governo del Territorio";
- L.R. 10 novembre 2014, n. 65: "Norme per il Governo del Territorio";
- D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n.53/R: "Regolamento di attuazione dell'Art. 62 L.R. n.1/2005";
- D.G.R.T. 8 ottobre 2012, n.878: "Aggiornamento classificazione sismica del territorio regionale".
- D.P.C.M. 6 maggio 2005: "Approvazione piano Bacino fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico".
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA) approvato con Del. del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 Marzo 2016
- L.R. n. 41 del 24 luglio 2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014".

3. ELABORATI PRODOTTI

Le cartografie riprodotte per le previsioni oggetto di Variante di cui sopra, alla scala 1:10.000, riassumono sia il quadro conoscitivo generale che le pericolosità:

1. Carta Geologica (TAVOLA G.01a - G.01e);
2. Carta Litotecnica e dei dati di base (TAVOLA G.02a - G.02e);
3. Carta Geomorfologica (TAVOLA G.03a - G.03e);
4. Carta della Dinamica costiera (TAVOLA G.04a - G.04c);
5. Carta Idrogeologica (TAVOLA G.05a - G.05e);
6. Carta delle Aree a Pericolosità Geologica (TAVOLA G.06a - G.06e);
7. Carta delle Aree con Problematiche Idrogeologiche (TAVOLA G.07a - G.07e);
8. Carta delle Aree con problematiche di dinamica costiera (TAVOLA G.08a - G.08c);

4. SINTESI DELLE CONOSCENZE

La sintesi delle conoscenze, realizzata ai sensi delle direttive per le indagini geologico - tecniche allegate al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R (punto 2.1-A dell'allegato A), comprende la raccolta della documentazione relativa al quadro conoscitivo esistente e certificato come quello derivante dai Piani di Bacino, dal Piano di Indirizzo Territoriale, dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, al fine di inquadrare le problematiche ed i vincoli presenti sul territorio e sulla cui base effettuare le successive analisi ed elaborazioni.

La sintesi delle conoscenze è stata articolata nelle seguenti attività:

- Consultazione della cartografia geologica regionale (Database Geologico e CARG della Regione Toscana, scala 1:10.000)
- Consultazione della cartografia geomorfologica regionale (Database Geologico e CARG della Regione Toscana, scala 1:10.000)
- Consultazione dei Piani di Bacino redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno: "Stralcio Assetto Idrogeologico", "Stralcio Rischio Idraulico" e "Stralcio Bilancio Idrico" e consultazione della documentazione redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno per il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA);
- Consultazione del Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (P.I.T.);
- Consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Livorno (P.T.C.P.);
- Consultazione P.R.A.E.R. (Piano Regionale Attività estrattive);
- Consultazione del database fototeca del portale GEOscopio la Regione Toscana (1954-2013);
- Consultazione Banca dati del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), archivio 'Indagini del sottosuolo' (L. 464/84);

Fonti conoscitive a livello comunale

- Variante al P.P. della zona F 1.3 - Parco Territoriale della Costa Orientale e della sterpaia con contestuale Variante al PRG (Ottobre 2006);
- Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale (2007) e al Regolamento Urbanistico (2016) dei Comuni di Piombino e Campiglia Marittima;

- Studio della franosità della costa urbana di piombino prof. Dott. Paolo Canuti, Febbraio 2010;
- Progetto di Ripristino morfologico del Sistema dunale e retrodunale del Golfo di Follonica nel tratto compreso fra Torre del Sale e Torre Mozza (Redatto dalla Provincia di Livorno - Ottobre 2010);
- Progetto di sistemazione morfologica della spiaggia di Baratti (Redatto dalla Provincia di Livorno - Febbraio 2011);
- Indagini geologiche - tecniche alla Variante al PS e al RU per l'attuazione del Piano Industriale AFERPI - Comune di Piombino (approvata con DCC n. 149 del 20.12.2017);
- Intervento di riprofilatura 029 Golfo di Follonica - Costa Est DGRT 304/2018 - DM 173/2016 CDPC n. 558 del 15 novembre 2018;

Successivamente alla raccolta ed all'analisi dei dati esistenti riferiti alla sintesi delle conoscenze, sono stati effettuati approfondimenti di carattere geologico strutturale, geomorfologico, idrogeologico (ai sensi delle direttive per le indagini geologico - tecniche allegate al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R - punto 2.1-B dell'allegato A) al fine di aggiornare ed integrare le conoscenze riguardanti l'intero territorio comunale come specificato in premessa.

Relativamente agli approfondimenti degli aspetti di carattere idraulico, si rimanda allo specifico studio idrologico - idraulico redatto da Hydrogeo Ingegneria per l'ambiente e il Territorio.

Relativamente agli aspetti idrogeologici (Regolamento 53/R, Allegato A, punto 2.1- B.6), attraverso l'analisi della cartografia geologica regionale, della banca dati ISPRA, e dei dati delle carte del Piano Strutturale, è stato ricostruito l'assetto idrogeologico generale.

Gli approfondimenti si sono concretizzati nella realizzazione di tematismi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico, rappresentati mediante cartografie alla scala 1:10.000 per il territorio comunale in forma digitale (GIS).

5. ELEMENTI GEOLOGICI

5.1. INQUADRAMENTO GENERALE

La Val di Cornia si inserisce nel contesto della Toscana Centrale e Costiera, caratterizzato dalla presenza di Unità Neogeniche Toscane impostate su un sistema tettonico complesso, in cui le Unità Liguri e Subliguri sormontano la Falda Toscana.

La zona risulta prossima alla Regione Boracifera di Larderello ed alle Colline Metallifere, sfruttate fin dal passato per la produzione di energia elettrica (energia geotermica) e l'estrazione di metalli, con forte condizionamento delle economie locali.

Anche in Val di Cornia sono note manifestazioni idrotermali, concentrate nell'intorno del plutone granodioritico di Botro ai Marmi, che hanno determinato la mineralizzazione della zona di Campiglia Marittima; anche in questa zona le attività estrattive hanno caratterizzato le attività economiche in epoche storiche, con numerosi siti e reperti oggi ripristinati dall'attività museale.

L'assetto strutturale della Toscana Centro-Meridionale è dominato dalle deformazioni legate alla tettonica distensiva del Tirreno, che nel Neogene e nel Quaternario ha determinato il collasso e lo smembramento della catena nord-appenninica.

Studi recenti sul Tirreno settentrionale e sui depositi epiliguri individuano l'inizio delle deformazioni distensive alla fine del Miocene Inferiore; a partire da tale momento sono stati distinti nella Toscana Meridionale due episodi distensivi.

Il primo evento, relativo ad periodo tra il Miocene Inferiore ed il Tortoniano Superiore, si è determinato un assottigliamento della crosta superiore, mediante faglie dirette a basso angolo e a geometria complessa: ne è derivata una situazione geometrica molto caratteristica, nota come "serie ridotta", caratterizzata da rilevanti elisioni degli spessori della successione stratigrafica, con diretta sovrapposizione delle Unità Liguri sulla formazione anidritica triassica.

Il secondo evento, riferito all'intervallo tra il Tortoniano Superiore ed il Pleistocene Medio, è stato caratterizzato dallo sviluppo di faglie a geometria listrica, responsabili di un sistema di fosse tettoniche subparallele, allungate in direzione NO-SE, la cui apertura non è stata contemporanea, ma con una progressiva e graduale migrazione da occidente ad oriente.

La configurazione originaria dell'edificio a falde è rappresentabile attraverso l'impilamento di più unità tettoniche sovrapposte, secondo lo schema seguente:

- *Unità Liguri*

- *Unità Subliguri*
- *Unità della Falda Toscana*
- *Unità di Monticiano - Roccastrada (“Basamento Cristallino Toscano”)*
- *Unità degli Gneiss (“Basamento Metamorfico”)*

L'evoluzione sedimentaria neogenica - quaternaria è stata in gran parte condizionata dai movimenti verticali della crosta, indotti dalla tettonica distensiva post - collisionale, mentre mancano specifici riscontri circa gli effetti della ciclicità eustatica, spesso mascherati da quelli indotti dall'attività tettonica.

In particolare è possibile distinguere i seguenti contesti geologici caratteristici del territorio:

- Il Promontorio di Piombino, caratterizzato da rilevanti affioramenti di membri della Falda Toscana, anch'essi interessati dai movimenti tettonici, e da elementi Subliguri sovrastanti. Nella zona affiorano prevalentemente arenarie oligoceniche, quali il Macigno e le Arenarie di Suvereto, bordate da sedimenti sabbiosi quaternari (Sabbie di Val di Gori);
- La zona di Campiglia, in cui affiora quello che è genericamente definito il “Massiccio Carbonatico”, che rappresenta una finestra tettonica con rilievi costituiti da membri mesozoici della Serie Toscana. In quest'area affiorano elementi vulcanici intrusivi, quali la Granodiorite di Botro ai Marmi e i vari Filoni Porfirici che interessano le successioni sedimentarie, con attuali manifestazioni idrotermali sfruttate per attività ricreative. Al margine della zona carbonatica si ritrovano gli elementi superiori del Dominio Toscano e, verso Ovest, si osserva l'impilamento delle diverse unità tettoniche, attraverso i contatti tettonici con le Unità Subliguri e quindi con quelle Liguri;
- Sui rilievi a Sud-Ovest della valle del Cornia affiorano generalmente membri delle Unità Liguri, di natura prevalentemente flyshoide, con piccole finestre tettoniche in cui emergono gli elementi sepolti appartenenti alla Falda Toscana; le porzioni pedecollinari sono spesso costituite da depositi neogenici e quaternari, a loro volta incise ed erose dall'azione delle acque superficiali;
- L'ampia pianura compresa tra il Promontorio di Piombino ed i rilievi più interni 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; tutt'oggi sono presenti aree umide ed altre in cui la regimazione idraulica è affidata a sistemi di sollevamento meccanico, poste a quote prossime al livello medio marino.

5.2. SCHEMA STRUTTURALE

Nella figura 1 si riporta lo schema tettonico dell'area in studio, tratto dalla Carta Geologica della Provincia di Livorno a Sud del Fiume Cecina (A. Costantini, A. Lazzarotto, M. Maccantelli, R. Mazzanti, F. Sandrelli, E. Tavarnelli - 1993), dal quale risulta che il territorio del Comune di Piombino è in gran parte costituito da depositi quaternari che si sviluppano su tutta l'area pianeggiante fino a comprendere le prime pendici collinari, mentre il Comune di Campiglia Marittima è in gran parte costituito dalla serie carbonatica della Falda Toscana.

A queste si sovrappongono le rocce vulcaniche effusive. Le formazioni della serie toscana costituiscono il substrato antico sul quale si sono sovrapposte da prima le formazioni liguri, in parte coeve con le prime ed in seguito i depositi neoautoctoni e quaternari.

Le formazioni presenti possono quindi essere suddivise nei seguenti raggruppamenti strutturali a partire da quelle geometricamente superiori:

- depositi quaternari
- complesso magmatico neogenico
- depositi mio - pleistocenici inf.
- formazioni alloctone liguri
- formazioni alloctone sub-liguri
- formazioni toscane
- formazioni metamorfiche toscane

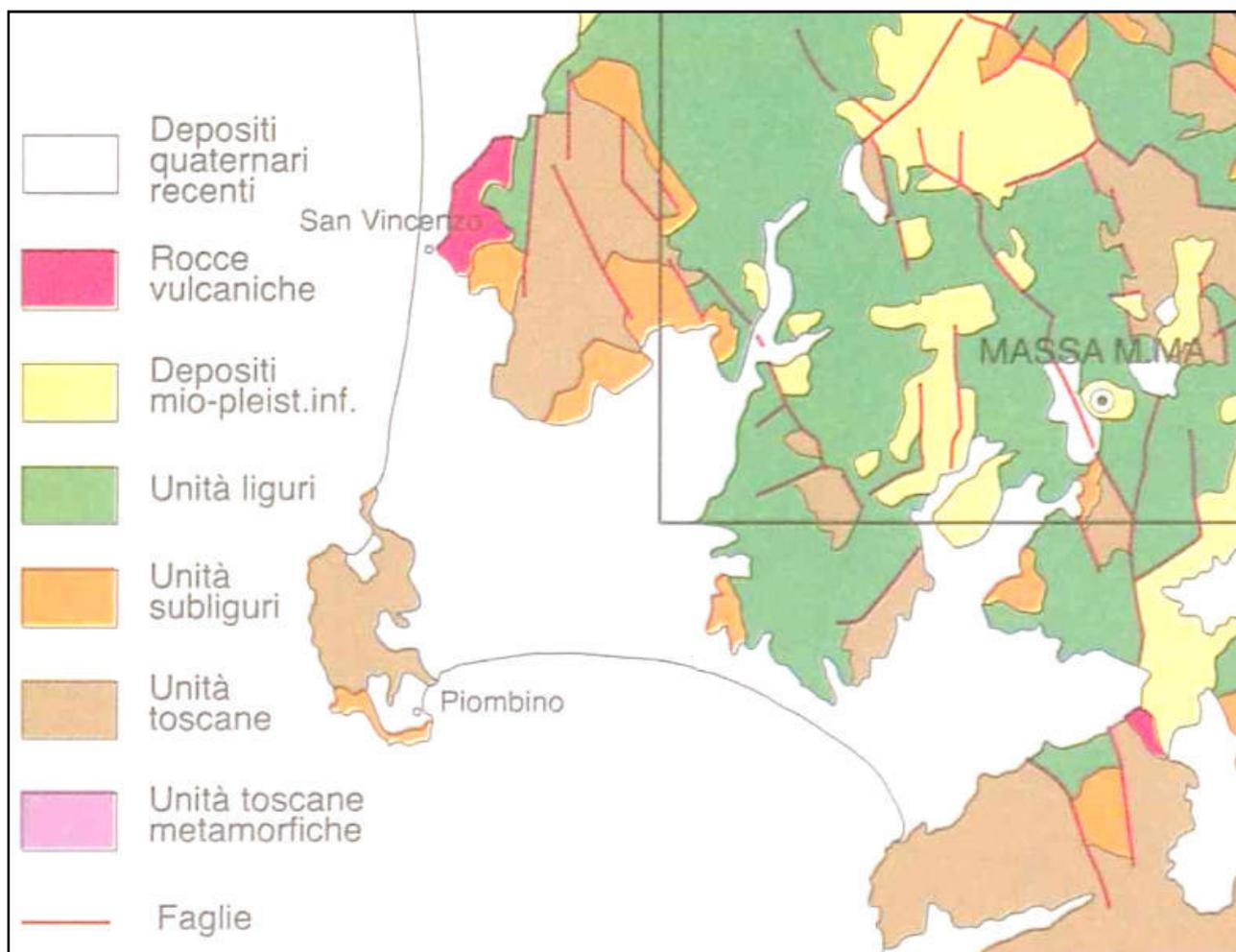


Fig. 1 - Schema tettonico dell'area studiata (Tratto dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 - Foglio 306).

5.3. CARTA GEOLOGICA (TAVOLA G.01a - G.01e)

Per la redazione della Carta Geologica, a supporto alla Variante al Piano Strutturale, si è provveduto ad una revisione ed aggiornamento della cartografia a supporto del precedente Piano Strutturale redatta dal Dott. Geol. A. Spinicci, Dott. Geol. A. Frullini e Dott. Geol. R. Sinatti, basandosi sull'analisi dei rilievi del progetto CARG, recentemente affinato con la stesura del Database Geologico della Regione Toscana (scala 1:10.000 - aggiornamento degli strati informativi del Continuum Geologico Regionale).

I comuni di Piombino e Campiglia Marittima risultano coperti dalla cartografia geologica regionale (CARG) alla scala 1:10.000 (sezioni 305110, 305120, 305150, 305160, 306130, 317020, 317030, 317040, 317070, 318010 e 318050), derivante da un rilievo di campagna eseguito alla

scala di 1:5.000.

Il confronto delle due cartografie, a prescindere dalle diverse nomenclature utilizzate per gli stessi litotipi, ha evidenziato una sostanziale corrispondenza dei rilievi, sia per quanto riguarda l'individuazione delle unità litostratigrafiche sia per l'andamento dei contatti e, laddove sono emerse delle difformità, è stato preso in considerazione il dato del Database Geologico Regionale.

La carta geologica è stata quindi rielaborata in conformità a quanto previsto dalle direttive per le indagini geologico - tecniche (punto B.1 dell'allegato A della D.C.R. 53/R del 25 ottobre 2011), utilizzando la legenda unificata della carta geologica regionale, che in gran parte coincide con quella della carta del Piano Strutturale d'Area.

Qui di seguito sono descritte le stratigrafie delle Unità Tettoniche sopra indicate, procedendo dalle Unità geometricamente più recenti fino a quelle più antiche.

Discarica di rifiuti, Discarica di miniera, Discarica di cava, Riporto antropico:

sono costituiti da ammassi di terreno riportato per azione umana, sia in seguito ad urbanizzazioni, sia ad utilizzi storici del territorio, come verificato in prossimità di antiche miniere. Sono altresì presenti discariche civili e di inerti, nonché scarti dell'attività di coltivazione delle cave.

Depositi di versante, depositi eluvio-colluviali, depositi di origine mista e depositi da processi geomorfologici recenti:

Sono costituite da ammassi di materiale di varia compattezza, derivanti da processi geomorfologici recenti e/o in atto: nella parte collinare risultano prevalenti i depositi di versante e le coperture detritiche, nella parte di pianura appaiono rilevanti i depositi lacustri e palustri (zone di bonifica) mentre nella porzione costiera risultano principali i depositi connessi all'attività del mare e del vento.

Depositi alluvionali:

Sono presenti nei fondovalle di tutti i corsi d'acqua e consistono prevalentemente in argille, limi e sabbie, con presenza di ghiaie nelle aree più interne della valle del Fiume Cornia. La porzione più ampia della pianura alluvionale del Fiume Cornia è caratterizzata da depositi argillosi, con presenza di rilevanti spessori di sedimenti fini e scarsamente compattati.

Travertini (tr):

Depositi di precipitazione chimica.

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI VILAFRANCHIANI

Travertini e calcari continentali (VILt):

Si presentano come calcare bianco compatto in frattura fresca. Lo spessore non supera la decina di metri (*Ruscignano - Villafranchiano*).

Sabbie e conglomerati (VILe):

Sabbie e ciottolami di Pod. Belvedere. Composta essenzialmente di sabbie argillose all'interno delle quali si rinvengono ciottoli per lo più di rocce ricche in silice e di dimensioni variabili da 2 a 20 cm. Lo spessore dell'unità è valutabile in circa 15 m (*Ruscignano - Villafranchiano*).

Calcari (VILd):

Calcari e argille di Fosso Zanca. Sotto la formazione sono accorpate diverse litofacies che dall'alto stratigrafico sono: 1) sottili alternanze di sabbie calcaree giallastre, argille e calcari detritici; 2) argille a Gasteropodi e sabbie calcaree listate; 3) calcari a Gasteropodi e resti vegetali; 4) calcari arenacei friabili (*Ruscignano - Villafranchiano*).

Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi (VILb):

Sabbie rosse di Val di Gori, sono sabbie di colore rosso vivo, con notevole scheletro argilloso e assetto massivo, talora con ciottoli sparsi, senza fossili. La prevalenza di sedimenti fini e abbondanza di limo suggeriscono una origine eolica del sedimento, con plaghe a concentrazioni di sabbie più grossolane e "sciacquate" che si sono agglutinate in calcareniti (*Ruscignano - Villafranchiano*).

Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa):

Conglomerati di Pod. San Luigi, conglomerati clasto-sostenuti con scarsa matrice sabbiosa, di colore giallo. Formato da un velo di ciottoli a scarsa matrice sabbiosa, talora travertinoso, di una sorta di sabbia-grumoso-calarea tenera ma agglutinante, bianco-gialla con impronte di foglie e frustoli carboniosi (*Ruscignano - Villafranchiano*).

Panchina (QMcb):

Calcareniti di aspetto massivo, localmente organizzate in livelli da decimetrici a centimetrici ad andamento piano parallelo o incrociato planare e concavo, con sottili intercalazioni di calcari friabili nelle Sabbie di Val di Gori (*Pleistocene medio - superiore*).

Argille azzurre (FAAb):

Unità prevalentemente costituita da argilla, talvolta sabbiosa, di colore grigio chiaro, contenente spesso frequenti cristalli di gesso, frustoli carboniosi e comuni macrofossili come la *Turritella*. Lo spessore massimo della formazione è di 200 m. (*Zancleano - Piacenziano*).

Sabbie e arenarie gialle (PLIs):

Sabbie e sabbie argillose giallo-arancio, localmente stratificate a grana perlopiù medio-grossolana, con livelli ricchi di resti di Gasteropodi, Lamellibranchi ed Echinidi (*Zancleano - Piacenziano*).

DEPOSITI LACUSTRI E LAGUNARI POST-EVAPORITICI MESSINIANI**Conglomerati poligenici (MESb):**

Conglomerati non classati di colore rosso-arancio, con ciottoli di calcari silicei, arenaria diaspri, arenarie quarzoso feldspatiche (Macigno) immersi in matrice sabbioso-calcareo prevalente. Tali ciottoli provengono prevalentemente dalle formazioni delle Unità Liguri e Austroalpine, delle quali presenta anche alcuni ciottoli ofioliti ferri; inoltre, rari ma significativi, contiene ciottoli di eurite e di porfido granitico dei filoni dell'intrusione magmatica elbana. Lo spessore originario, mal valutabile dell'intensità dell'erosione subita e per una probabile forte variazione originaria, può aver raggiunto e sorpassato il centinaio di metri (*Turoliano Superiore*).

Argille lignitifere (ACN):

Argille del Casino, unità costituita da argille e argille marnose di colore grigio - nocciola oltre che da marne grigio - avena che contengono banchi lentiformi di lignite. L'ambiente deposizionale è quello di tipo lacustre in acque dolci o debolmente salmastre e poco profonde (*Turoliano Superiore*).

DOMINIO LIGURE INTERNO**Argille a Palombini (APA):**

Argilliti e siltiti grigie, spesse, a cui si intercalano, subordinatamente, calcari silicei grigio piombo. E' presente un membro pelitico-arenaceo del Torrente Carsia (APAb), costituito da argilliti e siltiti grigio-verdi a cui si intercalano subordinatamente arenarie da medie a fini. La formazione ha spessori variabili e non corrisponde allo spessore stratigrafico, tale valore è dell'ordine dei 100-150m (*Cretaceo Inferiore*).

Calcari a Calpionelle (CCL):

Calcari a grana finissima di colore grigio e nocciola, in strati da medi a molto spessi. Sono rappresentati da calcari e calcari marnosi grigio chiari con rare selci nere e localmente con sottili interstrati pelitici (*Cretaceo Inferiore*).

Basalti (BRG):

Basalti con strutture a pillow-lava, a struttura vario litica. Il complesso vulcanico, costituito da

vulcaniti basiche, talvolta con struttura a pillow lava, e livelli ialoclastici sono disposti nelle zone più alte mentre nei livelli più bassi sono presenti basalti massicci (*Giurassico Sup.*).

DOMINIO LIGURE ESTERNO

Unità dei “Flysch a elmintoidi”, Unità di Ottone

Flysch di Ottone - Monteverdi (cfr. Flysch di Monte Caio) (OMT):

Sequenze torbiditiche costituite da strati e banchi di calcari marnosi e marne a base calcarenitica di colore grigio scuro, grigio chiare per alterazione, con interstrati pelitici scuri (*Campaniano Sup. - Maastrichtiano*).

Argilliti e calcari di Poggio Rocchino (RCH):

Argilliti a Phitonella, argilliti varicolori manganesifere con marne, calcari marnosi e calcareniti (*Albiano - Campaniano*).

Arenarie e calcareniti di Poggio Rocchino (RCHa):

Litofacies calcarea, ne fanno parte calcari a grana da media a finissima di colore grigio scuro, in intercalazioni la cui potenza raramente supera il mezzo metro, e calcari grigio-verdi con frattura concoide, laminati e raramente gradati (*Albiano - Campaniano*).

Unità di M. Morello, Unità di Santa Fiora, Unità del Cassio

Formazione di Monte Morello (cfr. Flysch di poggio San Quirico) (MLL):

Calcari marnosi e marne in strati da medi a spessi e in banchi, a base calcarenitica, di colore da grigio-chiaro a biancastro con interstrati di peliti marnose e argillose di colore nocciola, grigio scuro e verdastro (*Paleocene sup. - Eocene medio*).

Formazione di Sillano (SIL):

Argilliti e argilloscisti di colore variabile dal nero al grigio scuro, rosso vinaccia e verdastro. In subordine sono presenti calcari e calcari marnosi in strati lenticolari per cause tettoniche (boudinage) di colore grigio chiaro e nocciola (*Cretaceo sup.*).

DOMINIO SUB LIGURE

Unità di Canetolo

Arenarie di Ponte Bratica (ARB):

Arenarie quarzoso-feldspatiche prevalentemente a granulometria medio-fine in strati medi e subordinatamente in strati spessi e in banchi, gradati, a granulometria grossolana di colore

grigio, giallastro per alterazione, con interstrati pelitici grigio scuri. E' presente anche una litofacies marnosa (ARBa) costituita da marne siltose grigie, massive a foliazione pervasiva, con sequenze siltoso-pelitiche a stratificazione molto sottile (*Oligocene-Miocene Inf.*).

Formazione di Salivoli-Piombino (FSP):

Alternanze di sequenze argilloso-calcaree e sequenze torbiditiche arenaceo-marnose; frequenti livelli di arenarie grossolane mal cementate ad abbondante matrice (grovacche litiche) e presenza di orizzonti di conglomerati minuti in strati mal cementati (*Eocene*).

Argille e Calcari di Canetolo (ACC):

Argilliti e argiloscisti neri, giallastri per alterazione, cui si intercalano calcilutiti, calcareniti e calcari marnosi in strati discontinui per cause tettoniche (boudinage) (*Paleocene - Eocene*).

Argille e calcari di Canetolo: Calcari e argille di Monteacuto (ACCb):

Litofacies calcarea, torbiditi calcareo-marnose in strati da spessi a molto spessi, livelli di arenarie (*Paleocene - Eocene*).

Scisti di Cala Moresca (SCM):

Scisti di colore grigio. E' presente anche una litofacies selcifera (SCMa). Argiloscisti e marnoscisti di colore grigio e verde, con intercalazioni di calcilutiti silicee e calcilutiti in strati decimetrici (*Eocene*).

DOMINIO TOSCANO

FALDA TOSCANA

Macigno (MAC):

Arenarie quarzoso-feldspatiche a granulometria variabile da grossolana a fine, in strati medi e spessi, e in banchi, gradati, di colore grigio o giallastro per alterazione, con interstrati di argilliti grigio scure. Il contenuto di CaCO₃ è molto basso (< 8%); solo in vicinanza dei corpi olistostromici e nell'affioramento di Piombino tale contenuto aumenta fino al 20%. Si presenta in strati e banchi gradati di spessore variabile da 50 cm a 3-4 m che sfumano nella parte alta in siltiti grigio-verde scuro, laminati, anch'esse ricche di fillosilicati. La facies silicatica è particolarmente sviluppata nella parte alta della formazione dove affiora con spessori di 20-30 m (*Oligocene sup. - Miocene inf.*).

Scaglia Toscana (STO):

Argille rosse e varicolori con intercalazioni di calcari silicei grigi, di marne rosse e calcareniti (*Cretaceo sup. - Eocene Sup./Oligocene inf.*). Dove cartografabili sono state individuate le

seguenti litofacies:

Litofacies pelitica (STO1 - Formazione di Brolio), costituite da argilliti policrome, per la maggior parte rosse con intercalazioni di calcilutiti grigioverdastre in strati medi. Presentano foliazione pervasiva e spaziatura millimetrica sub-parallela alla stratificazione.

Litofacies calcarea (STO1a), rappresentata da calcari grigio chiari, localmente con liste o noduli di selce, in strati medi con interstrati pelitici grigi.

Membro delle marne del Sugame (STO2), litofacies prevalentemente marnosa degli Scisti Policromi, di colore rosso. Presentano una marcata stratificazione con strati di spessore assai variabile da zona a zona.

Maiolica (MAI):

E' presente in affioramenti ridotti, rappresentata da calcari bianchi, a grana finissima, in strati di 30-50 cm, con rari noduli o liste di selce, limitatamente alla zona carbonatica di Campiglia M.ma (*Titonico sup. - Cretaceo inf.*).

Diaspri (DSD):

Sono rappresentati da sottili livelli di radiolariti e selci di colore rossastro, con minute intercalazioni siltitiche, dallo spessore variabile (30-100 m). Affiorano nella zona di Campiglia, a Monte Peloso e nella zona di Montioni (*Malm*).

Marne a Posidonomya (POD):

Presente nella zona con affioramenti ridotti, questa formazione affiora nella zona di Monte Calvi ed in quella di Montioni. Si tratta di marne e calcari marnosi, talvolta silicizzati, con spessori complessivi che raramente raggiungono i 30 m. Nella parte superiore passano stratigraficamente ai Diaspri (*Dogger*).

Calcarea Selcifero (cfr. Calcarea Selcifero di Limano) (LIM):

Si ritrova principalmente nella zona di Monte Calvi e, in maniera ridotta, nella zona di Montioni. Si tratta di calcari grigi, a grana fine, con stratificazione abbastanza regolare (con spessori di circa 40 cm), con caratteristici noduli e liste di selce grigi o neri. Laddove presente (per cause tettoniche è assente in alcune successioni) gli spessori non superano i 40 m e passa agli elementi superiori (Marne a Posidonomya e Diaspri) con contatti stratigrafici gradualmente sfumati (*Lias medio-sup.*).

Rosso Ammonitico (RSA):

Affiora nella zona carbonatica di Campiglia ed è caratterizzato da calcari, talvolta marnosi, stratificati di colore dal rosato al rosso cupo. La stratificazione appare evidente, con spessori

variabili fino ad 80 cm, con intercalati sottili livelli argillitici; in alcune zone sono presenti liste di selce rosate. Lo spessore complessivo risulta dell'ordine di 30-50 m e, superiormente, passa per contatto stratigrafico sia al Calcere Selcifero, sia alle Marne a Posidonomya, presentando con entrambe le formazioni anche rapporti di eteropia (*Sinemuriano p.p.* - *Pliensbachiano*).

Calcere Massiccio (MAS):

Affiora diffusamente nella zona del “Massiccio Carbonatico” di Campiglia, nell'area del Monte Peloso e nelle finestre tettoniche della zona di Montioni. E' costituito da calcari bianchi o grigio chiaro, privi di stratificazione, con locali variazioni solo in corrispondenza dei contatti stratigrafici con le formazioni inferiori e superiori. Lo spessore risulta variabile (da poche decine di metri fino a più di 200) ed il passaggio al Rosso Ammonitico avviene per alternanze (*Hettangiano* - *Sinemuriano p.p.*).

Calcari e Marne a Rhaetavicula contorta (RET):

Affiorano prevalentemente nella zona di Botro ai Marmi e nella finestra tettonica di Poggio Castellaccia, nei pressi di Montioni. Sono rappresentati principalmente da calcari e calcari marnosi stratificati (con spessori dai 30 ai 70 cm) di colore grigio associati a marne aventi spessori di circa 40 cm. Il passaggio alla formazione superiore avviene attraverso un contatto stratigrafico continuo (*Retico*).

ROCCE METAMORFICHE DI CONTATTO

Skarn (SKA):

Giacimenti legati a formazioni e/o dislocazioni post-triassiche, mineralizzati in prevalenza a solfuri di Cu, Pb e Zn. Di questo tipo sono i giacimenti di Olmpiglia Marittima (Valle del Temperino e Valle dei Lanzi), i giacimenti filoniani di Massa Marittima (fascia Serrabotti ni-Val Castrucci - Poggio al Montone) e, tanto per citare una fra le mineralizzazioni minori, quella di Val d'Aspra (*Miocene* - *Pleistocene*).

ROCCE MAGMATICHE ED EPICLASTICHE

Filoni porfirici trachandesitici e riolitici (fpo):

Si distinguono due grossi gruppi di filoni che si allungano in direzione NNO-SSE. Oltre che per le giaciture, si differenziano anche per la composizione chimica e per i caratteri petrografici. Il sistema più settentrionale è rappresentato da porfidi con fenocristalli di plagioclasio, quarzo, feldspato potassico, biotite e cordierite completamente alterata. Il sistema meridionale è costituito da rocce porfiriche che per la mancanza di plagioclasio e per l'abbondanza di k-feldspato, vengono classificate con il nome di “porfidi alcalino-potassici” (*Miocene superiore*).

ROCCE VULCANICHE

Graniti (GRA):

Affiorante sui versanti della valle di Botro ai Marmi, presenta una massa granulare di quarzo, feldspato e rara mica in cui si osservano segregazioni porfiriche di feldspato più grandi e druse venuliformi di feldspato bianco perfettamente cristallizzato, con gruppi radiati di tormalina nera (*Miocene - Pleistocene*).

5.4. CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE (TAVOLA G.02a - G.02e)

Questo tematismo deriva da una elaborazione della carta geologica, accorpando le formazioni in unità litologico - tecniche in funzione delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e fisico-meccaniche.

La carta del Piano Strutturale del 2007, è stata realizzata adottando la metodologia utilizzata dalla Regione Toscana (Dip.to delle politiche territoriale e ambientali U.O.C. Rischio Sismico) nell'ambito del programma VEL (Valutazione Effetti Locali).

Rispetto alla classificazione adottata nel precedente PS non sono state apportate rilevanti modifiche in sede della Variante in oggetto, mantenendo la suddivisione delle Unità Litologico - Tecniche di seguito elencata:

Unità litologico - tecnica A:

Comprende materiali lapidei costituiti da un unico litotipo massiccio, non stratificato.

Unità litologico - tecnica B:

È suddivisa in 6 sottoclassi così individuate:

- B1, rocce stratificate a stratificazione spaziata
- B2, rocce stratificate a stratificazione fitta
- B3, rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza); con siltiti o argilliti < 25%
- B4 con siltiti o argilliti comprese tra 25% e 75%
- B5 con siltiti o argilliti > 75%

Infine è stata individuata la sotto-classe Bd costituita da alternanze disordinate e/o caotiche.

Unità litologico - tecnica C :

In questa U.L.T. sono comprese rocce costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio - basso, che presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle dei terreni s.s.; possono rientrare in questa classe anche le rocce lapidee intensamente degradate ed alterate.

Al suo interno sono state individuate tre sottoclassi, C1, C2 e C3 a seconda della relazione tra clasti, matrice e cemento.

Unità litologico - tecnica D:

Comprende terreni coesivi con consistenza elevata ed è rappresentata dalla sottoclasse D2, costituita da terreni argillosi.

Unità litologico - tecnica E :

Comprende terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione; al suo interno sono state distinte le sottoclassi E1, E2 ed E3.

La sottoclasse E1 comprende i corpi detritici grossolani con elementi lapidei di dimensioni mediamente >60mm. In questa classe sono stati inseriti i riporti antropici, le paleofrane ed i depositi alluvionali terrazzati. Sono state inoltre inserite le coltri detritiche e le frane impostate all'interno di formazioni litoidi con scarsa percentuale di argilliti;

La sottoclasse E2 comprende corpi detritici con elementi lapidei mediamente compresi tra 2 e 60 mm. In questa classe sono stati inseriti i depositi alluvionali attuali, gli alvei fluviali e le coltri detritiche e le frane impostate all'interno di formazioni caratterizzate da una granulometria media.

La sottoclasse E3 comprende corpi detritici con granuli compresi tra 2 e 0.60 mm. In questa classe sono stati inserite le coltri detritiche e le frane impostate all'interno di formazioni argillose.

Nella tabella 1 sono sintetizzati i raggruppamenti sopra descritti:

CLASSIFICAZIONE LITOLOGICO-TECNICA			
Unità	Descrizione	Sotto classe	Formazioni
A	<u>Materiale lapideo costituito da unico litotipo non stratificato.</u> Comprende le rocce lapidee massicce	A	Basalti (BRG) - Calcare Massiccio (MAS) - Filoni porfirici (fpo) - Graniti (GRA)
B	<u>Materiale lapideo stratificato o costituito da alternanze di diversi litotipi.</u> Comprende sia le rocce stratificate che quelle costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici, nonché quelle costituite da alternanze disordinate caotiche	B2	<u>Rocce a stratificazione fitta:</u> Diaspri (DSD) - Calcari a Rhaetavicula contorta (RET) - Calcare selcifero (LIM) - Travertino (tr) - Maiolica (MAI) - Skarn (SK) - Travertini e calcari continentali (VILt)
		B3	<u>Siltiti o argilliti < 25%:</u> Formazione di Salivoli - Piombino (FSP) - Flysch di Monteverdi (OMT) - Flysch di M. Morello (MLL) - Macigno (MAC) - Marne a Posydonomia (POD) - Arenarie di Ponte Bratica (ARB/ARBa) - Rosso ammonitico (RSA) - Scaglia Toscana (STO) - Scisti di Calamoresca (SCM/SCMa) - Calcari a calpionelle (CCL) - Calcari e argille di Monteacuto (ACCa)
		B4	<u>Siltiti o argilliti comprese tra 25% e 75%:</u> Formazione di Brolio (Calcari a grana fine) (STO-BRL1) - Argille e calcari di Canetolo (ACC) - Formazione di Sillano (SIL) - Argille a Palombini (membro pelitico - arenaceo) (APA2)
		B5	<u>Siltiti o argilliti > 75%:</u> Argille a Palombini (APA) - Argilliti e calcari di Poggio Rocchino (RCH) - Arenarie e calcareniti di Poggio Rocchino (RCHa)
C	<u>Materiali granulari cementati.</u> Comprende rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni s.s.	C1	<u>Conglomerati e brecce clasto - sostenuti:</u> Conglomerati di Podere S. Luigi (PSL)
		C2	<u>Conglomerati e brecce matrice-sostenuti:</u> Conglomerati di Montebamboli (MESb) - Sabbie e conglomerati (VILe)
		C3	<u>Sabbie cementate e arenarie deboli:</u> Panchina (QMcb) - Sabbie e arenarie gialle (PLI)
D	<u>Materiali coesivi consistenti.</u> Comprende terreni coesivi con consistenza elevata	D1	<u>Sabbie:</u> Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso - argillose e limi sabbiosi (VILb)
		D2	<u>Argille:</u> Argille sabbiose, limi e argille siltose con intercalazioni sabbiose con fossili marini (FAAb).

E	<u>Materiali granulari non cementati o poco cementati.</u> Comprende terreni da addensati a sciolti costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione	E2	Depositi di versante (Aa) - Depositi eluvio colluviali (b2A) - Depositi di debris flow (b4a) - Depositi antropici (h1/h2/h3/h5)
		E3	Depositi di spiaggia attuale (g2a) - Depositi eolici (Da) - Depositi lacustri, lagunari, palustri e di colmata (ea - e1a)
F	<u>Materiali con consistenza limitata o nulla.</u> Comprende i terreni coesivi a bassa consistenza	F2	Depositi alluvionali recenti ed attuali (b) - conoidi
AREE INTERESSATE DA TERRENI IN FRANA: Frane attive ed inattive			

Tabella 1: Classificazione e descrizione delle unità litotecniche.

Infine in questo elaborato è riportata l'ubicazione dei dati puntuali già presenti nella vigente PS, raccolti durante l'analisi del quadro conoscitivo, distinti con apposita simbologia in funzione del tipo di informazione.

6. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

6.1. INQUADRAMENTO GENERALE

La pianura della Val di Cornia è delimitata a Nord dai monti di Campiglia Marittima a Nord Est dalle colline di Suvereto, a Est dalle colline che si estendono dalla località "I forni" fino ai rilievi di Vignale e Riotorto, a Ovest dal Promontorio di Piombino ed infine a Nord Ovest e Sud dalle coste sabbiose rispettivamente di Rimigliano e del Golfo di Follonica.

Dal punto di vista geomorfologico l'intera pianura è suddivisibile in due parti ciascuna di forma triangolare: la piana di Palmentello - Luimiere e la Pianura propriamente detta del Cornia.

La prima si sviluppa nella zona Nord, ed ha come lato il tratto San Vincenzo - Venturina con quote che raramente raggiungono i 50 m s.l.m., e come vertice opposto la zona di Populonia con quote intorno ai 10 m s.l.m.; la seconda possiede per lati la linea congiungente la bassa costa che da Ponte d'oro (zona Est di Piombino) arriva a Torre Mozza (Ovest di Follonica) e come vertice opposto il piede occidentale del Monte Peloso (Sud di Suvereto) con quote intorno ai 30 m s.l.m..

Entrambe queste superfici risultano essere inclinate verso la costa. Intorno alla pianura del Cornia emergono le formazioni calcaree dei rilievi ubicati a Nord, aventi un'altitudine che varia dai 300 m ai 650 m s.l.m. circa, i quali conferiscono al paesaggio forme aspre con versanti ripidi e valli profondamente incise.

Da un punto di vista prettamente geologico strutturale l'intera pianura del fiume Cornia si è impostata su un Graben riferibile al periodo Neogenico o quaternario facente parte della tettonica prossimale che ha interessato tutto il margine tirrenico della catena appenninica.

Durante tale fenomeno le depressioni costiere come la pianura del Cornia sono state invase dal mare che ha depositato sedimenti costituiti da sabbie argillose e arenarie poco cementate.

All'inizio del quaternario antico, l'attuale pianura del Cornia era sommersa dal mare formando un ampio golfo che raggiungeva la località de "I forni" e che costeggiava i rilievi di Campiglia Marittima, cosicché il promontorio di Piombino risultava essere un'isola posta a breve distanza dalla costa.

Gli apporti solidi del fiume Cornia e la concomitante formazione di cordoni sabbiosi hanno ridotto l'originario golfo in un sistema di stagni di vaste dimensioni sopravvissuti fino all'inizio del nostro secolo.

I sedimenti della bassa pianura del fiume Cornia sono pertanto il risultato di questa particolare situazione paleogeografica ed il loro spessore valutato intorno ai 100 m è il risultato di un fenomeno di subsidenza tettonica che si è verificato nella zona.

La zona di pianura del Cornia propriamente detta, rispetto alla pianura Palmentello - Lumiere non presenta alcun livello di Panchina pleistocenica, bensì spessori variabili dai 50 ai 100 m di alternanze di ghiaie e/o sabbie e limi e/o argille. Ciò può trovare una spiegazione nel fatto che tali depositi siano stati erosi durante l'ultima variazione eustatica e sostituite da depositi lagunari e palustri e fluviali collegati al trasporto solido del fiume Cornia.

In sintesi, le escursioni eustatiche, gli apporti solidi del fiume Cornia ed i lenti movimenti di subsidenza tettonica, hanno trasformato nel tempo l'assetto geologico, determinando nell'intera area dapprima un ambiente di mare basso e successivamente, dopo lo sviluppo di esili cordoni dunali, un ambiente prettamente palustre caratterizzando in tal modo tutto il periodo dell'olocene fino al secolo scorso.

Tale assetto, influenza ancora oggi, come descritto in seguito, l'evoluzione delle dinamiche di alcuni fenomeni antropici indotti.

6.2. CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLA G.03a - G.03e)

Partendo dalla carta geomorfologica a supporto del vigente Piano Strutturale, si è proceduto all'aggiornamento cartografico del tematismo geomorfologico mediante un confronto con la carta geomorfologica del DB della Regione Toscana.

In particolare si è posta particolare attenzione all'evoluzione geomorfologica delle forme gravitazionali di versante nonché dei depositi eolici e di spiaggia.

A tale proposito sono stati presi in esame gli studi eseguiti per gli interventi riduzione rischio di frana ed erosione costiera urbana nel comune di Piombino redatti dal Prof. Dott. Paolo Canuti nel 2017.

Lungo la costa urbana di Piombino sono state rilevate delle frane che non sono presenti nel DB geomorfologico della Regione Toscana, in questo caso sono state riportate nella carta geomorfologica redatta per la Variante in oggetto.

Per la simbologia adottata nella legenda della carta geomorfologica ed i criteri di rappresentazione dei dati si è fatto riferimento a quanto previsto per la carta geomorfologica

del territorio regionale (Derivate Tematiche della banca dati cartografica della Regione Toscana), distinguendo tra le seguenti forme:

- Forme lineari
- Frane non rappresentabili
- Deformazioni gravitative
- Forme Areali
- Frane
- Depositi superficiali

Alla suddetta classificazione di massima delle forme geomorfologiche rilevate è seguita una serie di classificazioni secondarie di dettaglio differenziate principalmente sulla base della tipologia di forma geomorfologica di riferimento (forma geomorfologica lineare o areale):

Classificazione dello stato di attività:

- Forme attive
- Forme quiescenti
- Forme stabilizzate
- Forme indeterminate

I depositi superficiali sono al loro volta suddivisi in base alla loro origine:

- Depositi di versante
- Depositi alluvionali (suddivisi in attivi e inattivi)
- Depositi Eluvio colluviali
- Depositi di origine mista
- Depositi di precipitazione chimica
- Depositi eolici
- Spiagge
- Depositi lagunari
- Depositi lacustri palustri, lagunari o di colmata
- Discarica di rifiuti

- Discarica di miniera
- Discarica di cava
- Riporto antropico

Le frane

Sui rilievi collinari e sul promontorio di Piombino troviamo numerose forme geomorfologiche di versante, principalmente classificabili come frane attive, quiescenti o indeterminate.

Questi fenomeni si impostano in prevalenza sulle testate degli impluvi e dei corsi d'acqua in quanto in queste aree il fenomeno di arretramento morfologico è più attivo; tuttavia a causa del progressivo approfondimento ed erosione dei corsi d'acqua, provocato dai cambiamenti climatici e dal cambiamento nella gestione antropica del territorio di questi anni, anche i fianchi delle valli sono frequentemente interessati da frane.

Tra le frane attive, in considerazione della presenza nei terreni argillosi di frequenti intercalazioni sabbiose, sono prevalenti le tipologie di frana per scivolamento.

Molto frequenti sul territorio sono le frane quiescenti che costituiscono le forme ed i fenomeni in stasi che non avendo esaurito la loro evoluzione possono riattivarsi soprattutto a seguito di interventi antropici di modifica dell'equilibrio raggiunto oppure possono riattivarsi in quadri morfoclimatici o condizioni climatiche diverse da quelle attuali od eccezionali.

Infine le paleo frane (frane stabilizzate) sono presenti in quantità molto minore rispetto alle altre, solitamente sono legate a vasti fenomeni che comprendono anche grandi impluvi e ampie zone.

Talvolta, le paleofrane sono ancora in evoluzione nella parte più elevata con fenomeni di arretramento; questo si manifesta solitamente alle testate dei fossi e dei corsi d'acqua che continuano ad arretrare nella loro evoluzione morfologica.

Depositi di versante

Al margine dei principali rilievi, sono frequenti le coperture di detrito di versante a causa proprio dell'evoluzione morfologica che il territorio presenta.

Questi depositi colluviali sono diffusamente estesi sul territorio del Val di Cornia, a causa dell'elevata erodibilità di molte delle litologie affioranti, con messa in posto di corpi detritici caratterizzati da elementi lapidei di dimensioni pluricentriche.

Relativamente a quelle cartografate in corrispondenza degli elementi arenacei, la granulometria di questo deposito varia da limi a sabbie, mentre a margine dei membri argillitici prevalgono depositi fini.

L'elevata energia del territorio nel promontorio di Piombino dà luogo alla formazione di depositi incanalati.

Depositi alluvionali attuali, depositi palustri

La presenza di una vasta pianura fluviale, solcata da un fiume principale e da una serie di corsi minori, ha dato luogo alla sedimentazione di una spessa coltre alluvionale dalle caratteristiche assai variabili, con frequenti eteropie verticali e laterali.

Come ricostruito attraverso l'analisi dei dati geognostici a disposizione, la zona di pianura presenta caratteristiche diverse tra la zona più interna e quella costiera; la parte alta della valle del Fiume Cornia presenta depositi ghiaioso - sabbiosi, a testimonianza della maggiore energia del corso d'acqua che permette il trasporto di materiale più grossolano, mentre nella zona più distale sono presenti depositi fini (prevalentemente argille scarsamente compattate) e sedimenti palustri, tipici di zone dunali e retrodunali.

Forme e processi marini

Il territorio costiero presenta zone di costa alta, ubicate in corrispondenza del promontorio di Piombino, e coste basse, nelle zone del golfo di Baratti a Nord, e del golfo di Follonica, a Sud.

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. In queste zone i dissesti principali sono costituiti da frane di crollo (per le porzioni più basse), spesso seguite da frane di scivolamento o complesse che interessano le zone poste a quote più elevate (a causa dello scalzamento al piede causato dalle frane di crollo).

Le coste basse, invece, risultano interessate da evidenti e diffusi processi di erosione con limitate zone in cui il fenomeno appare ridotto o dove, addirittura, avviene un avanzamento della linea di riva.

Le coste basse risultano interessate anche dall'azione eolica, con ripercussioni sul sistema dunale associato: attualmente la zona dunale risulta assai contenuta, limitata dall'azione antropica che ha condotto prima all'utilizzo agricolo del territorio e successivamente alla realizzazione di infrastrutture che impediscono i naturali processi geomorfologici.

Forme e processi antropici

Rappresentano le trasformazioni del territorio effettuate dall'attività umana, concentrate prevalentemente nella periodo storico più recente. Sebbene nella zona siano note aree interessate da depositi derivanti da attività minerarie antiche, sono prevalenti le modifiche introdotte a seguito di urbanizzazioni, realizzazioni di infrastrutture viarie nonché per lo stoccaggio di materiali di scarto (discariche).

Le aree interessate dai centri abitati e dalle zone industriali risultano modificate profondamente, con obliterazione del sistema idraulico minore, sostituito dalla pubblica fognatura, e frequenti modifiche alla morfologia dei luoghi.

La Bonifica

La Val di Cornia è stata oggetto, in tempi storici, di una importante azione di bonifica che a partire da 1828 porterà all'attuale assetto morfologico ed idraulico. In effetti il 27 Novembre del 1828, con la promulgazione del Motu Prorio, il Granduca di Toscana dette avvio ai lavori di bonifica della Maremma Grossetana.

Lo scopo principale delle opere di bonifica era quello di recuperare all'agricoltura e all'industria una vasta area del Granducato, resa inabitabile, e quindi non sfruttabile economicamente, dai paduli e dalla malaria.

La situazione in cui si trovava la pianura prima della bonifica era veramente grave, ai paduli, che coprivano circa 1500 ettari di terreno, si aggiungevano le zone di campagna degradate e impaludate per la cattiva manutenzione dei corsi d'acqua naturali ed artificiali.

Il padule più grande era quello di Piombino originatosi per interrimento ad opera del Cornia della laguna retrostante il tombolo marino.

Nell'anno 1830-31 si compiono le prime opere di sistemazione arginale del Cornia con il raddrizzamento e la riarginatura del tratto a valle della Via Emilia (attuale Aurelia). La bonifica avviene sia per colmata che per prosciugamento: il padule di Piombino e quello minore di Torre Mozza furono colmati, il Lago di Rimigliano fu prosciugato.

La colmata del Padule di Piombino ebbe inizio nel 1832 con la chiusura dello sbocco a mare del Puntone e l'area fu suddivisa in due parti per facilitare le operazioni di colmamento ad opera del fiume Cornia (Padule di Montegemoli e Padule di Piombino in s.s.).

La colmata del Padule di Montegemoli fu terminata nell'anno 1841, invece il Lago di Rimigliano fu prosciugato nel 1834.

A questo punto inizia l'ultima fase della bonifica con la deviazione del Cornia, iniziata nell'anno 1856, ed il definitivo colmamento del Padule di Piombino.

La Subsidenza

Il fenomeno della subsidenza nella Pianura del Cornia è storicamente noto tanto che è presente una rete di capisaldi, eseguita dall'IGM sulla quale sono state condotte livellazioni di quota del piano di campagna a partire dal 1891 per proseguire nel 1951 e nel 1987 i cui risultati sono raccolti nella pubblicazione del Prof. Bartolini et alii (1989), nella quale si evidenzia l'abbassamento del livello del suolo e le diverse velocità spazio-temporali. Questi abbassamenti sono state correttamente interpretate come subsidenza poiché, con questo termine, si intende un lento abbassamento del suolo, dimostrabile a seguito di livellazioni topografiche periodiche su una rete di capisaldi, non imputabile ad altre cause (ad es. aumento del livello medio marino).

In funzione delle cause che generano la subsidenza questa può essere uniforme nello spazio e nel tempo oppure mostrare variabilità temporale e spaziale nel territorio.

Le misurazioni IGM hanno messo in evidenza una accelerazione del cedimento 1951-1987 rispetto al periodo 1891-1951: da 2 fino a 6 volte con variazioni spazio temporale di notevole valore.

Particolarmente significativi sono i dati dei capisaldi di Vignarca e Podere Pappasole: a Vignarca, la variazione altimetrica è stata di 8 cm nel periodo 1891-1951, pari ad una velocità media di subsidenza di 1.3 mm/anno; è stata di 31 cm nel periodo 1951-1987, pari ad una velocità media di subsidenza di 8.7 mm/anno.

A Podere Pappasole la variazione altimetrica è stata di 5 cm nel periodo 1891-1951, pari ad una velocità media di subsidenza di 0.8 mm/anno; è stata di 14 cm nel periodo 1951-1987, pari ad una velocità media di subsidenza di 3.9 mm/anno.

Le cause della subsidenza possono essere molteplici, tra le quali:

- subsidenza geologica naturale
- innalzamento eustatico del livello del mare
- consolidamento dei depositi di colmata degli antichi paduli e stagni costieri
- sovraccarichi (strade, autostrade, ferrovie, opere di forte incidenza)
- subsidenza idrogeologica, generata dall'estrazione di acqua dalle falde confinate della pianura e dal conseguente declino del carico piezometrico.

Precedenti autori ritengono che la causa principale della subsidenza della Pianura del Cornia sia idrogeologica, conseguente alla dissipazione di pressioni interstiziali generata dagli abbassamenti piezometrici dovuti ai pompaggi. Gli altri fattori, infatti, non erano in grado di giustificare né l'intensità, né la particolare distribuzione dei cedimenti osservati, né, tanto meno, il forte aumento di velocità del fenomeno nella seconda metà del secolo.

In effetti nel lavoro del Prof. Bartolini si stima che il tasso di subsidenza imputabile a cause naturali fosse di 0,03 mm/anno, valore poco significativo rispetto a quelli reali.

Nei vari modelli interpretativi presentati dagli autori precedenti si osserva la distribuzione in Val di Cornia della velocità media della variazione altimetrica (mm/anno) nel periodo 1951-1987, e si nota che i valori massimi di velocità media del fenomeno sono localizzati in corrispondenza dei due principali centri di pompaggio idrico di quel periodo: il campo pozzi dell'acquedotto di Piombino, Campo all'Olmo, e il campo pozzi industriale delle acciaierie alla Vignarca. Dal 1994 è entrato in attività il nuovo sistema acquedottistico dell'Anello e il fulcro del prelievo idropotabile si è spostato dall'area di Campo all'Olmo (idrogeologicamente non idonea, a bassa trasmissività, con problemi di qualità idrica a causa dei cloruri di origine marina) all'area dei quattro nuovi campi pozzi visibili nella carta idrogeologica (area ottimale dal punto di vista idrogeologico, sia quantitativo che qualitativo).

Successivamente all'entrata in funzione del nuovo acquedotto, CIGRI S.p.A. ha commissionato alla società GETAS S.r.l. di Pisa, due studi finalizzati all'analisi del fenomeno della subsidenza in relazione alle lesioni riscontrate sui fabbricati nella zona di Casalpiano:

- Indagine sulle lesioni dei fabbricati nell'area di Casalpiano - analisi delle cause e dei possibili interventi correttivi. (Agosto 1999)
- Modello idrogeologico e geotecnico per lo studio della subsidenza nella pianura del Cornia (Maggio 2000 - Atti del Convegno sulla subsidenza svoltosi a Venturina)

Il primo lavoro è un'analisi del fenomeno delle lesioni sui manufatti per un totale di 52 nuclei abitativi nelle zone di Casalpiano, Coltie e Franciana, mentre il secondo, risulta essere un'analisi più ampia e generale del fenomeno della subsidenza in località Casalpiano.

Nel 2002 viene eseguito un attento lavoro di monitoraggio dal Geol. Luca Sbrilli, su incarico del Comitato Case Lesionate, "CORRELAZIONI TRA EMUNGIMENTI DI FALDA E LESIONI STRUTTURALI SU ALCUNI MANUFATTI DELLA PIANURA DELLA VAL DI CORNIA", nel quale si riportano oltre ad un'analisi interpretativa del fenomeno utili informazioni sulla dinamica, tipologia e ubicazione delle lesioni subite dai fabbricati.

In particolare si nota come il fenomeno dei dissesti si sia sviluppato principalmente nel territorio comunale di Campiglia M.ma, in minor parte in quello di Piombino e secondariamente Suvereto.

Tale distribuzione conferma lo spostamento del fenomeno verso l'interno, allontanandosi di fatto da quelle che sono sempre state le zone caratterizzate da subsidenza.

Per quanto concerne i manufatti che hanno subito lesioni è stato osservato come il fenomeno abbia interessato indistintamente immobili di oltre un secolo di vita e immobili di recente costruzione non determinando in tal senso nessun fattore discriminante.

Per quanto concerne invece la tipologia delle fondazioni queste sono prevalentemente a sacco, solo i manufatti più recenti o gli ampliamenti possiedono fondazioni superficiali a trave rovescia. Tra gli immobili analizzati risulta una sola fondazione a platea.

Le evidenze riscontrate possono essere riassunte in tre punti fondamentali: i cedimenti aumentano dalla costa verso l'interno, secondo una scala relativa ad intensità crescente. L'area in cui si sono verificati i dissesti è caratterizzata da cedimenti definiti "forti", pari a circa 10 cm in quattro anni;

- a causa della diversa distribuzione delle caratteristiche geotecniche (spessore dei depositi compressibili e compressibilità degli strati argillosi), cedimenti ancora più forti sono probabili nell'area degli Affitti (fino a 15 cm);
- sempre a causa delle caratteristiche geotecniche, la velocità con cui si dissipano le deformazioni assume un ruolo fondamentale: nell'area settentrionale di Casalpiano le deformazioni si dissipano rapidamente, per cui il cedimento di 10-11 cm calcolato dal modello nei quattro anni rappresenta praticamente il 100% del cedimento totale per il dato abbassamento piezometrico. Viceversa, nella parte meridionale della pianura i cedimenti si sono dissipati solo per il 40-50%.

Nel biennio 2003-2005 il Circondario della Val di Cornia ha eseguito una livellazione su una rete di capisaldi.

I risultati del lavoro sono in sostanziale congruenza con il modello di previsione evidenziando un abbassamento reale del piano di campagna con tassi nell'ordine di 10-20 mm/anno nell'alta pianura.

Il lavoro effettuato nell'ambito del piano strutturale, relativo alla raccolta ed elaborazione dei dati di base, ha permesso alcune considerazioni aggiuntive a quanto già noto, in particolare si può ipotizzare una correlazione tra la risposta geomeccanica dei terreni di fondazione alle sollecitazioni e la tipologia di fondazione o la distribuzione dei carichi strutturali.

In effetti da una lettura dei dati relativi alle lesioni sui fabbricati si evincono le seguenti considerazioni:

1. la maggior parte delle lesioni si concentrano nelle zone caratterizzate da caratteristiche geomeccaniche scarse;
2. a breve distanza o anche all'interno di uno stesso nucleo coesistono fabbricati con lesioni evidenti ed altri poco o nulla lesionati;
3. è evidente una relazione fra tipologia di fondazione ed entità dei dissesti in particolare le lesioni più gravi si rinvennero in fabbricati con fondazione a sacco;
4. I fabbricati più colpiti presentano evidenti corpi aggiunti oppure, a breve distanza dall'abitato, hanno un pozzo tubolare che produce dallo stesso acquifero confinato dei campi pozzi pubblici e per il quale è in atto un utilizzo particolarmente intenso.

Comparando questi dati con le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazioni si può ipotizzare anche una componente superficiale del cedimento a seguito di compattazione meccanica per carico indotto dall'alto.

Ciò non toglie che i fenomeni siano evidenti e che la subsidenza di origine idrogeologica sia preponderante e determinante nell'area, la cui dinamica ha subito un'accelerazione in concomitanza di un aumento dei prelievi sotterranei dalla falda e di un ridotto regime di apporto pluviometrico.

Lo studio sopra descritto è stato ripreso dalla relazione geologica del Piano Strutturale redatta nel 2006 dal Dott. Geol. A. Spinicci, Dott. Geol. A. Frullini, Dott. Geol. R. Sinatti, in quanto non sussistono studi aggiornati relativi al fenomeno suddetto.

6.3. CARTA DELLA DINAMICA COSTIERA (TAVOLA G.04a - G.04c)

Per questo tematismo si è fatto riferimento alle seguenti informazioni:

1. Evoluzione linea di costa relativa agli anni 1938, 1976, 2000 estrapolate dalla carta geomorfologica del PS redatto nel 2007;
2. Linea di costa relativa all'anno 2013 ottenuta mediante foto interpretazione delle foto aeree del 2013 (ultimo volo disponibile con copertura totale del territorio comunale - fonte Regione Toscana);

3. Linea di costa relativa all'anno 2004 nel tratto di Baratti, estrapolata dallo studio redatto da Dott. Geol. Enrico Bartoletti del 2007, riguardante il Progetto di sistemazione morfologica della Spiaggia di Baratti;
4. Linea di costa relativa all'anno 2018 nel tratto di costa Est, estrapolata dallo studio redatto da Dott. Geol. Luca Sbrilli del 2019 riguardante il progetto di intervento di riprofilatura 029 Golfo di Follonica - costa Est, elaborato in seguito all'evento del 28-30 ottobre 2018;

Nella carta della dinamica costiera è stata inoltre indicato: lo sviluppo delle aree demaniali estrapolate dal sito <https://www.sid.mit.gov.it/> (Sistema Informativo Demanio del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti), le spiagge e le dune così come rilevate nella carta geomorfologica, nonché le aree a pericolosità geomorfologica PFE e PFME individuate dal PAI, solo nel tratto costiero.

Il territorio costiero presenta zone di costa alta, ubicate in corrispondenza del promontorio di Piombino, e coste basse sia nelle zone del golfo di Baratti a Nord sia nel golfo di Follonica, a Sud.

Le forme ed i processi che interessano le distinte zone costiere risultano abbastanza diversi:

- La costa alta presenta falesie con versanti ad elevata pendenza, esposti all'azione del mare e del vento. In queste zone i dissesti principali sono costituiti da frane di crollo (per le porzioni più basse), spesso seguite da frane di scivolamento o complesse che interessano le zone poste a quote più elevate (a causa dello scalzamento al piede causato dalle frane di crollo).
- Le coste basse, invece, risultano interessate da evidenti e diffusi processi di erosione con limitate zone in cui il fenomeno appare ridotto o dove, addirittura, avviene un avanzamento della linea di riva.

Le coste basse risultano interessate anche dall'azione eolica, con ripercussioni sul sistema dunale associato: attualmente la zona dunale risulta assai contenuta, limitata dall'azione antropica che ha condotto prima all'utilizzo agricolo del territorio e successivamente alla realizzazione di infrastrutture che impediscono i naturali processi geomorfologici.

7. IDROGEOLOGIA

7.1. CORPO IDRICO DELLA PIANURA DEL FIUME CORNIA

La pianura del F. Cornia è caratterizzata prevalentemente da un sistema acquifero alluvionale multistrato, tranne nella parte superiore della pianura (a partire dalla zona di Casette di Cornia), dove il sistema acquifero da multistrato confinato diventa monostrato freatico ed in connessione idraulica con il Fiume Cornia.

Nello studio di Ghezzi et al. (1993) sono state raccolte tutte le prove di portata e le prove in fori di sondaggio, eseguite fino a quel periodo, che hanno permesso di ricavare i parametri idraulici dei diversi acquiferi dell'area in studio.

Relativamente all'acquifero freatico nella parte alta della pianura del F. Cornia il valore di permeabilità da prove di portata varia tra $2.7 \cdot 10^{-5}$ a $6.7 \cdot 10^{-5}$ m/s, mentre da prove Lefranc da $3.9 \cdot 10^{-6}$ a $1.4 \cdot 10^{-2}$ m/s.

Invece il valore di permeabilità dell'acquifero confinato della pianura del F. Cornia, calcolato sulla base di numerose prove, oscilla intorno $1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-4}$.

Un'ulteriore prova di emungimento di lunga durata su un pozzo appartenente al campo pozzi Macchialta e Amatello (Campiglia Marittima, LI), ubicato sull'asse mediano della porzione medioalta della pianura del Cornia, in sinistra idrografica del Fiume omonimo (Fig. 2) ha confermato le buone proprietà idrauliche ($T = 8.8 \cdot 10^{-2}$ m²/s, dalla quale è stimabile una K di circa $4 \cdot 10^{-3}$ m/s) ed il carattere confinato ($S = 6 \cdot 10^{-4}$) dell'acquifero nella zona dei campi pozzi (Doveri et al., 2012).

7.2. RICOSTRUZIONI PIEZOMETRICHE

Per quanto riguarda la ricostruzione della superficie piezometrica, dalla ricerca dati effettuata sia attraverso gli Enti operanti sul territorio sia nella letteratura scientifica, gli unici dati piezometrici disponibili per la realizzazione di mappe piezometriche e quindi per il calcolo dei volumi idrici immagazzinati in acquifero sono quelli tratti dallo studio di Doveri et al. (2012). In letteratura sono presenti alcuni lavori relativamente datati (Ghezzi et al., 1993; Barazzuoli et al., 1999) che trattano i sistemi acquiferi in esame, tuttavia la non disponibilità del dato piezometrico puntuale, ma solo della rappresentazione grafica, non ha permesso di elaborare superfici piezometriche relative all'intera area.

Nella fattispecie si è trattato di una campagna di rilevamento dei livelli piezometrici su 81 pozzi

privati nel periodo inizio Marzo - inizio Aprile 2011 e su 10 pozzi del campo pozzi Macchialta/Amatello eseguite a fine Febbraio 2011, nell'ambito dello studio volto alla definizione della zona di protezione delle suddette captazioni idropotabili.

Sui valori piezometrici è stata effettuata un'analisi critica anche in funzione delle esigenze del lavoro stesso e più in particolare tenendo conto della distribuzione dei dati sperimentali e della loro rappresentatività nei confronti delle caratteristiche idrogeologico strutturali dell'acquifero in esame; in definitiva, sono stati considerati 91 pozzi di misura.

L'elaborazione dei dati ha portato dunque alla superficie piezometrica di Fig. 2, riportata anche sulla carta idrogeologica della presente Variante.

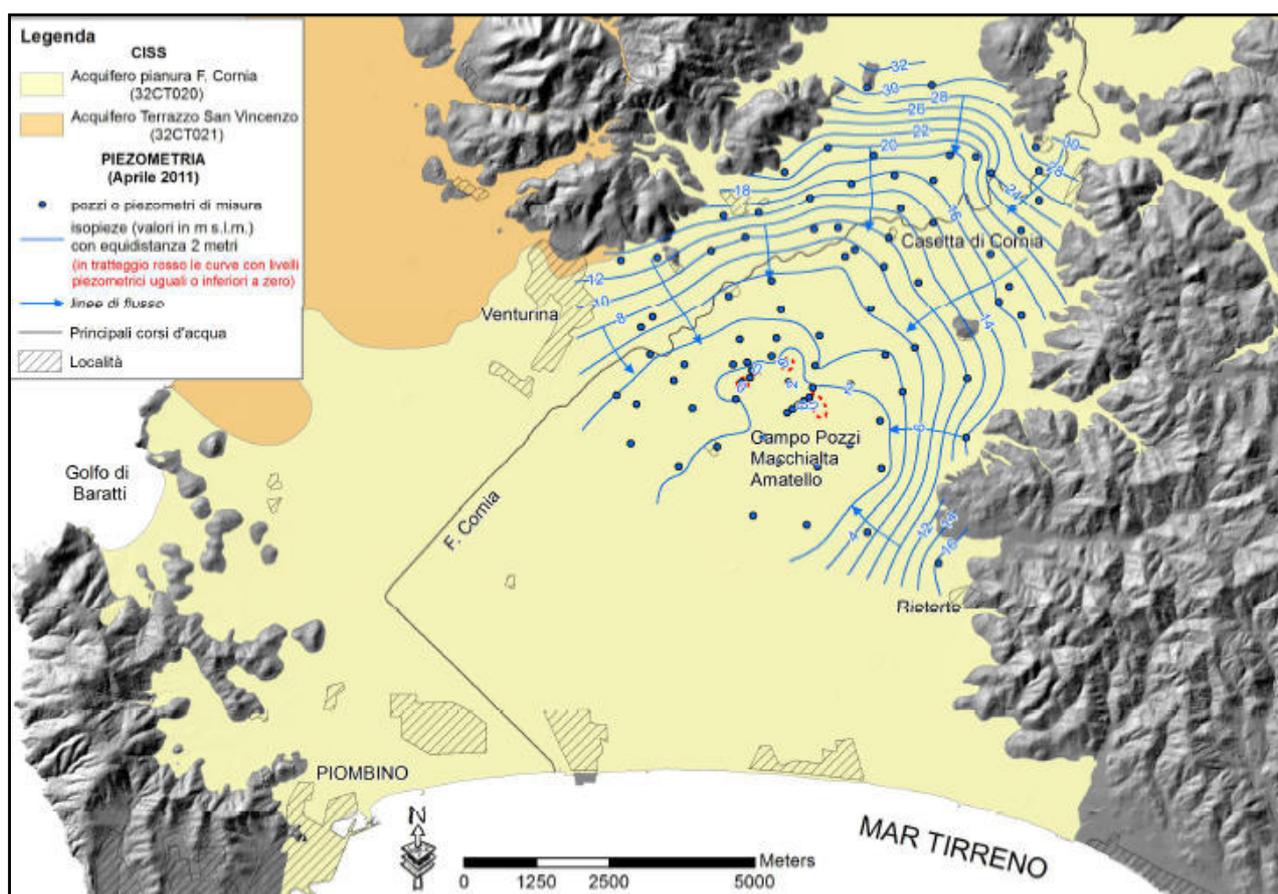


Fig. 2 - Piezometria del 2011

La piezometria ricostruita è da ritenersi rappresentativa del carico idraulico di equilibrio relativo all'insieme degli orizzonti acquifero del sistema multistrato. Di fatto, ponendo a confronto i livelli piezometrici rilevati in pozzi relativamente vicini ed aventi profondità marcatamente diverse si osservano limitate differenze che portano a considerare il sistema nell'insieme come

un monofalda, in accordo anche con l'interpretazione data in precedenti studi (Ghezzi et al., 1993).

La superficie piezometrica mette in evidenza come gli emungimenti dei campi pozzi **Macchialta e Amatello** generino un esteso fronte di richiamo che convoglia verso di loro il deflusso idrico sotterraneo di tutto il settore della pianura posto a monte, nonché dei settori che bordano i rilievi collinari laterali.

Dalla zona a valle dei due gruppi di captazione in esame il richiamo di acqua riguarda invece una limitata porzione di territorio; si individua infatti una sella piezometrica che a partire dalla base delle colline in sinistra Fiume Cornia (poco a monte di Riotorto) raggiunge la base dei rilievi in destra idrografica (poco a monte di Venturina), passando circa 600 metri a valle dei campi pozzi e costituendo di fatto uno spartiacque idrogeologico (sia pur dinamico, poiché soggetto a variazioni nello spazio e nel tempo, in funzione dei rapporti tra entrate ed uscite nel e dal sistema).

È ben riconoscibile un'alimentazione della falda da parte del Fiume Cornia nella zona a monte di Casette di Cornia, mentre a valle di questa località la superficie piezometrica risulta indipendente dal corso d'acqua e ciò è pienamente in accordo con il passaggio da condizioni freatiche a confinate che, come accennato precedentemente, avviene proprio all'altezza di Casette di Cornia.

Altrettanto chiaro è l'apporto proveniente dalla propaggine di pianura di pertinenza del Fosso Riomerdancio e suoi affluenti, oltre che quello rilegabile ad un travaso idrico dai complessi permeabili dei rilievi collinari che bordano lateralmente la pianura del Cornia e dai corsi d'acqua che scendono dagli stessi rilievi.

È infine individuabile un alto piezometrico relativo tra i due campi pozzi che, almeno nel periodo in cui è stata eseguita la campagna delle misure, porta a individuare una prevalenza di contributi idrici verso le captazioni Amatello e Macchialta rispettivamente dai settori in sinistra e destra idrografica del Fiume Cornia.

Relativamente a questa porzione di territorio, appartenente al corpo idrico della pianura del F. Cornia, dove è stato possibile elaborare una superficie piezometrica recente e caratteristica della situazione attuale del sistema acquifero avendo a disposizione le misure dei livelli piezometrici, non si registrano particolari differenze nel carico idraulico rispetto a quella realizzata nello studio di Ghezzi et al. (1993).

7.3. ACQUIFERO CARBONATICO DEI MONTI DI CAMPIGLIA MARITTIMA

Nell'area di Campiglia M.ma l'edificio strutturale è costituito dal basso verso l'alto dalla Falda Toscana, dalle Unità Subliguri e dalle Unità Liguri, termina con i depositi discordanti della Successione neogenico - quaternaria.

La successione della Falda Toscana inizia con il Calcarea a Raethavicula contorta (Retico), per proseguire con la successione carbonatica giurassica, costituita da Calcarea Massiccio, Rosso Ammonitico, Calcarea Selcifero di Limano e Marne a Posidonia.

Seguono i Diaspri del Giurassico superiore e le calcilutiti della Formazione della Maiolica (Cretaceo inferiore).

La successione continua con la Formazione della Scaglia (Aptiano inf. - Oligocene sup.) e si completa con le arenarie del Macigno di età oligo-aquitaniiana.

Le Unità Subliguri sono rappresentate dalle Argille e Calcari di Canetolo e dalle Arenarie di Suvereto.

Le Unità Liguri sono rappresentate dall'Unità di M. Morello e dall'Unità del Flysch di Monteverdi. La prima è caratterizzata da un complesso di base costituito da argilliti e argilloscisti contenenti lenti di calcari marnosi (Formazione di Sillano), al quale segue il flysch calcareo di M. Morello. L'Unità del Flysch di Monteverdi è costituita da una formazione argillitica (Argilliti e Calcari di Poggio Rocchino) alla quale segue una successione torbidity calcareo - marnosa (Flysch di Monteverdi).

L'intero edificio strutturale è intruso dalle granodioriti di Botro ai Marmi del Miocene sup. (5.7 Ma).

L'Acquifero carbonatico dei monti di Campiglia M.ma è suddiviso in due elementi:

- uno principale che si estende da Venturina e Campiglia Marittima verso Nord,
- ed un elemento minore in località Sassetta.

I due elementi sono separati da un sistema di faglie ad alto angolo che giustappone i due nuclei carbonatici a termini più recenti della Falda Toscana (Scaglia e Macigno) al di sotto dei quali non è possibile determinare la presenza di un acquifero sepolto.

Nell'acquifero sono stati inclusi tutti i termini carbonatici triassico - giurassici della successione toscana (Calcarea a Raethavicula contorta, Calcarea Massiccio, Rosso Ammonitico, e Calcarea Selcifero di Limano). Le Marne a Posidonia sono state interpretate come interstrato

impermeabile solo nei casi in cui lo spessore sia stato ritenuto sufficiente ad isolare l'acquifero.

Il substrato impermeabile dell'acquifero è stato individuato nel solo settore di Botro ai Marmi dove è costituito da un'intrusione granodioritica.

La copertura impermeabile dell'acquifero è rappresentata sia dai termini più recenti della Serie Toscana, Diaspri, Scaglia e Macigno, sia dalle unità del Dominio Ligure s.l.

La struttura geologica, costituita da un'anticlinale con immersione assiale verso Nord Ovest, regola le geometrie dell'acquifero, originando ampi settori di acquifero sepolto verso i quadranti settentrionali dell'area.

L'acquifero carbonatico dei Monti di Campiglia Marittima è stato oggetto di vari lavori a tema idrogeologico (Grassi et al., 1990; Grassi e Squarci, 1993 e Fabbri, 1993), ma principalmente, se non esclusivamente, per interessi a carattere idrotermale.

Di fatto questo acquifero pur avendo buone caratteristiche di permeabilità che favoriscono l'assorbimento di acque meteoriche locali, ospita una risorsa idrica con predominanti caratteristiche idrotermali.

Ne è testimonianza il fatto che pressoché tutti i punti d'acqua che lo drenano presentano temperature abbondantemente superiori a quelle medie atmosferiche.

Le acque fredde che si ritrovano nella zona sono sostanzialmente rappresentate da una serie di sorgenti distribuite sulla formazione arenacea del Macigno che in affioramento si interpone tra i due nuclei carbonatici che costituiscono il corpo idrico sotterraneo in esame.

Come evidenziato dai lavori sopra menzionati, il sistema carbonatico di Campiglia Marittima va rapportato al più ampio quadro idrotermale regionale comprendente la zona di Suvereto.

In particolare il sistema idrotermale è costituito da 3 sorgenti principali (Caldana o Cratere, Canneto e Calidario) localizzate presso il paese di Venturina ed altre venute di acqua calda presso il paese di Suvereto in prossimità degli affioramenti delle formazioni carbonatiche dell'acquifero regionale (Fig. 3).

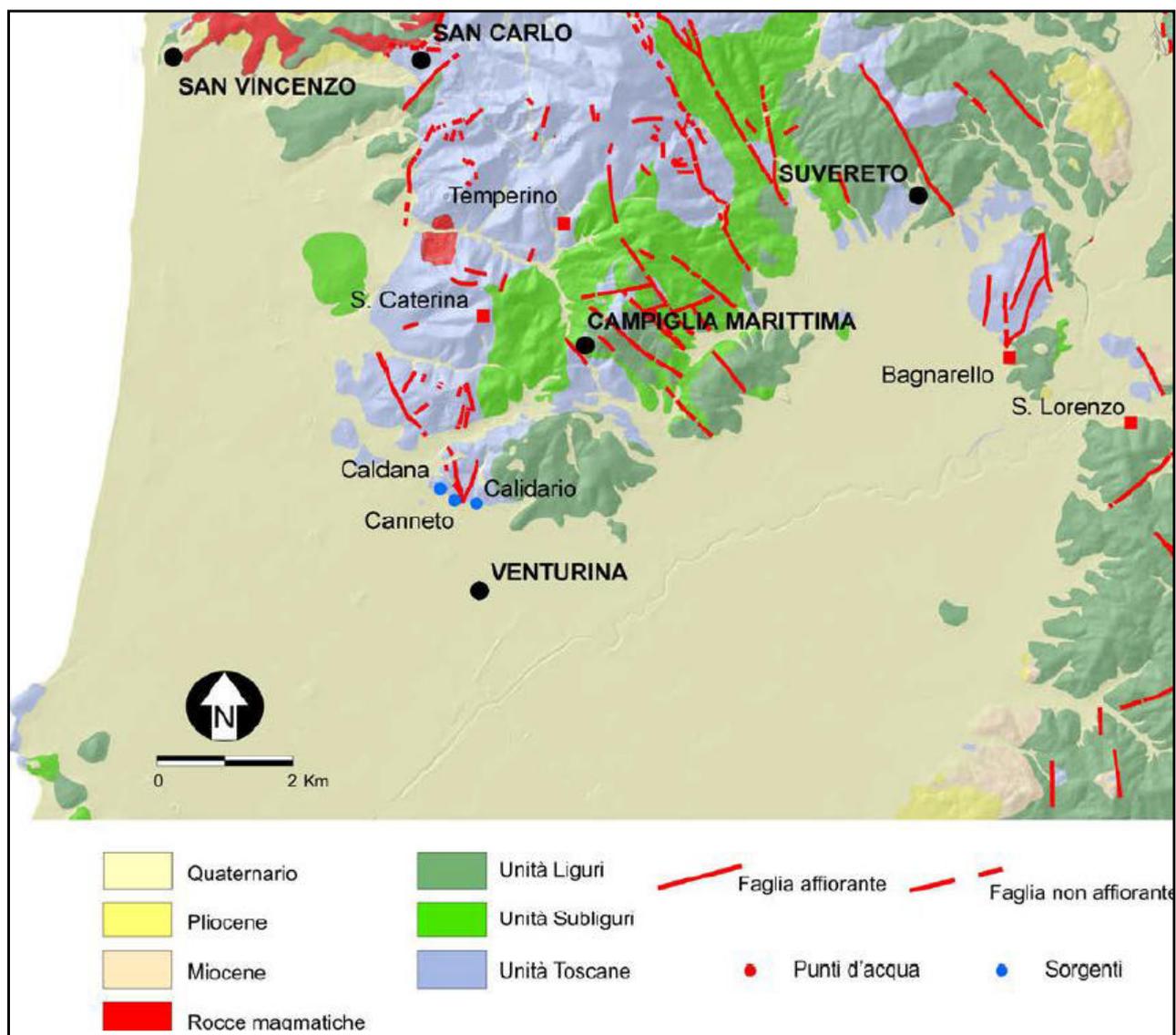


Fig. 3 - Schema geologico semplificato dell'area oggetto di studio ed ubicazione dei principali punti d'acqua estratti dal lavoro di Grassi et al., 1993 (modificato da Carta Geologica della Regione Toscana alla scala 1:10.000)

La sorgente Caldana è situata ad una quota di 25 m s.l.m. e presenta una portata dell'ordine del litro al secondo variabile stagionalmente. Nello studio di Grassi et al. (1990) si può osservare come la composizione chimica ed isotopica rimane praticamente costante nel tempo e che il contenuto in trizio è praticamente assente, ciò sta ad indicare, secondo gli autori, che la sorgente è alimentata da acque di circolazione profonda nelle formazioni dell'acquifero regionale.

La sorgente Canneto presenta portate medie intorno ai 50 l/sec con variazioni stagionali, una composizione chimica ed isotopica costante nel tempo e presenza di trizio, ma con valori di

salinità e temperatura minori rispetto alla precedente indicativi quindi di circuiti più brevi e superficiali rispetto a quelli che alimentano la sorgente Caldana (Grassi et al., 1990).

Infine la sorgente Calidario, sorgente principale del sistema, nonostante le forti variazioni di portata che oscillano nel periodo di osservazione dello studio di Grassi et al. (1990) tra 460 l/sec e 90 l/sec (valore medio di 220 l/sec), presenta una composizione chimica ed isotopica praticamente costante con salinità intermedia e, analogamente alla sorgente Canneto, presenza di trizio; questi elementi suggeriscono che le acque drenate dalla sorgente sono rappresentative di un mixing fra acque provenienti da circolazioni diverse per approfondimento ed estensione, con importanti processi di omogeneizzazione.

Nella zona di Campiglia e Suvereto sono presenti ulteriori venute d'acqua studiate nello studio di Grassi et al. (1990) e Grassi e Squarci (1993), nello specifico il Pozzo di S. Caterina, la Miniera del Temperino, Pozzo S. Lorenzo e Pozzo Bagnarello (Fig. 3).

Nel complesso la maggior parte delle acque presenta caratteristiche tali da ipotizzare, secondo gli autori, circolazioni sufficientemente ampie e profonde in grado di omogeneizzare eventuali diversi componenti e che non sembrano risentire degli effetti indotti dalle variazioni della ricarica meteorica. Solo il pozzo di Bagnarello e la Miniera del Temperino, caratterizzati da variazioni temporali dei parametri fisico-chimici, costituiscono punti nelle cui vicinanze avvengono rapidi miscelamenti fra fluidi termali ed acque più superficiali ricche in trizio (Grassi et al., 1990).

Negli stessi lavori (Grassi et al., 1990 e Grassi e Squarci, 1993) sono stati confrontati i valori delle precipitazioni mensili con gli andamenti stagionali del pozzo S. Caterina e le portate di alcune sorgenti. Nel complesso si osserva un certo sfasamento tra precipitazioni e livelli/portate, con quest'ultimi che mostrano valori massimi e minimi rispettivamente a primavera e in autunno.

Secondo gli autori ciò può dipendere sia dall'inerzia del sistema, sia dall'equilibrio fra apporti (infiltrazione) e perdite (sorgenti, circolazione verso la pianura, evapotraspirazione). Esiste, invece, una buona correlazione fra variazione del livello piezometrico e portate delle sorgenti stando ad indicare che gli aumenti di carico idraulico nell'acquifero mettono in pressione il sistema provocando l'incremento della portata e l'erogazione spontanea del pozzo S. Lorenzo.

In particolare per quanto riguarda la sorgente Calidario nel lavoro di Grassi e Squarci (1993) gli autori hanno studiato il comportamento stagionale della sorgente, e quindi dell'intero sistema, sulla base della misura della portata per 7 anni di osservazione in continuo, messe a confronto

con le precipitazioni misurate alla stazione meteorologica di S. Carlo.

In generale si può osservare che l'aumento di portata alla sorgente Calidario presenta un certo ritardo rispetto agli apporti meteorici.

Secondo gli autori tale ritardo è da mettere in relazione alla presenza di una zona insatura di circa 300 m, alle dimensioni del sistema e alla distanza fra emergenza e zona di massimo carico idraulico, ed, infine, alla permeabilità dell'acquifero, che sembra legata a sistemi di fratture più o meno fitte, piuttosto che meati di grande dimensioni.

La mancanza di circolazione in condotti di origine carsica è suggerita anche dalla stazionarietà chimica, isotopica e termica rispetto alla variazione di portata della sorgente.

Infine nella Fig. 4 è riportata la superficie piezometrica relativa all'acquifero carbonatico, tratta dal lavoro di Grassi et al., 1990, ottenuta in base ai livelli dei vari pozzi presenti nell'area e le quote di emergenza delle più significative sorgenti termali.

L'assetto piezometrico regionale evidenzia un flusso radiale proveniente dall'area del campo geotermico di Larderello.

In particolare nella zona di affioramento delle formazioni carbonatiche dei Monti di Campiglia Marittima si registra un alto piezometrico dovuto probabilmente ad apporti diretti sui carbonati con deflussi centrifughi negli acquiferi quaternari della pianura.

Gli autori indicano, infatti, che il sistema riceve alimentazione da una circolazione locale, con ricarica nell'affioramento dei calcari massicci del campigliese, ed una circolazione a carattere regionale che si sviluppa a partire dalle vaste aree di affioramenti carbonatici situate al margine sud del campo geotermico di Larderello.

In particolare il contributo locale, testimoniato dalla notevole erogazione di acque a bassa salinità con significativi contenuti in trizio, sembra essere prevalente nella zona di Venturina; mentre, osservando la superficie piezometrica, la circolazione profonda sembra provenire dalla zona di Suvereto, dove, fluidi appartenenti alla circolazione regionale che si sviluppa a partire dagli affioramenti carbonatici situati a sud del campo geotermico di Larderello, si mescolano prevalentemente nella zona del pozzo di Bagnarello, con acque circolanti negli acquiferi clastici della pianura.

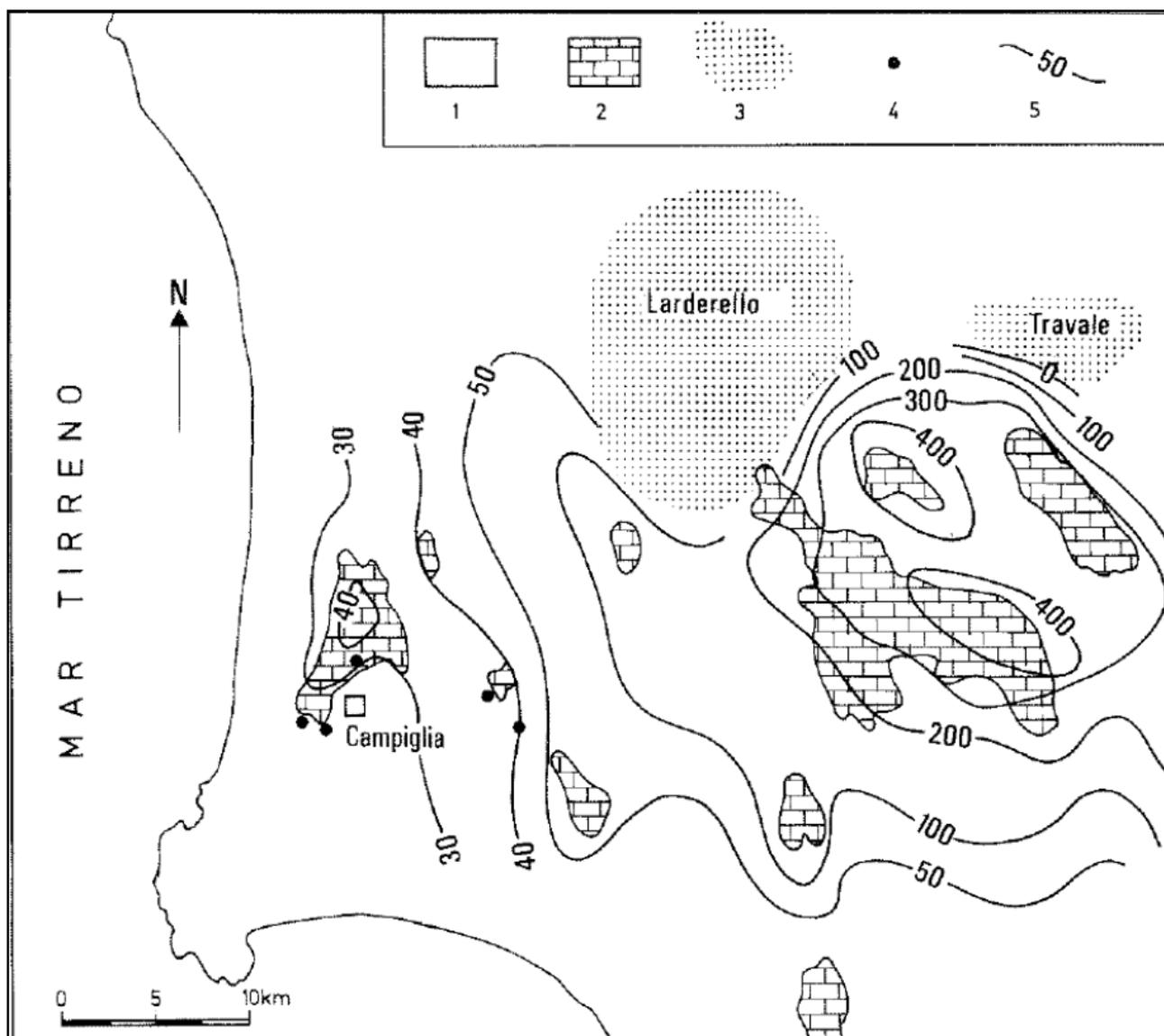


Fig. 4 - Schema piezometrico delle aree a Est del sistema idrotermale di Campiglia (1: copertura; 2: complesso carbonatico - evaporitico; 3: campi geotermici; 4: punti d'acqua; 5: livello piezometrico m s.l.m. (da Grassi et al., 1990)

In definitiva, una considerevole quantità di acqua dell'acquifero carbonatico che alimenta le sorgenti del gruppo di Venturina ed i contigui acquiferi alluvionali è di provenienza profonda e si miscela con gli apporti derivanti dalla infiltrazione locale.

Per valutare le potenzialità di questa componente fredda e le possibili soluzioni per un suo sfruttamento sostenibile, anche nel rispetto della risorsa idrotermale, sarebbero necessari studi specifici e a carattere multidisciplinare.

7.4. CARTA IDROGEOLOGICA (TAVOLA G.05a - G.05e)

In Tavola G.05 è rappresentata la Carta Idrogeologica delle formazioni dell'area di studio. La carta è stata realizzata accorpando le formazioni geologiche affioranti nel bacino in cinque classi di permeabilità, cercando di mantenere continuità con gli autori precedenti.

Le formazioni geologiche riconosciute sono state raggruppate in funzione del tipo e del grado di permeabilità secondo lo schema indicato nella tabella 2.

CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DEL GRADO DI PERMEABILITA'		
Tipo di Permeabilità	Grado di Permeabilità	Formazioni
Permeabilità primaria (per porosità)	Variabile	Depositi alluvionali (contenenti livelli di ghiaie sede di falde idriche a buona trasmissività)
		Sabbie con ghiaie, conglomerati, arenarie e calcareniti alternati a livelli di argille
Permeabilità secondaria (per fratturazione e/o carsismo)	Alta	Calcarea Massiccio (MAS) Calcarea Selcifera di Limano (LIM) Calcari a Rhaetavicula Contorta (RET) Maiolica (MAI) Rosso Ammonitico (RSA) Travertini e calcari continentali (f1a)
	Medio/Bassa	Arenarie di Ponte Bratica (ARB) Basalti con strutture a pillow-lava (BRG) Diaspri (DSA) Filoni porfirici (FPO) Formazione di M.Morello (MLL) Formazione di Salivoli-Piombino Macigno (MAC) Marne a Posidonomya (POD) Scisti di Cala Moresca (SCM)
	Scarsa/Nulla	Argille a Palombini (APA) Argille e Calcari di Canetolo (ACC) Argilliti e calcar di Poggio Rocchino (RCH) Flysch di Ottone-Monteverdi (OMT) Formazione di Sillano (SIL) Graniti (GRA) Scaglia Toscana (STO) Skarn (SKA)
Nella aree urbane e industriali consolidate o dismesse la permeabilità naturale è stata profondamente alterata		

Tabella 2: Classificazione delle unità secondo il grado di permeabilità.

Nella stessa tavola è riportata l'ubicazione dei pozzi, distinti per uso, ripresi dai database seguenti:

- Database Regione Toscana,
- Database ISPRA,
- Database SIRA,
- Ex Piano Strutturale comunale

Nella carta sono state riportate le seguenti perimetrazioni:

- Zone di rispetto (200 m) intorno a pozzi e sorgenti ad uso idropotabile
- Zone di tutela (500 m) intorno a pozzi e sorgenti ad uso idropotabile
- Aree di protezione delle risorse idrotermali
- Aree di ingressione del cuneo salino

Infine è stato riportato l'andamento delle piezometrie riferito allo studio di Doveri et al. (2012) riferito alle misure del 2011.

8. VALUTAZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E DI DINAMICA COSTIERA

I territori comunali di Piombino e Campiglia sono stati classificati e suddivisi in funzione dello stato di pericolosità, ai sensi del Regolamento 53/R.

Attraverso la sintesi delle conoscenze, le analisi e gli approfondimenti sono state caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate e approfondite quelle già individuate nei piani di bacino.

I territori comunali di Piombino e Campiglia sono quindi stati caratterizzati in aree omogenee in funzione della pericolosità geologica e idrogeologica.

8.1. CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAVOLA G.06a - G.06e)

In base all'analisi e alla sintesi dei tematismi precedentemente descritti, con particolare riferimento alla Carta Geomorfologica, alla Carta Geologica, ed alla Carta Litotecnica, l'intero territorio comunale è stato suddiviso nelle seguenti classi di pericolosità geologica, in conformità al regolamento 53/R:

Pericolosità geologica bassa (G.1)

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfo - evolutivi;

Pericolosità geologica media (G.2)

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

Pericolosità geologica elevata (G.3)

Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%;

Pericolosità geologica molto elevata (G.4)

Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

Per la perimetrazione delle aree a pericolosità geologica si è fatto inoltre riferimento alle prescrizioni operative definite dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

La sovrapposizione tra le caratteristiche litologico - tecniche (in particolare laddove sono presenti corpi detritici sui versanti) ed acclività ha consentito una prima suddivisione del territorio in base alla suscettibilità a sviluppare fenomeni di instabilità geologica di tipo gravitativo.

A questa prima classificazione si sommano poi le informazioni provenienti dalla carta della dinamica costiera e dalla carta geomorfologica, che assumono un valore prescrittivo sovraordinato rispetto alla precedente classificazione e che consentono di distinguere aree a diversa pericolosità anche nelle aree pianeggianti, dove il fattore acclività non è discriminante.

La classe G.4 comprende tutte quelle aree dove sono presenti fenomeni franosi attivi.

A tale proposito si precisa che la perimetrazione delle aree in cui sono presenti fenomeni franosi è stata effettuata seguendo le indicazioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, ovvero nel caso di una frana con corona e corpo, è stata definita un'area interessata dal fenomeno franoso che ingloba l'elemento lineare (scarpata) e il corpo in un unico poligono.

Nella Classe G.3, sono state inserite le frane quiescenti, l'area interessata dal fenomeno di subsidenza, le dune, le discariche, le aree di cava e le unità litotecniche con caratteristiche scadenti.

Nella Classe G.2 sono stati inseriti le restanti aree che per caratteristiche litologiche e giaciture non ricadevano nelle classi suddette.

8.2. LA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL P.A.I.

Ai fini del Piano Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Toscana Costa la pericolosità geomorfologica è così definita ai sensi dell'art. 16 delle Norme di Piano:

Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.F.M.E.): aree interessate da fenomeni

franosì attivi e relative aree di influenza, nonché le aree che possono essere coinvolte dai suddetti fenomeni; aree che possono essere coinvolte da processi a cinematica rapida e veloce quali quelle soggette a colate rapide incanalate di detrito e terra, nonché quelle che possono essere interessate da accertate voragini per fenomeni carsici.

Aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.F.E): aree interessate da fenomeni franosi quiescenti e relative aree di influenza, le aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico, le aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

Nella carta delle aree a pericolosità geologica si è quindi proceduto a distinguere con apposita simbologia tali aree che, oltre ad essere ricomprese nelle aree a pericolosità geologica elevata e molto elevata ai sensi del Reg. 53/R, risultano soggette anche alle norme di piano del P.A.I. (D.C.R. 13/05).

8.3. CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (TAVOLA G.07a - G.07e)

La Carta delle aree con problematiche idrogeologiche (TAVOLA G7a - G7e) individua le aree che presentano situazioni sulle quali porre attenzione al fine di non generare squilibri idrogeologici.

Particolare attenzione è posta anche alla individuazione delle aree in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione (falda libera in materiali permeabili e prossima al piano campagna; aree di affioramento di terreni litoidi molto fratturati; aree interessate da acquiferi in materiali carbonatici a carsismo sviluppato).

Per tali aree, che non necessariamente e univocamente possono essere associate ad una determinata classe di pericolosità, sono comunque fornite indicazioni sugli eventuali condizionamenti alla trasformabilità, da disciplinare in maniera specifica nel regolamento urbanistico in funzione delle destinazioni previste.

Per quanto sopra detto i due territori comunali sono stati zonizzati in classi di tutela in considerazione dei parametri riportati nella Carta delle aree con problematiche idrogeologiche.

Le zone di tutela in relazione alla vulnerabilità all'inquinamento e alla protezione della risorsa presenta le seguenti classi:

1. Classe 1 - Vulnerabilità Bassa: rientrano in questa classe le aree in cui la probabilità di

contaminazione dell'acquifero soggiacente da parte di un inquinante idrotrasportato è bassa a seguito terreni a permeabilità bassa o media e con situazioni morfologiche non di ristagno.

2. Classe 2 - Vulnerabilità Media: sono aree a permeabilità medio-alta in situazione morfologiche di pianura o pedecollina.

3. Classe 3 - Vulnerabilità Elevata: sono aree a permeabilità alta in situazione morfologiche di versante.

4. Classe 4 - Vulnerabilità Molto Elevata: è limitata alla parte alta delle alluvioni del Fiume Cornia dove la permeabilità sia considerata alta.

In questo elaborato sono state riportate tutte le informazioni disponibili ed utili ad individuare le zone che presentano particolari condizionamenti ai fini della protezione della risorsa idrica sotterranea ed in particolare:

- zone di protezione idrotermale: corrisponde all'area di affioramento della serie carbonatica toscana, ad elevata permeabilità e che corrisponde alla zona di alimentazione del sistema idrotermale dei monti di Campiglia Marittima;
- zona di protezione dei pozzi idropotabili: area circolare con centro corrispondente all'asse dei pozzi ad uso idropotabile e raggio di 500 m.

All'interno di queste aree possono essere adottate misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici ai sensi dell'art. 94 del D.L.vo 152/2006;

- zona di rispetto dei pozzi idropotabili - area circolare con centro corrispondente all'asse dei pozzi ad uso idropotabile e raggio di 200 m all'interno delle quali valgono le prescrizioni del comma 4 dell'art. 94 del D.L.vo 152/2006;

È stata inoltre indicata l'ubicazione dei pozzi distinti per uso e riportate le isopieze tratte dallo studio di Doveri et al. (2012) riferito alle misure del 2011.

8.4. CARTA DELLA AREE CON PROBLEMATICHE DI DINAMICA COSTIERA (TAVOLA G.08a - G.08c)

Nella Carta delle Aree con Problematiche di Dinamica Costiera sono stati individuati i tratti di costa interessati da erosione, quelli sostanzialmente stabili e quelli dove si è registrato un

avanzamento della spiaggia.

Il tratto in erosione interessa praticamente tutto il tratto di costa alta del promontorio di Piombino, e tutto il golfo di Follonica, mentre le porzioni in avanzamento sono ubicate prevalentemente in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua.

In questo elaborato sono state inoltre riportate le informazioni già indicate nella carta della dinamica costiera (G.04) ovvero l'evoluzione della linea di costa relativa agli anni 1938, 1976, 2000 estrapolate dalla carta geomorfologica del PS redatto nel 2007; la linea di costa relativa all'anno 2013 ottenuta mediante foto interpretazione delle foto aeree del 2013 (ultimo volo disponibile con copertura totale del territorio comunale - fonte Regione Toscana); la linea di costa relativa all'anno 2004 nel tratto di Baratti, estrapolata dallo studio redatto da Dott. Geol. Enrico Bartoletti del 2007, riguardante il Progetto di sistemazione morfologica della Spiaggia di Baratti; la linea di costa relativa all'anno 2018 nel tratto di costa Est, estrapolata dallo studio redatto da Dott. Geol. Luca Sbrilli del 2019 riguardante il progetto di intervento di riprofilatura 029 Golfo di Follonica - Costa Est, elaborato in seguito all'evento del 28-30 ottobre 2018;

È stato inoltre indicato lo sviluppo delle aree demaniali, le spiagge e le dune così come rilevate nella carta geomorfologica, nonché le aree a pericolosità geomorfologica PFE e PFME individuate dal PAI, solo nel tratto costiero.

Grosseto, maggio 2019

Dott. Geol. Massimo Fanti