



Società Autostrada Tirrenica p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA
LOTTO 6A**

**TRATTO: TARQUINIA – CIVITAVECCHIA
PROGETTO ESECUTIVO**

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

**VIABILITA' SECONDARIA COMPLANARE
COLLEGAMENTO SVINCOLO DI CIVITAVECCHIA**

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

RELAZIONE GEOLOGICA

IL GEOLOGO Dott. Vittorio Boerio Ord. Geol. Lombardia N.794 RESPONSABILE UFFICIO GEO	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 CAPO COMMESSA/PROJECT ENGINEER	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE
---	---	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA: MARZO 2015	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE					n.	data
—	codice commessa	N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo	Rev.				
—	16	123602	STP	GE	0001	—	SCALA:			

ingegneria europea	PIANIFICAZIONE COMMESSE Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :	—	IL RESPONSABILE UNITA' STP :	Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma N.1154

VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI DIREZIONE GENERALE PER LA VIGILANZA SULLE CONCESSIONI AUTOSTRADALI</small>
--------------------------------------	--

INDICE

PREMESSA.....	3
1 INDAGINI GEOGNOSTICHE	5
1.1 INDAGINI BIBLIOGRAFICHE	5
1.2 INDAGINI DI PROGETTO	6
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	10
2.1 ASSETTO STRATIGRAFICO E TETTONICO GENERALE	10
2.1.1 <i>Evoluzione paleogeografica</i>	13
2.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO	15
2.2.1 <i>Unità Liguridi</i>	16
2.2.2 <i>Formazioni mioceniche</i>	18
2.2.3 <i>Formazioni plioceniche</i>	18
2.2.4 <i>Formazioni quaternarie</i>	19
3 ELEMENTI DI SISMICA GENERALE	22
3.1 SISMICITÀ STORICA	23
3.2 SISMICITÀ STORICA (DAL 1000 AL 2006)	25
3.3 SISMICITÀ RECENTE (DAL 2005 AL 2015)	27
3.4 FAGLIE CAPACI.....	28
3.5 STRUTTURE SISMOGENETICHE	29
3.6 CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	1
4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	5
4.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE	5
4.2 COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA DELL'OPERA IN PROGETTO. VERIFICA DEL PAI	6
4.3 MORFOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO	9
4.3.1 <i>Forme fluvio-deposizionali e fluvio-denudazionali</i>	9
4.3.2 <i>Forme gravitative</i>	10
4.3.3 <i>Processi antropici</i>	35
5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	36

5.1	INQUADRAMENTO GENERALE.....	36
5.1.1	<i>Acquifero dei terrazzi marini Pleistocenici.....</i>	<i>37</i>
5.2	IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO	38
5.2.1	<i>Complesso dei depositi alluvionali – C1.....</i>	<i>38</i>
5.2.2	<i>Complesso dei depositi sabbioso-ghiaiosi – C2.....</i>	<i>38</i>
5.2.3	<i>Complesso delle argille marine – C3.....</i>	<i>39</i>
5.2.4	<i>5.2.4 Complesso dei depositi flyschoidi prevalentemente argillitici – C4.....</i>	<i>39</i>
5.3	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO.....	40
5.4	PLUVIOMETRIA	47
6	DESCRIZIONE GEOLOGICA - DEL TRACCIATO DI PROGETTO	50
7	PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO	51
	BIBLIOGRAFIA.....	52
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	54

ALLEGATO - SCHEDE DI RILEVAMENTO POZZI

PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto lo studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area interessata dal Progetto Esecutivo della Viabilità Secondaria Complanare Collegamento Svincolo di Civitavecchia. Il tracciato si pone ad ovest del Nuovo Corridoio Tirrenico A12, nel tratto compreso tra la fine dall'autostrada A12 Roma - Civitavecchia e Tarquinia (lotto 6a), in corrispondenza dell'uscita di Civitavecchia Nord (km 13+100 - km 14+638 del lotto 6a).

Il presente studio aggiorna i contenuti della progettazione Esecutiva relativa alla tratta 6a Tarquinia - Civitavecchia alla luce delle nuove informazioni disponibili.

Le attività di studio sono state articolate nella seguente maniera:

- inquadramento e caratterizzazione geologica e geomorfologica, tale attività è stata svolta sia attraverso un'attenta ricerca bibliografica di informazioni disponibili e dati pregressi, sia mediante rilevamento di campagna, analisi delle risultanze delle indagini geognostiche e analisi stereoscopica delle foto aeree.
- inquadramento idrogeologico generale dell'area di studio, comprendente il censimento ed il monitoraggio dei punti d'acqua ispezionabili in sito, la definizione dei complessi idrogeologici sulla base delle proprietà idrauliche dei terreni, dell'andamento delle superfici piezometriche, delle direzioni di flusso e quindi la definizione delle criticità degli acquiferi in relazione agli interventi previsti.

La restituzione grafica dello studio consiste in una planimetria con l'ubicazione delle indagini geognostiche in scala 1:5.000, in una carta geologica, una morfologica ed una idrogeologica in scala 1:5.000, in un profilo geologico longitudinale ed uno idrogeologico entrambi alla scala 1:5.000/500 e 1:5.000 realizzati a 30 metri dal ciglio sinistro dell'asse autostradale.

La relazione contiene anche un capitolo di sismica generale, che inquadra il territorio dal punto di vista della sismicità; ed un capitolo di inquadramento idrogeologico, che espone un quadro conoscitivo utilizzabile come punto di partenza per studi quantitativi di idrologia sotterranea. La definizione dell'accelerazione sismica di riferimento, della quota di falda di progetto, delle interferenze fra infrastruttura e la falda idrica, la stima quantitativa dei volumi potenzialmente instabili, la definizione degli interventi di minimizzazione /

stabilizzazione, la caratterizzazione delle terre provenienti dagli scavi in ordine alla loro possibile riutilizzabilità, la definizione del modello geotecnico, i criteri per la scelta delle fondazioni delle opere non sono argomenti oggetto della presente relazione geologico – geomorfologica. Qualora la progettazione delle opere in argomento e/o i vincoli territoriali implicassero la definizione dei tematismi sopra elencati, essi sarebbero sviluppati nell’ambito di specifiche relazioni ingegneristiche.

1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalle figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica; dagli ingegneri responsabili degli uffici opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre e delle rocce; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

Per la redazione del progetto definitivo sono stati utilizzati i risultati delle campagne di indagine realizzate nel corso delle diverse fasi progettuali relative al lotto 6a dell'autostrada Rosignano - Civitavecchia; in particolare le precedenti fasi progettuali (2003 – Fase A; 2009 – Fase C), relative ad assi di tracciato non più attuali, nonché le indagini bibliografiche reperite attraverso studi pregressi.

E' stata inoltre eseguita una specifica campagna di indagini geognostiche in sito per la progettazione definitiva (Fase D - 2010), su un asse molto prossimo a quello attuale, e un'ultima campagna di indagine di ottimizzazione (Fase E).

La tipologia delle indagini eseguite nelle varie fasi è finalizzata alle necessità progettuali di ordine geologico e geotecnico.

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

1.1 INDAGINI BIBLIOGRAFICHE

Le informazioni geognostiche bibliografiche recuperate provengono da documentazione ANAS, relativa a differenti lavori progettuali e di adeguamento della SS1 Aurelia.

- Anas spa, 2001. Indagini geognostiche realizzate per il progetto: "Lavori di ammodernamento al tipo autostradale II a C.N.R. nel tratto tra Civitavecchia ed il limite compartimentale. Lavori per l'esecuzione delle indagini geognostiche nel tratto dal Km 81+400 al Km 95+000 – Lotto 1° e 2°, consistenti in 22 sondaggi, 17 prove

penetrometriche statiche di tipo cpt e 18 pozzetti (non considerati nel presente lavoro). Di tale documentazione è disponibile il materiale geotecnico di laboratorio.

1.2 INDAGINI DI PROGETTO

La geognostica eseguita per la redazione dell'intero progetto, tra Civitavecchia Nord - Grosseto - Rosignano, è stata articolata in tre distinte campagne di indagini:

Indagini finalizzate alla progettazione preliminare dell'Autostrada A12 nel tratto compreso tra Civitavecchia e Grosseto (SPEA, 2003-2004) – FASI A e B

Tali indagini sono state realizzate prevalentemente lungo tracciati di progetto non più attuali; tre soli sondaggi di Fase A (A1-S3, A1-S4, A1-S5) ricadono in prossimità dell'attuale fascia di studio. La documentazione relativa a tali sondaggi comprende prove in foro tipo spt, installazione di strumentazione piezometrica (oggi solo in parte reperibile) e prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nel corso delle perforazioni.

Indagine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
A1-S3	18.86	25.0	1 Pz. tubo aperto a -13 m 1 Piez. Casagrande a -21 m
A1-S4	9.48	18.0	1 Pz. tubo aperto a -12 m
A1-S5	43.51	20.0	1 Pz. tubo aperto a -20 m

Indagini finalizzate alla progettazione preliminare dell'Autostrada A12 nel tratto compreso tra Civitavecchia e Grosseto (SPEA, 2009) – FASE C

Ricadono in aree prossima all'attuale tracciato di progetto i sondaggi C-S1, C-S2, C-S3, C-S4, C-S5. La documentazione relativa a tali sondaggi comprende prove in foro tipo spt, installazione di strumentazione piezometrica (oggi solo in parte reperibile) e prove geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nel corso delle perforazioni.

Indagine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
C-S1	39.0	30.0	1 Pz. tubo aperto a -30 m
C-S2	6.8	35.0	1 Pz. tubo aperto a -12 m 1 Piez. Casagrande a -21 m
C-S3	41.0	35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m
C-S4	43.3	35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m
C-S5	11.8	35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m

Indagini finalizzate alla progettazione definitiva dell'Autostrada A12 nel tratto compreso tra Civitavecchia e Grosseto (SPEA, 2010) – FASE D

Una terza serie di indagini è stata realizzata tra Civitavecchia e Pescia Romana specificamente per la redazione del progetto definitivo.

Tali indagini consistono in n. 27 sondaggi a carotaggio continuo e alcuni sondaggi a distruzione (finalizzati all'installazione di strumentazione piezometrica o tubi per geofisica in foro), oltre ad alcuni pozzetti esplorativi superficiali. I sondaggi sono stati spinti a profondità variabili fino a 50 m da p.c., con esecuzione di prove di permeabilità in foro, prove pressiometriche, prove penetrometriche dinamiche tipo SPT e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati. I fori di sondaggio sono stati generalmente attrezzati con strumentazione piezometrica dedicata al monitoraggio della falda; in alcuni casi specifici sono stati installati tubazioni per l'esecuzione di prove sismiche in foro tipo Cross Hole.

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati campioni rimaneggiati e indisturbati, sui quali è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche, con determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati, nonché prove finalizzate al riutilizzo e recupero delle terre da scavo.

Sono state inoltre effettuate analisi chimico ambientali del terreno e dell'acqua di falda, in accordo al DL 152/2006.

Indagine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
6a-SD1		35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m
6a-SD2	37.37	35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m
6a-SD5	33.93	25.0	1 Pz. tubo aperto a -25 m
6a-SD6	34.67	20.0	1 Pz. tubo aperto a -20 m
6a-SD6bis	21.11	15.0	1 Pz. tubo aperto a -15 m
6a-SD7	6.66	40.0	1 Pz. tubo aperto a -40 m
6a-SD9	4.58	50.0	tubo per geofisica
6a-SD10	10.23	35.0	1 Pz. tubo aperto a -15 m
6a-SD11	37.67	25.0	-
6a-SD11bis	23.56	25.0	1 Pz. tubo aperto a -6 m 1 Piez. Casagrande a -25 m
6a-SD12	39.77	35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m
6a-SD12bis	38.43	25.0	1 Pz. tubo aperto a -5.5 m 1 Piez. Casagrande a -25 m
6a-SD13	38.19	25.0	1 Pz. tubo aperto a -25 m
6a-SD14	42.12	25.0	1 Pz. tubo aperto a -11 m 1 Piez. Casagrande a -25 m
6a-SD14bis	44.71	25.0	1 Pz. tubo aperto a -13 m
6a-SD15	49.36	25.0	1 Pz. tubo aperto a -12 m
6a-SD16	43.50	35.0	1 Pz. tubo aperto a -33 m
6a-SD 17	35.59	30.0	1 Pz. tubo aperto a -30 m
6a-SD18	30.52	35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m
6a-SD19	30.65	25.0	1 Pz. tubo aperto a -25 m
6a-SD19bis	29.40	22.2	1 Pz. tubo aperto a -21 m
6a-SD20	11.46	30.0	1 Pz. tubo aperto a -15 m 1 Piez. Casagrande a -25 m
6a-SD22	10.50	50.0	tubo per geofisica
6a-SD23	9.50	30.0	1 Pz. tubo aperto a -7 m 1 Piez. Casagrande a -18 m
6a-SD24	21.55	30.0	1 Pz. tubo aperto a -15 m
6a-SD25	38.80	25.0	1 Pz. tubo aperto a -6 m
6a-SD101	30.18	20.0	1 Pz. tubo aperto a -15 m
6a-SD102 *	62.10	15.0	1 Pz. tubo aperto a -15 m
6a-SD103 *	55.90	15.0	1 Pz. tubo aperto a -15 m

° sondaggio a distruzione

Indagini integrative finalizzate alla progettazione definitiva/esecutiva dell'Autostrada A12 nel tratto compreso tra Civitavecchia e Tarquinia (SPEA, 2010) – FASE E

Una quarta serie di indagini è stata realizzata, quasi contestualmente alla serie precedente, tra Civitavecchia e Tarquinia nord, per un affinamento delle informazioni geologiche e geotecniche alla luce delle soluzioni progettuali individuate.

Indagine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
6a-SE0	35.87	35.0	1 Pz. tubo aperto a -35 m
6a-SE1	39.41	40.0	tubo per geofisica
6a-SE2	38.48	35.0	1 Pz. tubo aperto a -6 m 1 Pz tipo Casagrande a 34.5 m
6a-SE3	44.32	35.0	1 Pz. tubo aperto a -14 m 1 Pz tipo Casagrande a -26 m
6a-SE4	33.41	35.0	1 Pz tipo Casagrande a -34.5 m
6a-SE5	29.80	35.0	1 Pz tipo Casagrande a -34.5 m
6a-SE6	15.64	25.0	-
6a-SE7	33.49	30.0	1 Pz tipo Casagrande a -29.5 m
6a-SE8	42.36	20.5	1 Pz. tubo aperto a -7 m 1 Pz tipo Casagrande a -20.5m

Tali indagini consistono in n. 9 sondaggi a carotaggio continuo e un sondaggio a distruzione (finalizzati all'installazione di strumentazione piezometrica o tubi per geofisica in foro), spinti a profondità variabili fino a 40 m da p.c., con esecuzione di prove di permeabilità in foro e prove penetrometriche dinamiche tipo SPT e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati. I fori di sondaggio sono stati attrezzati con strumentazione piezometrica dedicata al monitoraggio della falda; in un caso è stata installata la tubazione per l'esecuzione di prove sismiche in foro tipo Cross Hole.

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati campioni rimaneggiati e indisturbati, sui quali è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche, con determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 ASSETTO STRATIGRAFICO E TETTONICO GENERALE

Le formazioni affioranti nei settori costieri del Lazio settentrionale e della Toscana meridionale sono riferibili ad un arco temporale che va dal Triassico all'attuale e sono ascrivibili alle unità dell'Appennino Settentrionale. Tali unità corrispondono a diversi domini paleogeografici, che devono essere intesi come i diversi ambiti in cui esse si sono sedimentate prima di venire coinvolte nei processi di dislocazione tettonica dell'orogenesi appenninica (Fig. 1).

Il settore costiero del Lazio settentrionale si inquadra quindi nel contesto della geologia dell'area di catena interna nord appenninica, dove, a partire dal Miocene medio - superiore, processi estensionali a scala crostale hanno suddiviso gli ammassi rocciosi oggetto della precedente fase di ispessimento, legata alla costruzione dell'orogene appenninico.

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

- *Dominio continentale Sardo-Corso*: rappresenta la crosta continentale europea ercinica su cui si è impostato il bacino Ligure Provenzale.
- *Dominio oceanico Ligure-Piemontese*: rappresentato da ofioliti giurassiche e dalla loro copertura sedimentaria pelagica, con al tetto la sequenza flyschoidale calcareo marnosa.
- *Dominio Subligure*: rappresenta la transizione tra il dominio oceanico e quello continentale Toscano e consiste di sequenze calcareo-arenacee di età Cretacico superiore-Oligocene.
- *Dominio Toscano*: si tratta di sequenze continentali in cui si può distinguere il dominio Toscano interno, rappresentato da termini non metamorfici e quello esterno, costituito da terreni metamorfici, con un basamento paleozoico ercinico ed una copertura carbonifero-terziaria.
- *Dominio Umbro-Marchigiano*: è costituito dai depositi che costituiscono la zona esterna dell'Appennino settentrionale, un basamento di carbonati di piattaforma e sequenze pelagiche con una porzione sommitale fatta di depositi terrigeni e di serie flyschoidi.

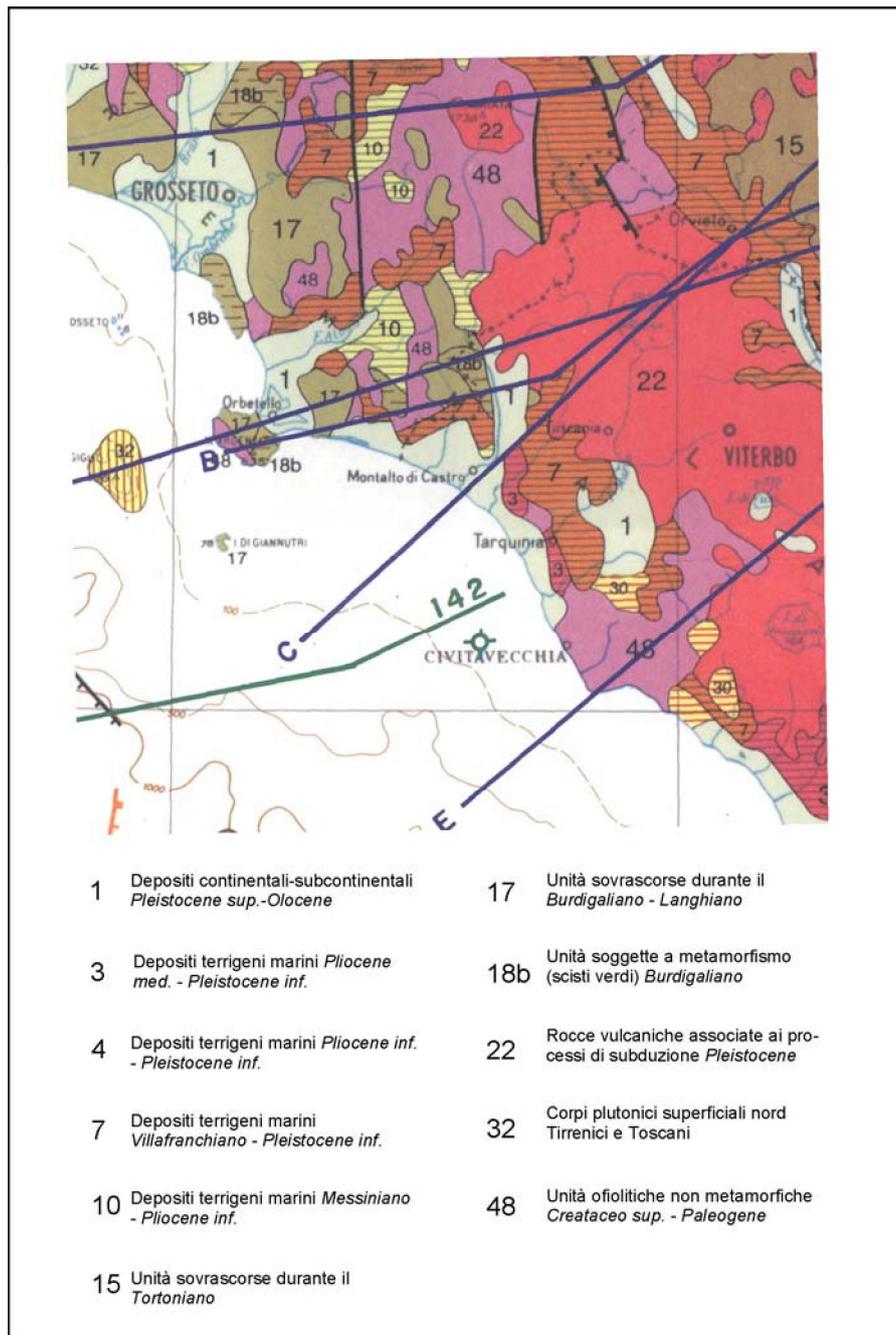


Figura 1.1. Schema strutturale dell'Appennino Settentrionale alla scala 1:2.000.000 (CNR, 1988)

L'evoluzione tettonica, iniziata con il processo di accrezione responsabile della costruzione dell'orogene appenninico, ha coinvolto dapprima (Cretacico sup.-Eocene) unità di affinità oceanica e transazionale (Dominio Liguride e Subliguride) e successivamente (Oligocene-Miocene) unità ad affinità continentale (Dominio Toscano).

Successivamente, i processi estensionali hanno riattivato le strutture compressive e causato, a partire dal Miocene inferiore, la formazione di aree bacinali estensionali nel settore di conca interna. Tali bacini hanno migrato verso est, a tergo della subduzione

della litosfera ionico-adriatica. I processi di raccorciamento delle parti frontali sono stati accompagnati da complesse rotazioni dei fronti di sovrascorrimento. Nell'area di catena interna i bacini estensionali (Tortoniani-Pleistocenici) della fascia nord tirrenica, compresi quelli di Montalto di Castro – Tarquinia, si sono invece sviluppati senza alcuna rotazione del substrato.

La ricostruzione delle caratteristiche geometriche e cinematiche degli elementi tettonici risulta limitata dalla scarsità di esposizioni significative delle strutture tettoniche e dei relativi indicatori cinematici; inoltre la sostanziale omogeneità della successione impedisce di stabilire livelli stratigrafici di riferimento e quindi, la valutazione dei rigetti.

L'assetto strutturale dell'area è caratterizzato da un elemento tettonico principale ad andamento appenninico. Tale struttura, la cui geometria è evidente lungo la valle del fiume Mignone (a sud di Monteromano) è costituita da una coppia sinclinale-anticlinale, questa unica macrostruttura, riconoscibile sul terreno, determina l'assetto strutturale nell'intera area della valle del fiume Mignone; verso sud, questa struttura viene ricoperta dalle unità vulcaniche degli apparati di Tolfa e Vico. Questo elemento rappresenta l'unica struttura a grande scala dotata di una certa regolarità presente nell'area; mentre nei rimanenti settori l'assetto spesso caotico e la scarsità degli affioramenti non mettono in evidenza altre macrostrutture.

Questo settore è caratterizzato da assi strutturali a prevalente direzione NW-SE, congruenti con le direttrici tettoniche principali dell'orogenesi appenninica neogenica.

Studi di neotettonica hanno messo in evidenza la presenza di elementi a prevalente andamento appenninico anche nei depositi del Messiniano e del Pliocene inferiore, la cui attività è sigillata dai termini alto pliocenici. Nella zona di Tarquinia non ci sono evidenze di queste fasi tettoniche; gli unici indizi possono essere individuati nella presenza e nella conformazione dei bacini neogenici confinati tra le dorsali a direzione appenninica che dai Monti della Tolfa si allungano verso NW e progressivamente si immergono al di sotto della copertura neogenica.

I dati bibliografici regionali indicano che l'area ha assunto una configurazione ad horst e graben, alla quale è seguito un generale sollevamento, testimoniato dalle quote di affioramento dei depositi neogenici e dalla presenza di numerosi terrazzi marini pleistocenici sollevati rispetto all'attuale livello del mare.

Gli studi condotti sui depositi del Pliocene e Pleistocene inferiore presenti nella fascia costiera di quest'area hanno messo in evidenza la presenza di una successione di facies complessivamente regressiva; in particolare si assiste al passaggio dalle successioni pelagiche del Pliocene inferiore e medio alle successioni via via più costiere del Pleistocene, a testimoniare un generale sollevamento regionale di questa area, iniziato già durante il Pliocene superiore. Il sollevamento generalizzato risulta alternato da fasi trasgressivo/regressive minori coincidenti con gli eventi climatici globali.

Tra gli elementi strutturali osservati durante i rilevamenti di campagna, e comunque fuori della fascia di studio, si segnalano alcune faglie nell'esposizione del Macco, presenti lungo i margini dell'alto morfologico di Tarquinia.

Per quanto riguarda gli elementi di neotettonica relativi al Pleistocene medio-superiore l'analisi della successione dei terrazzi marini permette di individuare, sulla base degli andamenti delle quote di massima trasgressione, un generale sollevamento dell'area con velocità progressivamente maggiore verso sud. La massima trasgressione della facies marina della parte medio alta dei depositi sabbiosi, caratterizzata da particolare abbondanza di minerali vulcanici e da clasti lavici (Qt), presenta una buona continuità altimetrica tra le quote 55 e 60 m s.l.m.

2.1.1 Evoluzione paleogeografica

La massima compressione si è avuta nell'Oligocene superiore e nel Miocene inferiore, in concomitanza con la traslazione per rotazione antioraria del bacino sardo-corso.

Con la fase parossistica dell'orogenesi tortoniana, a carattere spiccatamente compressivo, si è definita l'architettura a falde dell'Appennino settentrionale, durante la quale si verificarono i movimenti traslativi che determinarono la messa in posto dei complessi alloctoni.

Al ciclo tortoniano seguì una tettonica distensiva, che si è protratta fino al Quaternario. Si assiste nuovamente alla formazione di horst e graben, che intersecano, secondo direttrici prevalentemente appenniniche, le strutture precedenti caratterizzate da pieghe ed accavallamenti. Questo nuovo tipo di dislocazioni si inserisce in una serie di movimenti regionali di sprofondamento e di sollevamento, ai quali è legata l'evoluzione paleogeografia della Toscana e del Lazio.

L'ingressione marina del Messiniano inferiore, quindi, si imposta in un'area notevolmente articolata.

Durante tale periodo ha inizio la sedimentazione del "neoautoctono" che acquista una connotazione evaporitica nel Messiniano superiore, infatti il bacino marino evolve con formazione di depositi evaporatici. Lo spessore di questi depositi è variabile e non sempre elevato in corrispondenza del tracciato oggetto di studio. La fine del "piano" è caratterizzata da un generale sollevamento di tutta la regione con la formazione di depositi lacustro-salmastri e conglomeratici, in gran parte smantellati da un'intensa erosione subaerea.

All'inizio del Pliocene inferiore si verifica in tutta la Toscana meridionale e nel Lazio settentrionale un'ampia trasgressione marina susseguente ad una generalizzata subsidenza regionale. Le litofacies sono caratterizzate da una sedimentazione molto fine ("Argille Azzurre"). La sequenza pliocenica inferiore, pur iniziando con la deposizione di argilla in tutta l'area, è poi evoluta in alcune zone in una sedimentazione di ambiente costiero (zona di Tarquinia).

Nel Pliocene medio si verifica l'emersione di buona parte dell'area, a meno della zona compresa tra Civitavecchia e Tarquinia. Qui si era instaurato un ampio golfo delimitato da faglie dirette decorrenti lungo le attuali valli dei Fiumi Marta e Mignone con direzione SO-NE, caratterizzato da acque basse e da alcune zone emerse.

Con il Pliocene superiore - Pleistocene inferiore si ha un generale ritiro del mare. Solo il settore corrispondente all'attuale piana costiera continuerà a far parte dell'ambiente marino durante il Quaternario.

Le formazioni pleistoceniche sono caratterizzate da una giacitura sub-orizzontale con generica vergenza verso mare, ma le superfici trasgressive relative agli stessi ordini risultano a volte dislocate a quote diverse. Ciò è dovuto all'interazione tra tettonica e fluttuazioni del livello marino.

Mediante correlazioni stratigrafiche e geomorfologiche vari Autori hanno riconosciuto diverse serie di ripiani, almeno cinque spianate di erosione e/o di accumulo che si susseguono a quote via via maggiori, procedendo dalla costa attuale fino all'altezza di Monte Romano. La più antica di queste superfici (I terrazzo), costituita da conglomerati ed

arenarie sembra corrispondere alla chiusura del ciclo pliocenico o all'inizio di quello pleistocenico.

Parallelamente alla costa, all'altezza degli Archi di Pontecchio, sul versante sinistro del Fiume Fiora, decorre il II terrazzo marino. I sedimenti che costituiscono tale ciclo trasgressivo sono psammitico-psefitici e tutti gli Autori concordano nell'attribuirli al Pleistocene inferiore.

Successivamente la deposizione è caratterizzata dal brusco arrivo di un ingente quantitativo di materiale piroclastico legato all'inizio dell'attività vulcanica dei vicini apparati vulsini e vicani.

Le facies del Pleistocene medio-superiore sono quelle caratteristiche di un ambiente costiero e lagunare interessato da numerosi episodi trasgressivi, con deposizione di sabbie ghiaiose cui si intercalano lenti più o meno estese di materiali più fini.

I terrazzi del III e IV ordine, ascrivibili al Pleistocene medio e superiore, immergono verso nord-ovest. In entrambi i cicli sedimentari si ha deposizione di ghiaie e sabbie ghiaiose di facies continentale.

La spianata più vicino al mare, e quindi la più recente e meglio conservata, si è formata circa 125.000 anni fa (V terrazzo) con depositi di natura sabbioso-ghiaiosa di ambiente sia costiero-marino, sia continentale.

2.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

La successione sedimentaria presente lungo la tratta Civitavecchia - Grosseto inizia con le formazioni della Falda Toscana, di età compresa tra il Trias inferiore e l'Oligocene superiore, alle quali si sovrappongono, in contatto tettonico, le unità alloctone delle Liguridi (Cretaceo – Oligocene). In trasgressione su queste ultime si trovano le formazioni marine e marino marginali del Miocene e del Pliocene. A chiudere la sequenza si hanno i depositi quaternari di ambiente marino, subcontinentale e continentale.

Per la realizzazione del presente lavoro, i dati bibliografici reperiti sono stati revisionati, anche alla luce della nuova campagna di indagini geognostiche dedicata, e integrati con le più recenti interpretazioni derivanti da studi specialistici quali quelli associati alla nuova cartografia CARG F354 "Tarquinia" in scala 1:50.000.

Nei paragrafi seguenti sono descritte le caratteristiche principali delle formazioni individuate.

2.2.1 Unità Liguridi

Si tratta di sedimenti di età compresa tra il Cretaceo e l'Eocene medio, caratterizzati da contatti verticali di natura stratigrafica e da passaggi laterali per eteropia di facies.

Delle formazioni appartenenti alle unità Liguridi, nel tratto in studio, sono state cartografate quelle riportate di seguito:

Pietraforte - (Turoniano-Santoniano)

Alla formazione della Pietraforte sono riconducibili due litofacies affioranti: una essenzialmente pelitica, nota in letteratura come *Argilliti varicolori manganeseifere*, ed un'altra torbiditica arenacea (*Pietraforte, auct.*). Lo spessore complessivo affiorante di tali litofacies è di circa 200 metri.

Asv. Costituita da marne beige e grigie con fratturazione a “saponetta” o a scaglie, da argilliti scure fogliettate (sondaggio 6a-SD25) con intercalazioni di calcari verdognoli o nerastri in livelli sottili (5-10 cm) con patine di alterazione ocracea, e da argilliti varicolori (grigio scuro, verdastre e rossiccie). A questi litotipi, presso il contatto con la litofacies arenacea (Pf), si intercalano sottili strati arenacei dello spessore massimo di pochi decimetri, che suggeriscono una certa gradualità dell'inizio della sedimentazione silicoclastica.

Pf . E' costituita da arenarie calcareo-quarzose torbiditiche (v. sondaggio A1-S5), a luoghi ricche in femici, generalmente di colore grigio azzurrognolo o ocra, abbastanza compatte e in strati di spessore molto variabile, da pochi decimetri ad alcuni metri. La granulometria è variabile da fine a grossolana; in alcuni strati, non necessariamente vicino alla base, si rinvengono livelli discontinui, lenticolari o a “nuvola” di micro conglomerato (noto in letteratura con il nome di *Cicerchina*) poligenico, granulo sostenuto con matrice arenacea e con scheletro prevalentemente siliceo (selce nera) di dimensioni millimetriche. Le superfici basali degli strati sono nette, talvolta con geometrie lenticolari, in alcuni strati si osservano le impronte di fondo (*flute casts, groove casts*).

Una buona esposizione di questa litofacies si trova in corrispondenza della cava presente al Km 97 della S.S. 1 Aurelia.

Flysch della Tolfa - (Cretacico sup. - Eocene)

Flysch tolfetano argilloso - calcareo - *P* - (Cretaceo sup.). E' costituito da una successione di argille e argilliti scagliettate grigio bruno, marnose, a tratti attraversate da vene di calcite, alternate a livelli decimetrici di calcari marnosi e silicei litoidi rosso-rossiccia e verdastri, presenti anche in strati anche di notevole spessore. L'assetto riscontrato è di tipo caotico. La parte pelitica è stimabile nell'ordine del 70-80%, mentre la restante parte è calcareo-marnosa. L'unico affioramento individuato, di estensione molto ridotta, è presente a ridosso della SS Aurelia, presso il km 11+3 circa, pertanto le principali osservazioni devono essere ricondotte ai carotaggi (sondaggi 6a-SD6 - 6a-SD7).

Flysch tolfetano calcareo - *Pa* - (Cretaceo sup. - Eocene). E' costituito da un'alternanza di strati calcarenitici, calcilutitici e marnoso-calcarei, da giallo a marrone-rossiccio a grigio, fratturati, con interstrati da limoso-argillosi ad argilloso-marnosi, con lenti e strati gessosi e noduli di materiale arenaceo pelitico. A tratti le porzioni argilloso-marnose si presentano scagliettate (sondaggio 6a-SD5).

I terreni appartenenti al ciclo pre-orogenco, affioranti nell'area, sono riferibili alle formazioni appena descritte (Pietraforte e Flysch della Tolfa), comunemente attribuite in letteratura al dominio ligure esterno o a quello subligure.

Alcuni Autori ipotizzano che la Pietraforte e il Flysch della Tolfa costituiscano due unità tettoniche distinte, secondo tale interpretazione la Pietraforte, depostasi in un bacino di sedimentazione più interno rispetto al flysch, sarebbe sovrascorsa su quest'ultimi.

Interpretazioni alternative prevedono che la Pietraforte sia invece posta alla base di una "serie compressiva" argilloso-calcareo-arenacea o, altrimenti intercalata alla base della serie dei "Flysch Tolfetani".

L'attribuzione delle torbiditi silicoclastiche della Pietraforte ad una unità tettonica distinta (rispetto ai flysch calcarei della Tolfa), appartenente ad un dominio paleogeografico più interno, nell'area del Lazio settentrionale risulta scarsamente risolvibile sulla base delle evidenze sul territorio. Inoltre la Pietraforte è rilevabile unicamente in affioramenti discontinui e di limitata estensione la cui geometria lenticolare sembrerebbe legata più ad

originarie dinamiche deposizionali, piuttosto che a una successiva disarticolazione tettonica. In realtà la contaminazione dei flysch argilloso-calcarei da parte dei litotipi arenaci della Pietraforte, che possono rappresentare sia eventi torbiditici singoli, sia pacchi di strati più cospicui, è verificata in corrispondenza di più livelli della serie cretacea ed ammessa anche dagli Autori che appoggiano la deposizione in un bacino distinto e più interno.

Al di sotto di tali formazioni si hanno i depositi appartenenti alla falda toscana, documentati grazie ad alcuni sondaggi profondi presenti in letteratura.

2.2.2 Formazioni mioceniche

Le formazioni Mioceniche, in eteropia tra loro e trasgressive sui terreni più antichi, hanno iniziato a sedimentarsi con il Langhiano (Miocene medio). La trasgressione miocenica è limitata solamente a settori ristretti.

Marne argille e gessi - Mag – (Miocene sup. (Messiniano))

Argille prevalenti e marne grigie, più o meno sabbiose con intercalazioni di gessi alabastrini in strati da 50 cm ad oltre un metro (sondaggi 6a-SD19bis - 6a-SD22 - 6a-SD25) e/o in banchi dell'ordine della decina di metri (sondaggio 6a-SD20). Affiora nei pressi di Tarquinia, lungo la valle del Fiume Marta in località Montarana e lo spessore massimo stimato in affioramento è di circa 40 metri.

Le caratteristiche sedimentologiche permettono di riferire questa formazione ad un ambiente di transizione.

2.2.3 Formazioni plioceniche

Le formazioni del Pliocene si sono deposte in ambiente marino e sono rappresentate da due facies prevalenti: una marnoso - argillosa del Pliocene inferiore ed una più sabbiosa del Pliocene medio-superiore.

Depositi marini argillosi - FAA - (Pliocene inf.)

Argille grigio azzurre compatte e argille marnose intercalate a veli di silt (rinvenute in tutti i sondaggi a meno di 6a-SD5 - 6a-SD6 - 6a-SD7 -6a-SD20 - 6a-SD22 - 6a-SD25). Nella

parte sommitale possono essere presenti sedimenti argilloso sabbiosi, con clasti quarzitici dispersi e lenti conglomeratiche con livelli argillosi.

Lungo il Marta è presente una facies conglomeratica, caratterizzata da clasti evoluti immersi in matrice sabbiosa, con intercalazioni argilloso-sabbiose.

Lungo il fiume Mignone la formazione raggiunge spessori fino a 90 metri e la sua superficie di tetto si colloca tra 85 e 125 m s.l.m.

L'ambiente di sedimentazione è marino circa litorale.

Macco - MCC - (Pliocene medio – sup.)

Calcarenite bioclastica, costituita da sabbie cementate giallo biancastre. Sono ricche di noduli algali, bivalvi, briozoi, echinidi, brachiopodi, balanidi e foraminiferi bentonici. La stratificazione è ben definita, ed è costituita da intercalazioni pelitico sabbiose, di spessore variabile e con geometria tabulare; possono inoltre essere presenti evidenti clinostratificazioni. All'interno delle intercalazioni è frequente osservare laminazioni piano-parallele che denotano un ambiente a minore energia.

Affiorante marginalmente in carta nella zona di Tarquinia dove poggia in discontinuità sul Pliocene inferiore, mentre non è stato mai rinvenuto nei sondaggi realizzati nelle diverse fasi progettuali.

L'ambiente di sedimentazione è marino infralitorale inferiore-circalitorale.

2.2.4 Formazioni quaternarie

Il Quaternario nell'area di studio è rappresentato da terreni marini, transizionali e continentali. I sedimenti marini sub-continentali sono in trasgressione sui terreni più antichi.

Qt – Pliocene medio - Pleistocene sup.

E' costituito da sabbie e limi con intercalazioni di materiale vulcanico, e molluschi di ambiente salmastro (Cerastoderma); il colore varia da marrone a grigio verde.

In Qt sono state accorpate due unità aventi caratteristiche simili, denominate nella cartografia CARG come "Unità di Pian della Regina" e "Unità di Lestra dell'Ospedale".

L'Unità inferiore (Pliocene medio – sup.), Pian della Regina, è composta da sabbie, sabbie argillose e argille ricche in bivalvi, sia interi sia frammentati. A luoghi le argille si presentano molto ossidate, con clasti quarzitici ben evoluti. Sono presenti orizzonti calcarenitici discontinui, di spessore variabile, caratterizzati da impronte di molluschi completamente decalcificate. Questa unità affiora estesamente nell'area a nord di Tarquinia dove può raggiungere potenze massime di circa 110 metri. Poggia prevalentemente sull'FAA. L'ambiente di sedimentazione è marino circa litorale.

L'Unità superiore (Pleistocene medio), Lestra dell'Ospedale, rappresenta la facies marina costiera ed è costituita da sabbie, a volte con ghiaia, clinostratificate ricche di fauna marina e caratterizzata da particolare abbondanza di minerali vulcanici e da clasti lavici. Localmente, alla base, sono presenti livelli costituiti da calcareniti fossilifere. Tali depositi in facies di spiaggia raggiungono le quote di circa 65 m s.l.m. e poggiano in trasgressione sui termini più antichi da quote minime di 10 m a quote massime di 70 m s.l.m., ad esempio in sondaggio sono stati rinvenuti in contatto con la Formazione Gessoso Solfifera (sondaggio 6a-SD25) .

Nella porzione superiore dei sedimenti di progradazione costiera di questa unità, è stato rinvenuto un deposito di ricaduta pliniana (sondaggio 6a-SD15), le cui caratteristiche mineralogiche e petrografiche, insieme all'analisi della dimensione e della natura dei litici e delle pomici, ne ha permesso l'attribuzione all'Unità eruttiva di Canino.

I rapporti con le unità sottostanti suggeriscono una cronologia riferibile al Pleistocene superiore anche se non è da escludere che i lembi poggianti direttamente sull'unità della Lestra dell'Ospedale siano più antichi.

L'unità Qt affiora lungo la zona posta a nord di Tarquinia, con spessori prossimi a 10 m circa. A sud di Tarquinia, e fino alle scarpate della valle del Mignone è presente in continuità sotto l'unità di Casale Palombini.

Qta - Pliocene medio - Pleistocene sup.

E' costituito da sabbie limose di colore marrone avana, con rari frammenti vulcanici e molluschi di ambiente salmastro. Le sabbie sono a luoghi cementate.

Si tratta di una litofacies associata alla precedente unità Qt che si differenzia per la presenza delle plaghe calcarenitiche discontinue, di natura prevalentemente silicea con

rari minerali vulcanici e frammenti di molluschi, immerse in una matrice sabbioso limose marrone-avana.

L'unità Qta costituisce la copertura superficiale della zona posta a Sud della valle del Mignone, lungo la parte finale del tracciato, dove costituisce la copertura delle formazioni flyschoidi e plioceniche. Affiora anche in alcuni lembi isolati a Nord di Tarquinia, dove presenta pareti litoidi di spessore plurimetrico.

Unità di Casale Palombini - Pmb - Pleistocene sup.

E' costituita da limi sabbie rossastre, talora con ghiaie costituite prevalentemente da materiale vulcanico, quarzítico e calcareo-marnoso, con un grado di evoluzione morfologica molto alto.

L'insieme di questi depositi rappresenta una successione continentale, di origine colluviale e in parte alluvionale, con flussi iperconcentrati, localmente con evidenti strutture tipiche di ambiente fluviale (barre, canali, intrecciati).

Quest'unità affiora estesamente lungo la piana compresa a tra la valle del Mignone e l'abitato di Tarquinia, con spessori normalmente contenuti in 5-7 m di profondità.

Depositi alluvionali terrazzati – b1 - Olocene

Depositi sabbioso - limosi e ghiaiosi grigio biancastri, con abbondanti pomici, scorie e femici rimaneggiati.

Sono stati rilevati ai margini della valle alluvionale del Fiume Marta e ad una quota di circa 16-18 metri s.l.m.

Depositi alluvionali attuali e recenti – b - Olocene

Depositi alluvionali e di piana costiera costituiti da limi e argille con livelli sabbiosi e ghiaiosi, prevalentemente nella parte basale del deposito. La composizione litologica dei depositi alluvionali è particolarmente eterogenea nelle valli fluviali con bacini idrografici estesi (F.Marta e F. Mignone).

Tali depositi presentano spessori massimi di circa 45 metri in corrispondenza dei bacini fluviali maggiori (Marta a Mignone). Lungo i corsi d'acqua minori (Fosso Taccone, etc.) il loro spessore è trascurabile (1-2 m), si è quindi ritenuto di trascurarli in cartografia geologica, ma dando loro risalto nella geomorfologia.

3 ELEMENTI DI SISMICA GENERALE

I paragrafi seguenti riportano una descrizione della sismicità storica del territorio esaminato e un inquadramento riferito agli assetti normativi in vigore.

La definizione dell'accelerazione di riferimento non è oggetto della presente relazione.

I dati di base utili per la definizione degli elementi di sismica generale dell'area in esame sono stati ricavati dai seguenti documenti o siti internet:

- Sismicità storica dal 1000 al 2006: Database DMI 2011 (*Database Macrosismico Italiano*) dell' Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011. *DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna*) disponibile on-line all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>
- Sismicità recente (dal 2005 al 2012): Database ISIDE (*Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE*) dell'I.N.G.V. disponibile on-line all'indirizzo <http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>
- Faglie capaci: catalogo delle faglie capaci ITHACA (*ITaly HAZard from Capable faults*) dell' Istituto Superiore per la Protezione e per la Ricerca Ambientale , disponibile on-line all'indirizzo http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA_-_Catalogo_delle_faglie_capaci
- Strutture sismogenetiche: Database DISS3 (*Database of Individual Seismogenitic Sources*) disponibile on-line all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss/>
- Classificazione sismica nazionale: disponibile on-line all'indirizzo <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>

3.1 SISMICITÀ STORICA

L'area in studio è stata oggetto, in tempi storici, di pochi sismi, di intensità generalmente modesta. Fra gli eventi storici di maggior intensità vengono annoverati quello di Tarquinia del 1819, dei Monti della Tolfa del 1969 e quello di Tuscania del 1971.

Il primo di tali eventi (26.05.1819) ebbe intensità VII° MS, profondità ipocentrale compresa fra 5 e 15 km e Magnitudo stimata di 4.3, e si colloca nella fossa plio-pleistocenica di Tarquinia. Informazioni più precise sulla posizione dell'epicentro ne indicano la collocazione in corrispondenza del bordo sudorientale dell'alto strutturale di Tarquinia, in prossimità del limite tettonico fra i terreni pliocenici e quelli flyschoidi.

Il terremoto dei Monti della Tolfa del 02.07.1969 ebbe intensità VII° MS, profondità ipocentrale 8 km e magnitudo 4.3; l'epicentro risultava ubicato al bordo settentrionale dell'alto strutturale di Civitavecchia. Gli effetti macrosismici risultarono estremamente localizzati.

Il sisma di Tuscania del 06.02.1971, di maggior intensità, fu caratterizzato da una scossa principale e da repliche protrattesi per 9 giorni. L'intensità fu valutata del VIII° MS, la profondità ipocentrale di 4 km, la magnitudo di 4.5. Le caratteristiche dell'evento furono: piccola profondità ipocentrale, andamento corocentrico delle isosiste, rilascio prevalente dell'energia con la scossa principale, mentre le repliche risultarono più leggere ed il periodo sismico ridotto. L'origine del sisma può essere ricercata nella residua attività post-vulcanica dell'area, pur non escludendosi possibili relazioni con elementi di tipo tettonico.

Con riferimento a possibili interpretazioni sismogenetiche dei dati spaziali di sismica storica è stata osservata una correlazione fra la distribuzione spaziale degli epicentri e la posizione degli alti strutturali, individuati sia sulla base delle evidenze geologico-strutturali di superficie che dei dati gravimetrici (anomalie positive di gravità individuate nella Carta delle isoanomalie di Bouguer). Fra queste strutture vengono annoverati l'alto di Civitavecchia, quello di Monte Romano e quello posto a nordovest di Tarquinia: si nota che gli epicentri degli eventi sismici registrati in epoca storica si localizzano, di preferenza, ai margini di queste strutture tettoniche.

Dall'analisi dei dati di sismica storica deriva, pertanto, che la massima magnitudo registrata per eventi con epicentro prossimo all'area è di 5.0 (intensità epicentrale VII MCS); il valore relativamente elevato del rapporto intensità/magnitudo è spiegabile con la bassa profondità ipocentrale, che determina la limitata estensione dell'area interessata dagli effetti macrosismici.

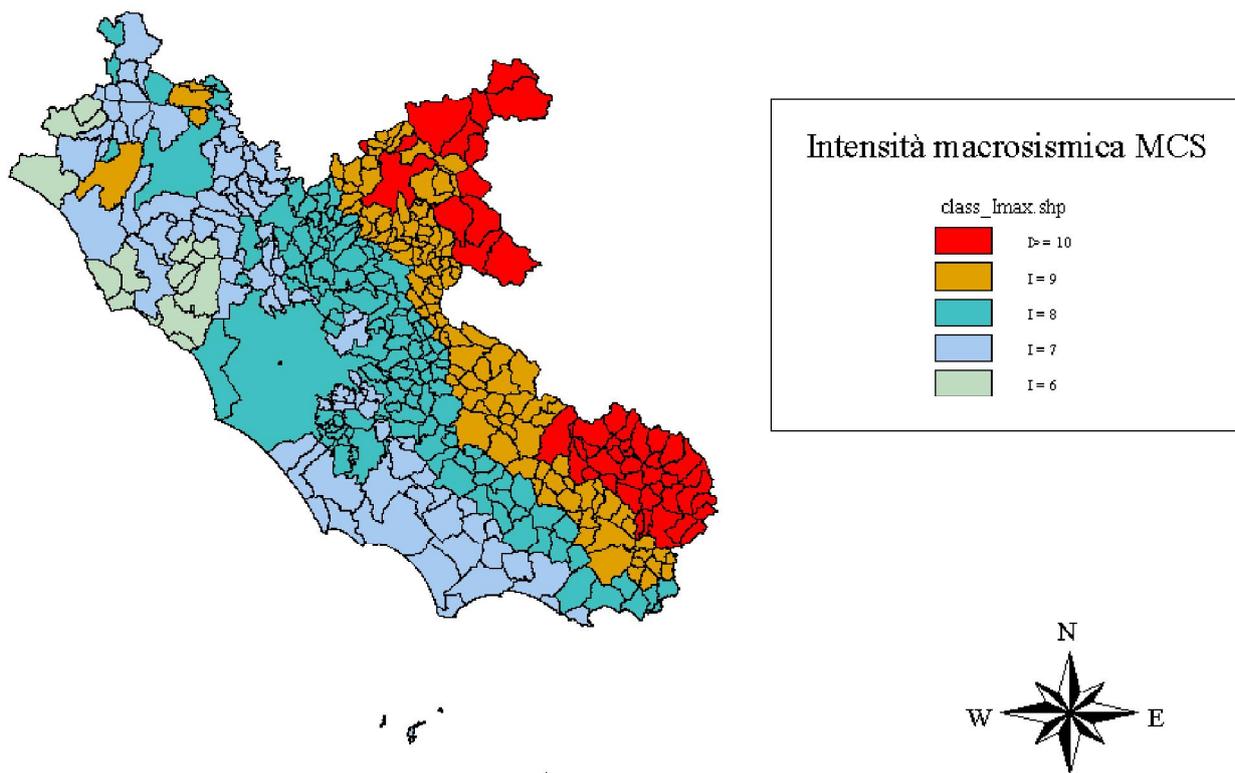


Figura 3.1. Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni del Lazio negli ultimi 1000 anni (INGV)

3.2 SISMICITÀ STORICA (DAL 1000 AL 2006)

Con riferimento all'analisi della sismica storica del territorio interessato vengono esaminati i dati riportati nel D.M.I. 2011 che contiene 86.071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1.684 terremoti il cui epicentro ricade all'interno dell'area CPTI11; i dati sono riferiti a 15.416 località di cui 14.150 in territorio italiano.

In particolare sono stati estratti i dati disponibili per il Comune di Sesto San Giovanni interessato dal progetto; per il Comune di Cinisello Balsamo non sono invece disponibili informazioni.

Nelle tabelle seguenti viene riportato l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4-5, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese,

giorno, ora UTC), l'area epicentrale, il numero progressivo, l'intensità epicentrale e la magnitudo momento.

Seismic history of Tarquinia
[42.252, 11.757]
 Total number of earthquakes: 14

Effects Is	Anno Me Gi Or	Earthquake occurred:			
		Area epicentrale	nP	Io	Mw
7	1819 05 26 16:30	TARQUINIA	1	7	5.14 ±0.34
2	1895 11 01	CASTELPORZIANO	98	6	4.85 ±0.14
NF	1899 07 19 13:18	Colli Albani	123	7	5.13 ±0.17
NF	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8	5.37 ±0.10
4	1919 10 22 06:05	Anzio	142		5.48 ±0.15
4	1940 10 16 13:17	RADICOFANI	106	7-8	5.26 ±0.14
3	1969 07 02 07:55	TOLFA	72	7	4.84 ±0.20
5	1971 02 06 18:09	TUSCANIA	89		4.80 ±0.14
3	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
4	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
NF	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
NF	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342		5.50 ±0.09
NF	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
NF	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09

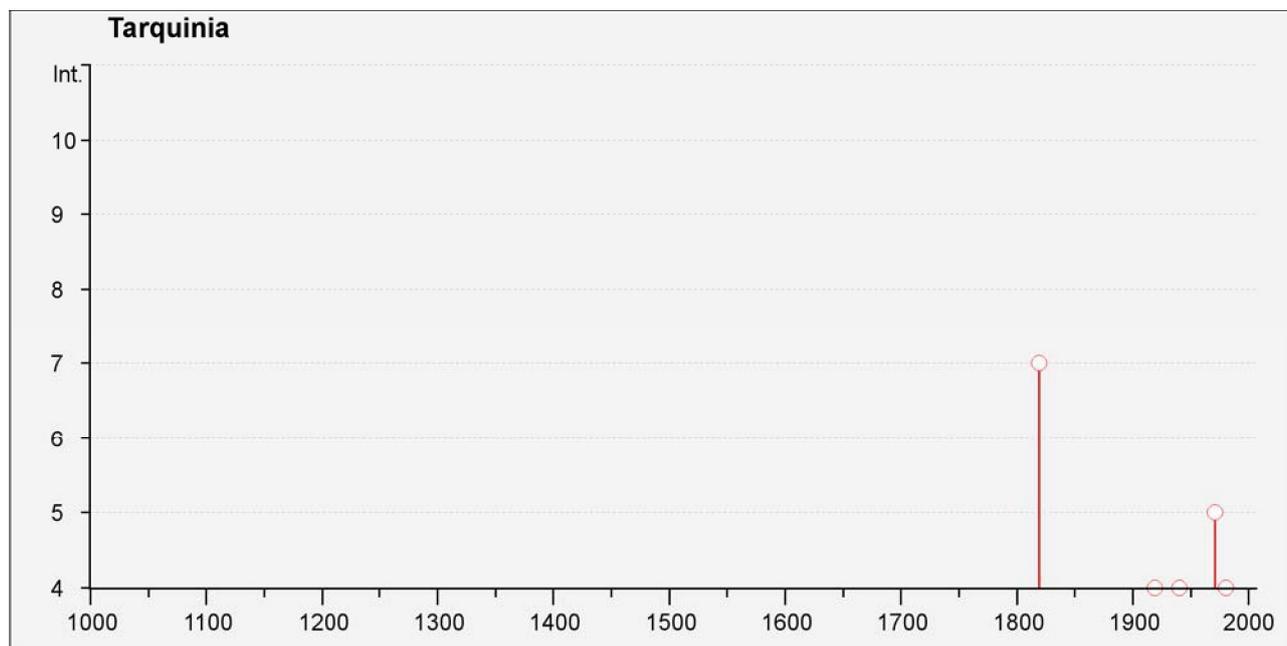
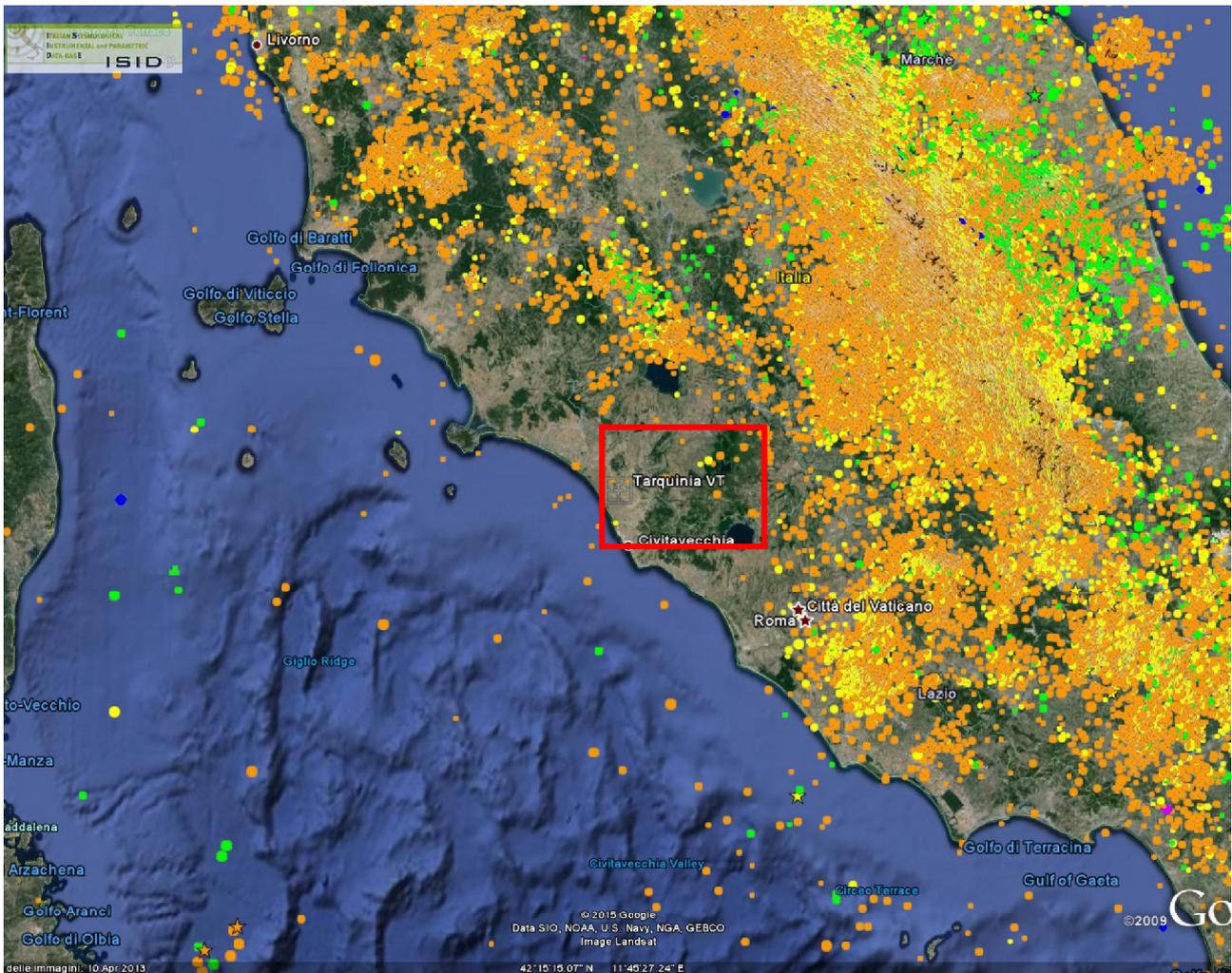


Figura 3.2. - Intensità macrosismiche dal 1000 al 2006 nel Comune di Tarquinia

Le intensità sismiche massime osservate per il Comune di Tarquinia sono pari a IS=5 e 7 per gli eventi del 1819 e 1971.

3.3 SISMICITÀ RECENTE (DAL 2005 AL 2015)

Per quanto concerne i sismi che hanno interessato l'area di interesse dal 16 aprile 2005 al 30 marzo 2015, i dati sono stati recuperati dal database ISIDE dell'INGV considerando un'area di raggio 200 km (che include le aree epicentrali dei terremoti più intensi di cui al paragrafo precedente) dal Comune di Tarquinia.



Depth (km)	Magnitude
0 - 10	☆ M ≥ 5.0
10 - 20	○ M < 5.0
20 - 60	○ M ≤ 4.0
60 - 300	○ M ≤ 3.0
300 - 500	○ M ≤ 2.0
500 - 800	○ M ≤ 1.0

Figura 3.3. - Database ISIDE - periodo 2005-marzo 2015

Nell'area rappresentata in figura, per l'intervallo di tempo e di distanza considerato, sono segnalati n. 116760 terremoti principali.

In generale le profondità sono per la maggior parte entro i 20 km e le magnitudini più rappresentate variano tra 1.0 e 2.0.

3.4 FAGLIE CAPACI

Il termine “faglie capaci” è utilizzato per descrivere le faglie “sismiche” con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni potenzialmente “capaci” di produrre deformazioni in superficie.

La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere \geq VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA “ITaly HAZard from Capable faults”, disponibile on-line all’indirizzo http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA_-_Catalogo_delle_faglie_capaci.

Il data base del Progetto ITHACA, raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

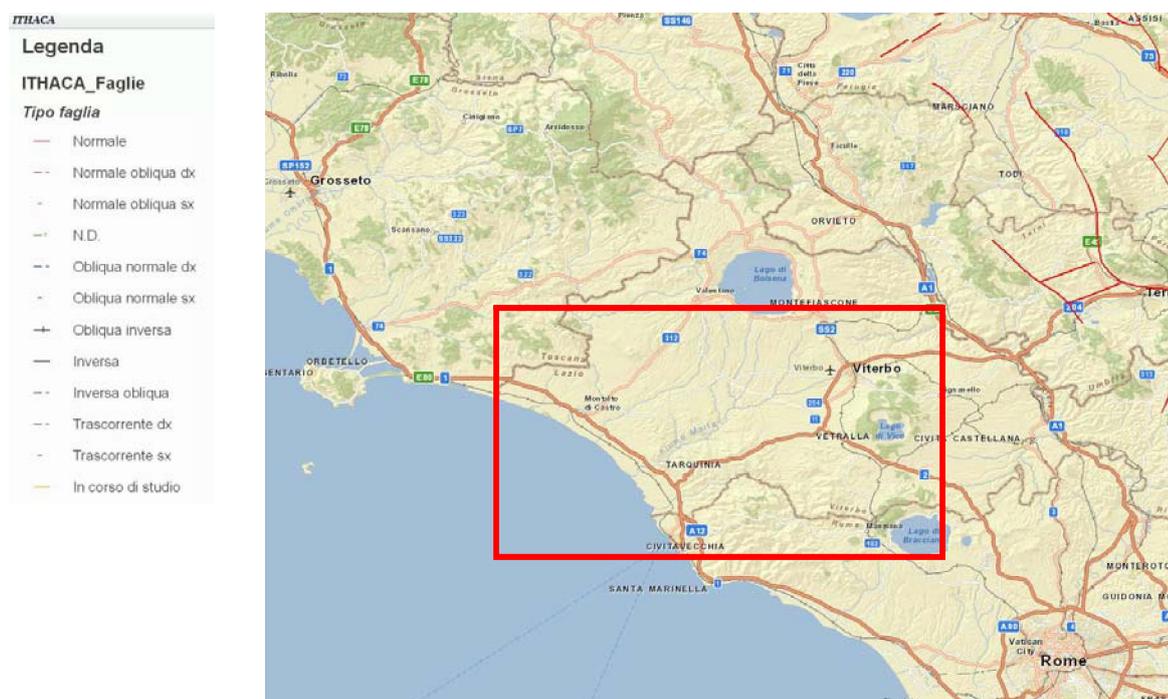


Figura 3.4. - Distribuzione faglie capaci "Progetto ITHACA"

3.5 STRUTTURE SISMOGENETICHE

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità del scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica ma derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici.

L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.

Con riferimento al "Database of Individual Seismogenic Sources - DISS 3", si osserva che il tracciato in progetto si snoda in un'area a sismicità posta al limite occidentale delle aree sismogenetiche "Western S-Alps internal thrust" (ITCS010); "Capriano-Castenedolo back-thrust" (ITCS072); "Romanengo" (ITIS104).

La figura seguente evidenzia le aree sismogenetiche prossime al tracciato di progetto (poligoni color marrone), definite quali proiezione in superficie dei sistemi di strutture sismogenetiche ritenuti attivi, caratterizzabili da un punto di vista geometrico e parametrico in maniera coerente con le sorgenti sismogenetiche incluse (poligoni arancioni); le campiture in rosso indicano i sistemi di faglia.

Non vi sono strutture sismogenetiche di interesse (che include le aree epicentrali dei terremoti storici più intensi). Nell'intorno di Tarquinia

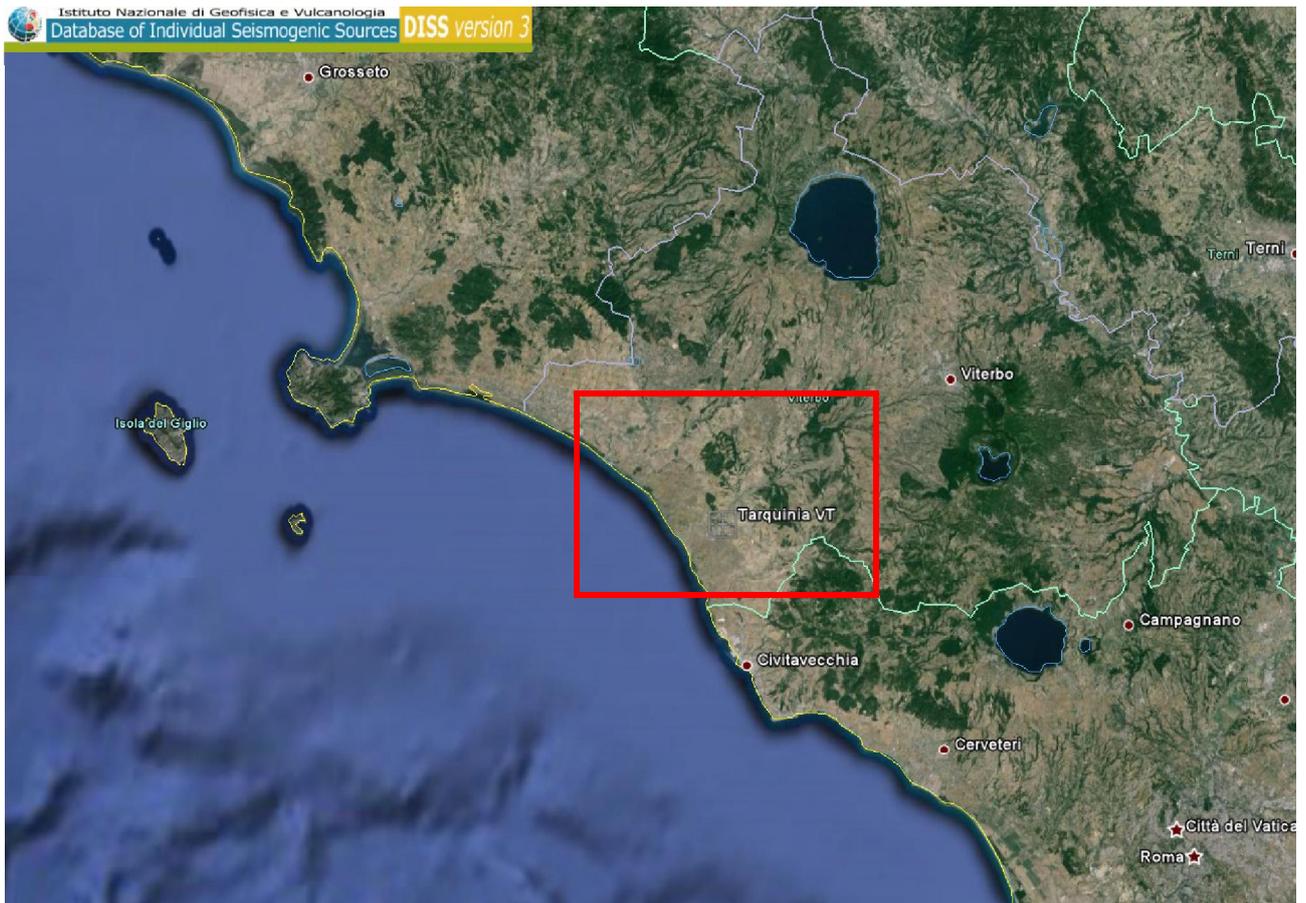


Figura 3.5. - Mappa delle aree sismogenetiche di interesse - Database DISS3.

3.6 CLASSIFICAZIONE SISMICA

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e in seguito aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche".

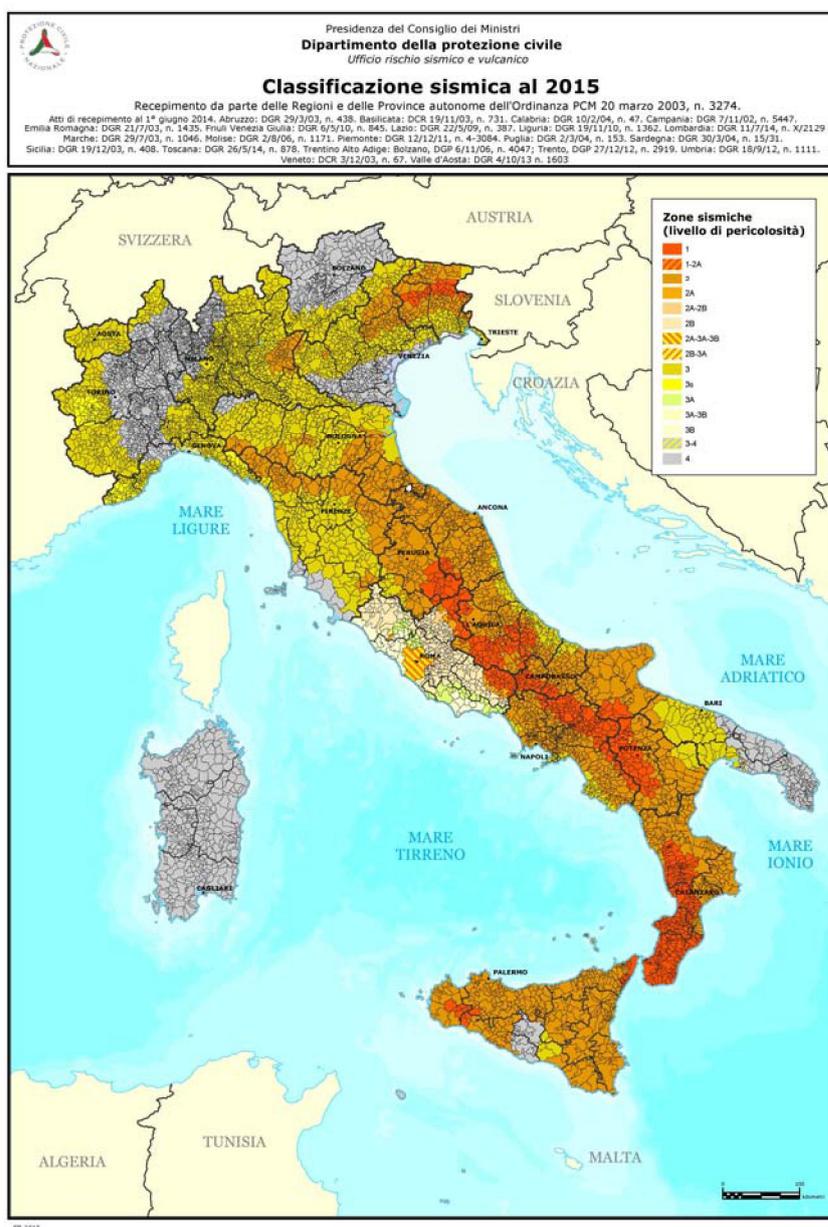


Figura 3.5. - Classificazione Sismica al 2015 (Dipartimento di Protezione Civile, Ufficio rischio sismico e vulcanico)

I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003 si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

	Caratteristiche	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
Zona 1	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$ag > 0.25$
Zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti. In Toscana alcuni comuni ricadono nella zona 3S che ha lo stesso obbligo di azione sismica della zona 2	$0.15 < ag \leq 0.25$
Zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.	$0.05 < ag \leq 0.15$
Zona 4	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.	$ag \leq 0.05$

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

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate

geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione di pianificazione e di controllo dello stesso.

In virtù dell'evoluzione del quadro normativo la Regione Lazio, tramite l'Area di Difesa del Suolo, ha avviato nel 2007 una convenzione con l'ENEA per l'elaborazione della Pericolosità Sismica regionale di base al fine di aggiornare la classificazione sismica del territorio alla luce di quanto predisposto dall'OPMC 3519/06.

La combinazione ponderata tra l'elaborato INGV-OPMC 3519/06 e la Convenzione ENEA ha portato ad una nuova riclassificazione del territorio laziale (Delibera n. 387 della Giunta Regionale del Lazio del 22 maggio 2009), che ha recepito anche quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008.

La nuova riclassificazione del territorio laziale si basa soltanto su 3 Zone Sismiche, a differenza delle quattro della precedente classificazione del 2003, con la scomparsa della zona sismica 4.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (ag)
1		$0.25 \leq ag < 0,278g$ (<i>val. Max per il Lazio</i>)
2	A	$0.20 \leq ag < 0.25$
	B	$0.15 \leq ag < 0.20$
3	A	$0.10 \leq ag < 0.15$
	B	(<i>val. min.</i>) $0.062 \leq ag < 0.10$

Figura 3.5. Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

Gran parte dei Comuni del Lazio presentano valori ag che ricadono interamente in una determinata zona o sottozona sismica, per cui ad essi è stato assegnato direttamente il valore della zona/sottozona corrispondente (Comune a zona fissa). Il problema si è posto per quei Comuni i cui valori di accelerazione di picco variavano fra due zone o sottozone diverse. Per cercare di risolvere questo aspetto si è operato in prima istanza con il metodo della superficie impegnata, assegnando al Comune il valore della zona/sottozona sismica che incidesse sul proprio territorio con una

estensione maggiore dell'80%, sempre che in quest'area fossero i centri abitati maggiori.

In conformità alle normative, il comune interessato dal progetto ricade nella seguente zona sismica:

Regione	Province	Codice Istat	Denominazione	Classificazione_2015
Lazio	Viterbo	56050	Tarquinia	3B

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

4.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

La successione degli eventi che hanno modellato il paesaggio di questa area è il risultato degli episodi glacio-eustatici lungo la costa e solo marginalmente dell'attività esplosiva dei vicini distretti vulcanici.

Le unità relative al Pleistocene medio e superiore presentano, al contrario di quelle più antiche, una buona continuità lungo la costa.

Nel settore in studio della costa tirrenica laziale si estende una successione di cinque ordini di terrazzi marini più o meno marcati con la presenza di morfologie di superfici relitte pianeggianti a bassa pendenza verso il mare e via via profondamente incise dal reticolo fluviale.

I tre ordini di terrazzi più bassi sono costituiti dai depositi delle unità costiere plio-pleistoceniche. La morfologia della superficie superiore dei due ordini più bassi in quota è ben conservata, ad esclusione di rimodellamenti minori subiti in ambiente subaereo e testimoniati dai depositi continentali dell'unità di Casale Palombini (Pmb). La morfologia della superficie superiore del terzo ordine di terrazzi è invece mal conservata.

I corpi sedimentari di questi tre ordini terrazzati sono caratterizzati da depositi di facies costiera ricchi in sedimenti e prodotti di origine vulcanica, e si sviluppano fino a quote di circa 60 m s.l.m.

Seguono verso l'alto due ordini di terrazzi costieri, caratterizzati da depositi simili ai precedenti, ma privi di apporti vulcanici.

Verso la costa i terrazzi fluviali sono rappresentati, solo localmente, nella valle del Marta, dove è presente un ordine alla quota tra 15 e 20 m s.l.m.

Nell'area di studio il reticolo idrografico è dominato dalla presenza dei fiumi Marta e Mignone e di altri piccoli corsi d'acqua (fosso Taccone ecc.), tutti con deflusso ortogonale al tracciato autostradale.

4.2 COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA DELL'OPERA IN PROGETTO. VERIFICA DEL PAI

Relativamente agli aspetti connessi alla difesa del suolo, l'area interessata dalle opere in progetto ricade nell'ambito territoriale di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio (ABR).

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato in ottemperanza alla L. 183/89, ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'ABR del Lazio, nell'ambito del territorio di propria competenza, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla tutela e alla difesa degli insediamenti, delle infrastrutture, del suolo e del sottosuolo.

Il territorio di competenza dell'ABR del Lazio comprende i bacini idrografici di rilievo regionale: in pratica, quasi tutta la fascia costiera del Lazio (esclusi i bacini Tevere e Fiora), i bacini dei Laghi di Bolsena e Bracciano nella parte Nord, la bonifica Pontina nella parte Sud.

Lo studio geomorfologico ha preso in esame i contenuti del PAI, secondo due differenti finalità:

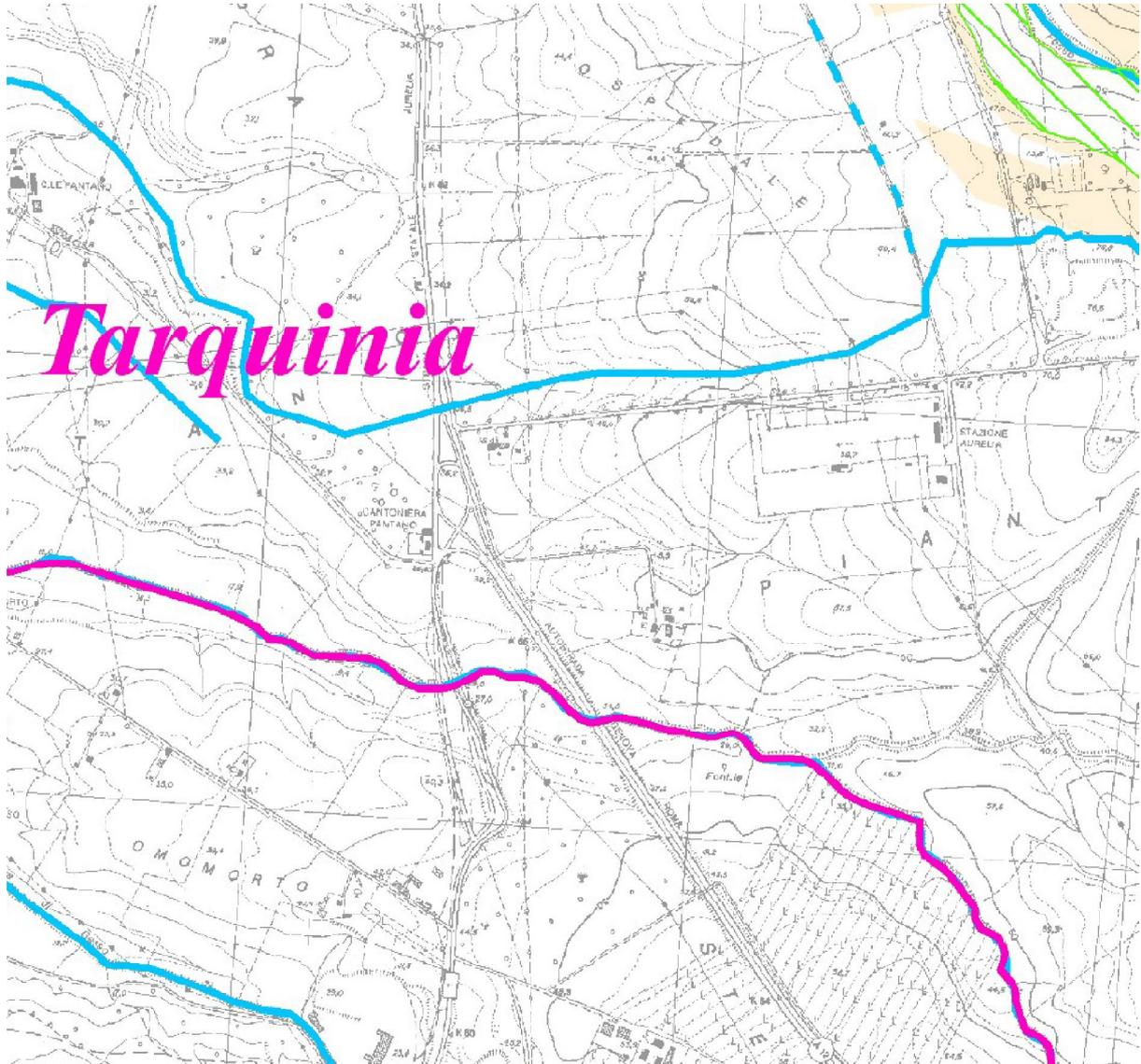
- individuazione e perimetrazione delle aree sottoposte a tutela per pericolo di frana, secondo il diverso grado di rischio.
- individuazione e perimetrazione delle aree soggette a pericolo inondazione, fasce A e B. La fascia a pericolosità A delimita aree ad alta probabilità di inondazione, ovvero che può essere inondata con frequenza media trentennale; La fascia B definisce aree a moderata probabilità di inondazione, con tempo di ritorno tra trentennale e duecentennale.

Per una puntuale valutazione delle interferenze dell'area di progetto con le aree delimitate dal PAI la carta geomorfologica di progetto rappresenta graficamente le forme suddette.

Durante lo sviluppo dello studio geomorfologico del progetto, condotto ad una scala operativa di dettaglio (1:5.000, con locali approfondimenti a scala maggiore) si è

verificata l'eventuale rispondenza degli elementi individuati dal PAI in ambito geomorfologico.

I risultati dello studio di dettaglio hanno portato a definire l'assenza di dissesti in atto, così come meglio descritto nei paragrafi successivi



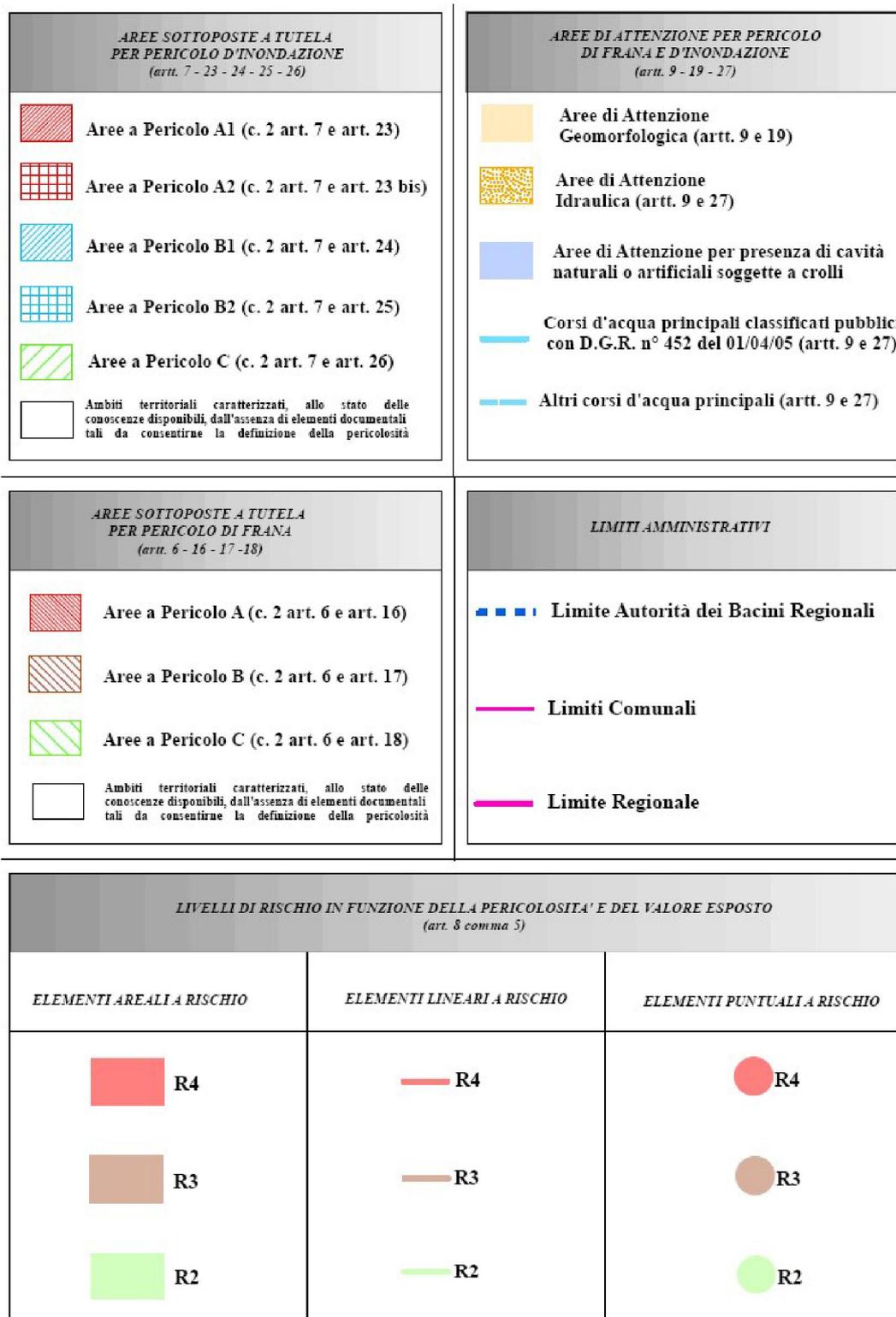


Figura 4.1. stralcio Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, legge regionale 39/95 art. 11. Aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico Tavola 2.08 Nord aggiornamento al 18/09/13

4.3 MORFOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

I risultati dello studio geomorfologico sono sintetizzati nella carta geomorfologica di progetto alla scala 1:5000, dove tutti gli elementi legati alla rielaborazione morfologica del territorio sono stati distinti in relazione ai diversi processi evolutivi. In tale contesto si è provveduto a separare le aree sottoposte prevalentemente ai processi erosivi da quelle dominate dai processi deposizionali.

I processi che hanno determinato il modellamento e l'evoluzione del territorio sono stati classificati in base all'agente morfologico dominante. In alcuni casi si è dato risalto all'agente che è intervenuto nella genesi della forma, in altre situazioni si è preferito dare maggiore enfasi all'agente che attualmente ne sta determinando l'evoluzione.

Nella zona studiata sono state riconosciute:

- a) forme e depositi legate a processi fluvio-denudazionali;
- b) forme e depositi legate a processi legati alla gravità;
- c) forme antropiche.

Il substrato è evidenziato con colorazione distintiva della diversa classe di appartenenza.

La stima quantitativa dei volumi potenzialmente instabili che eventualmente interessano l'infrastruttura, nonché la definizione degli interventi di minimizzazione / stabilizzazione e messa in sicurezza dell'infrastruttura non è oggetto della presente relazione.

4.3.1 Forme fluvio-deposizionali e fluvio-denudazionali

In cartografia sono state individuate le aree di copertura superficiale, attraverso una simbologia che fa riferimento alla granulometria prevalente osservata alla base della copertura pedogenetica. Se lo spessore risulta elevato (>3m, v. valli dei fiumi Marta e Mignone) la simbologia relativa alla granulometria è riportata sul fondo bianco,; per

coperture avente spessori minori di 3 m si è riportata la colorazione dominante del substrato sottostante. E' il caso riconducibile ai piccoli corsi d'acqua, caratterizzati da depositi alluvionali di potenza inferiore a 1.5-2.0 m di, tali da essere stati inseriti nella cartografia morfologica al e trascurati in quella geologica.

I depositi fluviali si presentano con granulometria fine (argille e limi, localmente torbose), con una tendenza al passaggio a orizzonti medio-grossolani (sabbie e ghiaie) nella porzione basale.

Sono state riconosciute e cartografate le forme erosionali riconducibili alle vallecole con fondo a V, gli alvei in approfondimento, gli orli di scarpata di altezza > 5m e le forme di dilavamento diffuso.

Tutta la zona è inoltre caratterizzata da estese aree con copertura colluviale con spessore dell'ordine del metro.

4.3.2 Forme gravitative

Nell'ambito delle aree esaminate, nel corso di sopralluoghi e della fotointerpretazione, non sono stati notati indizi di fenomeni di instabilità in atto o potenziali.

La zona risulta infatti scarsamente caratterizzata da tale morfogenesi a meno di alcuni orli di scarpata, in origine forme di scarpata fluviale che poi, con il tempo, sono evolute in forme di versante dovute alla gravità.

Verifiche e rispondenza al PAI

Per quanto riguarda la verifica con il PAI, relativamente alla tutela delle aree per pericolo di frane, nella zona di Tarquinia sono presenti due zone in fascia B, definite "aree a pericolo di frana elevato", in località il Poderino, a nord-ovest di Tarquinia (identificata con codice "AC1763"), e nei pressi della vasca di accumulo del Consorzio (identificata con codice "AL899").

Le aree suddette sono illustrate nelle foto aeree seguenti. Esse non mostrano alcuna interferenza con il tracciato di progetto.

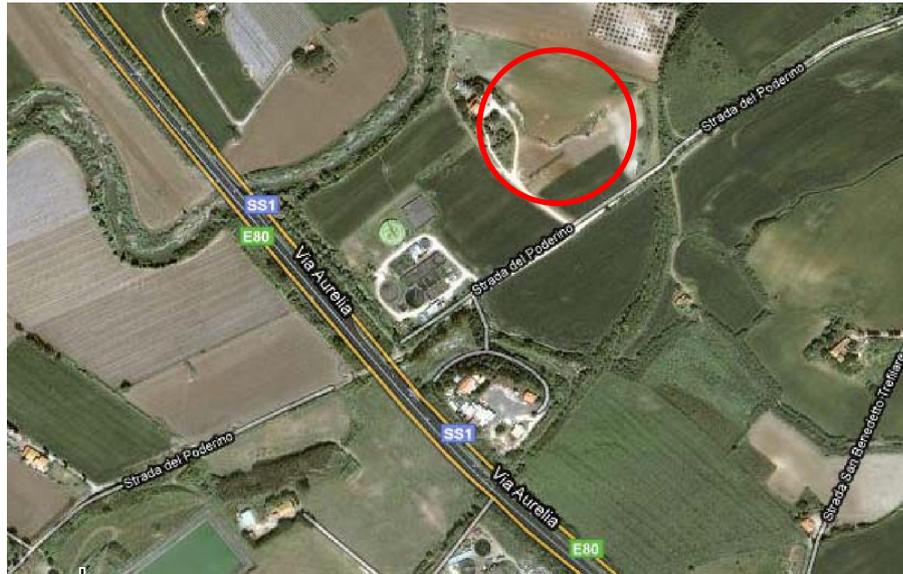


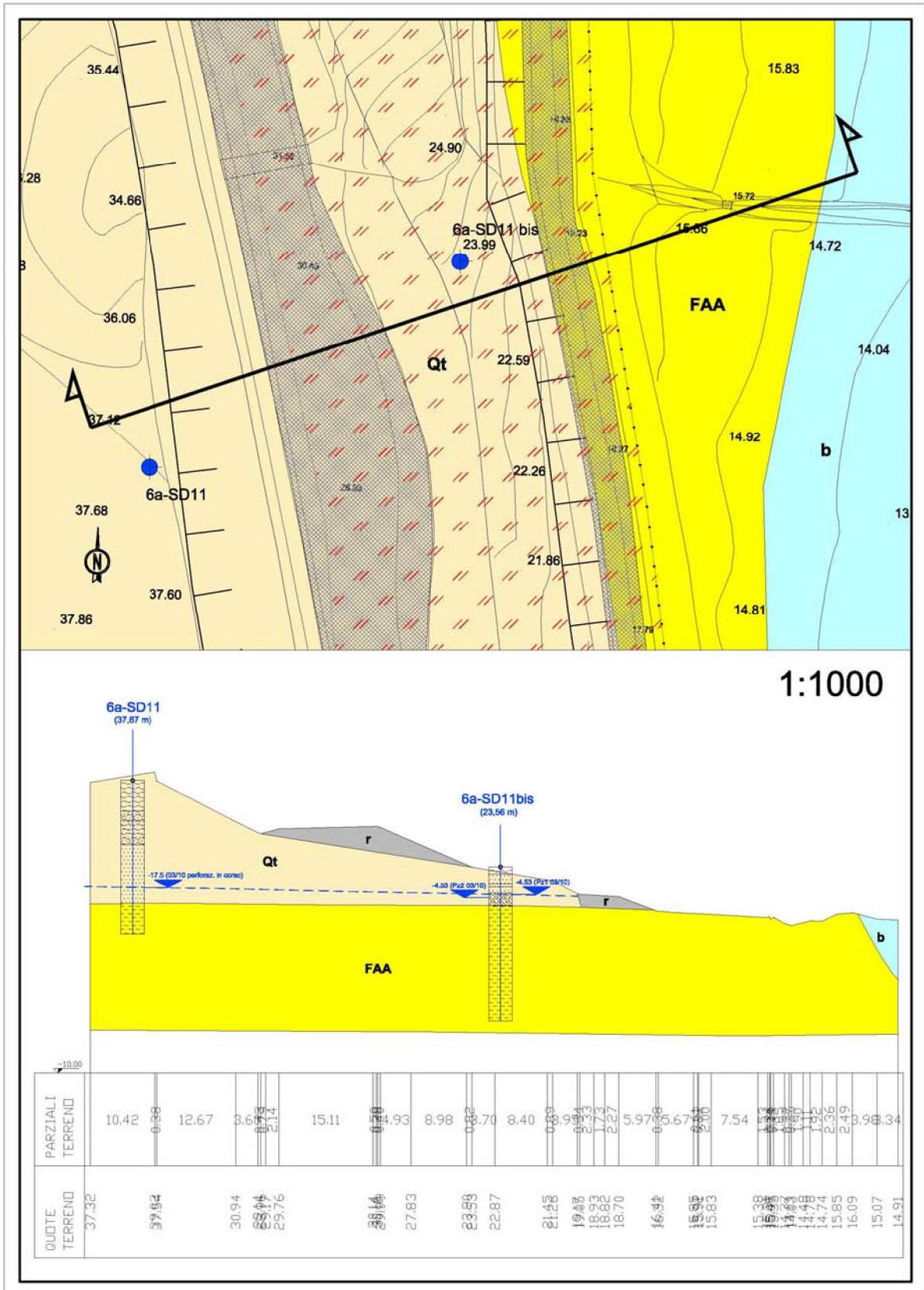
Figura 4.2. area a pericolo frana - fascia B codice "AC1763".



Figura 4.3. area a pericolo frana - fascia B codice "AL899".

Sempre ai fini della verifica delle aree PAI, e in risposta ad apposita richiesta degli Enti Locali, è stato inoltre prodotto uno studio di dettaglio del tratto di progetto compreso tra i km 8+800 e 9+500, lungo la scarpata di terrazzamento fluviale che delimita la valle del Mignone. In tale zona il PAI evidenzia delle aree di attenzione per pericolo da frana interferenti con il tracciato di progetto.

Si è quindi prodotta una sezione di dettaglio alla scala 1:1000, illustrata di seguito



La morfologia del tratto in esame si sviluppa con quote variabili da circa 37 m alla sommità del terrazzo, a circa 15 m presso il fondovalle.

La successione sedimentaria delle formazioni affioranti prevede, alla base, la presenza delle argille plioceniche (FAA), sormontate dai sedimenti pleistocenici (Qt) di origine alluvionale litorale. Le più recenti alluvioni oloceniche affiorano in superficie lungo la piana alluvionale del Marta.

I rapporti stratigrafici tra le formazioni sono definite dai due sondaggi geognostici SD11 e SD11bis, riportati nello stralcio cartografico

Le argille plioceniche FAA rappresentano il substrato profondo di tutta l'area circostante; sono costituite da argille limose da molto consistenti a dure, grigie o grigio nocciola se alterate. Nella parte sommitale possono essere presenti dei livelli siltosi con clasti silicei dispersi in matrice. Nell'area di intervento affiorano nella parte bassa del versante, a margine della valle alluvionale del Mignone.

I depositi ascrivibili al Qt sono costituiti prevalentemente da sabbie ghiaiose e limose marroni, con clasti di origine vulcanica e sedimentaria; in superficie presentano una copertura di limo argilloso, in parte pedogenizzata, il cui spessore può variare fino a 4-5 m (v. SD11). I sedimenti appartenenti al Qt affiorano estesamente lungo tutto la scarpata e nella parte sommitale del terrazzo alluvionale.

I depositi alluvionali del Mignone affiorano all'estremità orientale dell'area investigata; sono costituiti da limi e argille poco consistenti, a tratti torbose, con livelli e lenti sabbiose disperse all'interno della formazione, prevalentemente nella parte basale del deposito. Lo spessore varia fino ad alcune decine di metri.

Depositi antropici ascrivibili ai terreni di fondazione della SS1 Aurelia e della vecchia strada dismessa (ex Aurelia) occupano la parte bassa del versante, presumibilmente con uno spessore massimo ridotto a pochi m.

La falda freatica è stata monitorata durante il periodo marzo - giugno 2006, attraverso misurazioni eseguite in tutto il tratto di progetto, sia nella strumentazione piezometrica di progetto, sia nei pozzi reperiti in zona.

Lungo la sezione allegata la falda è risultata essere a circa 20 m s.l.m., pressoché orizzontale o lievemente flessa verso valle, in accordo a un deflusso generale delle acque sotterranee diretto verso S-SW, così come illustrato nella cartografia idrogeologica di progetto.

I rilievi di dettaglio eseguiti hanno evidenziato l'assenza di dissesti in atto.

4.3.3 Processi antropici

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

Cave

Alcune piccole cave dismesse, legate all'estrazione di materiale sabbioso appartenenti all'unità Qt, sono ubicate nei pressi della città di Tarquinia. Sono delimitate da scarpate verticali alte 3- 5 m circa.

Scarpate antropiche

Tali forme sono riconducibili all'attività estrattiva delle cave e ai tagli stradali a ridosso della SS1 Aurelia, nei pressi di Tarquinia e in sinistra idrografica del fiume Mignone.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

5.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Nella zona di studio, la circolazione idrica delle acque sotterranee risulta strettamente connessa alla geometria delle unità litostratigrafiche individuate, secondo quanto descritto di seguito.

- sedimenti prevalentemente granulari, misti e conglomeratici (appartenenti ai terrazzi marini plio-pleistocenici) sono sovrapposti a depositi meno permeabili, costituiti da argille messiniane, plioceniche e pleistoceniche, e dalle coltri alloctone marnoso-argilloso-calcarenitiche. Il tetto del substrato rappresenta quindi un limite fisico alle potenzialità di circolazione e sfruttamento delle acque, contenute principalmente nelle unità pleistoceniche superficiali.
- Le valli fluviali del Marta e Mignone, la cui conformazione deriva in parte da motivi strutturali, interessano maggiormente litotipi argillosi; i bacini alluvionali interrompono quindi la continuità laterale della circolazione idrica all'interno delle unità acquifere terrazzate.
- L'importanza delle serie flyschoidi cretaco-oligocenica e di quella argillosa pliocenica sull'idrogeologia dell'area è legata alle caratteristiche di bassissima permeabilità d'insieme, che impedisce un drenaggio delle acque verso gli strati più profondi. Bisogna però segnalare la presenza, all'interno delle stesse formazioni, di strati e lenti di materiale più grossolano. Tali intervalli permeabili non rivestono grande importanza nell'assetto idrogeologico dell'area, in quanto risultano tra loro idraulicamente separati, ma possono essere sede di sacche di acqua in pressione anche con elevata energia potenziale. Inoltre, gli scambi ionici tra le acque fossili e la roccia incassante, specialmente nel caso delle argille gessifere messiniane, possono generare delle matrici liquide caratterizzate da elevati valori di salinità.

Le falde di maggiore interesse sono ospitate dalle unità costituenti i terrazzi marini pleistocenici, che rappresentano quindi il principale acquifero della zona di studio; le

unità più antiche, normalmente di limitata estensione e scarsamente ricaricate, assumono una certa importanza solo in corrispondenza dell'alto di Tarquinia, dove il Macco (Pliocene) assume il ruolo di una sottounità idrogeologica estesa circa 65 Km² (ma non intercettata lungo l'asse autostradale).

La definizione della falda di progetto e la definizione delle interferenze dell'infrastruttura con la falda idrica, sia come impatto sull'ambiente idrico, sia come ripercussioni ingegneristiche a contrasto delle azioni erosive delle acque di superficie, non è oggetto della presente relazione.

5.1.1 Acquifero dei terrazzi marini Pleistocenici

E' compreso tra i fiumi Marta e Mignone, e si estende dalla costa fino al piede del rilievo che costituisce la dorsale di Tarquinia. Tale acquifero è limitato dall'affioramento del substrato impermeabile lungo i due corsi d'acqua ma non è isolato verso monte, essendo in collegamento idraulico con l'unità corrispondente al rilievo sabbioso-calcarenitico di Tarquinia.

L'andamento delle isofreatiche è con linee di flusso ortogonali alla costa e con leggere inflessioni in corrispondenza del Fosso Taccone e verso il fiume Marta; nel complesso, il contributo che le acque sotterranee forniscono al flusso di base dei principali corsi d'acqua risulta essere modesto.

La ricarica di questo acquifero è legata principalmente agli apporti meteorici, essendo molto limitata la possibilità di scambio con le idrostrutture dell'entroterra; nella zona più prossima a Tarquinia riceve anche le perdite del confinante acquifero biocalcarenitico (Macco).

Tutto il tratto in studio si presenta quindi particolarmente scarso di risorse essendo esiguo lo spessore dei sedimenti permeabili che poggiano sul substrato a bassa permeabilità.

5.2 IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

La carta idrogeologica di progetto è stata realizzata accorpando le formazioni geologiche in in complessi idrogeologicamente omogenei, caratterizzati cioè da medesime capacità trasmissive e di immagazzinamento delle acque sotterranee. Le caratteristiche dei vari complessi sono state descritte nell'ambito dei paragrafi seguenti.

5.2.1 Complesso dei depositi alluvionali – C1

Comprende i depositi alluvionali antichi e recenti (b e b1) riconducibili ai fiumi Marta e Mignone, di spessore variabile fino ad alcune decine di m.

I depositi alluvionali di natura sabbiosa e ghiaiosa contengono falde multistrato a vario potenziale, generalmente ben alimentate e quindi molto produttive. La permeabilità primaria è normalmente media, variabile da 10^{-3} a 10^{-5} m/s (rif. Prova Lefranc nel sondaggio 6a-SD20).

La parte del complesso costituita dai depositi più fini (limi ed argille) è invece caratterizzata da da permeabilità bassa o molto bassa, variabile da 10^{-6} a 10^{-9} m/s, con una sostanziale assenza di circolazione idrica..

5.2.2 Complesso dei depositi sabbioso-ghiaiosi – C2

Il complesso comprende i depositi terrigeni pleistocenici (Qt, Qta, Pmb) prevalentemente sabbiosi e localmente ghiaiosi; livelli più fini possono aversi nella parte sommitale, in presenza di porzioni argillificati o pedogenizzati.

Il complesso può contenere falde produttive, ma generalmente limitate dal ridotto spessore dei depositi e dalla vicinanza con la superficie. La permeabilità primaria è variabile da media a bassa, compresa tra 10^{-3} a 10^{-7} m/s (rif. Prove Lefranc nei sondaggi 6a-SD15, 6a-SD17, 6a-SE2).

Date le sue caratteristiche è un complesso che presenta una elevata vulnerabilità, facilmente soggetto a rischi derivanti da sversamenti e propagazione di inquinanti di vario genere.

5.2.3 Complesso delle argille marine – C3

E' costituito interamente dai depositi marini pliocenici e miocenici (Faa - Mag), prevalentemente argillosi; all'interno del complesso vengono considerati anche gli interstrati gessosi appartenenti alla serie miocenica con spessore anche notevole (Pliocene inferiore).

Il complesso è caratterizzato generalmente da valori di permeabilità primaria bassa e molto bassa (10^{-6} a 10^{-9} m/s). La circolazione è pressoché assente o comunque limitata ai soli livelli più grossolani, caratterizzati da scarsa estensione laterale e verticale.

Questo complesso sostiene le falde contenute superficialmente, nei depositi alluvionali (C1) e in quelli clastici (C2).

5.2.4 5.2.4 Complesso dei depositi flyschoidi prevalentemente argillitici – C4

E' costituito dalla successione cretacea Pietraforte / Argilliti varicolori (Pf - Asv) e Flysch tolfetani (P, Pa) argilloso marnoso arenaceo con irregolari intercalazioni di orizzonti litoidi calcareo e marnosi, in serie regolare o in giacitura caotica.

Gli spessori del complesso sono molto variabili.

La marcata eterogeneità litologica di questo complesso determina una permeabilità variabile, primaria o da fratturazione. I termini litoidi fessurati possono contenere falde discontinue e in genere di limitata estensione; nei termini terrigeni è invece assente una significativa circolazione idrica. Globalmente sono caratterizzati da limitata produttività.

La permeabilità è variabile complessivamente da 10^{-6} a 10^{-9} m/s (rif. Prova Lefranc nel sondaggio 6a-SD5).

5.3 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

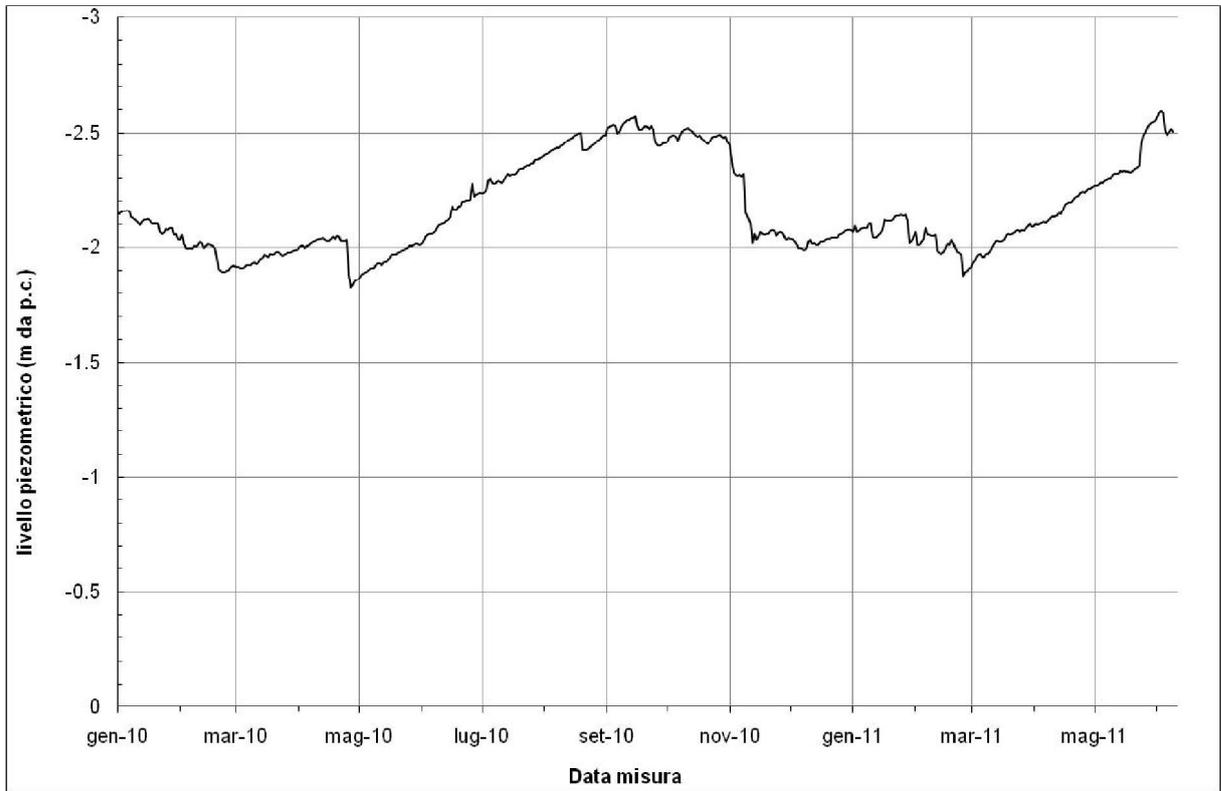
E' stato eseguito il monitoraggio di falda relativamente a tutta la strumentazione piezometrica installata, nelle diverse fasi d'indagine, nonché a tutti i pozzi e sorgenti individuati sul territorio.

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

I risultati del monitoraggio piezometrico eseguito in corrispondenza dei sondaggi di progetto e dei 90 pozzi individuati sono elencati nelle tabelle riportate nelle pagine seguenti.

Le letture piezometriche più prossime al tracciato stradale di progetto sono state riportate nel profilo geologico e idrogeologico (in m da p.c.) e sono state utilizzate per la ricostruzione del livello di falda lungo tutto il tracciato. Naturalmente il livello di falda suggerito è indicativo e suscettibile delle variazioni stagionali, che a loro volta derivano dalla piovosità e dagli eventuali scambi idrogeologici.

Nel piezometro C-S4 è stato installato un datalogger per ottenere una verifica in continuo dei dati di falda; il monitoraggio è disponibile dal gennaio 2010 al giugno 2011, con letture giornaliere. L'escursione massima registrata è inferiore al metro, con ciclicità stagionale legata alle piovosità e ai prelievi di falda effettuati dai pozzi posti nelle immediate vicinanze.



PIEZOMETRI DI FASE A – LETTURE PIEZOMETRICHE

N° Sond.	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m d p.c.]	Tipo strumentazione		Data misura 2003	Livello di falda 2003 [m da p.c.]	Livello Statico 2003 [s.l.m.]	Data misura 2010	Livello di falda 2010 [m da p.c.]	Livello Statico 2010 [s.l.m.]	Data misura 2011	Livello di falda 2011 [m da p.c.]	Livello Statico 2011 [s.l.m.]
			Tubo aperto (fessurato)	Cella Casagrande									
A1-S3*	18.86	25.0	2.0 – 13.0	21.0	11/03	4.0 (N) 4.2 (C)	14.86 (N) 14.66 (C)	17/2	2.51 OTTURATO	16.35		3.6 (N) 4.05 (C)	15.26 (N) 14.81 (C)
A1-S4	9.48	18.0	2.0 – 12.0		11/03	2.70	6.78						DISTRUTTO
A1-S5	43.51	20.0	2.0 – 20.0		10/03	8.80	34.71						DISTRUTTO

(N): Piezometro a tubo aperto (Norton);

(C): Piezometro tipo Casagrande;

(*): Piezometro fuori carta.

PIEZOMETRI DI FASE C – LETTURE PIEZOMETRICHE

N° Sond.	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m d p.c.]	Tipo strumentazione		Data misura 2009	Livello di falda 2009 [m da p.c.]	Livello Statico 2009 [s.l.m.]	Data misura 2010	Livello di falda 2010 [m da p.c.]	Livello Statico 2010 [s.l.m.]	Data misura 2011	Livello di falda 2011 [m da p.c.]	Livello Statico 2011 [s.l.m.]
			Tubo aperto (fessurato)	Cella Casagrande									
C-S1	39.0	30.0	3.0 - 30.0	-	07/09	0.30	38.70	29/01/10	0.40	38.60			DISTRUTTO
C-S2	6.8	35.0	3.0 - 12.0	31.0	07/09	2.93 (N) 1.05 (C)	3.87 (N) 5.75 (C)	29/01/10	2.87 2.27	3.93 4.53			DISTRUTTO
C-S3	41.0	35.0	3.0 - 35.0	-	07/09	1.37	39.63						DISTRUTTO
C-S4	43.3	35.0	3.0 - 35.0	-	07/09	0.86	42.44	22/01/10	1.34	41.96	25/07/11	2.0	41.3
C-S5	11.8	35.0	3.0 - 35.0	-	06/09	4.40	7.40	17/2/10	3.19	8.61			DISTRUTTO

(C): Piezometro tipo Casagrande;

(N): Piezometro a tubo aperto (Norton);

N.D.: non determinato.

PIEZOMETRI DI FASE D – LETTURE PIEZOMETRICHE

N° Sondaggio	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m d p.c.]	Tipo strumentazione		Data misura 2010	Livello di falda 2010 [m da p.c.]	Livello Statico 2010 m [s.l.m.]	Data misura 2011	Livello di falda 2011 [m da p.c.]	Livello Statico 2011 m [s.l.m.]
			Tubo aperto (fessurato)	Cella Casagrande						
6a-SD1	35.88	35.00	3.0 - 35.0	--	--	--	--	--	--	--
6a-SD2	37.37	35.00	3.0 - 35.0	--	25/3/10	N.D.	N.D.	25/07/11	2.0	36.37
6a-SD5	33.93	25.00	3.0 - 25.0	--	18/2/10	N.D.	N.D.	25/07/11	distrutto	
6a-SD6	34.67	20.00	3.0 - 20.0	--	4/2/10	0.90	33.03	25/07/11		
6a-SD6 bis	21.11	15.00	3.0 - 15.0	--	18/2/10	0.65	33.28	25/07/11	5.92	28.75
6a-SD7	6.66	40.00	7.0 - 40.0	--	18/2/10	3.40	29.5	25/07/11	4.12	16.99
6a-SD10	10.23	35.00	3.0 - 15.0	--	25/3/10	1.55	19.56	25/07/11	n.d.	n.d.
6a-SD11 bis	23.56	25.00	3.0 - 6.0	25.0	18/2/10	0.30	6.36	25/07/11	3.3	6.93
6a-SD12	39.77	35.00	3.0 - 35.0	--	18/2/10	1.75	8.48	25/07/11		
6a-SD12bis	38.43	25.00	1.5 - 5.5	25.0	--	--	--	25/07/11	4.52(N) / 4.9(C)	19.0(N) / 18.6(C)
6a-SD13	38.19	25.00	2.0 - 25.0	--	25/3/10	5.05 (C)/4.53 (N)	18.51 (C)/19.03 (N)	25/07/11		
6a-SD14	42.12	25.0	3.0 - 11.0	25.0	4/2/10	4.90	34.87	25/07/11	5.54	34.23
6a-SD14 bis	44.71	25.0	3.0 - 13	--	18/2/10	4.95	34.82	25/07/11		
6a-SD15	49.36	25.00	3.0 - 12.0	--	4/2/10	1.40 (C)/1.00 (N)	37.03 (C)/37.43 (N)	25/07/11	2.86(N) / 2.85(C)	35.57(N) / 35.58(C)
6a-SD16	43.50	35.00	2.0 - 33.0	--	18/2/10	1.40 (C)/0.90 (N)	37.03 (C)/37.53 (N)	25/07/11		
6a-SD17	35.59	30.00	3.0 - 30.0	--	--	--	--	25/07/11	2.32	35.87
6a-SD18	30.52	35.00	3.0 - 35.0	--	25/3/10	1.45	36.74	25/07/11	1.98(N) / 4.2(C)	40.14(N) / 37.91(C)
6a-SD19	30.65	25.00	1.0 - 25.0	--	25/3/10	1.30 (C)/1.33 (N)	40.82(C)/40.79 (N)	25/07/11	3.82	40.89
					25/3/10	3.00	41.71	25/07/11		
					4/2/10	7.16	42.20	25/07/11	7.37	41.99
					18/2/10	7.10	42.26	25/07/11		
					4/2/10	0.90	42.60	25/07/11	distrutto	
					18/2/10	0.85	42.65	25/07/11		
					4/2/10	N.D.	N.D.	25/07/11	2.15	33.44
					18/2/10	1.30	34.29	25/07/11		
					4/2/10	2.60	27.92	25/07/11	distrutto	
					18/2/10	5.45	25.07	25/07/11		
					4/2/10	1.40	29.25	25/07/11	distrutto	

N° Sondaggio	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m d p.c.]	Tipo strumentazione		Data misura 2010	Livello di falda 2010 [m da p.c.]	Livello Statico 2010 m [s.l.m.]	Data misura 2011	Livello di falda 2011 [m da p.c.]	Livello Statico 2011 m [s.l.m.]
			Tubo aperto (fessurato)	Cella Casagrande						
6a-SD19bis	27.62	22.00	1.2 – 21.0	--	18/2/10	--	29.05	25/07/11	n.d.	n.d.
6a-SD20	11.46	30.00	3.0 – 15.0	27.0	4/2/10	2.38 (C)/2.10 (N)	9.08 (C)/9.36 (N)	25/07/11	2.76	8.7
6a-SD23	9.29	30.00	3.0 – 7.0	18.0	18/2/10	2.28 (C)/2.00 (N)	9.18 (C)/9.46 (N)	25/07/11	2.69(N) / 2.55(C)	6.6(N) / 6.74(C)
6a-SD24	21.55	30.00	3.0 -15.0	--	25/3/10	1.50 (C)/1.55 (N)	7.79 (C)/7.74 (N)	25/07/11	1.49	20.06
6a-SD25	38.55	25.00	3.0 – 6.0	25.0	4/2/10	2.65	18.90	25/07/11	2.74	35.81
6a-SD101	30.18	20.00	2.0 – 20.0	--	18/2/10	1.52	28.66	25/07/11	1.97	28.21
6a-SD102	62.10	15.00	3.0 - 15.0	--	17/2/10	1.50	28.68	25/07/11	3.95	58.15
6a-SD103	56.90	15.00	3.0 - 15.0	--	17/2/10	2.87	59.23	25/07/11	3.31	53.59
						2.18	54.72			

(C): Piezometro tipo Casagrande; (N): Piezometro a tubo aperto (Norton); N.D.: non determinato

PIEZOMETRI DI FASE E – LETTURE PIEZOMETRICHE

N° Sondaggio	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m d p.c.]	Tipo strumentazione		Data misura 2010	Livello di falda 2010 [m da p.c.]	Livello Statico 2010 m [s.l.m.]	Data misura 2011	Livello di falda 2011 [m da p.c.]	Livello Statico 2011 m [s.l.m.]
			Tubo aperto (fessurato)	Cella Casagrande						
6a-E0	35.87	35.00	3.0 - 35.0	--	--	1.12-	34.75-	25/07/11	n.d.	n.d.
6a-E2	38.48	35.00	3.0 - 6.0	34.5-	--	--	--	25/07/11	3.11(N) / 3.0 (C)	35.37(N) / 35.48 (C)
6a-E3	44.32	35.00	3.0 - 14.0	26.0	14/5/10	2.40 (C)/2-52 (N)	36.08 (C)/35.96 (N).	25/07/11	n.d.	n.d.
6a-E4	33.41	35.00		34.5	14/5/10	1.38 (C)/1.56 (N)	42.94 (C)/42.76 (N)	25/07/11		
6a-E5	29.80	35.00		34.5	--	--	--	25/07/11	2.55	30.86
6a-E7	33.49	30.00		29.5	23/6/10	1.85	31.56	25/07/11	3.41	26.39
6a-E8	42.36	20.50	3.0 - 7.0	20.5	23/6/10	2.65	27.15	25/07/11	n.d.	n.d.
					23/6/10	5.40	28.09	25/07/11		
					--	--	--	25/07/11	6.5 (N) / 6.85 (C)	35.86 (N) / 35.51 (C)
					23/6/10	4.15 (C)/6.00 (N)	38.21 (C)/36.36 (N)			

POZZI CENSITI									
N° Pozzo.	Coordinata X	Coordinata Y	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m dal p.c.]	Data misura 2010	Livello di falda 2010 [m da p.c.]	Livello Statico 2010 m [s.l.m.]	Livello di falda Dinamico 2010 [m da p.c.]	Livello Dinamico 2010 m [s.l.m.]
6a-P1	150807	941164	47.0	20.0	22/01/10	5.90	41.10		
6a-P2	150803	941571	57.0	n.c.	22/01/10	6.68	50.32		
6a-P3	151323	941406	71.3	n.c.	22/01/10	1.64	69.66		
6a-P4	151405	941064	65.0	n.c.	22/01/10	4.50	55.55		
6a-P5	151631	940918	65.0	9.0	22/01/10	7.40	57.60		
6a-P6	151627	939437	40.0	n.c.	22/01/10	2.08	37.92		
6a-P7	150611	941560	49.0	n.c.	22/01/10	5.20	43.80		
6a-P8	150511	941657	50.3	7.0	22/01/10	3.53	46.77		
6a-P9	150285	941483	41.2	n.c.	22/01/10	1.66	39.54		
6a-P10	150322	941031	37.0	n.c.	22/01/10	1.65	35.35		
6a-P11	150693	941268	46.0	8.0	22/01/10	2.96	43.04		
6a-P12	150896	940822	43.7	40.0	22/01/10	3.70	40.00		
6a-P13	151012	940612	42.5	8.0	22/01/10	2.92	39.58		
6a-P14	151000	940606	42.5	30.0	22/01/10	2.60	39.90		
6a-P15	151068	940417	41.0	9.0	22/01/10	2.08	38.92		
6a-P16	151448	939499	37.0	40.0	22/01/10	1.30	35.70		
6a-P17	152139	938594	38.8	n.c.	22/01/10	1.05	37.75		
6a-P18	151470	939205	35.0	n.c.	22/01/10			1.69	33.31
6a-P19	150690	940493	38.8	n.c.	22/01/10	1.38	37.52		
6a-P20	150717	939950	32.0	7.0	22/01/10	2.12	29.88		
6a-P21	150777	939925	32.5	15.0	22/01/10	1.37	31.13		
6a-P22	150988	940119	37.3	70.0	22/01/10			0.90	36.40
6a-P23	150644	940766	40.5	23.0	22/01/10	1.40	39.10		
6a-P24	148216	942439	9.5	8.0	28/01/10	1.61	7.89		
6a-P25	147681	942774	9.0	5.0	28/01/10	3.76	5.24		
6a-P26	147731	942819	9.1	n.c.	28/01/10	4.47	4.63		
6a-P27	148103	941939	9.5	n.c.	28/01/10	1.36	8.14		
6a-P28	148185	941786	9.8	n.c.	28/01/10	1.70	8.10		
6a-P29	148294	942043	18.0	7.0	28/01/10	3.35	14.65		
6a-P30	148719	941821	24.0	9.0	28/01/10	3.98	20.02		
6a-P31	149004	941652	26.0	15.0	28/01/10	4.60	21.40		
6a-P32	149656	941237	31.0	n.c.	28/01/10	1.31	29.69		
6a-P33	149775	941483	33.2	6.0	28/01/10	1.80	31.40		
6a-P34	149862	941673	36.0	7.0	28/01/10	2.95	33.05		
6a-P35	149970	941376	34.6	n.c.	28/01/10	1.43	33.17		
6a-P36	149650	941779	33.0	6.5	28/01/10	1.35	31.65		
6a-P37	149424	942203	35.3	n.c.	28/01/10	3.30	32.00		
6a-P38	149489	942241	37.0	n.c.	28/01/10	3.15	33.85		
6a-P39	149103	942250	31.2	n.c.	28/01/10	1.19	30.01		
6a-P40	149570	942353	39.0	n.c.	28/01/10	2.95	36.05		
6a-P41	148716	942799	13.0	n.c.	28/01/10	5.47	7.53		
6a-P42	148686	942595	10.7	n.c.	28/01/10	2.80	7.90		
6a-P43	149196	942585	36.0	n.c.	28/01/10	3.80	32.20		
6a-P44	153180	933249	39.0	n.c.	29/01/10	2.17	36.83		
6a-P45	154157	933674	60.0	45.0	29/01/10	6.73	53.27		
6a-P46	154008	934049	60.0	n.c.	29/01/10	1.69	58.31		
6a-P47	153539	933951	49.5	n.c.	29/01/10	1.41	48.09		
6a-P48	153696	934765	56.5	n.c.	29/01/10	2.79	53.71		
6a-P49	153219	935423	44.0	n.c.	29/01/10	2.58	41.42		
6a-P50	153165	935828	10.0	n.c.	29/01/10	4.36	5.64		
6a-P51	152974	936074	7.6	n.c.	29/01/10	1.61	5.99		
6a-P52	152529	935754	29.8	n.c.	29/01/10			2.81	25.99
6a-P53	153014	935130	36.7	20.0	29/01/10			11.47	25.23
6a-P54	152557	935264	25.2	5.5	29/01/10	5.50	23.40		
6a-P55	152793	936079	7.0	n.c.	29/01/10	0.80	6.2		
6a-P56	152541	936015	7.0	n.c.	29/01/10	0.80	6.2		
6a-P57	152427	936015	7.2	7.0	29/01/10	1.65	5.55		
6a-P58	152272	935703	8.0	8.0	29/01/10	1.51	6.49		

POZZI CENSITI									
N° Pozzo.	Coordinata X	Coordinata Y	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m dal p.c.]	Data misura 2010	Livello di falda 2010 [m da p.c.]	Livello Statico 2010 m [s.l.m.]	Livello di falda Dinamico 2010 [m da p.c.]	Livello Dinamico 2010 m [s.l.m.]
6a-P59	152285	935448	8.9	5.0	29/01/10	1.55	7.35		
6a-P60	152912	934692	35.0	6.0	29/01/10	1.74	33.26		
6a-P61	152883	934465	36.0	10.0	03/02/10	1.36	34.64		
6a-P62	153049	937686	15.0	7.0	03/02/10	1.05	13.95		
6a-P63	151757	937919	5.0	25.0	03/02/10	3.63	1.37		
6a-P64	151825	944696	30.7	n.c.	03/02/10	0.73	29.97		
6a-P65	147331	944863	44.9	50.0	03/02/10	6.62	38.28		
6a-P66	147501	944873	55.2	30.0	03/02/10	5.86	49.34		
6a-P67	147460	944808	55.1	8.0	03/02/10	5.47	49.63		
6a-P68	147361	944607	45.5	70.0	03/02/10	8.82	36.68		
6a-P69	147687	944536	53.4	n.c.	03/02/10	3.41	49.99		
6a-P70	147917	943708	57.1	5.0	03/02/10	1.77	55.33		
6a-P71	148695	943623	13.8	20.0	03/02/10	1.27	12.53		
6a-P72	148624	943379	11.7	20.0	03/02/10			1.71	9.99
6a-P73	149056	943170	12.1	n.c.	03/02/10	4.71	7.39		
6a-P74	148669	942909	10.8	n.c.	03/02/10	3.25	7.55		
6a-P75	148569	942947	10.8	17.0	03/02/10	5.89	4.91		
6a-P76	148443	943119	10.7	n.c.	03/02/10	3.87	6.83		
6a-P77	147330	944910	9.2	n.c.	03/02/10	5.21	3.99		
6a-P78	147151	945115	48.7	n.c.	03/02/10	8.33	40.37		
6a-P79	147335	934683	60.0	21.0	03/02/10	2.52	57.48		
6a-P80	152439	934549	26.3	n.c.	03/02/10	1.20	25.10		
6a-P81	152220	943089	26.0	9.0	03/02/10	4.52	21.48		
6a-P82	146789	943501	7.1	7.0	15/02/10	3.43	3.67		
6a-P83	146602	945108	17.0	n.c.	15/02/10	3.94	13.06		
6a-P84	146422	944543	33.5	n.c.	15/02/10			1.77	31.73
6a-P85	146763	944406	27.7	60.0	15/02/10			1.40	26.30
6a-P86	146657	944257	26.0	7.0	15/02/10			5.03	20.97
6a-P87	146502	944575	21.0	n.c.	15/02/10	1.78	19.22		
6a-P88	147117	938558	37.5	9.0	15/02/10			5.24	32.26
6a-P89	152183	938959	37.8	5.0	17/02/10	1.60	36.20		
6a-P90	152183	937919	40.8	n.c.	17/02/10	1.50	38.58		

SORGENTE CENSITA						
N° Sorgente	Coordinata X	Coordinata Y	Quota [m s.l.m.]	Portata [l/s]	Data misura 2010	Note
6a-S1	152634	934851	23,5	2	17/02/10	Dato riferito dal 6a-Pro6a-Prietario

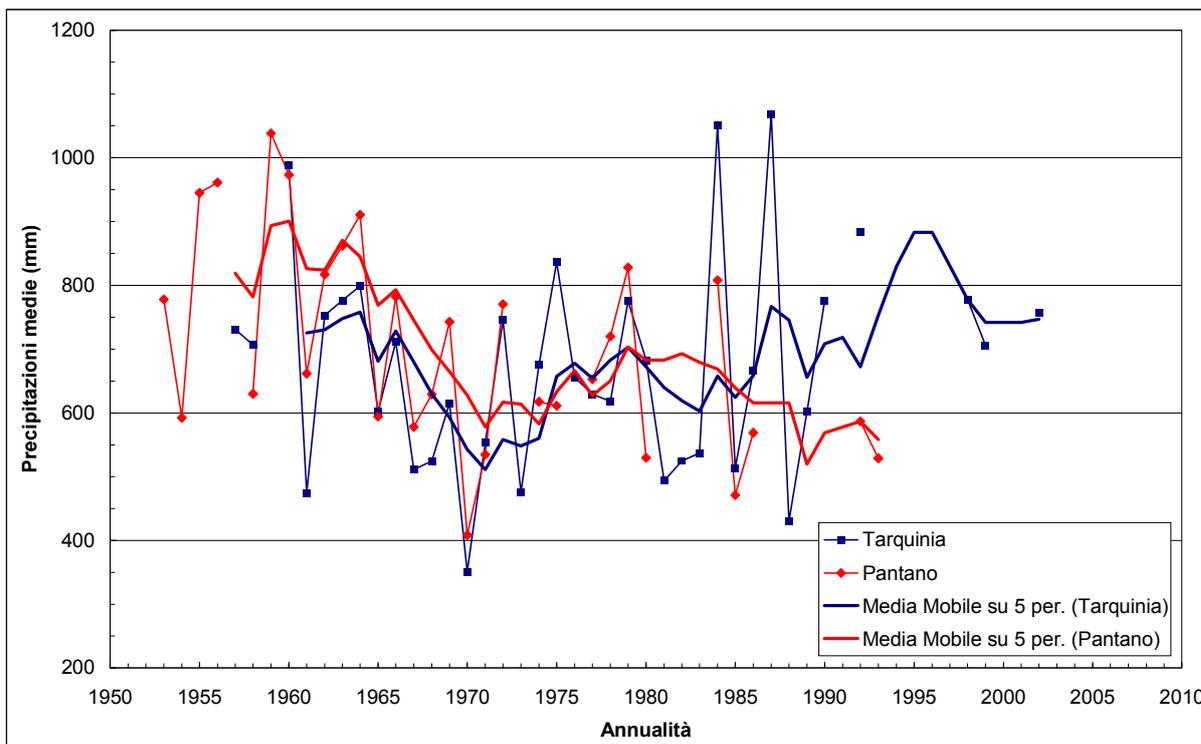
n.c. = non conosciuta CoordinataX = Coordinata Est CoordinataY = Coordinata Nord

5.4 PLUVIOMETRIA

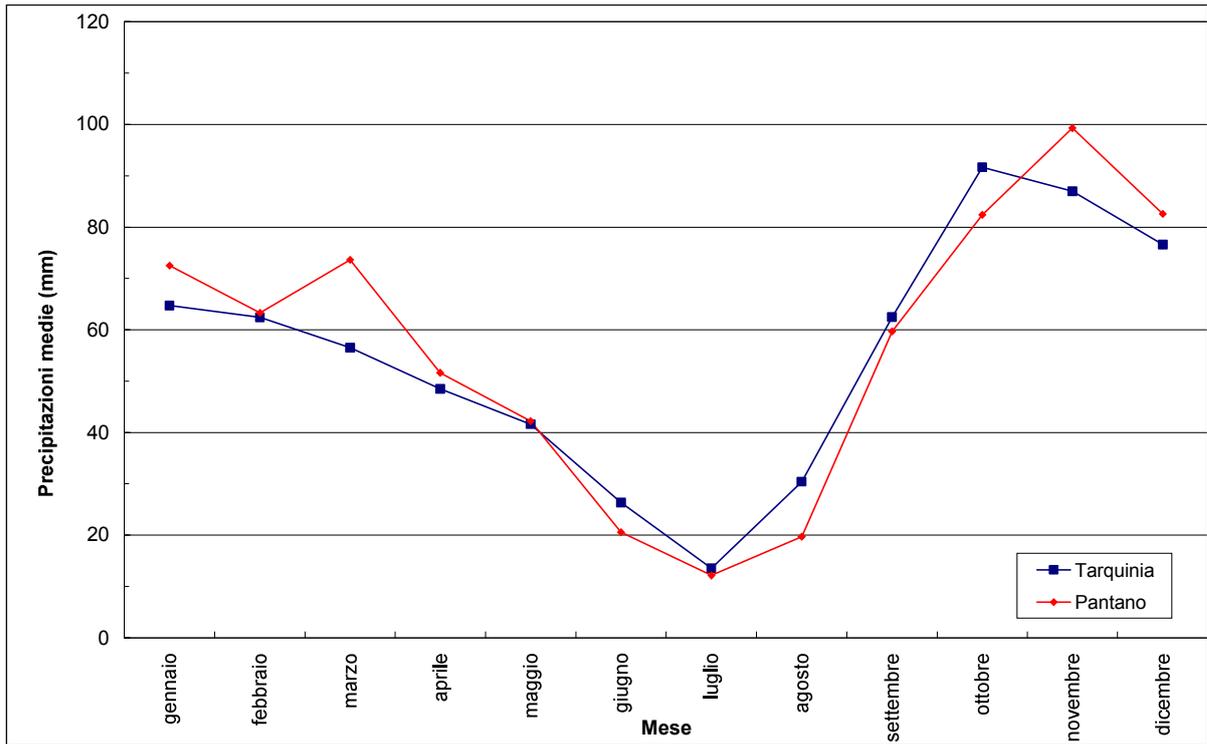
Il regime pluviometrico complessivo della regione tolfetana può essere considerato di tipo sublitoraneo appenninico - marittimo: l'area è caratterizzata da precipitazioni abbondanti in autunno ed inverno, e da una piovosità modesta in primavera e bassissima in estate.

I grafici seguenti mostrano le analisi pluviometriche condotte dal Servizio Idrografico Regione Lazio su periodi di osservazione cinquantennali, per le Stazioni Pluviometriche di Tarquinia (Bacino Marta, quota 145 m s.l.m.) e Pantano (Bacino Mignone, quota 38 m s.l.m.).

Si osservano variazioni molto ampie rispetto ai valori medi annui (pari a circa 670-690 mm/anno), con massimi stagionali registrabili nei mesi autunnali (85-100 mm/mese) e minimi nei mesi di giugno-agosto-settembre.(12-13 mm/mese). Le medie mobili, definita su base cinquennali, individuano periodi maggiormente secchi negli anni a cavallo del 1969-1974.



Precipitazioni storiche annue monitorate presso i pluviometro di Tarquinia e Pantano (Regione Lazio - Idrografico regionale).



Precipitazioni storiche mensili monitorate presso i pluviometri di Tarquinia (periodo 1957 -2002) e Pantano (periodo 1953 -1993). (Regione Lazio - Idrografico regionale).

6 DESCRIZIONE GEOLOGICA - DEL TRACCIATO DI PROGETTO

Il tracciato della viabilità secondaria complanare collegamento svincolo Civitavecchia si sviluppa interamente in rilevato sull'unità *Qta*, caratterizzata dalla presenza di plaghe discontinue di calcarenite immerse in un deposito essenzialmente sabbioso. Sotto una copertura di 3-4m di (*Qta*) si rinviene il contatto (stratigrafico) con i termini miocenici del (*Mag*) e, a seguire, con la soprastante formazione argillosa (*FAA*), potente 10 - 30 m circa (v. sondaggi C-S1 e 6a-SD2).

Il livello di falda ricostruito lungo il tracciato in funzione di un numero limitato di letture discrete indica pressoché ovunque una bassa soggiacenza (da 0.5 a 2 m dalla superficie) alla quale si sovrappongono le oscillazioni stagionali, che possono innalzare ulteriormente la tavola d'acqua, ed il trend climatico. I due corsi d'acqua principali Marta e Mignone esercitano normalmente un'azione drenante delle acque sotterranee e superficiali, secondo le direzioni di flusso riportate in cartografia idrogeologica.

La definizione delle caratteristiche delle terre provenienti dagli scavi in ordine alla loro possibile riutilizzabilità, la definizione del modello geotecnico finalizzato alla progettazione degli interventi di stabilizzazione, di ripristino di opere d'arte e di sostegno, i criteri per la scelta delle fondazioni delle opere non è oggetto della presente relazione.

7 PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO

In questo ambito si ribadiscono alcune criticità geologiche che a giudizio del geologo possono avere grande influenza per la progettazione delle opere; resta comunque inteso che gli elaborati geologici devono essere considerati con estrema attenzione nella loro interezza, poiché la sensibilità del geologo non sempre coincide con quella dell'ingegnere e pertanto alcune segnalazioni contenute negli elaborati GEO possono assumere grande rilevanza anche nel caso in cui non siano ribaditi nell'ambito del presente capitolo.

- presenza diffusa di terreni compressibili di natura limoso-argillosa;
- presenza di falda idrica superficiale a modesta profondità;
- zona ritenuta suscettibile di liquefazione;
- presenza di gessi in profondità;
- vicinanza di edifici ed infrastrutture.

Esistono dunque i presupposti per confermare la fattibilità geologica dell'opera, purché il progettista riservi particolare attenzione alle pericolosità segnalate nelle cartografie tematiche prodotte dagli enti citati nel corso della presente relazione, alla variabilità intrinseca degli elementi geologici ((presenza di livelli prevalentemente fini) e verifichi puntualmente la stabilità del sistema opera – terreno. Più in generale, la fattibilità geologica è subordinata al fatto che il progetto ingegneristico tenga conto di tutte le normative vigenti, del quadro geologico presentato e del suo campo di variabilità.

BIBLIOGRAFIA

Alberti, A., Bertini, M., Del Bono, G. L., Nappi, G. & Salvati, L. (1970) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 Foglio 136 Tuscania e Foglio 142 Civitavecchia*, Poligrafica & Cartevalori, 141 pp.

Ambrosetti P., Carboni M.G., Conti M.A., Costantini A., Esu D., Gandin A., Girotti O., Lazzaretto A., Mozzanti R., Nicosia U., Parisi G. & Sandrelli F. (1978) – *Evoluzione paleogeografia e tettonica nei bacini tosco-umbro-laziali nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore*. Mem. Soc. Geol. It., 19:573-580

ANAS Spa (2001) Lavori di adeguamento della S.S. n.1 "Aurelia" al tipo Ila delle norme C.N.R.. Tratto Civitavecchia – Grosseto (dal km 81+400 al km 95+000). Progetto Definitivo. Relazione Geologica. ANAS – Servizio Progettazione. Roma, 2001.

Bacino Regionale Lazio Nord (2013). Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Norme di attuazione e carte tematiche

Boni C., Bono P., Capelli G. (1986): Schema idrogeologico dell'Italia centrale. Mem. Soc. Geol. It., Vol. 35, pp. 991-1012

Boni C., Petitta M., Preziosi E., Sereni M. (1993): Genesi e regimi di portata delle acque continentali del Lazio. C.N.R. Ufficio Pubblicazioni e Informazioni Scientifiche, Roma 1993

Bono P., Capelli G. & Cattena C. (1985) – Idrologia ed idrogeologia del bacino idrografico del Fiume Mignone. In "Prime valutazioni sullo stato dell'ambiente del bacino idrografico del Fiume Mignone". Provincia di Roma - Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli studi "La Sapienza" Roma - Provincia di Viterbo, 79-111, 1 carta f.t.

Bosi C., Palieri L. & Sposato A. (1990). *Guida all'escursione sui terrazzi e linee di costa del litorale del Lazio settentrionale*. Esagrafica, Roma

Capelli G. & Mazza R. (1994). *Lineamenti idrogeologici dei terrazzi marini pleistocenici del Lazio settentrionale. Risultati della campagna di rilevamento 1991-1992*. Geologica Romana, **30**: 589-600

Carboni M. G., Palagi I., Palieri L., Raffi I. & Sposato A. (1994). *Dati preliminari sull'evoluzione geologica della fascia costiera tirrenica del Lazio settentrionale durante il Pliocene*. Mem. Descr. Carta Geol. D'Italia, **49**: 177-188

Civitelli G. & Corda L. (1982). *Nuovi dati sulla Pietraforte: sue caratteristiche e rapporti con i flysch calcarei dell'area tolfetana*. Geologica Romana, **21**: 191-216

Conti M., Parisi G. & Nicosia U. (1983). *Un orizzonte ad Amphistegina nel Pliocene di Orvieto e sue implicazioni tettoniche*. Boll. Soc. Geol. It., **102**: 113-122

Fazzini P., Gelmini R., Mantovani M.P. & Pellegrini M. (1972). *Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; province di Viterbo e Roma)*. Mem. Soc. Geol. It., **11**: 65-144

Fregni P., Gasperi G. & Gelmini R. (1983) - *Il Messiniano tra la Toscana meridionale e il Lazio settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., 25: 141-144.

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

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

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

Metzeltin S. & Vezzosi L. (1983). *Contributi alla geologia del Vulcano di Latera (Monte Vulsini, Toscana Meridionale-Lazio Settentrionale)*. Mem. Soc. Geol. It., **25**: 247-271

Nicoletti M., Petrucciani C., Piro M. & Trigila R. (1979). *Nuove datazioni vulsine per uno schema di evoluzione dell'attività vulcanica: Nota II: Il Quadrante Nord-Occidentale*. Period. Min., **48**: 153-165

Palieri L., Raffi I. & Sposato A. (1990). *Dati preliminari sul Pliocene nella fascia costiera del Lazio settentrionale*. Rend. Soc. Geol. It., **13**: 11-114

Servizio Geologico d'Italia (in corso di pubblicazione). *Carta Geologica d'Italia 1:50.000. Foglio 354 – Tarquinia*.

Shackleton N. J. (1995). *New data on the evolution of Pliocene climatic variability*. In: *Paleoclimate and evolution, with emphasis on Human origins*, edito da E.S. Vrba, G.H. Denton, T.C. Partdrige, L.H. Burle, 242-248, Yale University/New Haven and London

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 Affioramento del Flysch della Tolfa (*Pa*) in facies calcarea (c/o Centrale Terna).



Foto 2 Affioramento di *Qta* con evidenti le plaghe di calcareniti sovrastanti le argille plioceniche *FAA* (c/o km 82 della SS1 Aurelia).



Foto 3 Affioramento delle argille plioceniche *FAA* (in località Fornace Aurelia).



Foto 4 Affioramento del Flysch della Tolfa (*P*) in facies argilloso calcarea (c/o sondaggio 6a-SD6).



Foto 5 Affioramento di *Qt*, in alto arenaria grossolana da litoide a semilitoide in contatto con il sottostante deposito vulcanico (c/o km 86 della SS1 Aurelia).



Foto 6 Affioramento di *Qt* arenaceo in una ex cava nei pressi di Tarquinia (località Folgari).



Foto 7 Affioramento il Qt arenaceo in località Il Poderino.



Foto 8 Affioramento di Qt sabbioso limoso con abbondanti pomice e minerali vulcanici (c/o sondaggio 6a-SD23).



Foto 9 Affioramento della porzione arenacea della Pietraforte (*Pf*) (c/o ex cava di Monte Cimbalò).

SCHEDE DI RILEVAMENTO POZZI

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: **6a- P1**

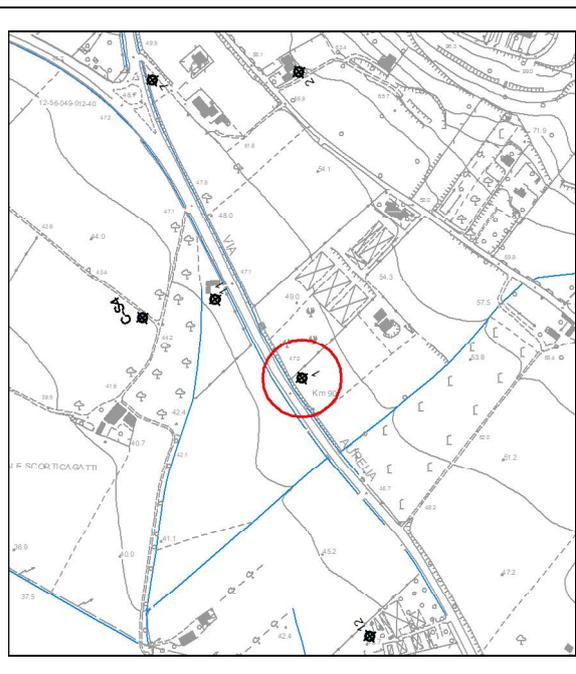
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 150807

Coordinata Y: 941164

Quota: 47,0 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note: Inutilizzato

Profondità (m)	20
Livello statico (m dal p.c.)	5,90
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	41,10
Livello dinamico (m s.l.m.)	
Diam_rivest (cm)	30
Stratigrafia	--
Stato	INATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P2**

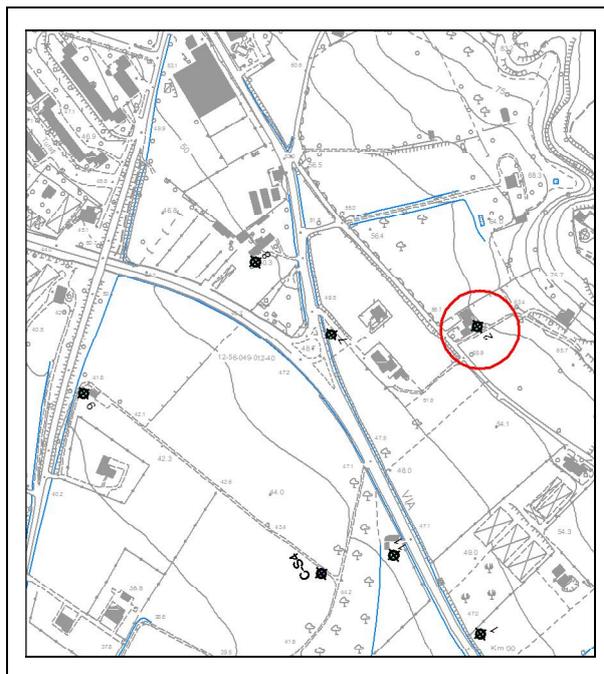
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 150803

Coordinata Y: 941571

Quota: 57,0 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note: Da analisi eseguite l'acqua non risulta potabile.

Profondità (m)	--
Livello statico (m dal p.c.)	6,68
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	50,32
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	30
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P3**

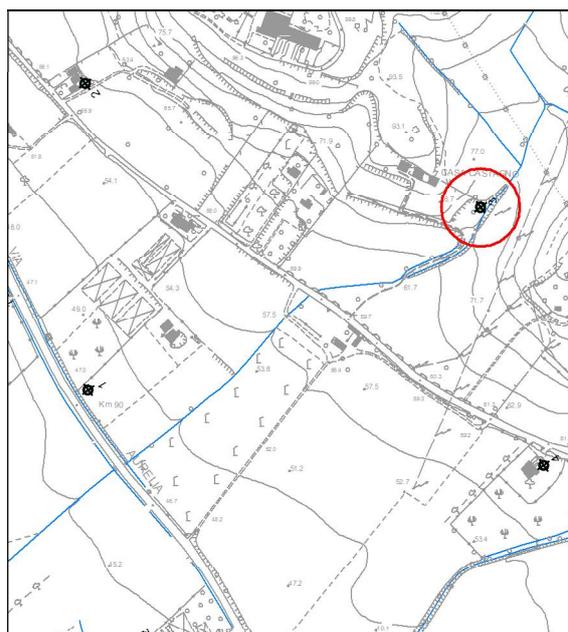
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 151323

Coordinata Y: 941406

Quota: 71,3 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note:

Profondità (m)	--
Livello statico (m dal p.c.)	1,64
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	69,66
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	120
Stratigrafia	--
Stato	INATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P4**

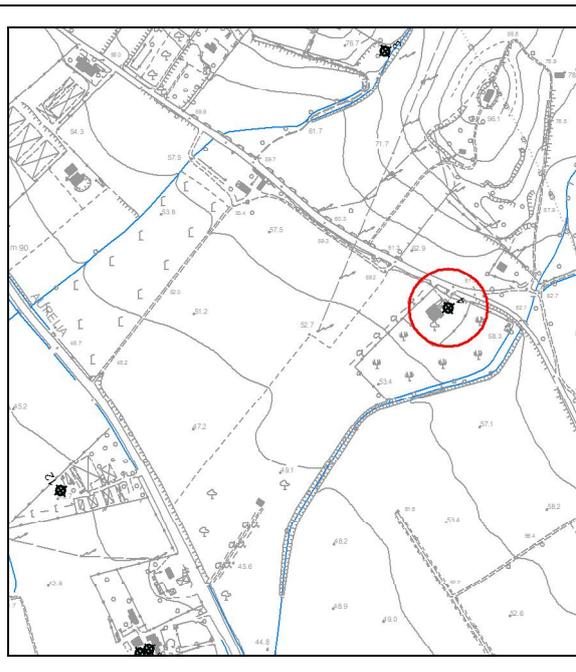
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 151405

Coordinata Y: 941064

Quota: 65,0 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note:

Profondità (m)	--
Livello statico (m dal p.c.)	4,50
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	55,55
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	120
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P5**

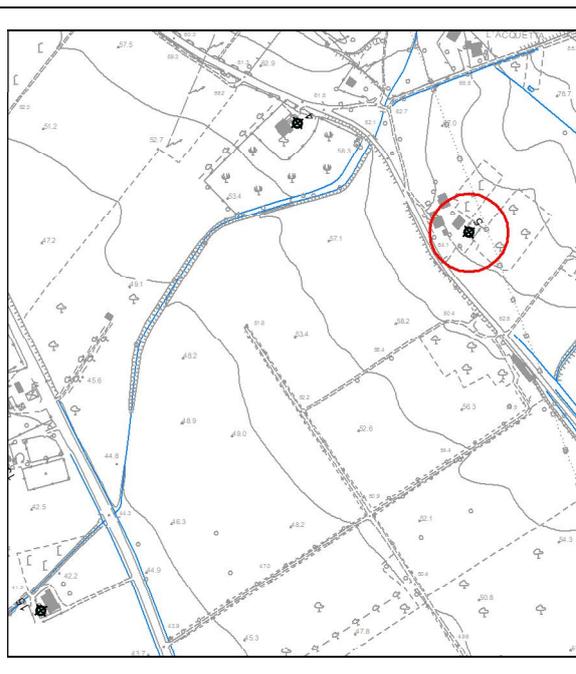
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 151631

Coordinata Y: 940918

Quota: 65,0 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note:

Profondità (m)	9
Livello statico (m dal p.c.)	7,40
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	57,60
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	120
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P6**

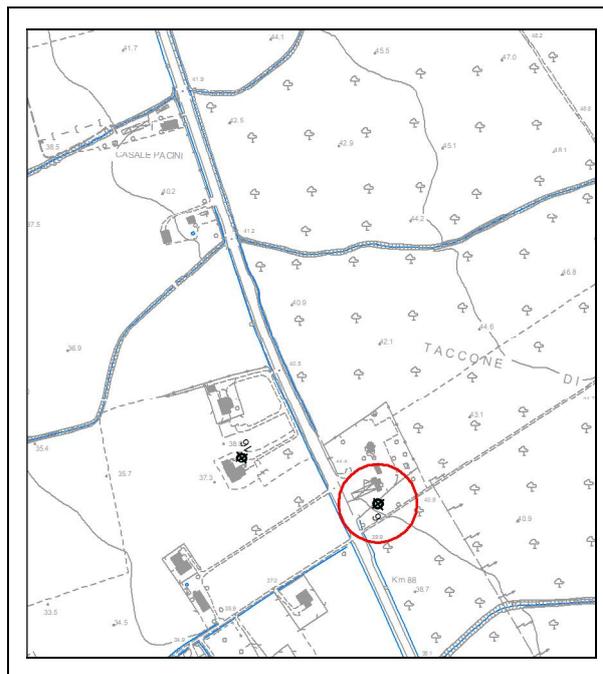
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 151627

Coordinata Y: 939437

Quota: 40,0 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Industriale

Data misura: 22 gennaio 2010

Note: il pozzo è in una stazione di servizio.

Profondità (m)	--
Livello statico (m dal p.c.)	2,08
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	37,92
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	20
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P7**

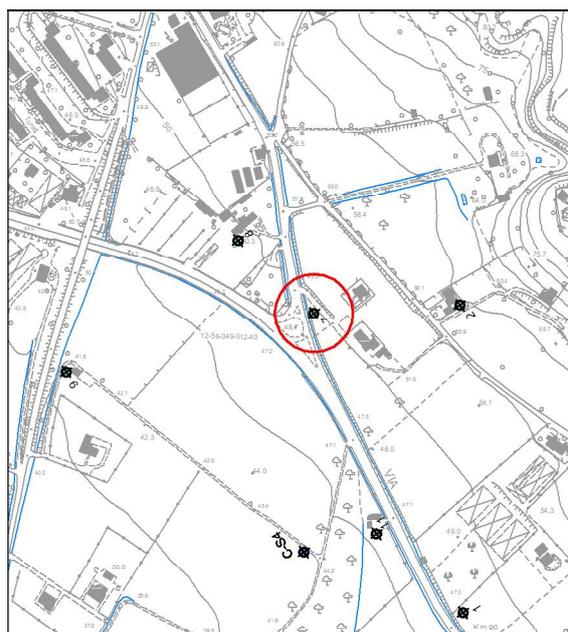
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 150611

Coordinata Y: 941560

Quota: 49,0 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note:

Profondità (m)	--
Livello statico (m dal p.c.)	5,20
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	43,80
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	120
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P8**

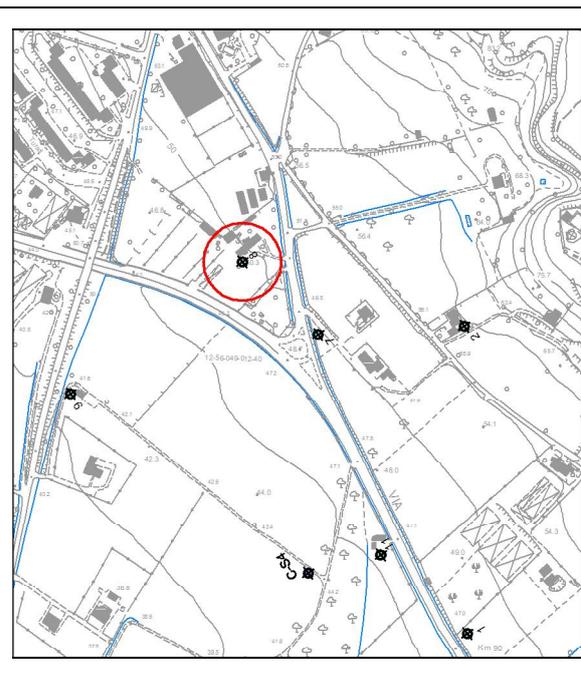
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 150511

Coordinata Y: 941657

Quota: 50,3 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Domestico

Data misura: 22 gennaio 2010

Note:

Profondità (m)	7
Livello statico (m dal p.c.)	3,53
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	46,77
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	200
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P9**

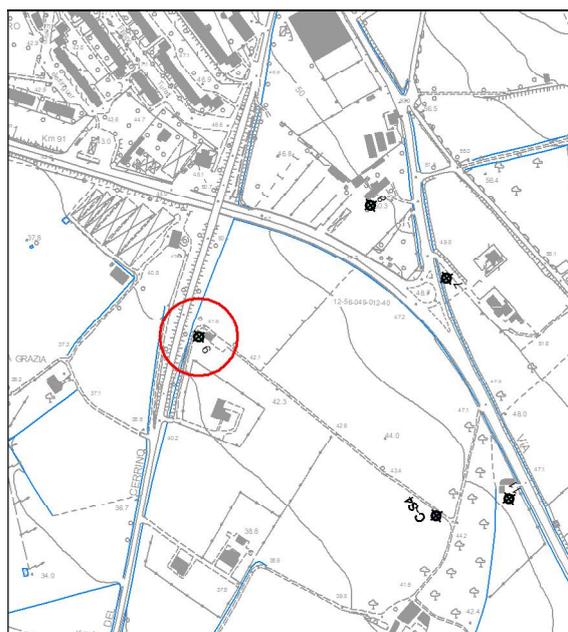
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 150285

Coordinata Y: 941483

Quota: 41,2 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note: Punto di approvvigionamento del consorzio di bonifica.

Profondità (m)	--
Livello statico (m dal p.c.)	1,66
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	39,54
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	250
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO

AUTOSTRADA A12 CIVITAVECCHIA-LIVORNO – LOTTO 6

Sigla: 6a - **P10**

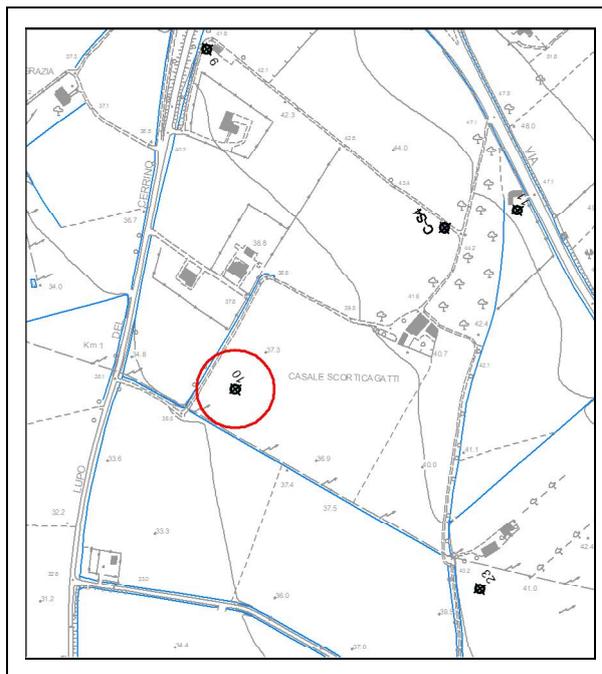
Tipo: POZZO

Comune: TARQUINIA

Coordinata X: 150322

Coordinata Y: 941031

Quota: 37,0 m s.l.m.



Tipologia d'uso: Irriguo

Data misura: 22 gennaio 2010

Note:

Profondità (m)	--
Livello statico (m dal p.c.)	1,65
Livello dinamico (m dal p.c.)	--
Livello statico (m s.l.m.)	35,35
Livello dinamico (m s.l.m.)	--
Diam_rivest (cm)	250
Stratigrafia	--
Stato	ATTIVO