

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIREZIONE TECNICA

### U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

### VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA

### RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI

### LOTTO 2 - TRATTA PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI

## RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 4 R 0 2 D 6 9 R G G E 0 0 0 1 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	M. Sciarra	05.04.2019	R. Briganti	05.04.2019	T. Paoletti	05.04.2019	M. Comedini 10.02.2021
B	Emissione definitiva a seguito di aggiornamenti	M. Sciarra	10.02.2021	M. Sciarra	10.02.2021	T. Paoletti	10.02.2021	

File: : IA4S 02 D 69 RG GE0001 001 B.docx

n. Elab.: 3-14

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	5
3	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
4	ALLEGATI.....	7
5	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA .....	8
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	9
6.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA REGIONALE .....	11
6.2	ASSETTO STRATIGRAFICO-STRUTTURALE DEI VERSANTI COLLINARI E PIANA ALLUVIONALE DEL F. PESCARA .....	15
6.2.1	<i>Successione del Quaternario continentale .....</i>	<i>16</i>
6.2.2	<i>Successione marina del Pliocene superiore - Pleistocene.....</i>	<i>18</i>
6.3	ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE .....	23
6.3.1	<i>Depositi Continentali Quaternari.....</i>	<i>23</i>
6.3.2	<i>Successione Marina Pliocene Superiore-Pleistocene p.p.....</i>	<i>26</i>
6.3.3	<i>Assetto strutturale.....</i>	<i>27</i>
7	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	28
7.1	MORFOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DELLA PIANA ALLUVIONALE.....	32
7.2	MORFOLOGIA DEI VERSANTI COLLINARI.....	33
7.3	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE.....	37
7.3.1	<i>Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali.....</i>	<i>37</i>
7.3.2	<i>Forme, processi e depositi gravitativi .....</i>	<i>38</i>
7.3.3	<i>Forme antropiche e manufatti .....</i>	<i>38</i>
7.4	ANALISI MULTI-TEMPORALE DELLA VALLE DEL PESCARA .....	39

<b>8</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>44</b>
8.1	ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA BASSA VALLE DEL PESCARA .....	47
8.1.1	<i>La pianura alluvionale .....</i>	47
8.1.2	<i>L'alveo.....</i>	49
8.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE .....	49
8.2.1	<i>Complessi idrogeologici.....</i>	49
8.3	PROVE DI PERMEABILITÀ .....	51
8.4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO .....	51
<b>9</b>	<b>CAMPAGNA DI INDAGINE .....</b>	<b>54</b>
9.1	CAMPAGNA DI INDAGINE ITALFERR 2018 E INTEGRAZIONI 2020 .....	54
9.1.1	<i>Sondaggi geognostici e penetrometriche 2020.....</i>	54
9.1.2	<i>Sondaggi geognostici e penetrometriche 2018.....</i>	55
9.1.3	<i>Prospezioni sismiche .....</i>	56
9.1.4	<i>Prove di laboratorio.....</i>	58
9.1.5	<i>Campionamento in alveo.....</i>	60
9.2	INDAGINI BIBLIOGRAFICHE .....	61
<b>10</b>	<b>SISMICITÀ DELL'AREA .....</b>	<b>63</b>
10.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	63
10.2	SISMICITÀ STORICA .....	64
10.3	SORGENTI SIMOGENETICHE.....	69
10.4	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO.....	71
10.5	PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	75
10.5.1	<i>Categoria di sottosuolo e frequenza propria di sito.....</i>	75
10.5.2	<i>Condizioni topografiche.....</i>	75
10.6	MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO – ANALISI DELLE MOPS .....	76



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	4 di 127

<b>11</b>	<b>SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI.....</b>	<b>79</b>
11.1	ASPETTI GEOLOGICO-TECNICHE.....	79
11.2	ANALISI DELLE CARTOGRAFIE GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE (P.A.I. E P.S.D.A.).....	79
11.3	ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	83
11.4	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	83
11.4.1	<i>Analisi qualitative.....</i>	<i>84</i>
11.4.2	<i>Analisi semi-quantitative.....</i>	<i>85</i>
<b>12</b>	<b>DESCRIZIONE DEI SETTORI D'INTERVENTO .....</b>	<b>92</b>
12.1	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 6+500 +E IL KM 7+782.....	92
12.2	TRATTO COMPRESO TRA IL 7+782 KM E IL KM 9+780.....	93
12.3	TRATTO COMPRESO TRA IL KM 9+600 E IL KM 12+200.....	94
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>96</b>
<b>14</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>98</b>

APPENDICE I - STRATIGRAFIE SCHEMATICHE URBANO (2014-2016)

APPENDICE II - INDAGINI INTEGRATIVE ITALFERR 2020



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	5 di 127

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'esecuzione dello studio geologico, geomorfologico e idrogeologico per la progettazione per la "Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Raddoppio PM San Giovanni Teatino – Chieti (Lotto 2)", sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati di sintesi previsti dal progetto stesso. In particolare il presente studio si è svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi condotti su ortofoto;
- rilievi diretti sul terreno per la definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area;
- acquisizione e analisi delle indagini geognostiche disponibili e appositamente realizzate nell'area di interesse progettuale;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Le presenti note e gli elaborati cartografici ad esse allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

Il modello geologico applicativo proposto, in riferimento ad un volume geologico significativo (*sensu* NTC 2018) in cui sia possibile cogliere interrelazioni dinamiche tra la componente geologica *s.l.* e quella antropica, pone particolare attenzione alla caratterizzazione litotecnica dei terreni investigati, attraverso una puntuale ricostruzione dell'assetto e delle caratteristiche litotecniche nei settori di territorio interessati dalle opere in progetto.

Gli elaborati cartografici e le relative note di riferimento sono stati redatti secondo gli *standard* metodologici più diffusi in ambito scientifico.

## 3 DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

<b>"Velocizzazione della linea Roma – Pescara – Raddoppio Tratta Pescara-Chieti"</b>		
<b>PROGETTO PRELIMINARE (2006)</b>		
<b>Codifica elaborato</b>	<b>Descrizione elaborato</b>	<b>Scala</b>
IAC2 00 R 69 RG GE0000 001 A	Relazione geologica - idrogeologica	-
IAC2 00 R 69 G4 GE0001 001 A	Carta geologica con elementi geomorfologici	1:10.000
IAC2 00 R 69 F4 GE0001 001 A	Profilo geologico	1:10.000
IAC2 01 R 69 W4 GE0001 001 A	Sezioni geologiche trasversali	1:10.000



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
– CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	6 di 127

**“Velocizzazione della linea Roma – Pescara - Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Raddoppio PM San Giovanni Teatino – Chieti (Lotto 2)”**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO – ECONOMICA (2018)**

Codifica elaborato	Descrizione elaborato	Scala
IA4R 02 R 69 RG GE0001 001 A	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	-
IA4R 02 R 69 N5 GE0001 001 A	Carta geologica con profilo geologico Tav. 1/2	1:5000/500
IA4R 02 R 69 N5 GE0001 002 A	Carta geologica con profilo geologico Tav. 2/2	1:5000/500
IA4R 02 R 69 PR GE0005 001 A	Prove geotecniche di laboratorio	-
IA4R 02 R 69 IG GE0005 001 A	Relazione geofisica	-
IA4R 02 R 69 SG GE0005 001 A	Indagini geognostiche e prove in situ	-
IA4R 00 R 69 RH GE0005 001 A	Monitoraggio piezometrico	-

Dal punto di vista normativo sono stati presi in riferimento:

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- O.P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e s.m.i., “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni
- O.P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"
- Circ. Min. II.TT. 21/01/2019 n. 7, “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17/01/2018”.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	7 di 127

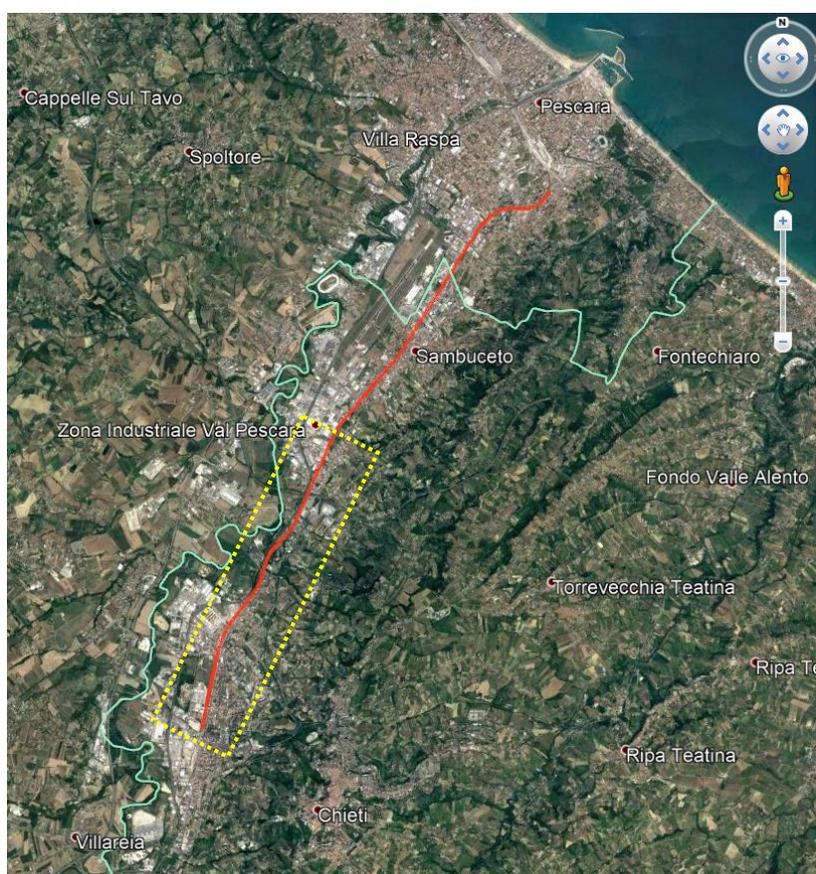
#### 4 ALLEGATI

A corredo della presente relazione sono stati elaborati i seguenti documenti:

<b>“Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti –PM San Giovanni Teatino - Chieti (Lotto 2)” PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>		
<b>Codifica elaborato</b>	<b>Descrizione elaborato</b>	<b>Scala</b>
IA4S 02 D 69 G5 GE0005 001 B	Carta ubicazione indagini	1:5.000
IA4S 02 D69 N5 GE0001 001 B	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav 1/2	1:5.000/500
IA4S 02 D69 N5 GE0001 002 B	Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav 2/2	1:5.000/500
IA4S 02 D69 N5 GE0002 001 B	Carta dei complessi idrogeologici e profilo idrogeologico Tav. 1/2	1:5.000/500
IA4S 02 D69 N5 GE0002 002 B	Carta dei complessi idrogeologici e profilo idrogeologico Tav. 2/2	1:5.000/500
IA4S 02 D69 PR GE0005 001 A	Prove geotecniche di laboratorio - Sondaggi S9, S10, S11, S12, S14, S15, S16	-
IA4S 02 D69 PR GE0005 002 A	Analisi granulometriche da Nspt e pozzetti di idraulica	-
IA4S 02 D69 IG GE0005 001 A	Report indagini geofisiche - MASW, sismica a rifrazione, geoelettrica, SCPTU	-
IA4S 02 D69 SG GE0005 001 A	Relazione generale - Indagini geognostiche, prove in situ e campionamenti	-

## 5 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca a ridosso della costa adriatica e, più precisamente, nell'estremo settore nord-orientale della Regione Abruzzo; essa è posta in corrispondenza di una porzione della linea ferroviaria Roma-Pescara che si estende per una lunghezza di circa 5,525 km, in direzione all'incirca NE-SO (Figura 5-1). L'area esaminata, compresa nella provincia di Chieti, si snoda in direzione NNO-SSE attraversando i comuni di S. Giovanni Teatino e Chieti. Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area è individuabile all'interno del Foglio 141 "Pescara" in scala 1: 100.000, nella Tavoletta 141 III SE (Chieti) in scala 1: 25.000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Abruzzo, negli elementi 351142, 351153, 361021, 361022 e 361034 in scala 1: 5.000.



**Figura 5-1. Ubicazione del tracciato di progetto (in rosso) con indicato il Lotto 2 (in giallo), stralcio di Google Earth**

Dal punto di vista orografico, il tracciato impegna settori di territorio appartenenti alla piana alluvionale del fiume Pescara, a quote comprese tra circa 20 m s.l.m. e 45 m s.l.m.. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio si caratterizza per la presenza di ampi settori pianeggianti o sub-pianeggianti, riconducibili alla piana alluvionale del fiume Pescara, che costeggia il tracciato ferroviario.

Dal punto di vista idrografico, l'intero settore è contraddistinto dalla presenza del fiume Pescara, principale corso d'acqua, che scorre perpendicolarmente alla costa, in questo settore con andamento SSO-NNE. L'idrografia secondaria, composta da piccoli fossi (come ad esempio il F.so Paradiso, a nord, ed il F.so del Canino, a sud), è caratterizzata dalla confluenza diretta, in destra idrografica, nel Pescara.

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'ambito del sistema orogenico appenninico, i rilievi della fascia pedemontana-collinare e costiera abruzzese si collocano nella zona di avanfossa adriatica. L'Appennino è comunemente interpretato come un sistema catena-avanfossa-avampaese a pieghe e sovrascorrimenti a vergenza orientale, espressione locale del complesso orogenico peri-mediterraneo (sistema Alpino-Appenninico-Maghrebide) originatosi a seguito dei processi di convergenza tra le placche africana ed europea (Carminati *et al.*, 2004; Parotto & Praturlon, 2004; Patacca & Scandone, 2007). A partire dal Cretaceo, tali processi hanno causato la deformazione dei margini di placca, con conseguente chiusura dell'Oceano Tetide (ambiente ensialico) che li separava e la successiva formazione dell'orogene appenninico tra il tardo Oligocene e il Pleistocene (es. Beltrando *et al.*, 2010 e relativa bibliografia). La strutturazione di quest'edificio è ben documentata dall'età dei depositi silicoclastici testimoniando le prime fasi di smantellamento dell'orogene (SGI, 1963; Boccaletti *et al.*, 1986, 1990; Bigi *et al.*, 1992). L'orogenesi appenninica ha così coinvolto successioni triassico-mioceniche appartenenti a differenti domini paleogeografici e sviluppatesi sul margine passivo meridionale della Tetide (paleomargine di Adria; Ben Avraham *et al.*, 1990; Patacca & Scandone, 2007).

L'Abruzzo ricade nella fascia centro-orientale della catena appenninica. I settori fisiografici regionali, identificati in settore montano, pedemontano-collinare e settore costiero (procedendo da occidente verso oriente), sebbene generalizzati in termini di scala spaziale, corrispondono ai principali domini geologici dell'Appennino centrale (Guzzetti & Reichenbach, 1994; Figura 6-1).

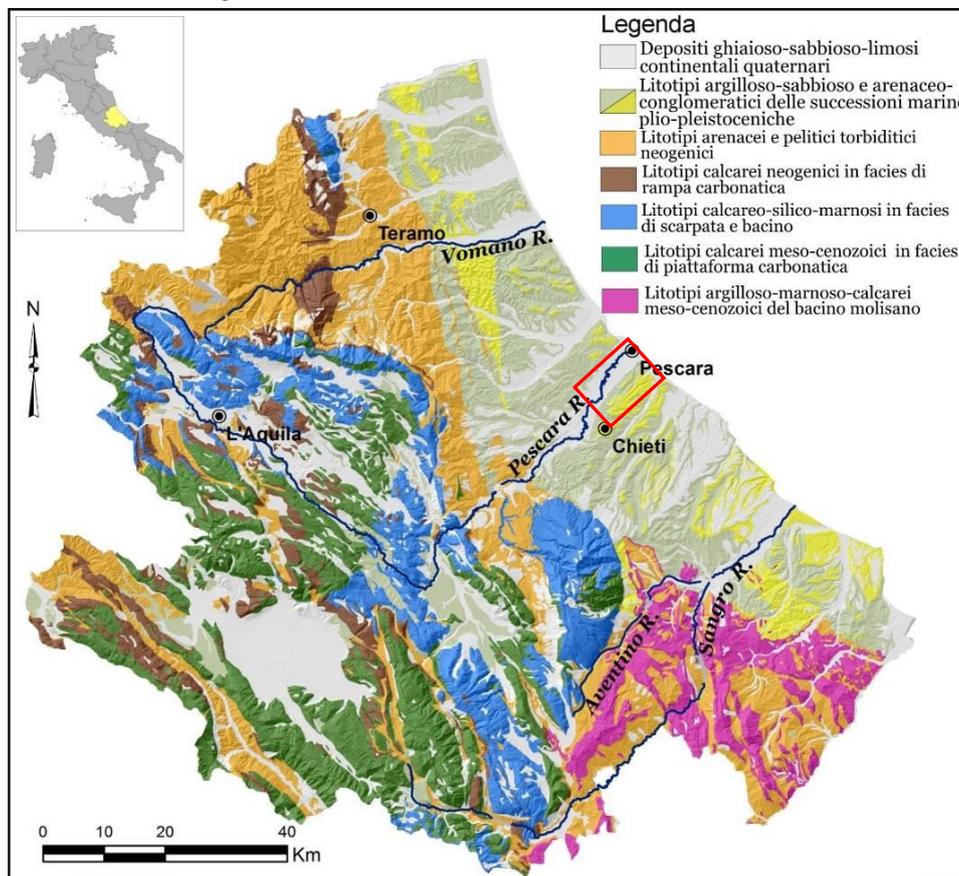


Figura 6-1. Schema litologico semplificato della Regione Abruzzo (Sciarra, 2016). In rosso l'area d'intervento.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	10 di 127

L'area di catena è caratterizzata da litotipi carbonatici riferibili a successioni mesozoiche di piattaforma carbonatica, scarpata e bacino che costituiscono i rilievi montuosi; da litotipi argilloso-arenacei di successioni torbiditiche neogeniche affioranti nelle valli principali; da depositi continentali quaternari, essenzialmente conglomeratici, sabbiosi e limosi che colmano le principali depressioni intermontane e le principali valli.

Dal punto di vista geologico-strutturale, la struttura a falde embricate dell'Appennino ha determinato la sovrapposizione di potenti successioni carbonatiche riferibili a differenti domini paleogeografici: piattaforme carbonatiche, scarpate e bacini pelagici. La tettonica compressiva neogenica ha prodotto lo sviluppo dei principali sistemi di sovrascorrimenti (a vergenza E e NE) nell'area di catena, che hanno progressivamente coinvolto prima le successioni carbonatiche e poi i litotipi miocenici argilloso-arenacei di avanfossa (Parotto & Praturlon, 1975; Patacca & Scandone, 1989; Cipollari *et al.*, 1997; Vezzani & Ghisetti, 1997; Calamita *et al.*, 2002; Patacca & Scandone, 2007). A partire dal Pliocene superiore si è sviluppata una fase di tettonica distensiva (Dramis, 1992; D'Agostino *et al.*, 2001; Mayer *et al.*, 2003; Pizzi, 2003) che ha prodotto, nel settore di catena, lo sviluppo di importanti sistemi di faglie dirette a direzione NO-SE e N-S (con rigetti molto elevati) che bordano le principali dorsali e che hanno portato alla formazione di ampie conche intermontane colmate parzialmente da successioni di depositi continentali quaternari conglomeratici, sabbiosi e limosi (Demangeot, 1965; Bosi *et al.*, 1993; Cavinato *et al.*, 1994; Vezzani & Ghisetti, 1997; Ascione & Cinque, 1999; Calamita *et al.*, 2000; Pizzi & Scisciani, 2000; Cavinato *et al.*, 2002; D'Alessandro *et al.*, 2003). Nel corso del Pleistocene anche la fascia periadriatica è stata interessata dallo sviluppo di faglie dirette aventi direzione da appenninica a SO-NE e caratterizzate da rigetti generalmente modesti (Farabollini 1995; Ori *et al.*, 1991; Coltorti *et al.*, 1996; Centamore & Nisio, 2003; Farabollini *et al.*, 2004; D'Alessandro *et al.*, 2008, Della Seta *et al.*, 2008).

I rilievi della fascia pedemontana-collinare sono impostati su litotipi terrigeni essenzialmente arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei, con intercalazioni di orizzonti conglomeratici (Centamore *et al.*, 1992; Farabollini, 1995) che hanno età riferibile all'intervallo Miocene superiore-Pleistocene inferiore. Tali depositi costituiscono il riempimento di bacini di avanfossa e di *piggy-back* e sono costituiti da depositi emipelagici che chiudono la sedimentazione marina del Pleistocene inferiore con una sequenza regressiva di litotipi argillosi, sabbiosi e conglomeratici (SGI, 1963; Ori *et al.*, 1991; Bigi *et al.*, 1995; Cantalamessa & Di Celma, 2004). Le successioni torbiditiche arenaceo-pelitiche del Miocene-Pliocene sono disposte in strutture a pieghe più o meno ampie che sono sovrascorse verso ENE; le successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche plio-pleistoceniche sono disposte generalmente in assetto monoclinale con deboli inclinazioni verso N-E. Solo nei settori più occidentali a ridosso della catena appenninica affiorano successioni carbonatiche meso-cenozoiche in assetto tettonico disturbato dalla presenza di importanti fronti di accavallamento.

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di ampie coltri di depositi continentali quaternari che affiorano in prevalenza lungo le principali valli fluviali e in misura minore lungo i versanti dei rilievi principali. Essi sono costituiti prevalentemente da depositi fluviali e di conoide alluvionale, disposti in diversi ordini di terrazzi (Castiglioni, 1935; Lipparini, 1939; Demangeot, 1965; Farabollini, 1995; Vezzani & Ghisetti, 1997; D'Alessandro *et al.*, 2008, Della Seta *et al.*, 2008).

La fascia costiera è caratterizzata da costa bassa e dalla presenza di una piana costiera di ampiezza variabile (fino a circa 2 km) impostata su depositi sabbiosi di spiaggia o in depositi alluvionali localmente lacustri-palustri. Nel settore centro-meridionale della regione (tra Ortona e Vasto) si individuano tratti di costa alta impostata su litotipi sabbioso-arenacei e conglomeratici plio-pleistocenici su cui poggiano lembi di depositi di spiaggia sabbioso-ghiaiosi attuali (Miccadei *et al.*, 2011a).



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	11 di 127

## 6.1 Evoluzione geologica regionale

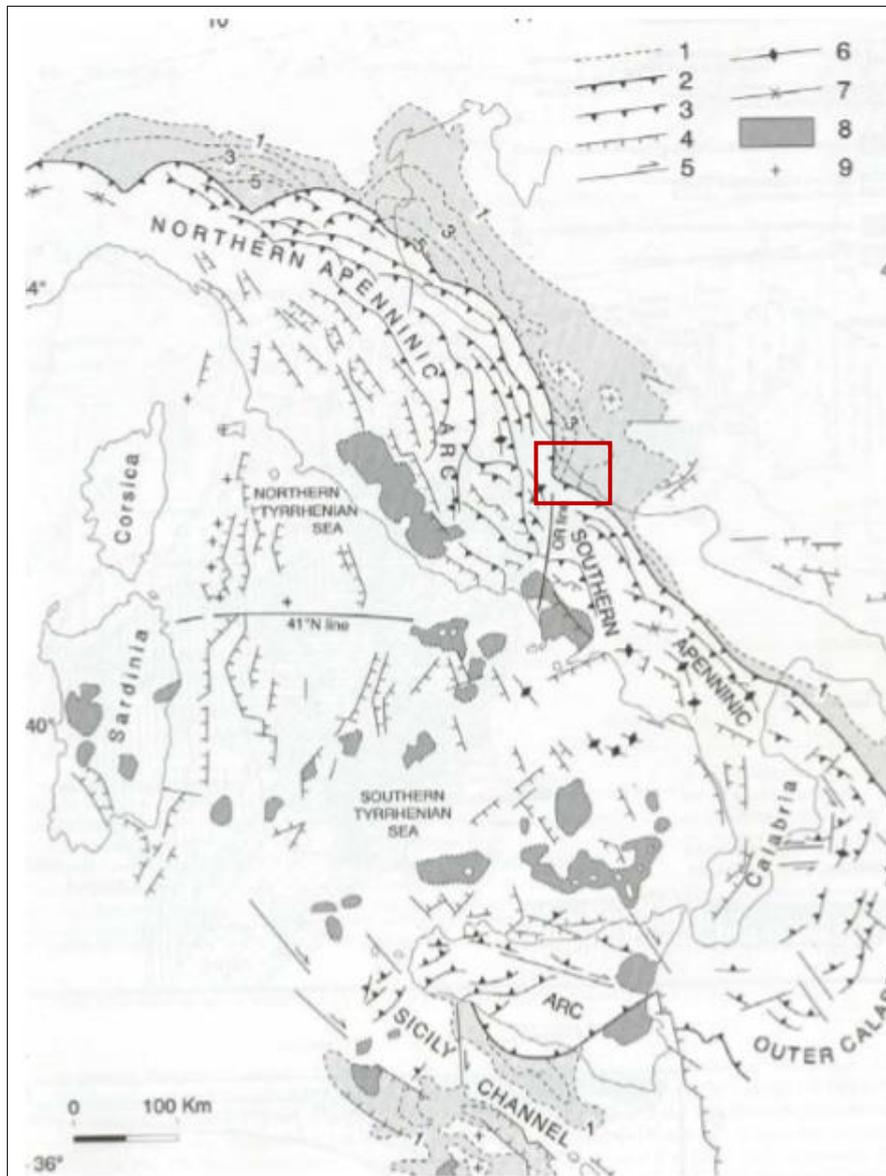
L'evoluzione diacronica del sistema catena-avanfossa-avampaese ha portato, in Appennino centrale, alla giustapposizione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici, sviluppatasi lungo il margine meridionale della Tetide, e alla successiva formazione di cunei di depositi silicoclastici neogenici che hanno scandito la progressione della deformazione a vergenza adriatica. Il segmento abruzzese dell'Appennino centrale può essere differenziato rispetto ai segmenti settentrionali e meridionali in ragione dell'entità dei raccorciamenti subiti dalle varie unità paleogeografiche e dalla storia evolutiva generale.

L'Appennino centrale è delimitato convenzionalmente dalla linea "Olevano-Antrodoco-Monti Sibillini" sul margine nord-occidentale e dalla linea "Voturno-Sangro" sul fronte meridionale. Queste rappresentano discontinuità tettoniche di primo ordine, caratterizzate da una complessa sequenza di movimenti deformativi che mettono a contatto *facies* di differente pertinenza paleogeografica.

L'evoluzione dell'Appennino centro-orientale è intimamente connessa alla geodinamica della porzione settentrionale del Promontorio Africano (Auct), dapprima coinvolta nelle fasi di apertura dell'Oceano della Tetide, successivamente in quelle di obliterazione dell'Oceano Ligure-Piemontese e della collisione fra la placca africana e quella europea, fino alla fase post-orogena (Bigi *et al.*, 1997; Bally *et al.*, 1986; Bolis *et al.*, 2003; ISPRA, 2010b).

Durante il processo di apertura della Tetide si è sviluppata un'importante fase tettonica distensiva che ha prodotto l'assottigliamento della crosta continentale del Promontorio Africano; questo processo ha trovato i suoi attori principali in faglie listriche normali sub-parallele al margine continentale esistente, spesso accompagnate da dislocazioni lungo faglie trasversali e oblique al margine stesso (ISPRA, 2010b). È proprio durante questa prima fase tettonica che iniziano a formarsi i domini paleogeografici che andranno a costituire la struttura portante del futuro edificio appenninico (Bigi *et al.*, 1997). A partire dal Miocene sup. la geometria della catena, caratterizzata da una struttura a pieghe e sovrascorrimenti (Figura 6-2), è stata notevolmente modificata dalla tettonica estensionale, dall'attività vulcanica, dalla subsidenza dell'avampaese e dal risultante assottigliamento crostale e conseguente formazione di crosta oceanica (con uno spessore di circa 10 km) nel mar Tirreno meridionale.

L'area oggetto di studio si colloca nel settore più orientale dell'area abruzzese esterna. I depositi affioranti corrispondono alla successione silicoclastica del Pliocene sup.-Pleistocene inf. (Formazione di Mutignano), posti in discordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio-superiore p.p. I depositi affioranti si collocano temporalmente dopo l'ultima fase di migrazione verso l'avampaese del fronte deformativo e del depocentro torbiditico pliocenico (SGI, 1963, 1970; Crescenti *et al.*, 1980; ISPRA, 2010b).



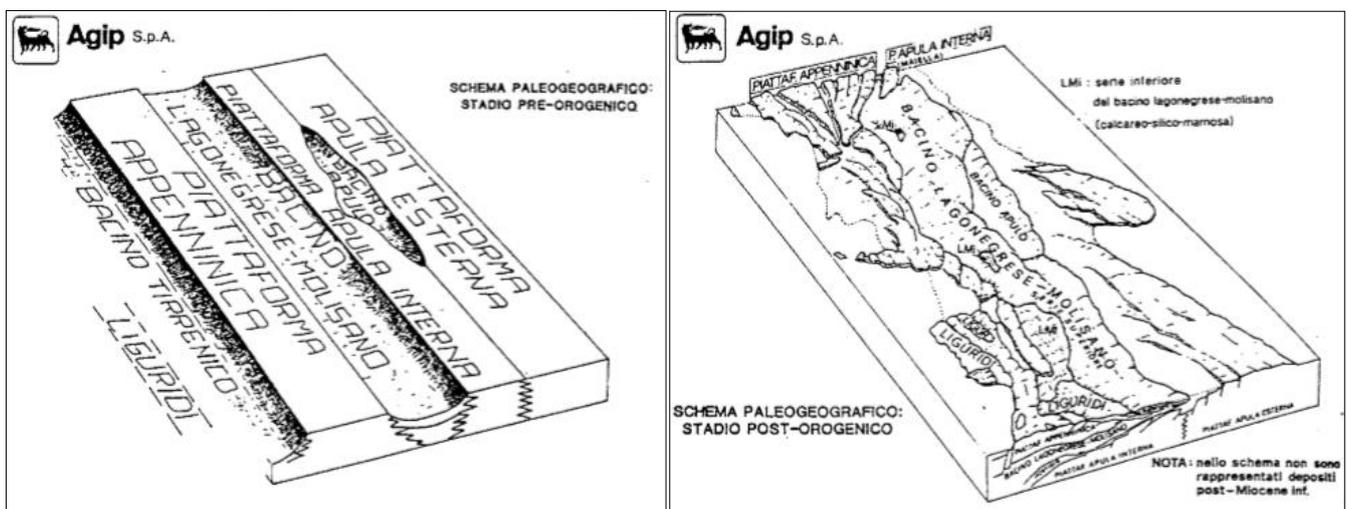
**Figura 6-2. Carta strutturale degli Appennini e del mar Tirreno (Da Vai & Martini, 2001). In rosso l'area in esame**

Attualmente i tassi di convergenza N-S della placca africana sono  $\leq 0.7$  mm/anno (Ward, 1994), mentre quelli estensionali E-O, stimati dall'attività storica delle faglie normali, risultano essere  $> 2.3$  mm/anno (Westway, 1992).

Dati stratigrafici e strutturali (Patacca & Scandone, 1989; Cavinato & De Celles, 1999; Cipollari *et al.*, 1999; Ghisetti & Vezzani, 2002) indicano che lo *stretching* crostale nel mar Tirreno e l'estensione nelle aree interne peritirreniche sono avvenuti contemporaneamente al raccorciamento della zona esterna della catena appenninica nelle aree adriatiche. Lo stesso trend è stato registrato dalla sismicità attuale (Frepoli & Amato, 1997).

Come detto in precedenza, l'Appennino centrale è costituito da un sistema a pieghe e sovrascorrimenti con vergenza N-E e andamento arcuato. Alcuni Autori hanno interpretato la geometria della catena secondo uno stile

deformativo pellicolare (ad es. Bally *et al.*, 1986; Cosentino & Parotto, 1991); secondo altri invece rimane coinvolto nella deformazione anche il basamento (ad es. Calamita *et al.*, 1991). Le successioni sedimentarie coinvolte, riferibili all'intervallo Triassico superiore-Pliocene inferiore, sono costituite da depositi carbonatici sia di piattaforma che di bacino, ricoperti in discordanza da depositi trasgressivi affioranti diffusamente nell'area periadriatica. Nel corso degli anni sono stati proposti diversi quadri paleogeografici. La tendenza attuale è quella di considerare separata la piattaforma Laziale-Abruzzese dal dominio Apulo (Figura 6-3; Mostardini & Merlini, 1986).



**Figura 6-3. Schemi paleogeografici pre e post-orogenesi per l'Appennino centro-meridionale (Mostardini & Merlini, 1986)**

I caratteri principali delle unità tettoniche della catena abruzzese possono essere sintetizzati nel seguente modo:

- Unità dei Monti Sibillini: è l'unità più occidentale e geometricamente più elevata dell'intero sistema a *thrust*. È costituita da una successione stratigrafica di bacino pelagico, compresa tra il Trias superiore ed il Miocene (successione Umbro-Marchigiana), delimitata verso est dal fronte di sovrascorrimento che ne realizza la sovrapposizione tettonica sull'unità della Laga a nord e del Gran Sasso a sud.
- Unità del Gran Sasso: è delimitata da un sovrascorrimento arcuato che presenta il tratto meridionale a direzione N-S e quello settentrionale ad andamento E-O. La successione carbonatica affiorante lungo il settore frontale è costituita dalle dolomie e dai calcari dolomitici di piattaforma del Trias superiore e del Lias inferiore, cui seguono i termini della successione di transizione del Lias medio-Miocene p.p. e i depositi di avanfossa del Messiniano.
- Unità della Laga: costituisce il *footwall* sia dell'Unità dei M.ti Sibillini che di quella del Gran Sasso e del Morrone. Costituita da depositi torbiditici silicoclastici messiniani costituenti il Bacino della Laga.
- Unità Morrone-Porrara-Maiella: rappresenta il *footwall* dell'Unità della Laga, in contatto tettonico attraverso il sovrascorrimento di Teramo.
- Unità esterne (Casoli - Bomba): sono ricoperte in discordanza dalla successione del Pliocene inferiore p.p.-Pleistocene inferiore e, verso sud, dalle Unità Molisane.
- Unità alloctone Molisane: si rinvengono al di sopra dell'Unità Casoli-Bomba e costituiscono le unità alloctone.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

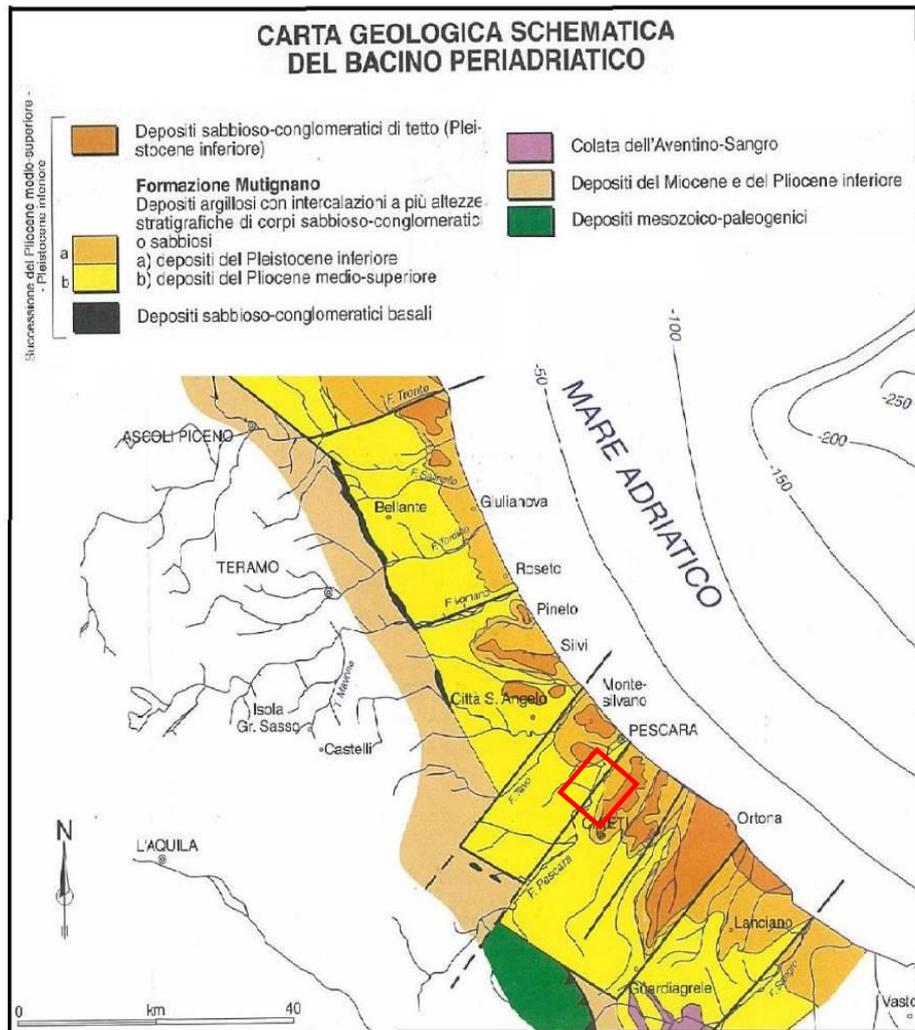
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	14 di 127

Nell'area pede-appenninica abruzzese affiora la successione silicoclastica del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore-medio (Formazione di Mutignano; Figura 6-4), che poggia in discordanza sulle strutture della catena nel settore occidentale (Unità Maiella-Unità Casoli) e in concordanza sui depositi del Pliocene medio nel settore orientale (Donzelli, 1987; Crescenti, 1971; Scisciani et al., 2000; Calamita et al., 2002).

Pieghe e sovrascorrimenti (strutture del Gran Sasso, dei M.ti Sibillini, del M.te Morrone e della Maiella) coinvolgono, nel settore frontale della catena, la successione carbonatica triassico-miocenica, i depositi messiniani evaporitici e silicoclastici di avanfossa nonché quelli silicoclastici del Pliocene inferiore di avanfossa o di bacino satellite. Ad oriente della linea Volturno-Sangro (Ghisetti & Vezzani, 1997) affiora l'alloctono molisano-sannitico, traslato al di sopra dei depositi di avanfossa infra-pliocenici e coinvolto nelle pieghe e nei sovrascorrimenti che deformano la sottostante successione della piattaforma carbonatica apula.

Come evidenziato anche da dati di sottosuolo, dette strutture sono sigillate, progressivamente verso est, dalla successione tardo-postorogenica della Formazione di Mutignano (Casnedi et al., 1981; Scisciani et al., 2000; Calamita et al., 2002). Quest'ultima ha quindi registrato il *tilting* connesso al sollevamento in cui è stata coinvolta tutta la formazione. Questo ha portato allo sviluppo, nella Formazione di Mutignano, dell'assetto monoclinale con immersione a N-E e con pendenza progressivamente decrescente verso la linea di costa, ove l'associazione conglomeratica della Formazione stessa, che chiude la sedimentazione marina, mostra una pendenza di 3°-5°.



**Figura 6-4. Carta geologica schematica del bacino periadriatico nell'area compresa tra la dorsale meridionale marchigiana e il fiume Sangro (modificata Da Bigi et al., 1997)**

## 6.2 Assetto stratigrafico-strutturale dei versanti collinari e piana alluvionale del F. Pescara

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o appositamente realizzate per il presente studio.

Le analisi effettuate e i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a successioni marine plio-pleistoceniche che a depositi marini e continentali quaternari. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura e i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie, nonché dalle numerose indagini geognostiche a disposizione.

In Figura 6-7 è riportato uno stralcio del foglio 361 “Chieti” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:50.000 da cui si nota come i depositi affioranti nell’area di studio appartengano alla Successione del Quaternario continentale e, nel primo sottosuolo, alla Successione marina del Pliocene sup.-Pleistocene inf. (Crescenti et al., 1980; Nisio, 1997, ISPRA, 2010b).

Per la cartografia geologica di progetto si rimanda all’elaborato “Carta geologica con profilo geologico Tav. 1/2 e 2/2 alla scala 1: 5.000/500 ” (codifica elab. IA4S-02-D69-N5-GE0001-001-A e IA4S-02-D69-N5-GE0001-002-A) allegati al presente studio.

Nelle Note illustrative del foglio 361 della cartografia geologica (ISPRA, 2010b), le formazioni affioranti sono descritte come segue, dalle più recenti alle più antiche.

### 6.2.1 Successione del Quaternario continentale

I depositi della successione post-orogena del Quaternario continentale affiorano diffusamente in tutta l’area di studio e sono riferibili principalmente ad ambienti fluviali e di conoide alluvionale, ad ambienti di spiaggia e, in minor misura, a depositi di versante. Le unità sono state, inoltre, suddivise in *litofacies* riferibili ad ambienti genetici diversi, che sono descritte di seguito:

- *depositi di frana (olo<sub>a1</sub>)*: affiorano nella fascia collinare del territorio di Pescara e sono caratterizzati da materiali pelitici e pelitico-sabbiosi, che derivano dalla deformazione dei litotipi dell’associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa); dove le frane hanno coinvolto l’associazione sabbioso-pelitica (FMTc) e l’associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd) della parte sommitale della formazione di Mutignano o i depositi alluvionali terrazzati, i materiali di frana possono contenere blocchi sabbioso-arenacei e sabbioso-conglomeratici;
- *depositi alluvionali (olo<sub>b</sub>)*: affiorano lungo il fondovalle del fiume Saline e sono costituiti da sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe, alternate a conglomerati e sabbie. Le ghiaie sono costituite da clasti di dimensioni da decimetriche a centimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi. Alcune piccole conoidi alluvionali sono ubicate nella parte inferiore di corsi d’acqua di minore estensione, al passaggio tra i versanti collinari e le piane alluvionali, o al passaggio tra i versanti collinari e la piana costiera in corrispondenza di piccoli bacini idrografici che drenano direttamente verso il mare. Sono formati da alternanze di sabbie, ghiaie e limi in lenti e strati di spessore decimetrico o metrico. Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con i subsistemi più antichi, nella maggior parte dell’area con il subsistema di Chieti scalo, o con le unità della successione marina. Lo spessore di questi depositi è modesto (intorno a qualche metro) nei settori interni delle valli dove i corsi d’acqua arrivano a incidere i depositi argillosi riferibili alla formazione di Mutignano ed aumenta verso mare fino a 10-20 m (in queste aree tuttavia non è stata osservata direttamente la base dei depositi);
- *coltre eluvio-colluviale (olo<sub>b2</sub>)*: una coltre eluvio-colluviale di spessore variabile fino a oltre 10 m ricopre estesamente i depositi riferibili alla successione marina ed ai diversi sistemi e subsistemi del Quaternario continentale. Si rinviene con spessori maggiori alla base dei versanti, sulla superficie dei terrazzi alluvionali e nel fondo delle vallecole minori. È costituita da limi, limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri a giallastri a bruno-rossastri con clasti centimetrici arenacei e calcarei dispersi all’interno di materiali fini residuali; a luoghi sono presenti abbondanti concrezioni nodulari di carbonato di calcio. La struttura interna è caotica o con accenni di stratificazione mal definita e discontinua. Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con i sistemi del Quaternario continentale, o con le unità della successione marina. Lo spessore dei depositi è variabile, da qualche metro a oltre 10 m.

I depositi fluviali e di conoide alluvionale sono organizzati in terrazzi di diversi ordini. Nella fascia di studio affiorano i terrazzi di primo ordine, rappresentati dal Sintema di Valle Majelama – Subsintema di Villa Olivetti (AVM1) e i depositi alluvionali del Sintema di Cantignano (ATC).

### ***Sintema di Valla Majelama (AVM)***

Questo sintema è costituito prevalentemente da depositi fluviali, terrazzati e disposti in diversi ordini a diverse quote sul fondovalle; i depositi affiorano diffusamente sui versanti delle valli principali e particolarmente nella parte bassa.

- ***Subsintema di Chieti Scalo (AVM4)***: sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbe. Le ghiaie sono prevalenti nella parte bassa dei depositi e hanno clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una abbondante matrice sabbioso-limosa; sono disposte in lenti e livelli intercalati a lenti di sabbie e limi. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso si osserva un contatto netto tra un intervallo ghiaioso inferiore e un intervallo sabbioso superiore. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del terrazzo, o dal contatto erosivo con i depositi olocenici. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzo a quote comprese tra i 5 e i 15 m sul fondovalle attuale (AVM4b);
- ***Subsintema di Vallemare (AVM3)***: sabbie e limi fluviali, a stratificazione piano parallela e incrociata a basso angolo, si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetri che, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una matrice sabbioso-limosa. Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. i depositi sono terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale (AVM3b);
- ***Subsintema di Villa Olivetti (AVM1)***: ghiaie, conglomerati clasto-sostenuti con livelli e lenti sabbiose e ghiaie massive o stratificazione incrociata a basso angolo, immerse in una matrice sabbioso-limosa (Figura 6-5). Le ghiaie sono prevalenti nella parte bassa dei depositi e hanno clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una abbondante matrice sabbioso-limosa. I corpi conglomeratici sono disposti in lenti e livelli intercalati a lenti di sabbie e limi. La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi delle successioni marine. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del deposito. Lo spessore è valutabile da 10 a oltre 30 m. I depositi sono terrazzati ad altezze tra 40 m e 70 m lungo il Fiume Pescara (AVM1b) (Figura 6-5);

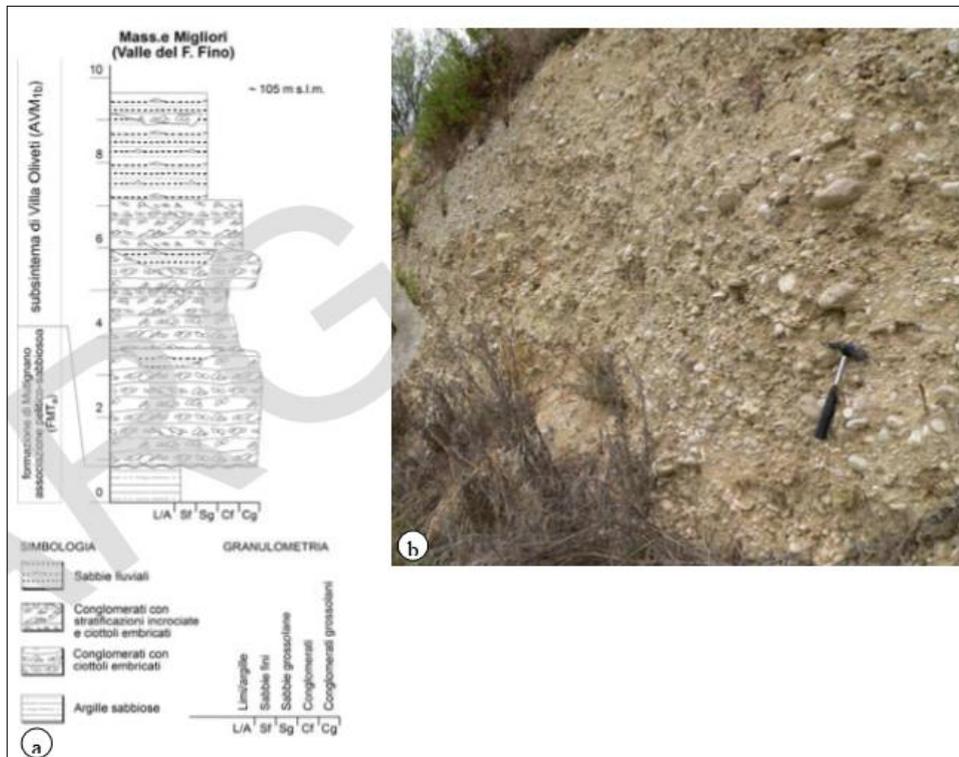


Figura 6-5. Log e immagine dei depositi del Subsystema di Villa Olivetti (ISPRA, 2010b).

## 6.2.2 Successione marina del Pliocene superiore - Pleistocene

### Formazione di Mutignano (FMT)

I termini della Formazione di Mutignano (Figura 6-6) affioranti nella porzione collinare del territorio di Pescara sono riferibili ad ambienti da *offshore* a *shoreface*. La loro organizzazione verticale individua un chiaro trend *coarsening* e *thickening upward*, interpretabile come una fase di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico (Figura 6-6).

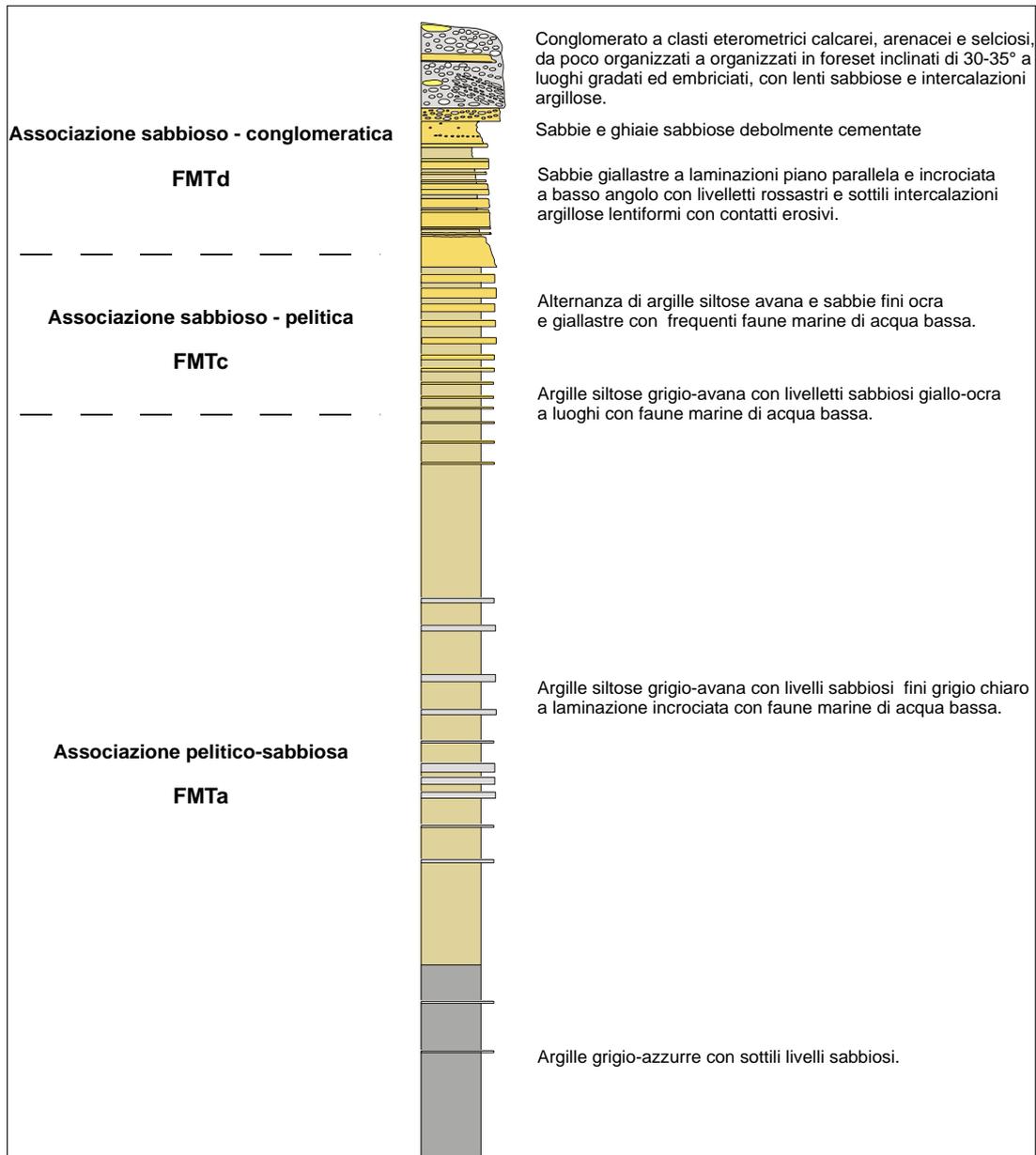
I depositi dell'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa) dominano in misura prevalente il paesaggio collinare dell'area e rappresentano i depositi marini del Pliocene superiore-Pleistocene più giovani, affioranti al di sotto delle coperture quaternarie continentali. Al di sopra dell'associazione FMTa, in corrispondenza della parte alta delle dorsali collinari, sono presenti i termini dell'associazione sabbioso-pelitica (FMTc) e i depositi dell'associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd), che chiudono il ciclo marino del Pliocene superiore-Pleistocene.

Di seguito si fornisce la descrizione delle *facies* sopra elencate:

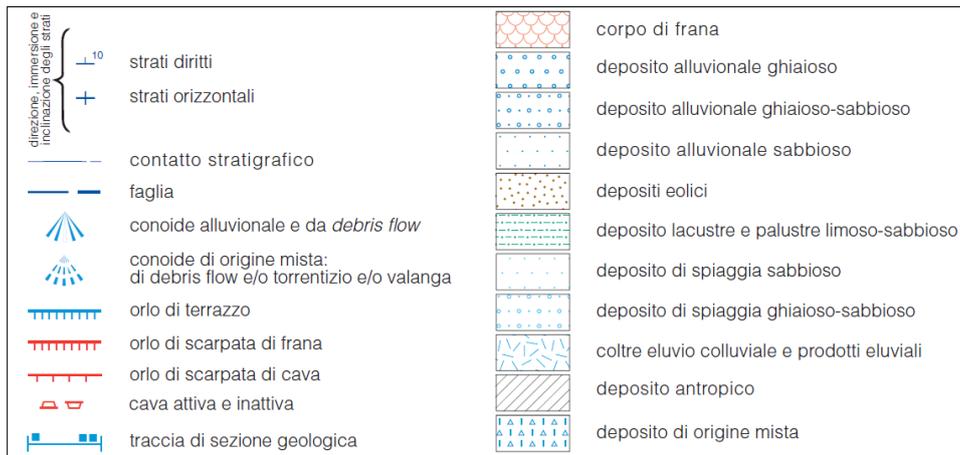
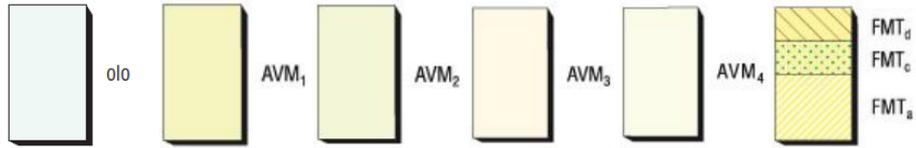
- **associazione pelitico-sabbiosa (FMTa):** argille e argille marnose di colore grigio in strati da medi a spessi passanti verso l'alto ad argille siltose grigio-avana con stratificazione da centimetrica a decimetrica, prevalentemente a geometria tabulare ma a luoghi anche lentiforme. A diverse altezze possono essere presenti intercalazioni centimetriche di sabbie ocre o rossastre e livelli sabbioso-limosi di colore grigio chiaro, a luoghi con geometria lenticolare e laminazione da piano-parallela ad incrociata (*ripple*). Il

contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi marini quali bivalvi, piccoli gasteropodi, echinodermi. Il rapporto sabbia/argilla di questa associazione è nettamente inferiore all'unità. La base di questa unità non è presente in affioramento e lo spessore massimo osservato è dell'ordine di circa 400 m;

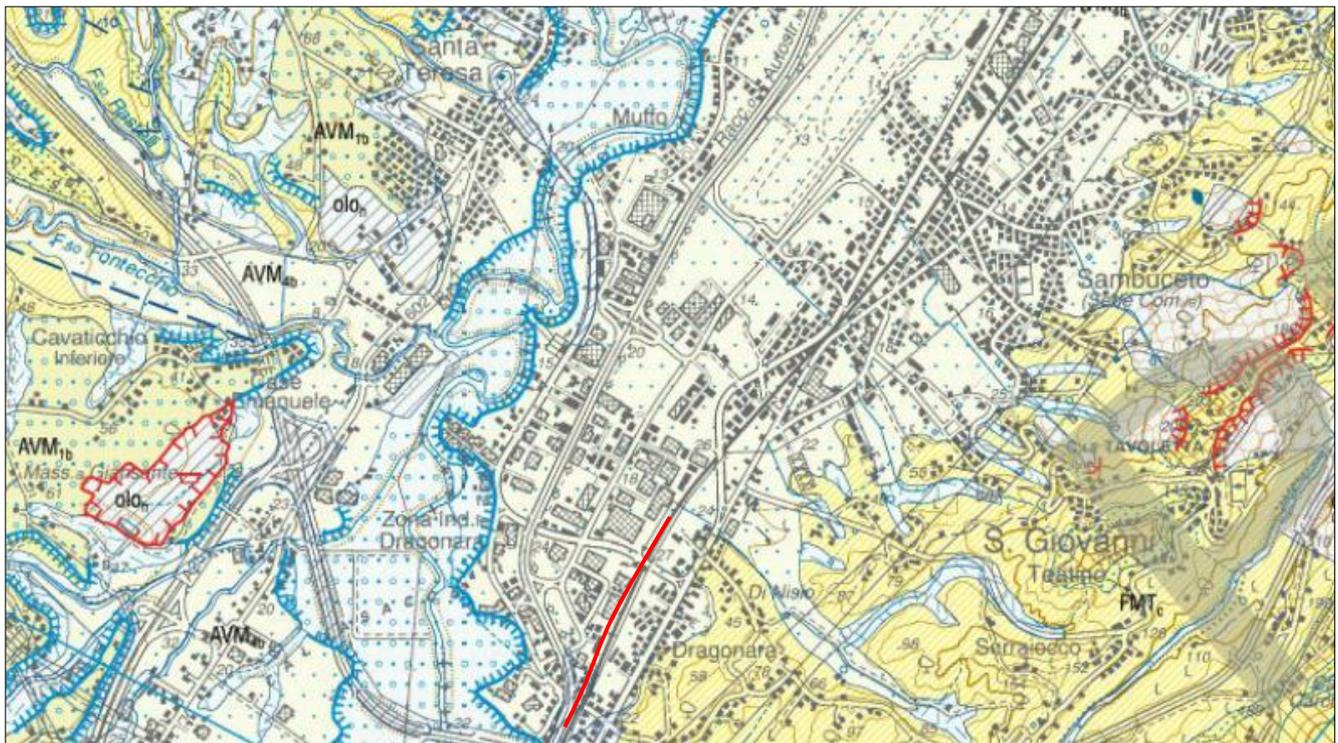
- associazione sabbioso-pelitica (FMTc): alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. I livelli sabbiosi sono generalmente in rapporto erosivo sulle peliti e possono presentare laminazioni parallele, incrociate e *hummocky*; frequente è, inoltre, la presenza di piritizzazione interstrato. All'interno dei sedimenti è spesso presente una ricca macrofauna di ambiente marino a bivalvi (*Pecten*, *Chlamys*, *Ostrea*) e gasteropodi. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. Il contatto basale con l'associazione FMTa non è caratterizzato da evidenti discontinuità stratigrafiche e questo non rende sempre possibile l'individuazione precisa del limite tra le due associazioni. Lo spessore di questa unità varia da un minimo di circa 20 metri fino ad un massimo di circa 60-70 m;
- associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd): sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embricati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora *ripples* simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. Il contatto di questa unità con la sottostante associazione FMTc è rappresentato da un passaggio netto con contatti di tipo erosivo o *unconformity* tra termini sabbioso-pelitici passanti a sabbie e conglomerati; localmente è stato osservato anche il passaggio graduale, dal basso verso l'alto, di termini sabbioso-pelitici a sabbioso-arenacei con diminuzione dello spessore dei livelli argillosi e l'aumento dello spessore degli strati sabbiosi fino alla loro pressoché totale prevalenza. Lo spessore in affioramento dell'associazione sabbioso-conglomeratica varia da 5-10 m fino ad un massimo di circa 50 m.



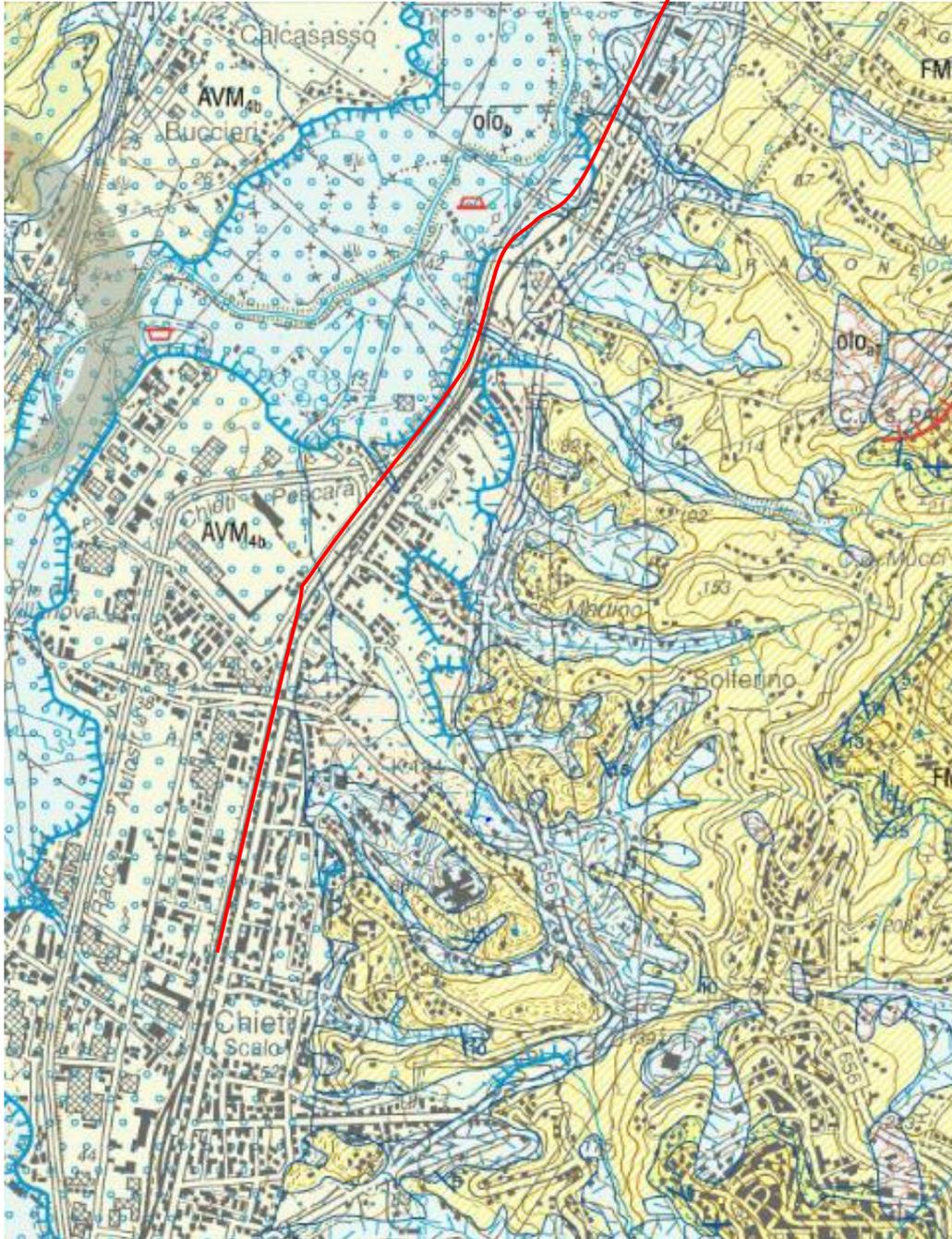
**Figura 6-6. Log stratigrafico schematico della Formazione di Mutignano (ISPRA, 2010b)**



**Figura 6-7. Legenda della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 del foglio n.351 "Pescara" e del foglio n.361 "Chieti" (SPRA, 2010 a,b,c,d).**



**Figura 6-8. Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 foglio 351 "Pescara" (non in scala). In rosso il tracciato ferroviario (ISPRA, 2010a; b)**



**Figura 6-9. Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 foglio 361 "Chieti" (non in scala). In rosso il tracciato ferroviario (ISPRA, 2010c; d)**



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	23 di 127

### 6.3 Assetto stratigrafico locale

Le analisi e i rilievi di campo hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a successioni marine plio-pleistoceniche che a depositi continentali quaternari. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura e i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie e dalle numerose indagini geognostiche a disposizione. Di seguito verranno descritte le litologie incontrate dalle più recenti alle più antiche.

Nel complesso nell'area affiorano prevalentemente depositi limosi-argillosi ricchi di materiale torboso (in alcuni casi anche tronchi) con intercalazioni di livelli limosi-sabbiosi aventi, alla base, per quasi tutta la tratta, un livello ghiaioso-sabbioso. Tali litologie sono riconducibili ai depositi alluvionali terrazzati quaternari del Sintema Valle Majelama-Subsintema di Chieti Scalo (sigla CARG "AVM", ISPRA 2010b). I depositi alluvionali terrazzati hanno uno spessore di 20/30 metri. Alla base dei depositi Quaternari si intercettano litologie costituite principalmente da argille e argille marnose grigio-azzurre e argille siltose avana sottilmente stratificate con rari livelli e strati sabbiosi, appartenenti da bibliografia alla "Formazione di Mutignano" (sigla CARG "FMTa", ISPRA 2010b,d).

Per la cartografia geologica di progetto si rimanda all'elaborato "Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico Tav. 1/2 e 2/2 alla scala 1:5000/500" (codifica elab. IA4S-02-D69-N5-GE0001-001-B e IA4S-02-D69-N5-GE0001-002-B) allegati al presente studio.

#### 6.3.1 Depositi Continentali Quaternari

Questi terreni sono rappresentati da quattro unità continentali quaternarie, ampiamente affioranti in tutto il settore di studio alla base dei rilievi collinari o in corrispondenza dei principali corsi d'acqua. In generale, tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica su tutte le unità geologiche più antiche.

##### 6.3.1.1 Riporto (R)

Materiale rimaneggiato costituito generalmente da limi-argillosi e limi-sabbiosi, di colore da biancastro a marrone chiaro, inclusi clasti calcarei eterometrici e/o lapidei (diametro max 5 cm) sia arrotondati che a spigoli vivi; sono localmente presenti residui di legno e laterizi. Si riscontrano spessori superiori a 5 metri, vedi zona Pescara Porta Nuova. Tale deposito viene indicato nei fogli geologici CARG con la sigla "olog2" (ISPRA, 2010a,b,c,d).

##### 6.3.1.2 Coltri eluvio-colluviali (Col)

Dal punto di vista litologico si riferisce a limi sabbiosi e sabbie limose di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura caotica o indistinta, con diffusi resti vegetali e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e brunastro, a struttura caotica o indistinta, con diffusi resti vegetali e locali passaggi di sabbie.

Tali terreni si rinvengono in tutta l'area di studio, in corrispondenza delle depressioni impluviali o alla base delle scarpate morfologiche più acclivi ed estese. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola *litofacies* a composizione limosa-sabbiosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai riporti antropici e ai depositi alluvionali attuali e recenti. Tali depositi mostrano uno spessore massimo di circa 3 m e sono ascrivibili all'Olocene. Nei fogli geologici CARG vengono indicati con la sigla "olob2" (ISPRA, 2010a,b,c,d).

### 6.3.1.3 Depositi alluvionali terrazzati (**ALTna**)

Depositi continentali alluvionali terrazzati, costituiti da quattro distinte *litofacies* a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche.

Tali terreni affiorano in tutta l'area di studio. I depositi in esame mostrano uno spessore massimo di circa 45 m e sono riferibili al Pleistocene Superiore. Si intercettano a quote comprese tra 2 metri circa e 30 metri sul livello del mare. In letteratura sono correlabili ai depositi alluvionali terrazzati del Sintema Valle Majelama del Subsintema Chieti Scalo "AVM4b", riferibile alla parte alta del Pleistocene superiore (ISPRA, 2010a,b,c,d).

La porzione più grossolana delle alluvioni terrazzate è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**ALT1a**), da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e marrone, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate (Figura 6-10).



**Figura 6-10. Foto rappresentativa del sondaggio S15, in cui si possono distinguere uno strati ghiaioso-sabbiosi di colore giallastro con intercalazione di materiale di limo-sabbioso e sabbioso, a profondità di 25m si nota il passaggio con le argille grigio-azzurre**

La *litofacies* a composizione prevalentemente sabbioso-limosa è formata da sabbie e sabbie limose di colore grigio, marrone e giallastro (**ALT2a**), a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ed arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, da scarsa

ad abbondante. Nel Sondaggio S16, a profondità 9.4 e 10.2, all'interno di uno strato di sabbia medio/grossolana di colore grigia è stato rinvenuto un frammenti di lignite spessi anche 10 cm. Da un'accurata analisi bibliografica è emerso che, in passato, all'interno di questi depositi sono stati rinvenuti frammenti lignei e resti vegetali a quote comprese -22,5 m e -14,4 m dal piano campagna, datati tra 8.565±90 e 7.725±75 anni B.P (Urbano, 2014-2016; Urbano, 2017).

Infine, i depositi più fini sono costituiti da limi argillosi, argille limose (**ALT4a**) e limi sabbioso-argillosi (**ALT3a**) di colore grigio chiaro-azzurrognolo, marrone e verdastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate. All'interno dei depositi prevalentemente limosi-argillosi con basso contenuto di sabbia si rinvengono torbe e terreni organici di colore grigio scuro, a struttura indistinta, con locali frammenti di foglie e radici, talvolta si rinvengono frammettenti conchigliari millimetrici (Figura 6-11).



**Figura 6-11.** Foto del sondaggio S10 (tra 5 e 10m) in cui le alluvioni si presentano limoso-sabbiose oca marrone chiaro (a) e particolare del sondaggio S16 in cui si intercettano livelli di materia organica all'interno dei limi-argillosi grigi (b).

Dalle analisi granulometriche è emerso che i limi argillosi e argille limose (**ALT4a**) mostrano una prevalenza delle granulometrie limose (36%-60%) su quelle argillose (28%-55%), con scarso contenuto in sabbia (1%-10%). Invece, i limi sabbioso-argillosi (**ALT3a**) mostrano un aumento della componente sabbiosa a discapito di quella argillosa, raggiungendo anche il 30% di sabbia. Per i dettagli si rimanda alla documentazione delle prove di laboratorio (IA4S-02-D69-PR-GE0005-001-A e IA4S-02-D69-PR-GE0005-002-A).

#### 6.3.1.4 Depositi alluvionali terrazzati (**ALTnb**)

Depositi continentali di terrazzi fluviali, costituiti da tre distinte *litofacies* a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e, in corrispondenza dei terrazzi morfologici più elevati. Lo spessore massimo è di circa 30 m. Si rinvengono a quote superiori rispetto alle precedenti, come viene riportato in bibliografia (ISPRA, 2010c,d; Urbano, 2017)

La porzione più grossolana è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**ALT1b**), da sub-arrotondate ad arrotondate, in abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigia.

La componente sabbiosa e sabbia limosa (**ALT2b**) di colore marrone e giallastro presenta una stratificazione indistinta o incrociata e sono in contatto eteropico con le ghiaie poligeniche ed eterometriche (**ALT1b**).

Infine, i depositi più fini sono costituiti da limi-sabbiosi-argillosi e limi sabbiosi (**ALT3b**) di colore marrone e verdastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Tali terreni si ipotizza di riscontrarli solo in prossimità della centrale idroelettrica (tra le pk 8500 e 8757) dove il terrazzo fluviale raggiunge quote anche di 36m s.l.m. I depositi in esame mostrano uno spessore massimo di circa 20 m e sono riferibili al Pleistocene Superiore. Si intercettano a quote maggiori dei 30 metri sul livello del mare. In letteratura, sono correlabili ai depositi alluvionali terrazzati del Sintema Valle Majelama - Subsintema Vallemare "AVM3b", di età riferibile alla parte alta del Pleistocene superiore (ISPRA, 2010c,d).

#### 6.3.2 *Successione Marina Pliocene Superiore-Pleistocene p.p.*

Tale unità è rappresentata da tre successioni marine plio-pleistoceniche, ampiamente affioranti nell'intorno della Val Pescara, ma per il settore d'interesse si riscontra solamente la *litofacies* argillosa.

##### 6.3.2.1 Argille grigio-azzurre del substrato (**FMTa**)

Dal punto di vista litologico, si riferiscono ad argille limose da debolmente marnosa a marnosa a tratti debolmente limoso-sabbiose di colore grigio e grigio-azzurro, in strati da sottili a spessi, generalmente bioturbati e a laminazione piano-parallela, con sottili intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie fini di colore grigio e giallastro; i livelli psammitici diventano progressivamente più frequenti verso l'alto stratigrafico, dove si assiste al graduale passaggio a limi sabbiosi (Figura 6-12).

Le argille del substrato si intercettano ad una profondità variabile tra i 16.50 metri di profondità (S11) a profondità maggiori di 30 metri. Sono riconducibili ad ambienti deposizionali marini di piattaforma e scarpata superiore. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche, mediante una base erosiva ondulata e fortemente irregolare. Lo spessore massimo indicato in letteratura è di circa 400 m (ISPRA, 2010a,b,c,d). Tali litotipi sono riferibili in letteratura all'Associazione pelitico-sabbiosa (sigla CARG "FMTa") della "Formazione

Mutignano”, compresa nell’intervallo di tempo Pliocene superiore p.p. -Pleistocene inferiore p.p. (ISPRA, 2010a,b,c,d).



**Figura 6-12. Argille-marnose grigie azzurre, con particolare in cui si intercettano livelli ghiaiosi (riquadro rosso).**

### 6.3.3 Assetto strutturale

Dal punto di vista strutturale, l’area di studio è caratterizzata da un assetto piuttosto regolare e omogeneo, dovuto essenzialmente alle ultime fasi di tettonica distensiva e trascorrente che hanno interessato i settori più esterni della Catena Appenninica. Tale tettonica si esplica fundamentalmente attraverso faglie dirette e trastensive ad alto angolo, caratterizzate da modesta estensione areale e da rigetti variabili da qualche metro a poche decine di metri. I principali elementi strutturali smembrano, localmente, i litotipi più antichi in blocchi geometrici di modeste dimensioni, che risultano variamente basculati e dislocati tra loro. I litotipi argillosi, sabbiosi e conglomeratici, presentano giaciture degli strati debolmente immergenti verso NE e non superano mai i 10° di inclinazione.

In relazione all’elevata erodibilità dei termini litologici affioranti ed alla diffusa presenza di depositi di copertura recenti, non è stato possibile rilevare sul terreno dati diretti circa gli elementi tettonici presenti nell’area, che non si presentano mai con morfologie proprie e chiaramente identificabili. Sui versanti orientali al tracciato, I litotipi argillosi e sabbiosi presentano giaciture degli strati debolmente immergenti verso NE e non superano mai i 10° di inclinazione.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	28 di 127

## 7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il paesaggio del territorio collinare e costiero abruzzese è il risultato di una complessa evoluzione geomorfologica a lungo termine e, per molti aspetti ancora in atto, in cui hanno interagito diversi fattori e processi fra cui possiamo citare: la natura litostrutturale delle diverse litologie del substrato e dei depositi superficiali continentali affioranti, la tettonica quaternaria e i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione a partire dalla fine del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico e, infine, l'intensa morfogenesi di versante (Demangeot, 1965; D'Alessandro et al., 2003c). Ne risulta oggi un paesaggio con forme e processi caratteristici dell'intera fascia pedemontana-collinare e costiera, che contrasta con la morfologia aspra del settore di catena (Figura 7-1).

Lo stile morfologico del settore montano risulta fortemente influenzato dai fenomeni di sollevamento e dalla tettonica estensionale quaternaria, determinando un importante controllo nella morfogenesi e in particolare nell'impostazione e nell'evoluzione del reticolo idrografico e nella distribuzione e tipologia dei processi gravitativi (Dramis, 1992; Coltorti et al., 1996; D'Alessandro et al., 2003; Farabollini et al., 2004). In questo aspro contesto morfologico anche le oscillazioni climatiche quaternarie hanno esercitato una influenza notevole nel modellamento del paesaggio (Demangeot, 1965; Giraudi, 1988). Dal punto di vista morfostrutturale dorsali, valli e conche intramontane che costituiscono il rilievo della catena appenninica si differenziano per caratteristiche strutturali e geomorfologiche. Le dorsali sono costituite da strutture da sovrascorrimento, dorsali monocliniche fagliate e dorsali anticlinaliche parzialmente esumate. La loro genesi è legata alla presenza di sovrascorrimenti (a direzione N-S, NNO-SSE e NO-SE) di litotipi calcarei su litotipi arenaceo-pelitici. Tali strutture sono state scolpite dall'erosione differenziale sui litotipi più erodibili, determinata dai fenomeni di sollevamento e dalla conseguente evoluzione del reticolo idrografico; in alcuni casi i rilievi sono invece determinati direttamente dal movimento di sistemi di faglie dirette quaternarie e solo secondariamente dai processi di erosione selettiva (Figura 7-1 e Figura 7-2). Le valli tettoniche e le conche tettoniche sono le depressioni formate del tutto o in prevalenza dal movimento lungo sistemi di faglie dirette, o a prevalente componente distensiva, che hanno ribassato alcuni blocchi rispetto ai settori circostanti e sono in genere delimitate da importanti versanti e scarpate di faglia.

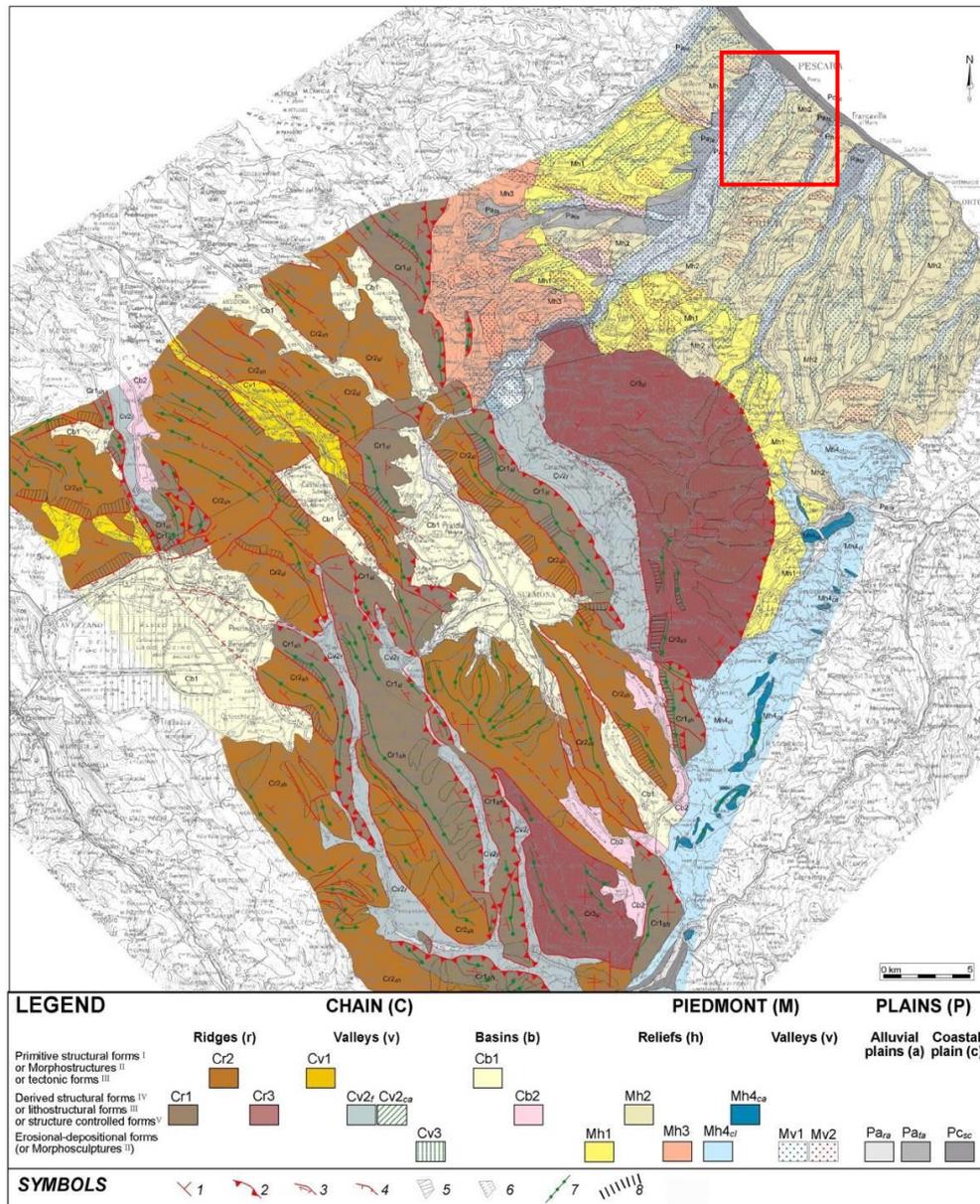
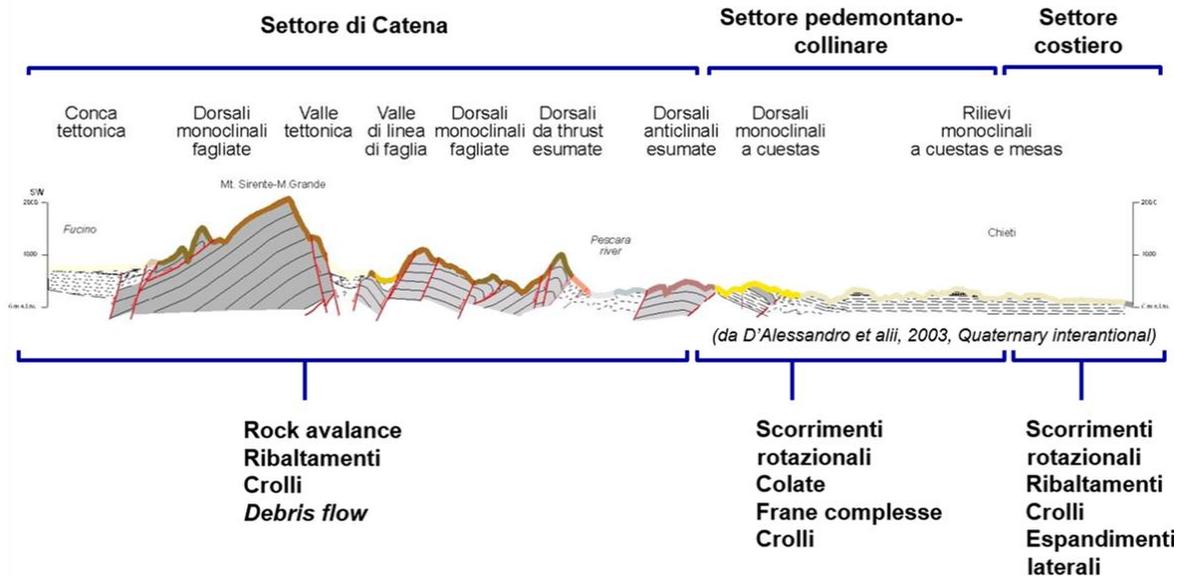


Figura 7-1. Schema morfostrutturale dell'Abruzzo centro orientale. Legenda: 1) Forme del rilievo determinate sostanzialmente dai processi tettonici; 2) forme del rilievo determinate da processi geomorfologici soggetti a forte controllo litostrutturale; 3) forme del rilievo determinate dai processi geomorfologici. **CATENA (C)**. Dorsali: Cr1) Dorsali da thrust esumate; Cr2) Dorsali monoclinali fagliate; Cr3) Dorsali anticlinali esumate. Valli: Cv1) Valli tettoniche; Cv2) Valli di linea di faglia; Cv3) Valli trasversali e valli radiali. Conche: Cb1) Conche tettoniche; Cb2) Conche tettono-carsiche. – **FASCIA PEDEMONTANA (M)**. Rilievi: Mh1) Rilievi monoclinali; Mh2) Rilievi a mesas; Mh3) Rilievi a thrust; Mh4) Rilievi isolati su coltri argillose e calcaree alloctone; Mv1) valli cataclinali; Mv2) Valli ortoclinali. – **PIANE (P)**. Pa) Piane alluvionali; Pc) Piana costiera (D'Alessandro et al., 2003). Il riquadro rosso indica l'area in esame



**Figura 7-2. Profilo morfostrutturale dell'Abruzzo centro orientale in cui vengono riportati per i diversi domini morfostrutturali i tipi di frane caratterizzanti e intrinsecamente in relazione con le diverse morfostrutture dell'area abruzzese (modificato da D'Alessandro et al., 2003; Sciarra, 2016)**

Il reticolo idrografico si è sviluppato con un decorso prevalentemente longitudinale alla catena, parallelamente alle dorsali e alle valli principali ma è caratterizzato da brusche variazioni di direzione in corrispondenza delle principali conche intermontane e delle valli trasversali, spesso caratterizzate da gole incise e profonde modellate dall'approfondimento dell'idrografia, che determinano la connessione fisiografica tra i settori di catena e pedemontano (Mazzanti & Trevisan, 1978; Alvarez, 1999).

Processi, forme e depositi dovuti alla gravità interessano, in particolare, i versanti principali delle dorsali. Questi sono caratterizzati, al piede, da estese falde detritiche e da coni di detrito, alimentati dal materiale proveniente dalle zone più elevate. Anche le frane sono diffuse, con tipologie influenzate dall'assetto lito-strutturale del substrato interessato; esse sono riferibili prevalentemente a crolli, ribaltamenti, colate di detrito e scorrimenti, in corrispondenza delle dorsali carbonatiche; a scorrimenti e colate in corrispondenza delle aree di affioramento delle successioni torbiditiche terrigene (D'Alessandro et al., 2003, 2007; PAI, 2005).

Anche i processi e le forme dovute alle acque correnti superficiali, erosive e deposizionali sono ben rappresentati. Le più importanti sono le forme deposizionali riferibili a depositi fluviali e a conoidi alluvionali. I depositi fluviali sono distribuiti lungo le valli principali e in corrispondenza dei bacini intermontani, i conoidi alluvionali sono situati al raccordo tra i versanti delle dorsali carbonatiche e le valli o i bacini intramontani, o ancora lungo la fascia pedemontana a ridosso dei principali rilievi. Sia i depositi fluviali che i conoidi alluvionali sono terrazzati a diverse altezze sul fondovalle e i terrazzi più alti, e più antichi, sono talvolta ridotti a piccoli lembi isolati, mentre i terrazzi più bassi e recenti sono caratterizzati da una notevole continuità fisica. Le forme erosive sono anche ben rappresentate, in particolare lungo i versanti delle dorsali carbonatiche che sono interessate da numerosi solchi di ruscellamento concentrato, che in occasione di forti piogge possono essere sede di colate di detrito.

I processi e le forme carsiche sono diffusi in corrispondenza delle dorsali carbonatiche, sia con forme epigee che con forme ipogee. In corrispondenza delle piane tettono-carsiche, lo sviluppo delle forme carsiche epigee più ampie



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	31 di 127

e complesse è influenzato dalla presenza di faglie. Localmente sono diffusi depositi di travertino la cui genesi è legata alla presenza di sorgenti alimentate da un circuito idrico sotterraneo. Si tratta spesso di depositi non attivi quali, ad esempio, molti degli affioramenti che caratterizzano i settori esterni della catena, al passaggio con la fascia periadriatica, dalla dorsale della Montagna dei Fiori alla dorsale della Maiella (Farabollini et al., 2004).

Nel settore di catena, le oscillazioni climatiche del Quaternario (fasi fredde pleistoceniche) hanno esercitato un'influenza notevole nell'evoluzione del paesaggio, lasciando tracce molto evidenti date dalle forme glaciali e periglaciali. Tali forme hanno modificato profondamente il paesaggio di alta quota delle dorsali, come evidenziato dalle numerose e diffuse associazioni di forme di erosione e di deposito relitte e inattive (circhi, valli glaciali, *rock glacier*, rocce montonate, morene, ecc.). Ad eccezione dell'area Ghiacciaio del Calderone, le forme glaciali sono relitte e sono prevalentemente riferibili all'ultima fase glaciale (Wurmiano auct.; Cinque et al., 1990; Damiani & Pannuzi, 1987; Giraudi, 1998).

L'evoluzione geomorfologica e il modellamento del territorio della fascia pedemontana-collinare abruzzese sono il frutto dell'interazione tra diversi fattori e processi fra cui possiamo annoverare: la natura litostrutturale delle diverse successioni marine e continentali affioranti, i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico e l'intensa morfogenesi di versante. La forma e la struttura del rilievo, insieme alle caratteristiche dell'idrografia e alla distribuzione dei processi geomorfologici, permettono di definire i principali elementi del rilievo in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi. In particolare si individuano forme tipo *cuesta*, in corrispondenza di intercalazioni arenacee più resistenti all'interno delle successioni torbiditiche mio-plioceniche o forme tipo *mesa*, con la sommità pianeggiante caratterizzata dalla presenza di litologie resistenti all'erosione. A rilievi di tipo *mesa* sono riferibili le alture alla cui sommità affiorano i depositi sabbioso-conglomeratici della parte alta della successione plio-pleistocenica (i pianalti di Castiglioni, 1935) diffusi a sud del fiume Pescara e presenti, con lembi di estensione limitata, a nord del Pescara, nelle zone di Atri, Silvi, Tortoreto e Colonnella. Altri rilievi tipo *mesa* sono caratterizzati, alla sommità, da piastroni di travertino, quali quelli affioranti nell'area di Civitella del Tronto, tra il bacino del F. Salinello e quello del F. Tordino e a Montepiano, alla testata dei bacini dei Fiumi Alento e Foro. I rilievi tipo *cuesta* sono riferibili alle intercalazioni arenacee e conglomeratiche che caratterizzano le successioni torbiditiche mio-plioceniche, come avviene in numerosi settori da nord (ad est degli abitati di Villa Camera e Sant'Egidio alla Vibrata) al settore centrale della fascia pedemontana (Turrivalignani) (D'Alessandro et al., 2003).

I processi e i tipi di forme che caratterizzano l'area sono essenzialmente costituiti da: forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme legate alle acque correnti superficiali.

Per quanto riguarda le forme strutturali, esse sono prevalentemente dovute alla presenza di disomogeneità litologiche, in particolare riferibili a scarpate influenzate dalla struttura, allineamenti di creste, superfici a influenza strutturale, oltre a forme tipo *cuestas* e *hog-back*. Queste tipologie di forme sono tipiche delle aree di affioramento delle litologie sabbioso - conglomeratiche del tetto della successione plio-pleistocenica e delle aree di affioramento delle successioni arenaceo pelitiche della Formazione della Laga. Meno evidenti sono le forme legate direttamente all'azione della tettonica, come espressione superficiale dei movimenti delle faglie, che si individuano essenzialmente nelle caratteristiche e nella geometria del reticolo idrografico (Farabollini et al., 2004; D'Alessandro et al., 2008; Della Seta et al., 2008).

Le forme dovute alla gravità sono riferibili a frane di dimensioni, tipologie e stato di attività variabili, e da movimenti lenti di versante. L'area, a causa della litologia del substrato costituito da successioni argilloso-sabbioso-conglomeratica con litotipi erodibili sovrastati da litotipi più competenti, è spesso interessata da fenomeni gravitativi con intensità e modalità differenti in dipendenza delle diverse condizioni orografiche, idrografiche,



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	32 di 127

litostrutturali, climatiche (dissesti di diversa tipologia e dimensioni molto variabili si verificano diffusamente sui versanti dei rilievi collinari in occasione di eventi meteorici intensi) e vegetazionali. Nello specifico i fenomeni gravitativi per colamento e per scivolamento di tipo traslativo e rotazionale sono molto diffusi in corrispondenza dei versanti più acclivi dove affiorano prevalentemente i litotipi argillosi. Dove i fenomeni franosi coinvolgono le litologie del substrato sabbioso-conglomeratiche al tetto della successione plio-pleistocenica o i litotipi ghiaiosi dei terrazzi fluviali, si hanno frane complesse costituite da ribaltamenti, crolli, scorrimenti e colamenti. I movimenti lenti di versante (soliflussi) hanno una grande diffusione in tutto il settore pedemontano-collinare e interessano in modo particolare le coltri eluvio-colluviali e le coltri di alterazione del substrato argilloso (Centamore et al., 1997; PAI, 2005; D'Alessandro et al., 2007, Sciarra, 2016).

Tra le forme legate alle acque correnti superficiali, gli elementi geomorfologici che più marcatamente caratterizzano la fascia pedemontana adriatica sono sicuramente i terrazzi alluvionali che, come accennato precedente, si riconoscono in diversi ordini (generalmente quattro) nelle valli dei principali corsi d'acqua. Pure importanti sono le forme riferibili a conoidi alluvionali, a volte di grande estensione, presenti nelle aree di raccordo tra le valli fluviali e le dorsali più esterne della catena, come, ad esempio, lungo i versanti orientali della Maiella e della Montagna dei Fiori (Farabollini, 1995; D'Alessandro et al., 2008; Della Seta et al., 2008). Le principali forme dovute alle acque correnti superficiali, di natura erosiva, sono i calanchi, i solchi di ruscellamento concentrato e le aree a ruscellamento diffuso. I calanchi in particolare caratterizzano tutto il settore pedemontano e interessano le aree di affioramento dei litotipi argillosi e argilloso-sabbiosi. I calanchi prevalgono dove vi sono acclività ed energie di rilievo maggiori e la loro distribuzione dipende dall'assetto litostrutturale del substrato, dall'esposizione dei versanti, dalla copertura vegetale e più in generale dall'evoluzione geomorfologica recente (area di Atri e Fiume Piomba, Fiume Alento, Abruzzo sudorientale). Dove le acclività sono meno accentuate e le condizioni litostrutturali e di esposizione non favorevoli, prevalgono fenomeni di ruscellamento concentrato e diffuso, capaci comunque di determinare importanti fenomeni di degradazione e perdita di suoli.

L'area costiera è caratterizzata da ampi tratti di costa bassa (circa 99 km) con una piana costiera e spiagge di ampiezza variabile, localmente caratterizzati dalla presenza di dune costiere di modesta entità. Le spiagge sono soggette a intensi fenomeni di erosione contrastati nel corso degli ultimi decenni dalla realizzazione di diversi tipi di opere di difesa. Nel tratto tra Ortona e Vasto circa 26 km di costa alta sono costituiti da falesie orlate alla base da spiagge di ampiezza più o meno ampia; localmente nelle falesie attive la spiaggia non è presente. Le falesie sono diffusamente interessate anche da fenomeni franosi che contribuiscono alla loro evoluzione e al loro arretramento progressivo (D'Alessandro et al., 2001, 2003b).

## **7.1 Morfologia e sedimentologia della piana alluvionale**

Il paesaggio del territorio collinare e costiero abruzzese è il risultato di una complessa evoluzione geomorfologica a lungo termine e, per molti aspetti ancora in atto, in cui hanno interagito diversi fattori e processi fra cui possiamo citare: la natura litostrutturale delle diverse litologie del substrato e dei depositi superficiali continentali affioranti, la tettonica quaternaria e i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione a partire dalla fine del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico ed, infine, l'intensa morfogenesi di versante (Demangeot, 1965; D'Alessandro et al., 2003). Ne risulta oggi un paesaggio con forme e processi caratteristici dell'intera fascia pedemontana-collinare e costiera, che si contrasta con la morfologia aspra del settore di catena.

Il tracciato oggetto del presente studio si sviluppa all'interno del territorio pescarese, dal capoluogo verso l'entroterra in direzione Chieti, lungo la macro area della zona alluvionale (a Nord e Sud del fiume Pescara) pianeggiante e sub pianeggiante legata alle alluvioni del fiume Pescara, in destra idrografica dello stesso.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
– CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	33 di 127

Dal punto di vista morfologico l'area è caratterizzata da una piana alluvionale lentamente digradante verso mare, con un'ampiezza variabile tra 1 km e 2 km circa nell'area di studio, lungo la quale scorre il Pescara con un andamento prevalente è circa E-O, tipico dei corsi d'acqua principali della regione periadriatica abruzzese. Il suo alveo in un'ampia valle alluvionale con andamento principalmente meandriforme, che diventa rettilineo in prossimità della foce. L'alveo stesso è interessato da un'intensa dinamica recente ed è fortemente soggetto a fenomeni di alluvionamento, in occasione degli eventi meteorici più intensi.

L'aspetto morfologico della zona risulta condizionato direttamente dalla presenza del Fiume Pescara e dalla sua evoluzione temporale che ha permesso la genesi di terrazzi alluvionali costituiti da superfici pianeggianti e sub-pianeggianti, che si estendono parallelamente al corso d'acqua e si raccordano esternamente ai blandi rilievi collinari. Queste superfici sono solcate da piccoli fossi e dai corsi d'acqua minori, orlate da scarpate di erosione fluviale e poste a quote maggiori rispetto all'attuale corso del fiume stesso.

La piana alluvionale è circoscritta ai lati Nord-Ovest e Sud-Est da rilievi collinari, con altezze massime su quest'ultimo fianco attorno ai 200 m s.l.m., versanti ad acclività medio-bassa (10-30%), sommità generalmente sub-pianeggiante, degradanti verso NE e verso la fascia costiera. La struttura geologica dei rilievi è costituita dalla Formazione di Mutignano nei suoi tre membri: FMTd, FMTc, FMTa (ISPRA, 2010b). La parte sommitale dei versanti è costituita dai depositi poco erodibili arenacei e conglomeratici regressivi della FMTd – associazione sabbioso-conglomeratica. Al di sotto dell'FMTd sono presenti le associazioni sabbioso-pelitica FMTc e pelitico-sabbiosa FMTa, maggiormente erodibili e quindi più soggette a deformazioni gravitative di tipo rotazionale, traslazionale e lente di versante.

La differenza nelle proprietà reologiche dei materiali che costituiscono la parte alta delle colline, rispetto alla maggiore erodibilità dei terreni limoso-argillosi sottostanti, facilita morfologicamente la genesi dei versanti da acclivi a fortemente acclivi nella parte alta (arenaceo-conglomeratica) fino a debolmente acclivi nella parte bassa, ove sui sedimenti limoso argillosi del FMTa si impostano spessori variabili di depositi continentali eluvio-colluviali di disfacimento dei versanti, e alluvionali.

## 7.2 Morfologia dei versanti collinari

I rilievi collinari che bordano fascia costiera derivano dall'interazione tra diversi fattori e processi morfogenetici. Tra questi, i principali sono: la natura litostrutturale delle diverse successioni affioranti, i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico e, infine, l'intensa morfogenesi di versante (Demangeot 1965; Calamita et al. 2011; Piacentini et al. 2015, Sciarra, 2016; Sciarra et al., 2017).

La struttura e la forma dei versanti, insieme alle caratteristiche del reticolo idrografico e alla distribuzione dei processi geomorfologici, consentono di definire i principali elementi del rilievo in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi (Centamore et al., 1997; Piacentini et al., 2015). In particolare, si individuano forme tipo *cuesta*, in corrispondenza di intercalazioni arenacee più resistenti all'interno delle successioni marine plio-pleistoceniche, o forme tipo *mesa*, con sommità del rilievo pianeggiante e caratterizzata dalla presenza di litologie resistenti all'erosione (Piacentini et al., 2015).

A causa della presenza di termini litologici di substrato costituiti da successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche con depositi erodibili sovrastati da litotipi più competenti, l'area è spesso interessata da fenomeni gravitativi di differente tipologia e intensità (Demangeot 1965; Centamore et al. 1997; Piacentini et al. 2015; Sciarra et al. 2016; Bozzano et al. 2017). Le caratteristiche morfologiche dei processi di versante sono essenzialmente controllate dalle

diverse condizioni orografiche, idrografiche, litostrutturali, climatiche e vegetazionali (Piacentini et al. 2015; Sciarra, 2016, 2017).

In particolare, i fenomeni di colamento e scivolamento traslativo o rotazionale (Figura 7-3; Figura 7-4; Figura 7-5) sono molto diffusi in corrispondenza dei versanti più acclivi, dove affioranti litotipi prevalentemente pelitici (Centamore et al. 1997; Piacentini et al. 2015). I fenomeni complessi costituiti da crolli, ribaltamenti, scivolamenti e colamenti sono invece presenti lungo i versanti caratterizzati da terreni ghiaioso-sabbiosi dei terrazzi fluviali o da litologie di substrato sabbioso-conglomeratiche poste al tetto della successione plio-pleistocenica (Centamore et al. 1997; Piacentini et al. 2015). Infine, le deformazioni superficiali lente (quali *creep* e soliflussi) hanno una grande diffusione in tutto il settore pedemontano-collinare e interessano in modo particolare le coltri eluvio-colluviali e il substrato argilloso alterato (Centamore et al. 1997, Sciarra, 2017).

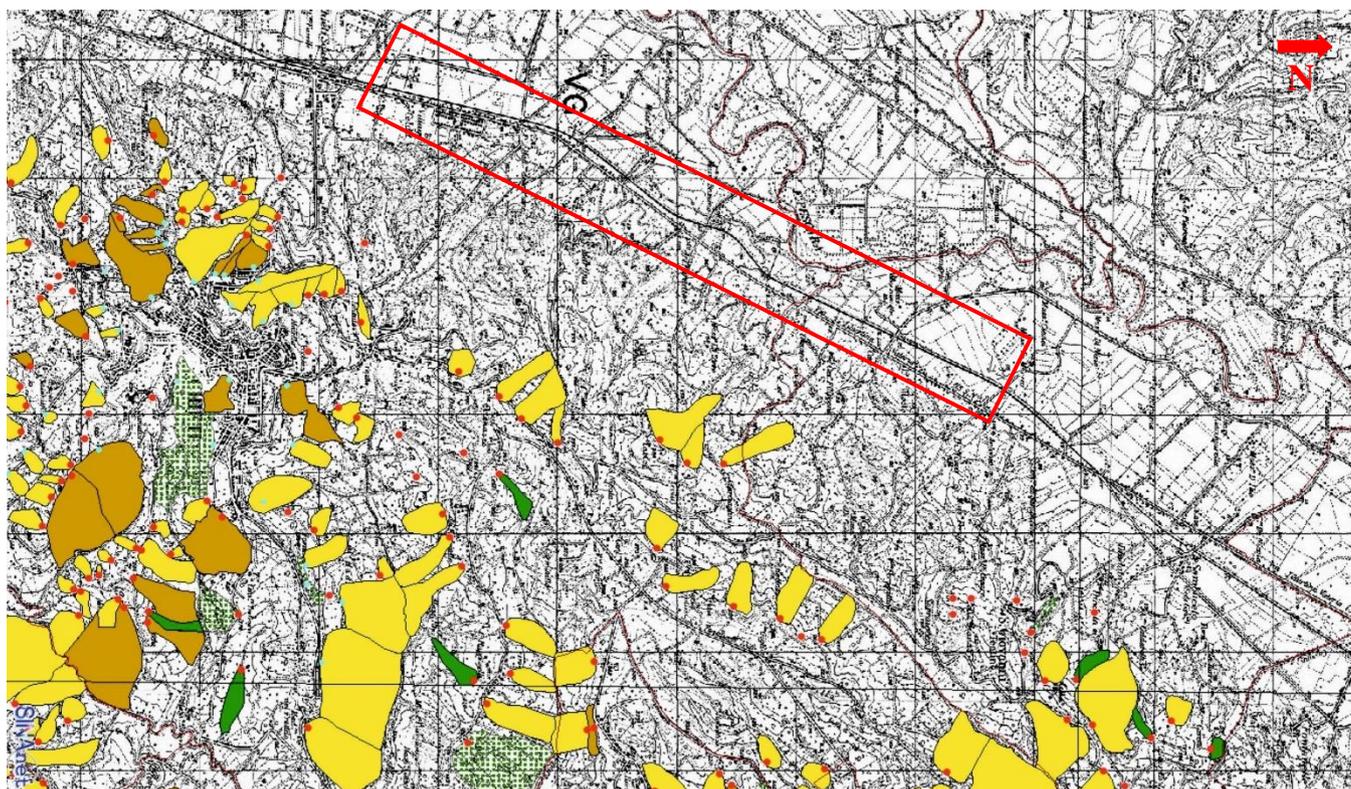


Figura 7-3. Stralcio della Carta delle frane del Progetto IFFI, di colore giallo i fenomeni di scivolamento rotazionale/traslativo, in verde i fenomeni di colamento lento (portale <http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/carto3.asp?cat=2&lang=IT#>). Il poligono rosso indica l'area in esame

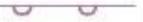
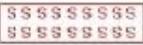
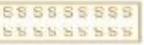
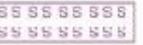
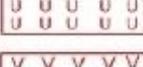
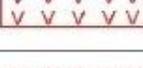
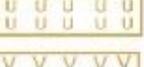
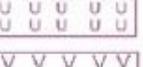
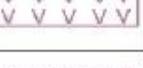
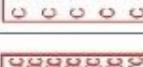
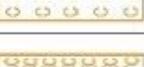
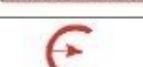
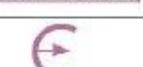
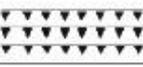
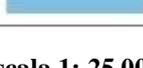
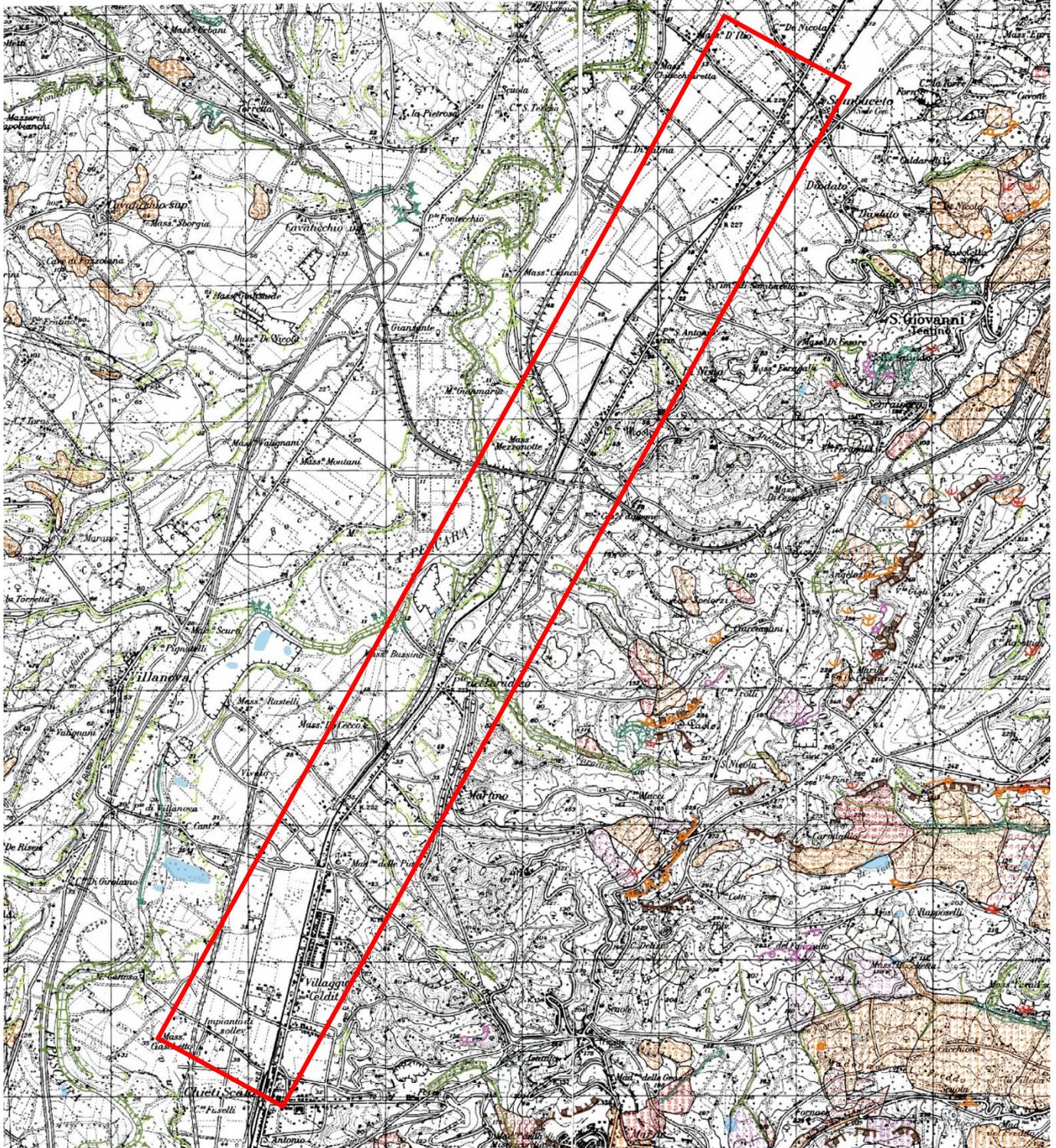
	STATO DI ATTIVITA'		
	ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
Versante interessato da deformazione profonda			
Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
Corpo di frana di scorrimento: (A) Traslativo (B) Rotazionale	 	 	 
Corpo di frana di colamento			
Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)			
Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
Contropendenza significativa nel corpo di frana			
Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
Alveo con tendenza all'approfondimento			
Solco da ruscellamento concentrato			
Orlo di scarpata artificiale			
Terrazzamento agrario			
Sbarramento			
Lago artificiale			

Figura 7-4. Legenda della carta geomorfologica in scala 1: 25.000 del PAI-Regione Abruzzo (PAI, 2005)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	36 di 127



**Figura 7-5. Stralcio della carta geomorfologica in scala 1:25.000 del PAI-Regione Abruzzo (PAI, 2005). Il poligono rosso indica l'area in esame**

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>	<b>COMMESSA</b> IA4S	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> D69RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 00 01 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 37 di 127

### 7.3 Assetto geomorfologico locale

La dinamica e l'evoluzione geomorfologica del basso corso del Fiume Pescara sono il risultato di una complessa interazione di numerosi fattori, come clima, contesto tettonico e attività antropica. In particolare, l'evoluzione olocenica dei sistemi fluviali ha risentito direttamente dei cambiamenti climatici che si sono succeduti a partire dall'ultima glaciazione, oltre che della presenza dell'uomo (Parlagreco et al., 2011, Miccadei et al., 2011a; Urbano et al., 2017).

L'evoluzione morfologica del territorio e i principali elementi geomorfologici rilevati, pertanto, sono connessi principalmente ai meccanismi di erosione ed accumulo operati dalle acque superficiali e continentali. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale e gravitativa, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista dovuti all'azione congiunta di più fattori morfogenetici.

#### 7.3.1 *Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali*

Le maggiori forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono all'area di studio una morfologia blandamente ondulata e piuttosto regolare. Tali depositi presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e tessiturali, dovute fondamentalmente all'elevata variabilità spazio-temporale dei processi di accumulo. In corrispondenza dei corsi d'acqua principali e lungo gli alvei di quelli secondari si rinvengono vistose scarpate fluviali e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre i corsi d'acqua più importanti sono caratterizzati da zone di erosione laterale e settori di prevalente deposizione. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono inoltre presenti in corrispondenza dei margini delle incisioni fluviali più estese, in particolare nei settori di affioramento di antichi terrazzi alluvionali (Figura 7-6).



**Figura 7-6. Scarpata fluviale inattiva, scarpata di circa 13 metri di altezza in prossimità di Chieti Scalo**

In corrispondenza dei rilievi collinari e dei settori terrazzati sono presenti chiari fenomeni erosivi connessi col deflusso non regimato delle acque correnti superficiali come solchi di erosione concentrata e vallecicole a fondo



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	38 di 127

concavo. I primi sono particolarmente diffusi nelle aree di affioramento di termini litologici sciolti o poco consistenti, mentre i secondi sono più frequenti nelle aree di affioramento di termini arenacei e conglomeratici. Tali elementi portano, in genere, all'accumulo di frequenti depositi eluvio-colluviali alla base delle principali scarpate morfologiche e delle aree impluviali più estese, che localmente possono superare i 3 m di spessore.

### **7.3.2 Forme, processi e depositi gravitativi**

I fenomeni gravitativi di versante, nell'attuale contesto morfo-climatico, rappresentano un fattore morfo-evolutivo di secondaria importanza poiché scarsamente influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione morfologica generale dell'intero territorio in esame. Infatti, a causa dell'assetto morfologico piuttosto regolare e blandamente degradante verso i settori costieri, i suddetti elementi geomorfologici sono piuttosto rari e comunque limitati alle scarpate morfologiche che bordano le superfici terrazzate più estese.

Per quanto detto in precedenza, tali fenomeni non si riscontrano lungo il tracciato ferroviario ma solo lungo i versanti orientali della zona di intervento (Colle S. Paolo, Solferino), come riportato nelle cartografie ufficiali del PAI (Figura 7-5) e dalla carta inventario dell'IFFI (Figura 7-3) e confermato dai sopralluoghi di terreno. Si tratta essenzialmente di piccoli movimenti franosi in terra, riconducibili a colamenti, scivolamenti e frane complesse e deformazioni lente superficiali con stato variabile dall'attivo al quiescente. I fenomeni presentano spessori piuttosto contenuti, generalmente variabili tra circa 1 e 5 m e estensione areale molto limitata, condizionata dalla ridotta altezza morfologica delle scarpate da cui si originano. La distribuzione dei movimenti franosi è generalmente retrogressiva e connessa al progressivo arretramento morfologico delle scarpate ad opera dei fenomeni di erosione superficiale.

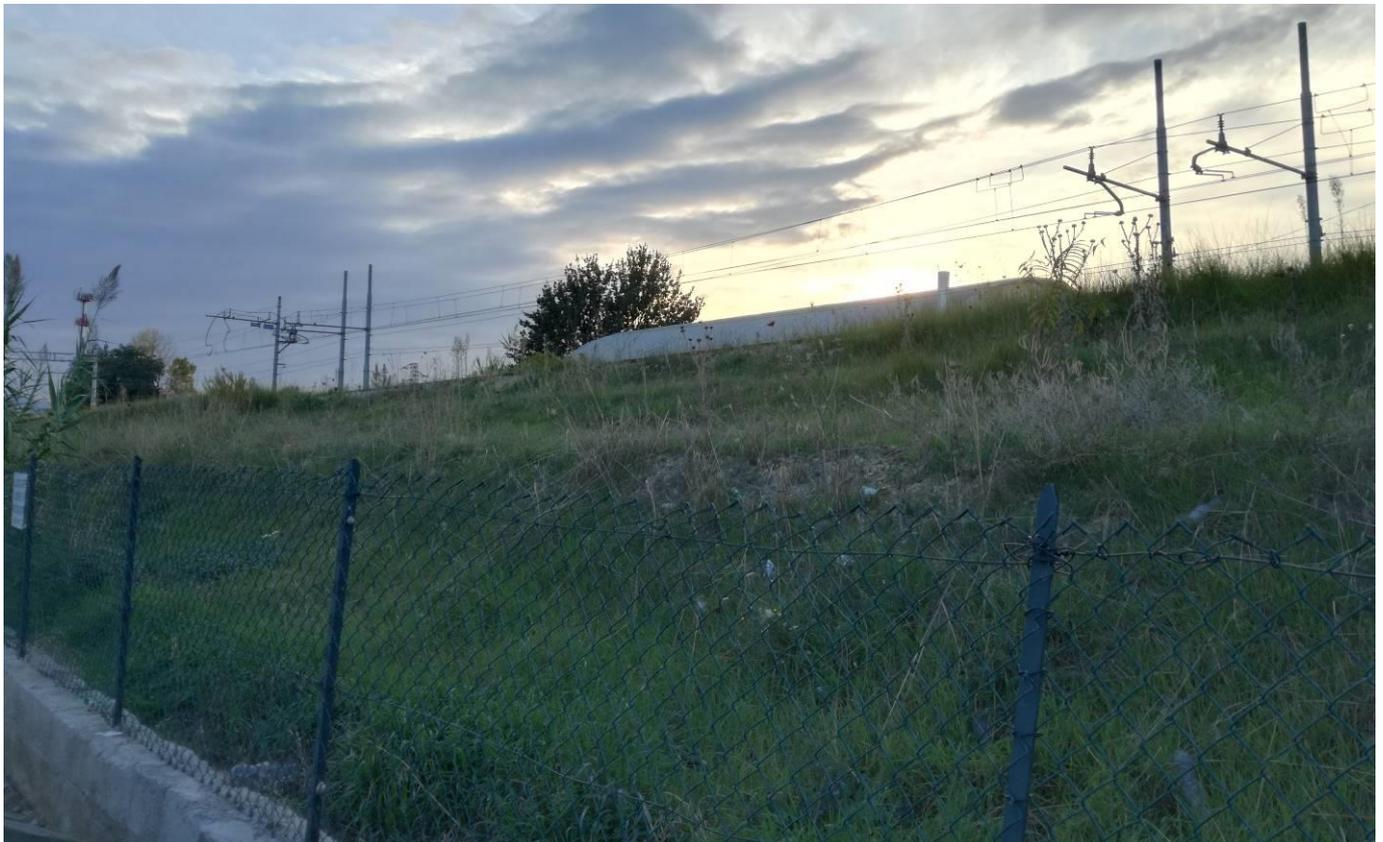
### **7.3.3 Forme antropiche e manufatti**

I principali elementi connessi con l'attività antropica sul territorio sono rappresentati dai numerosi manufatti realizzati in corrispondenza delle principali zone urbanizzate e da tutti gli elementi connessi con la costruzione delle principali infrastrutture a rete. Ad essi si aggiungono, localmente, importanti attività estrattive per il reperimento di inerti e materiali da costruzione.

Nei settori più antropizzati si rinvengono, inoltre, estesi terreni di riporto provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati sia nei termini litologici del substrato che nei depositi di copertura continentali e marini. La maggior parte delle zone di riporto corrispondono ai rilevati delle principali infrastrutture a rete e ai terreni accumulati in corrispondenza delle aree urbane più importanti.

Ai suddetti elementi si aggiungono numerosi tagli e scarpate antropiche realizzate sia lungo le principali arterie stradali che in corrispondenza di fabbricati e abitazioni. Tali elementi presentano in genere altezze contenute, in alcuni casi superiori ai 3 m, e sono spesso posti in corrispondenza di elementi geomorfologici e scarpate naturali preesistenti.

Infine, lungo gli alvei del Pescara e dei fossi minori presenti nell'area, sono presenti numerose opere di regimazione idraulica, come briglie e argini artificiali (Figura 7-7).



**Figura 7-7. Scarpata antropica del rilevato ferroviario in prossimità della stazione di Chieti**

#### **7.4 Analisi multi-temporale della Valle del Pescara**

Da numerosi studi geomorfologici (Parea, 1978; Aucelli & Roszkopf 2000; Surian & Rinaldi 2003; Manzo, 2008, Piacentini et al., 2016) risulta evidente la variazione morfologica e plano-altimetrica dell'alveo fluviale subita da gran parte dei corsi d'acqua italiani nel corso degli ultimi 50 anni. Nella quasi totalità dei casi si tratta di fenomeni di restringimento dell'alveo fluviale e della pianura alluvionale, oltre che di abbassamento del fondo del letto.

Per poter verificare in maniera puntuale e dettagliata l'evoluzione recente dei principali corsi d'acqua attraversati dalle opere in progetto sono state condotte analisi multitemporali su foto aeree e ortofoto relative a sette differenti voli. Le foto coprono l'arco temporale 1954-2012 e sono sintetizzate nella tabella seguente (Tabella 7-1). Sulle foto aeree dei diversi voli regionali e nazionali analizzati sono stati individuati tutti i principali elementi geomorfologici, con particolare riferimento alle forme connesse al deflusso delle acque correnti superficiali, alla gravità e all'azione dell'uomo sul territorio.

Volo	Scala	Strisciata	Fotogrammi
Volo Base 1954 (I.G.M.)	1:33.000	67	2770-2771-2772-2773
Volo 1988-1989 (ortofoto)	1:33.000		
Volo Italia Alta Quota 1994 (ortofoto)	1:75.000		
Volo 2000 (ortofoto)	1:5.000		
Volo Regione Abruzzo 2006 (ortofoto)	1:5.000		
Volo Regione Abruzzo 2012 (ortofoto)	1:5.000		

**Tabella 7-1. Sintesi delle foto aeree e delle ortofoto utilizzate per l'analisi multitemporale dei principali sistemi fluviali della zona di intervento**

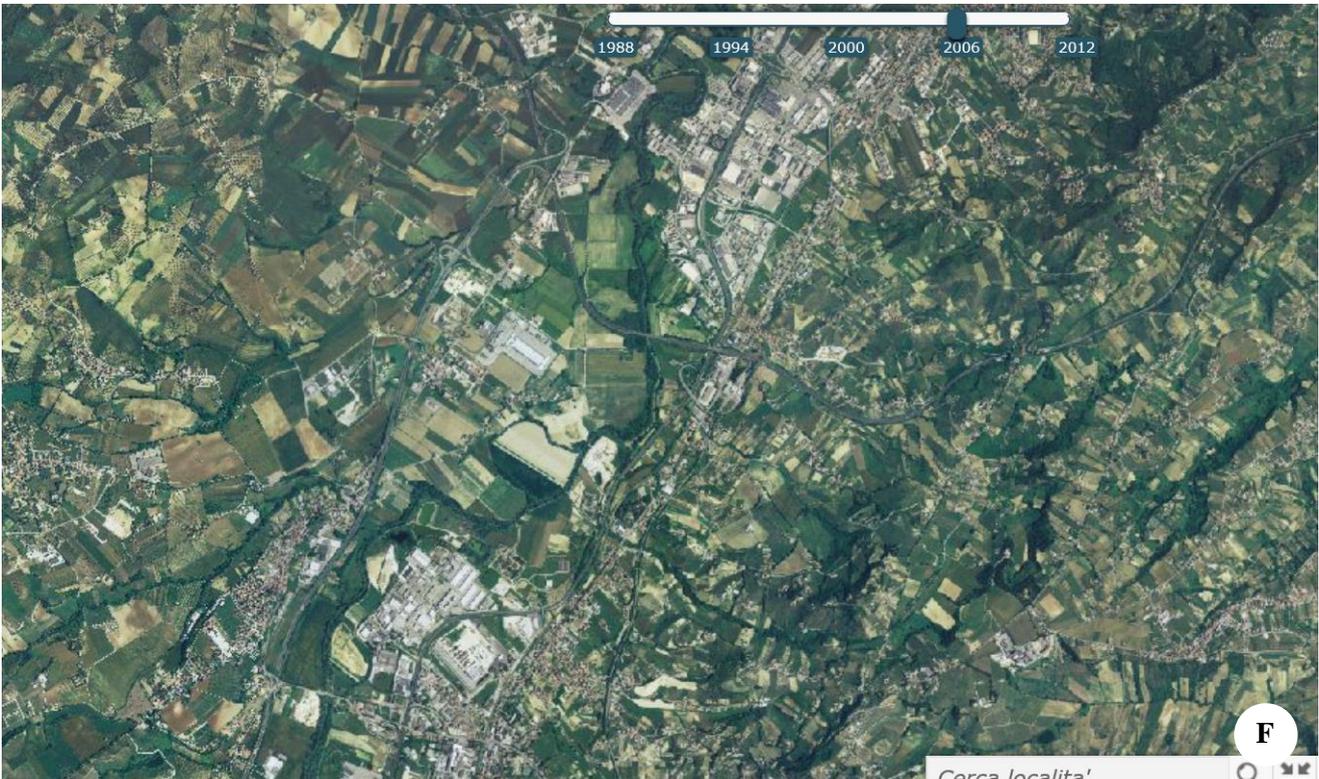
Di seguito alcuni stralci di foto aeree e ortofoto (Figura 7-8, Figura 7-9, Figura 7-10), con alcuni dettagli tra le progressive 6+500 e 7+782.



**Figura 7-8. A, B) Stralci di Foto aerea 1954**



**Figura 7-9. C) Foto aerea 1954, D) Ortofoto 2012. Dettagli tra le progressive 6+500 e 7+782, dove il tracciato dista circa 150 metri dall'alveo del Pescara. Si nota come l'ambiente in 60 anni sia completamente trasformato**



**Figura 7-10. E) Foto aerea 1988, F) Ortofoto 2006 dell'area interessata dall'intervento**

Dal punto di vista della dinamica del Pescara, da quanto esposto risulta evidente che i settori di piana alluvionale del Fiume Pescara sono attualmente caratterizzati da una debole tendenza evolutiva, legata sia alle caratteristiche climatiche e geomorfologiche dell'area che alla forte attività antropica sviluppatasi sul territorio a partire dalla metà del secolo scorso. Nello stralcio di foto aerea del Volo Base 1954 (tratta da Portale Cartografico Regione Abruzzo) si osserva il F. Pescara con un ampio alveo di tipo intrecciato (*braided*) a barre mobili ben sviluppate. Negli stralci di ortofoto delle riprese dagli anni '80 ad oggi si osserva un alveo con andamento sinuoso e ampiezza decisamente più limitata (alcune decine di metri al massimo) e soprattutto con scarso trasporto di sedimenti ghiaiosi. In particolare, le numerose opere di regimazione idraulica e di difesa spondale realizzate in questo settore di territorio hanno permesso di mantenere praticamente invariato l'andamento del suddetto corso d'acqua. Allo stato attuale, pertanto, gli unici fenomeni fluviali che si registrano nella piana alluvionale sono connessi all'erosione puntuale delle sponde e a sporadici fenomeni di alluvionamento delle zone più depresse, mentre non si registrano importanti fenomeni erosivi o marcate variazioni di forma del fondovalle e dei meandri che lo costituiscono.

Inoltre, dalle foto aeree si può osservare la forte antropizzazione subita dall'area a partire dal 1954. Cambiamenti rilevanti sono avvenuti nell'area di Chieti Scalo. Nella foto del 1954 sono presenti solo il centro abitato di Pescara, in un perimetro molto ristretto, e vie di comunicazioni principali, soprattutto quella di collegamento tra Pescara e Chieti (ferrovia e S.S. n°5). Nelle foto aeree del 1988 si nota un aumento evidente del perimetro dell'edificato. Altrettanto evidente è l'estrazione di ghiaia lungo il Pescara, come ben visibile tra la progressiva 9+500 e 10+300, dalla colorazione biancastra della foto. Inoltre, l'evoluzione morfologica dell'alveo è stata accompagnata da un notevole restringimento sia dell'alveo attivo che della piana alluvionale e riduzione della copertura arborea lungo le sponde del fiume. Infine, nelle foto aeree più recenti (2000-2006-2012) si osserva una situazione generalmente molto vicina a quella attuale, dovuta all'aumento dell'edificazione (case, industrie e aeroporto). Nella zona industriale è avvenuto il maggiore sviluppo (Figura 7-8, Figura 7-9, Figura 7-10).



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	44 di 127

## 8 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I settori esterni dell'Appennino Centrale sono caratterizzati da un'elevata complessità delle caratteristiche idrogeologiche, riconducibile sia al particolare assetto strutturale dell'area sia alla grande varietà di termini litologici affioranti (Celico et al., 2007).

In particolare, i litotipi presenti nei settori di specifico interesse progettuale possono essere riferiti all'ambito idrogeologico degli acquiferi porosi plio-quadernari. Questi acquiferi sono costituiti da sedimenti plioquadernari formati in ambiente subaereo o marino, riferibili quindi a depositi detritico-colluviali, alluvionali, lacustri e costieri, in parte emersi a seguito delle fasi di sollevamento della Catena Appenninica (Maggiore et al. 1996; Celico et al., 2007). Si tratta, ovviamente, di acquiferi di particolare importanza ai fini del reperimento di risorse idriche sotterranee, sia per l'intenso uso del territorio che caratterizza le aree di affioramento di tali depositi sia per la soggiacenza relativamente bassa della zona di saturazione (Celico et al., 2007).

Questi terreni costituiscono acquiferi continui, in genere eterogenei ed anisotropi, sempre permeabili per porosità e, solo in rari casi, anche per fessurazione (Celico 1986; Celico et al., 2007). Tale carattere idrogeologico è riconducibile alla natura prevalentemente clastica dei depositi, che solo in pochi casi presentano un certo grado di cementazione (Celico et al., 2007).

Anche in questi casi, tuttavia, la cementazione non ha mai avuto un ruolo equivalente al processo di diagenesi, conferendo raramente a questi terreni un carattere eminentemente litoide (Celico et al., 2007). La permeabilità è in genere molto variabile e sempre strettamente connessa alle caratteristiche di assortimento granulometrico dei terreni (Celico 1986).

I depositi plio-quadernari che costituiscono questi acquiferi presentano delle particolari caratteristiche sedimentologiche ed idrogeologiche, dovute essenzialmente ai processi che ne hanno controllato il trasporto e la deposizione (Maggiore et al., 1996; Celico et al., 2007; Nanni et al., 2011; Desiderio et al., 2007). In particolare, possono essere individuati due distinti gruppi di ambienti sedimentari caratterizzati da differenti processi di trasporto e deposizione, rispettivamente controllati dalla gravità e dalle acque di ruscellamento (Celico et al., 2007).

Al primo gruppo sono riconducibili i depositi di talus e di falda detritica presenti alla base dei maggiori rilievi montuosi che, pur costituendo acquiferi eterogenei ed anisotropi, sono contraddistinti da un grado di permeabilità generalmente piuttosto elevato (Celico et al., 2007).

Nei settori dove risultano limitati inferiormente da terreni di bassa permeabilità, tali depositi possono essere sede di falde idriche sotterranee di discreta importanza, in particolare quando soggetti a travasi idrici provenienti da strutture idrogeologiche limitrofe (Celico et al., 2007).

I depositi che ricadono nel secondo gruppo di ambienti sedimentari sono i più rappresentati nei settori di studio e possono essere suddivisi a loro volta in numerosi sub-ambienti, contraddistinti da differente energia del mezzo di trasporto idraulico (Celico et al., 2007). Tali ambienti sono distribuiti sul territorio secondo un percorso in cui l'energia di trasporto idraulico tende a diminuire progressivamente, a partire dall'ambiente di conoide pedemontana fino a quello di pianura costiera, passando attraverso tutti gli ambiti fluviali intermedi (Celico et al., 2007).

Tutti questi sub-ambienti sono contraddistinti, a loro volta, da un'energia del mezzo idraulico variabile nel tempo in relazione all'entità degli apporti pluviometrici (Celico et al., 2007). Ciò comporta la deposizione di termini litologici fortemente eterogenei che, per la continua divagazione dei corsi d'acqua, si ritrovano variamente giustapposti tra loro sia lateralmente che verticalmente (Celico 1986). Pertanto, gli acquiferi alluvionali risultano in genere fortemente eterogenei ed anisotropi, soprattutto nelle aree di pianura alluvionale e costiera, dove le

differenze di comportamento idrogeologico si accentuano per la presenza di terreni a granulometria argilloso-limosa, da scarsamente permeabili ad impermeabili (Maggiore et al. 1996; Celico et al., 2007).

In questi ambiti idrogeologici, quindi, la presenza di intercalazioni pelitiche all'interno dei depositi sabbioso-ghiaiosi determina una scomposizione del deflusso idrico sotterraneo in una serie di falde sovrapposte, da libere a confinate (Celico 1986; Celico et al., 2007). Queste ultime, a loro volta, possono essere caratterizzate da differenti carichi piezometrici, che generano fenomeni di drenanza sia verso l'alto che verso il basso (Celico et al., 2007).

In molti casi, comunque, il suddetto schema di circolazione idrica sotterranea può essere semplificato a causa della scarsa continuità dei livelli meno permeabili, che non consente un'efficace separazione tra le differenti falde sovrapposte (Celico et al. 2007). Invece, a scala globale, il comportamento di questi acquiferi è schematicamente assimilabile a quello di un unico corpo idrico sotterraneo, avente un recapito unitario (Maggiore et al. 2004; Celico et al. 2007).

Ovviamente, le falde degli ambienti alluvionali e costieri risultano alimentate direttamente sia dalle acque superficiali che si infiltrano nel terreno sia dai travasi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche con cui sono a contatto (Cotecchia 1956; Maggiore et al., 1996; Celico et al., 2007). Il recapito di tali falde è rappresentato, generalmente, da un limite a potenziale imposto corrispondente ad un corpo idrico superficiale, come fiumi, laghi e mari. Localmente, la tipologia di rapporti tra falde sotterranee e corpi idrici continentali può essere anche di segno opposto, o comunque mutare nel corso dell'anno idrologico in relazione alla variazione relativa dei livelli idrici (Celico et al. 2007).

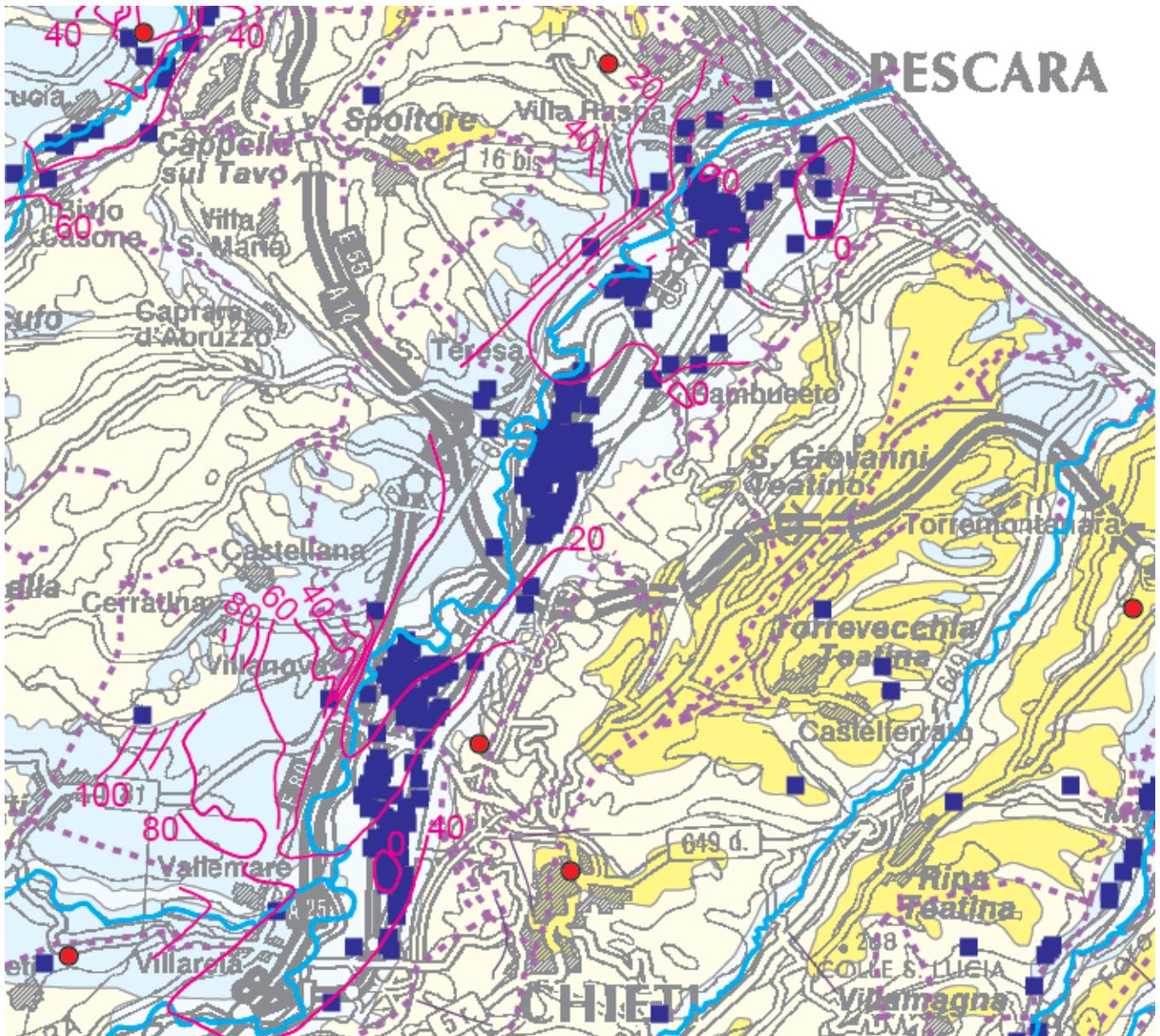
A

#### **A - DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI (Pleistocene Sup. - Olocene)**

I depositi recenti ed attuali sono costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi-sabbiosi, sabbie e sabbie-ghiaiose. La distribuzione varia sensibilmente all'interno di ciascun corpo sedimentario, così come risultano molto variabili gli spessori tra le diverse pianure. In generale procedendo da monte verso valle si individuano due zone con caratteristiche idrogeologiche diverse: nella parte alta predominano gli acquiferi monostrato con corpi ghiaiosi, spesso affioranti in superficie, e coperture limoso-argillose e limoso-sabbiose generalmente poco spesse; nella parte bassa delle pianure si hanno invece situazioni molto differenziate con individuazione di acquiferi multistrato. Nelle principali pianure si riscontrano estesi e potenti corpi di depositi fini separati tra loro da corpi lenticolari ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, mentre nelle pianure minori la situazione è inversa, con ampie lenti di materiali fini che separano corpi ghiaiosi relativamente più spessi. Il complesso è sede di importanti acquiferi le cui acque sono ampiamente utilizzate a scopi civili, industriali e agricoli. Nell'alto corso dei principali fiumi l'alveo è impostato sul substrato mesozoico e terziario, mentre nel tratto terminale lo stesso si imposta sui depositi alluvionali il cui substrato è costituito da terreni argilloso-mamosi plio-pleistocenici. Lo spessore risulta essere molto variabile, in generale tra i 10 e 20 metri nella parte alta della pianura ed un massimo di circa 45 metri in prossimità della foce. L'alimentazione della falda contenuta nel complesso nella parte bassa delle pianure è dovuta principalmente ai fiumi ed ai loro affluenti.

La trasmissività dei depositi più permeabili (ghiaioso-sabbiosi) varia in media da  $10^{-2}$  a  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s; la conducibilità idraulica varia in media da  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  m/s, nei depositi prevalentemente limosi o limoso argillosi varia da  $10^{-5}$  a  $10^{-6}$  m/s. La circolazione è favorita dalla presenza di paleoalvei a maggiore permeabilità relativa. L'oscillazione stagionale della piezometrica varia tra 1 e 3 m. La facies idrochimica principale è bicarbonato calcico con tenore salino variabile attorno a 0,6 g/l; in alcune zone della falda sono presenti acque cloruro sodiche e cloruro-sodico-solfatiche plioceniche e messiniane con tenori salini superiori talora a 3 g/l.

La vulnerabilità degli acquiferi del complesso è molto alta, la pericolosità potenziale di inquinamento, a causa dell'elevato sviluppo degli insediamenti industriali, della rete infrastrutturale, dell'attività produttiva e delle attività agricole, è estremamente elevata. Nelle porzioni costiere di alcuni fondovalle il cuneo salino risulta sviluppato oltre il naturale equilibrio.



### Idrogeologia

Piezometria delle pianure alluvionali (m s.l.m.)

----- equidistanza di 5 m

————— equidistanza di 10 m

Figura 8-1. Stralcio della carta dello “schema idrogeologico dell’Italia Centrale”, tratta medio-bassa del fiume Pescara e relativa legenda con descrizione dei depositi alluvionali (Nanni et al., 2011)



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	47 di 127

## 8.1 Assetto idrogeologico della bassa Valle del Pescara

Dal punto di vista idrogeologico, la parte bassa del fiume Pescara può essere distinta in pianura alluvionale e alveo (Desiderio et al., 2001, 2007), nei paragrafi successivi verranno descritti.

### 8.1.1 La pianura alluvionale

I settori costieri dell'Appennino Centrale sono caratterizzati dalla presenza di numerosi corsi d'acqua di una certa importanza, che incidono la spianata posta tra i settori di catena ed il mare con percorsi grossomodo perpendicolari alla linea di costa (Demangeot 1965; Parea 1978; Aucelli et al., 2009a; Roskopf & Scorpio 2013). Ai suddetti elementi idrografici si aggiungono, localmente, corsi d'acqua secondari di scarsa rilevanza e incisioni torrentizie che drenano solo ridotte porzioni dei settori collinari posti a monte della zona costiera attuale.

La pianura del fiume Pescara è costituita da depositi alluvionali terrazzati formati da copri lenticolari ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi, sabbioso-limosi e limoso argillosi. Sono riconoscibili quattro ordini di terrazzi alluvionali (Bonarelli, 1931; Alberti et al., 1962). Quelli alti sono costituiti da conglomerati a matrice limo-sabbiosa, lenti e livelli limo-sabbiosi. Questi terrazzi, affioranti principalmente in sinistra idrografica, sembrano essere, nella parte bassa della pianura, in contatto idraulico con i depositi del fondovalle.

Tra i terrazzi bassi, quelli del III ordine sono presenti in aree molto estese sia in sinistra idrografica sia in destra. Nella parte terminale del fondovalle, per effetto della migrazione verso nord del fiume Pescara, questi depositi sono ben sviluppati soprattutto nella destra idrografica e sono sempre in contatto idraulico con i depositi del IV ordine. I depositi del III e IV ordine sono costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi sabbiosi, sabbie e sabbie ghiaiose. In prossimità della costa prevalgono i limi argillosi e sabbiosi che raggiungono spessori di circa 50 metri

In prossimità della costa prevalgono i limi argillosi e sabbiosi che raggiungono spessori di circa 50 metri. Così come accade nell'area marchigiana (Celico, 1983; Nanni, 1985) anche qui i terrazzi bassi rappresentano il vero e proprio acquifero mentre i terrazzi alti ospitano spesso falde isolate, fungendo così da zona di ricarica; in alcuni casi risultano legati ai terrazzi bassi sia direttamente sia tramite depositi detritici e coltri eluvio-colluviali.

I terrazzi alti sono riferibili al pleistocene inferiore, quelli del III ordine al Pleistocene superiore, mentre quelli del IV ordine sono olocenici.

I valori di permeabilità dei terreni presenti nell'area di studio, coincidente con la piana alluvionale del Fiume Pescara (vedi IA4S 01 D69 N5 GE0001 001 A - Carta geologica con profilo geologico Tav. 1/2 e IA4S 01 D69 N5 GE0001 002 A - Carta geologica con profilo geologico Tav. 2/2), vista la grande eterogeneità litologica dei depositi, varia da 10<sup>-3</sup> m/s per i corpi ghiaiosi a 10<sup>-7</sup> m/s per quelli argilloso-limosi.

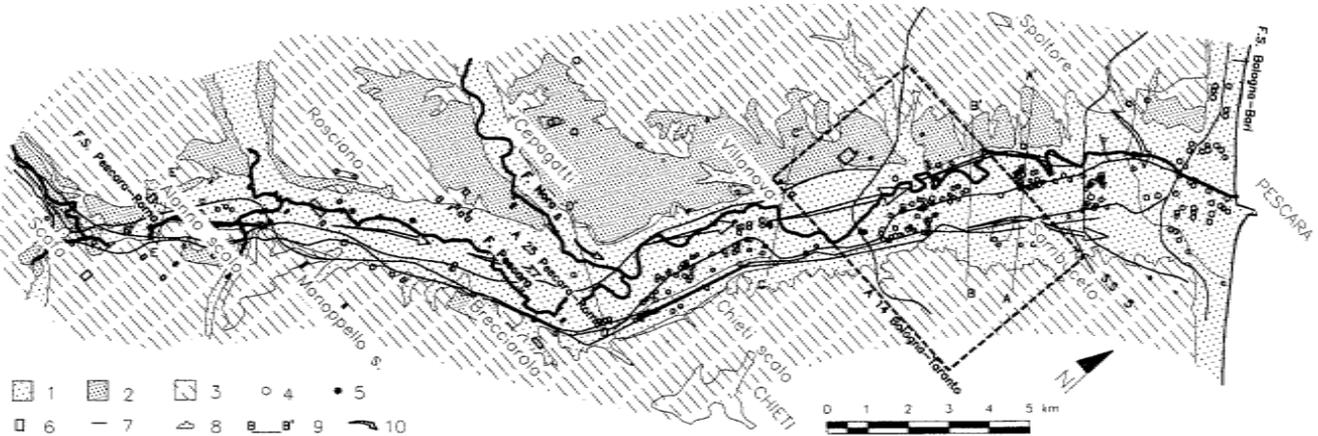


Fig. 2 - Carta idrogeologica della pianura del fiume Pescara. 1) *Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali dei terrazzi bassi (Pleistocene sup.-Olocene)*. Depositi costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi-sabbiosi, sabbie e sabbie-ghiaiose. La ricarica si realizza soprattutto attraverso l'infiltrazione delle acque superficiali di origine appenninica, mentre la circolazione è influenzata dalla presenza di paleovalci; 2) *Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali dei terrazzi alti (Pleistocene inf.-medio)*. Depositi ghiaiosi in matrice limo-sabbiosa in cui sono presenti lenti e livelli limoso-sabbiosi. Presenti principalmente in sinistra idrografica e solo in alcuni casi in contatto con le alluvioni dei terrazzi bassi. La ricarica avviene attraverso le sole precipitazioni meteoriche, mentre la circolazione è influenzata dalla morfologia del substrato ed è diretta verso i terrazzi bassi; 3) *Complesso idrogeologico dei depositi argilloso-marnosi con intercalati corpi arenaceo-pelitici (Plio-pleistocene)*. Depositi marini prevalentemente argillosi con locali intercalazioni arenaceo-conglomeratiche con permeabilità e circolazione sotterranea limitatissima. Spessore notevole, da alcune centinaia ad alcune migliaia di metri. Modesti acquiferi a permeabilità variabile sono presenti nelle intercalazioni arenaceo-conglomeratiche. Hanno funzione di sostegno nei confronti della falda contenuta nei depositi alluvionali; 4) Produttori reali e potenziali di inquinanti; 5) discariche; 6) cave; 7) infrastrutture a rete; 8) centri abitati; 9) traccia sezioni geologiche; 10) assi di drenaggio principali.

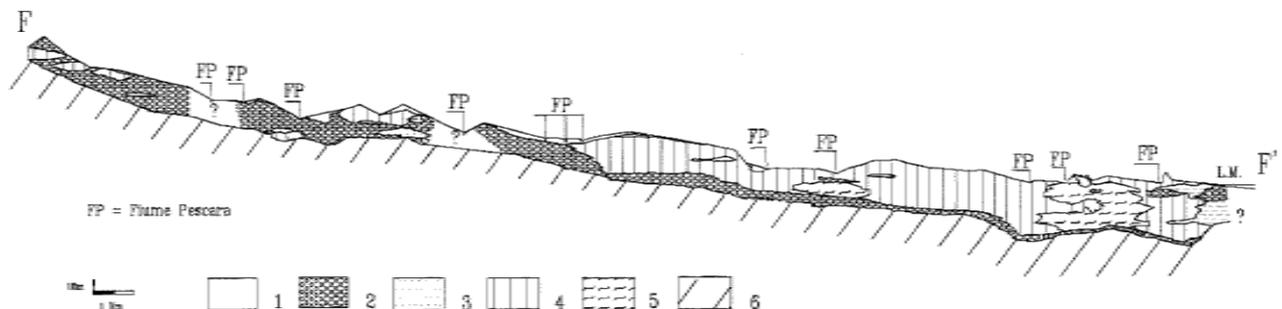


Fig. 5 - Sezione schematica longitudinale della pianura alluvionale del fiume Pescara. 1) Terreni di copertura; 2) Corpi ghiaiosi; 3) Corpi sabbiosi; 4) Corpi limoso-sabbiosi e limoso-argillosi; 5) Corpi argillosi; 6) Substrato Plio-Pleistocenico.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>	<b>COMMESSA</b> IA4S	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> D69RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 00 01 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 49 di 127

### 8.1.2 L'alveo

L'alveo fluviale è impostato generalmente su depositi alluvionali e soltanto in alcuni casi incide il substrato. Il suo percorso, a causa dei diversi litotipi indagati e degli innumerevoli interventi antropici, assume configurazioni differenti dalle aree di monte alla foce, passando da incassato dove i depositi alluvionali sono assenti o do ridotta estensione ad anastomizzato, meandriforme fino ad artificialmente rettificato in prossimità della foce. L'aspetto dell'alveo fluviale è comunque stato modificato enormemente dalle opere antropiche realizzate su di esso. Queste opere pertanto hanno modificato fortemente sia la dinamica fluviale, sia gli ambienti ad essa collegati, sia i rapporti tra fiume e falda.

Per quanto concerne la distribuzione dei litotipi, essa varia sensibilmente nella pianura così come variabile risulta lo spessore dei depositi alluvionali. Nell'area di progetto predominano i depositi limosi, limoso-sabbiosi e limoso-argillosi, in cui sono intercalati, con spessori variabili fra 0.5 e 20 m, depositi argillosi, sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi; queste ultime poggiano con continuità sul substrato argilloso plio-pleistocenico.

## 8.2 Assetto idrogeologico locale

L'approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire, con il dovuto grado di dettaglio, le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo a tale settore. Le analisi sono state basate, in particolare, sui dati geologico-strutturali a disposizione e sulle informazioni idrogeologiche presenti nella vasta letteratura scientifica riguardante l'area.

Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato, ove possibile, con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione. Inoltre, i dati piezometrici provenienti dal monitoraggio e le informazioni idrogeologiche contenute negli studi esistenti, hanno costituito un valido strumento per la ricostruzione del deflusso idrico sotterraneo di alcuni settori caratteristici dell'area di studio.

Infine, lo studio geologico condotto ha permesso di definire lo stato di alterazione e le caratteristiche granulometriche dei terreni interessati dalle opere in progetto. Questi infatti influenzano in maniera diretta il coefficiente di permeabilità dei vari corpi geologici e, quindi, la circolazione idrica sotterranea dell'intera area di studio.

Per la cartografia idrogeologica di progetto si rimanda all'elaborato "Carta dei complessi idrogeologico e profilo idrogeologico Tav. 1/2 e 2/2 alla scala 1:5000/500" (codifica elab. IA4S-02-D69-N5-GE0002-001-B e IA4S-02-D69-N5-GE0002-002-B) allegati al presente studio

### 8.2.1 Complessi idrogeologici

Nell'area in esame sono stati individuati principalmente quattro complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Di seguito, vengono descritti i caratteri peculiari dei diversi complessi individuati, seguendo uno schema basato sull'assetto geologico e litostratigrafico dell'area in esame.

Nello specifico, la definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi presenti nell'area è stata compiuta prevalentemente in considerazione delle numerose prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle diverse campagne di indagine. Nel paragrafo "Complesso argilloso-marnoso" si riporta una sintesi di tali prove, con indicazione dei valori di permeabilità determinati e dei relativi complessi idrogeologici di appartenenza.

Ovviamente, la stima del *range* di variazione del coefficiente di permeabilità relativo ad ogni complesso idrogeologico ha tenuto conto, oltre che delle prove di permeabilità condotte, anche delle caratteristiche sedimentologiche e litologiche dei terreni, nonché del grado di alterazione e fessurazione degli ammassi. In tal modo è stato quindi possibile integrare il *set* di dati idrogeologici disponibili anche in settori di territorio e complessi idrogeologici sprovvisti di specifiche prove in foro.

#### 8.2.1.1 Complesso ghiaioso-sabbioso

Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate a molto arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti resti di lamellibranchi e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di discreta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media ad alta.

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* ghiaioso-sabbiosa dei depositi alluvionali terrazzati appartenenti alle unità ba1, ALT1a, ALT2a, ALT1b e ALT2b. Coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-5}$  e  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s.

#### 8.2.1.2 Complesso limoso-sabbiosi

Limo-sabbiosi, a stratificazione indistinta o incrociata.

Costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di modesta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a media.

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* ghiaioso-sabbiosa dei depositi alluvionali terrazzati appartenenti alle unità ba2, ALT3a e ALT3b. Coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-6}$  e  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s.

#### 8.2.1.3 Complesso limoso-argilloso

Limi argillosi, argille sabbiose e limi argilloso-sabbiosi, a struttura indistinta o laminata, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di limi, limi sabbiosi, sabbie e sabbie limose, a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; torbe e terreni organici, a struttura indistinta, con locali frammenti di foglie e radici; a luoghi si rinvencono passaggi di argille limose e limi argilloso-sabbiosi, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquitard* di importanza variabile in relazione allo spessore dei depositi, generalmente rappresentati da orizzonti discontinui e di esigua potenza; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a bassa.

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* prevalentemente argillosa dei depositi alluvionali appartenenti all'unità ALT4a. Coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-8}$  e  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s.

#### 8.2.1.4 Complesso argilloso-argilloso marnoso

Argille e argille debolmente marnose, con abbondante sostanza organica e locali ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi, limi sabbiosi.

Costituiscono il substrato geologico inalterato o debolmente alterato, presentano permeabilità molto bassa o nulla e non consentono quindi infiltrazione di acqua al loro interno, se non in sporadici livelli molto fratturati (permeabilità secondaria) o nelle rare intercalazioni sabbiose.

Questo complesso è costituito dalla *litofacies* dei depositi di natura argillosa-argillosa marnosa marina appartenenti all'unità FMTa. Coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-9}$  e  $1 \cdot 10^{-8}$  m/s.

### 8.3 Prove di permeabilità

Di seguito si riporta una sintesi delle prove relative alla tratta in esame, con indicazione dei principali dati (Sigla, prova, Tipologia, Profondità, Permeabilità, Complesso idrogeologico di riferimento).

Sondaggio	Prova	Tasca Prova (m dal p.c.)		Tipologia Prova	Data Esecuzione	Permeabilità $k$ (m/s)	Complesso idrogeologico di riferimento
		Tetto	Letto				
S 9	LF_01	13,00	14,50	Lefranc carico variabile	16/04/2018	2,55E-07	Complesso limoso-argilloso
S 10	LF_01	16,20	18,55	Lefranc carico variabile	06/02/2018	3,07E-07	Complesso limoso-argilloso
S 11	LF_01	22,00	24,50	Lefranc carico variabile	10/04/2018	3,16E-08	Complesso argilloso-marnoso
S 12	LF_01	13,00	15,00	Lefranc carico variabile	04/04/2018	4,36E-06	Complesso limoso-sabbioso
S 14	LF_01	20,70	23,00	Lefranc carico costante	08/02/2018	2,77E-05	Complesso ghiaioso-sabbioso
S 15	LF_01	16,20	19,60	Lefranc carico variabile	10/04/2018	6,44E-06	Complesso limoso-sabbioso
S 16	LF_01	17,70	20,10	Lefranc carico variabile	09/03/2018	2,61E-07	Complesso limoso-argilloso

**Tabella 8-1. Prove di permeabilità**

### 8.4 Monitoraggio piezometrico

Allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee e il relativo andamento della superficie piezometrica, nel corso delle campagne di indagini geognostiche sono stati acquisiti dati di monitoraggio relativi alle strumentazioni piezometriche installate. Mentre non sono state individuate emergenze sorgentizie di cui non vi è traccia neanche in bibliografia. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei dati di monitoraggio.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
 IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	52 di 127

	S10	S11	S14	S16
Data 1° rilievo	29/05/2018	29/05/2018	29/05/2018	29/05/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,20	-12,25	-19,33	-16,91
Data 2° rilievo	12/06/2018	12/06/2018	12/06/2018	12/06/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,20	-12,23	-19,33	Accesso chiuso
Data 3° rilievo	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,40	-12,43	-19,33	Accesso chiuso
Data 4° rilievo	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018	26/07/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,50	-12,50	-19,30	Accesso chiuso
Data 5° rilievo	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,40	-12,45	accesso chiuso	Accesso chiuso
Data 6° rilievo	06/10/2018	06/10/2018	06/10/2018	06/10/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,35	-12,53	-19,30	Accesso chiuso
Data 7° rilievo	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,20	-12,50	-19,35	Accesso chiuso
Data 8° rilievo	08/12/2018	08/12/2018	10/12/2018	10/12/2018
Misura falda da b.f. (m)	-21,27	-12,18	-19,33	Accesso chiuso
Data 9° rilievo	19/01/2019	19/01/2019	19/01/2019	19/01/2019
Misura falda da b.f. (m)	-21,15	-12,15	-19,32	Accesso chiuso
Data 10° rilievo	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019	22/02/2019
Misura falda da b.f. (m)	-21,23	-12,23	-19,35	Accesso chiuso
Data 11° rilievo	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019	11/03/2019
Misura falda da b.f. (m)	-21,40	-12,30	-19,32	Accesso chiuso
Data 12° rilievo	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019
Misura falda da b.f.	-21,60	-12,30	-19,40	-
Data 13° rilievo	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019-
Misura falda da b.f.	-21,53	-12,35	-19,35	-
Data 14° rilievo	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019	28/06/2019

Misura falda da b.f.	-21,40	inaccessibile	-19,42	-
Data 15° rilievo	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019	22/08/2019
Misura falda da b.f.	-21,45	inaccessibile	-19,40	-
Data 16° rilievo	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	13/09/2019
Misura falda da b.f.	-21,40	inaccessibile	-19,43	
Data 17° rilievo	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020
Misura falda da b.f.	-21,3	-	-19,45	
Data 18° rilievo	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020
Misura falda da b.f.	-21,50	-	-19,38	
Data 19° rilievo	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020
Misura falda da b.f.	-21,60	-	-19,70	
Data 20° rilievo	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020	13/06/2020
Misura falda da b.f.	-21,50	-	-19,50	

**Tabella 8-2. Misurazioni piezometriche, con la sigla "b.f." si indica bocca foro. Il monitoraggio è ancora in corso**

Per il Lotto 2, il livello di falda per i sondaggi S8 e S9 si imposta ad una profondità tra 1.5 m e 1.7 m, leggermente inferiori a quelle del lotto 1. Invece, alzandoci di quota con i terrazzi alluvionali la falda scende notevolmente, oltre i 15 metri fatta eccezione al Sondaggio S11 (falda mai variata a 12.3 metri). In particolare, nel sondaggio S10 la falda si imposta su 21.20 (delta con 10 letture massimo di 20cm) per il S11 (falda intorno a 12.30m), per S12 (attrezzato a Down-Hole, ma con due letture) 16.40m, per il sondaggio S14 la falda si imposta a 19.30, per il sondaggio S15 (non attrezzato) l'ultima lettura eseguita il giorno dopo la perforazione era a 13metri e S16 a16.91 m, per i dettagli si rimanda al documento IA4S 02 D69SG GE0001 001 A. Per quanto riguarda i sondaggi integrativi eseguiti nel 2020 le prime letture si attestano rispettivamente nel: 2SD2\_int a circa 4.65, nel 2SD3\_int falda assente, nel 2SD4\_int a circa 11m e nel SDS2\_staz a circa 6.70 rispetto al piano campagna. Le attività di monitoraggio piezometrico risultano ad oggi ancora in corso.

Il livello di falda nelle prove CPTU e DPSH è conforme a quanto rilevato dalle letture in foro.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	54 di 127

## 9 CAMPAGNA DI INDAGINE

Nel corso dello studio sono state consultate e analizzate tutte le indagini geognostiche disponibili e appositamente realizzate nel settore di territorio interessato dagli interventi in progetto. Nello specifico si citano la campagna di indagine eseguita nel 2018-2019 ed integrazioni 2020 ad opera di Italferr e di indagine reperite in bibliografia.

L'intero *set* di dati derivanti dalle indagini di sito hanno permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di approfondimento progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei termini litologici interessati dalle opere in progetto.

### 9.1 Campagna di indagine Italferr 2018 e integrazioni 2020

Nel corso del complesso *iter* progettuale sino ad oggi espletato, si sono succedute differenti campagne di indagini geognostiche, nelle quali sono state realizzate sia indagini dirette che indirette. Complessivamente sono state analizzate le seguenti indagini di sito:

- n. 11 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, tutti strumentati con piezometro e attrezzati per prova Lefranc a carico variabile;
- n. 6 prove penetrometriche statiche CPTU;
- n.2 prove penetrometriche dinamiche DPSH
- n. 7 stendimenti sismici M.A.S.W.;
- n. 2 prove penetrometriche con punta sismica SCPTU;
- n. 2 stendimenti di sismica a rifrazione SRT;
- n. 1 prova Down-Hole;
- n. 4 stendimenti di geoelettrica ERT;
- n. 9 campionamenti in alveo.

Il numero totale dei campioni di roccia e terreno prelevati è di 45, mentre quello delle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio è di 78.

#### 9.1.1 Sondaggi geognostici e penetrometriche 2020

Nel maggio 2020, si sono approfonditi alcuni settori dell'area d'intervento, in Tabella 9-2 si riporta la sintesi delle indagini integrative eseguite con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota e della profondità raggiunta, nonché dell'eventuale strumentazione di monitoraggio installata. In Appendice II sono riportati i certificati.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Campioni	SPT	Lefranc	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est						
2SD2_int	Sondaggio a carotaggio continuo	4693609.75	430740.58	19.698	45.00	6*	7+ 2* dil.	2*	Piezometro Casagrande (24.00)

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Campioni	SPT	Lefranc	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est						
2SD3_int	Sondaggio a carotaggio continuo	4692908.79	430314.16	36.469	50.0	6*	12	2*	Piezometro Casagrande (22.00)
2SD4_int	Sondaggio a carotaggio continuo	4690865.35	429239.64	36.475	50.0	6*	13	2*	Piezometro Casagrande (14.00)
SDS2_staz	Sondaggio a carotaggio continuo	4690016.69	429058.19	44.427	40.00	7*	13	3*	Piezometro Casagrande (21.00)
CPT5	Prova penetrometrica	4693002.411	430486.615	37.5	20.40				
CPT6	Prova penetrometrica	4693124.051	430340.052	28.7	12.40				
CPT8	Prova penetrometrica	4692452.609	429939.832	28.8	22.20				
CPT9	Prova penetrometrica	4692446.018	430042.554	31.5	23.20				
CPT10	Prova penetrometrica	4692372.664	430144.307	35.9	18.40				
DPSH_staz	Prova penetrometrica	4689854.002	428981.01	45.3	13.40				

\*in fase di elaborazione

**Tabella 9-1. Riepilogo delle indagini in sito eseguite nella campagna 2020**

### 9.1.2 Sondaggi geognostici e penetrometriche 2018

In Tabella 9-2 si riporta la descrizione dei sondaggi eseguiti, con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota e della profondità raggiunta, nonché dell'eventuale strumentazione di monitoraggio installata.

In Tabella 8-2 si riportano i dati del monitoraggio piezometrico dei sondaggi di Tabella 9-2.

In Tabella 9-3 si riporta la descrizione delle penetrometriche eseguite, con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota e della profondità raggiunta.

Per i dettagli sui sondaggi geognostici si rimanda al documento "Indagini geognostiche e prove in situ" (codifica elab. IA4S-02-D69-SG-GE0005-001-A), allegato al presente studio.

Sigla	Tipologia prova	Coord. UTM		Quota [m s.l.m.]	Profondità [metri]	Campioni	SPT	Lefranc	Strumentazione di monitoraggio
		Nord	Est						
S9	Sondaggio a carotaggio continuo	4694679	431280	21	30.0	4	5	1	-
S10	Sondaggio a carotaggio continuo	4693864.972	430880.745	31.39	30.0	5	5	1	Piezometro t.a. 2'' a 30 m da p.c. (fessurato tra 6 e 24 m da p.c.)
S11	Sondaggio a carotaggio continuo	4693698	430805	24	40.0	4	8	1	Piezometro t.a. 2'' a 21 m da p.c. (fessurato tra 2 e 21 m da p.c.)
S12	Sondaggio a carotaggio continuo	4693456	430663	31	40.0	4	7	1	Down-Hole
S14	Sondaggio a carotaggio continuo	4693076.142	430368.653	33.42	30.0	3	5	1	Piezometro t.a. 2'' a 30 m da p.c. (fessurato tra 9 e 24 m da p.c.)
S15	Sondaggio a carotaggio continuo	4692400	429968	30	30	2	4	1	-
S16	Sondaggio a carotaggio continuo	4691418.184	429380.258	33.37	30	4	5	1	Piezometro t.a. 3'' a 30 m da p.c. (fessurato tra 24 e 30 m da p.c.)

**Tabella 9-2. Riepilogo delle indagini in sito eseguite nella campagna 2018-2019.**

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]
		Nord	Est		
DPSH_08	DPSH	4690157.43	429088.94	43	18.20
CPTu_07	CPTu	4691949.97	429585.99	33	20
SCPTu13	SCPTu	4693390.93	430686.69	34	16.02
SCPTu14	SCPTu	4693731.73	430761.06	21	16.14

**Tabella 9-3. Riepilogo delle prove penetrometriche eseguite nella campagna 2018.**

### 9.1.3 Prospezioni sismiche

In Tabella 9-4 e Tabella 9-5 si riportano la descrizione degli stendimenti eseguiti, con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate geografiche, della quota e della profondità raggiunta, nonché dell'eventuale strumentazione di monitoraggio installata.

Per i dettagli sulle indagini geofisiche e geoelettriche si rimanda al documento "Relazione geofisica" (codifica elab. IA4S-02-D69-IG-GE0005-001-A), allegato al presente studio.

Sigla	Tipologia prova	Coordinate				Data	Quota [m slm]
		Inizio linea		Fine linea			
		Nord	Est	Nord	Est		
MASW6	MASW	42°24'6.49"	14°9'55.11"	42°24'4.81"	14°9'54.03"	06-02-2018	21
MASW7	MASW	42°23'38.86"	14°9'34.63"	42°23'37.53"	14°9'36.40"	06-02-2018	32
MASW8	MASW	42°23'30.19"	14°9'25.13"	42°23'28.77"	14°9'23.48"	06-02-2018	15
MASW9	MASW	42°23'16.95"	14°9'14.50"	42°23'15.16"	14°9'13.89"	06-02-2018	32
MASW10	MASW	42°22'48.59"	14°8'53.82"	42°22'50.07"	14°8'55.37"	06-02-2018	32
MASW11	MASW	42°21'46.22"	14°8'23.62"	42°21'44.41"	14°8'23.08"	06-02-2018	42
MASW11bis	MASW	42°22'22.18"	14° 8'34.39"	42°22'23.61"	14° 8'35.00"	06-02-2018	42
ERT5	ERT	42°23'23.79"	14° 9'20.59"	42°23'21.73"	14° 9'18.71"	28-05-2018 29-05-2018	32
ERT6	MASW	42°22'52.15"	14° 8'58.63"	42°22'50.96"	14° 8'57.27"	28-05-2018 29-05-2018	26
ERT7	MASW	42°21'45.80"	14° 8'23.47"	42°21'44.70"	14° 8'23.14"	28-05-2018 29-05-2018	40
ERT8	MASW	42°21'42.92"	14° 8'23.37"	42°21'39.90"	14° 8'22.35"	28-05-2018 29-05-2018	34
SRT3	SRT	42°24'17.00"	14°10'2.93"	42°24'13.46"	14°10'0.79"	31-05-2018 01-06-2018	22
SRT4	SRT	42°22'36.77"	14° 8'41.98"	42°22'34.05"	14° 8'39.85"	31-05-2018 01-06-2018	32

**Tabella 9-4. Riepilogo delle indagini geofisiche e geoelettriche eseguite nella campagna 2018-2019**

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]
		Nord	Est		
SCPTu13	SCPTu	4693390.93	430686.69	34	16.02
SCPTu14	SCPTu	4693731.73	430761.06	21	16.14
S12	Down-Hole	4693456	430663	31	40

**Tabella 9-5. Riepilogo delle indagini con prova penetrometrica sismica e Down-Hole 2018**

#### 9.1.4 Prove di laboratorio

Sui campioni indisturbati di terreno (CI), rimaneggiati (R) e semidisturbati di roccia (CS) prelevati nei sondaggi stratigrafici descritti al paragrafo precedente, sono state eseguite le prove di laboratorio geotecnico. In particolare, oltre all'apertura ed alla descrizione dei campioni, sono state effettuate le seguenti prove:

- descrizione del campione;
- proprietà fisiche ( $\gamma$ ,  $w_n$ );
- limiti di Atterberg;
- analisi granulometrica;
- classificazione USCS e AASHTO;
- prova di compressione semplice (ELL);
- prova di taglio diretto CD;
- prova di compressione triassiale consolidata drenata (CD), consolidata non drenata (CU), non consolidata non drenata (UU);
- prova edometriche.

In Tabella 9-6 si riporta un riepilogo dei campioni prelevati.

Per il dettaglio delle prove geotecniche di laboratorio effettuate si rimanda al documento "Prove geotecniche di laboratorio" (codifica IA4S-02-D69-PR-GE0005-001-A).

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Descriz. camp.	Propr. fisiche	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Class.	ELL	Taglio CD	TX	EDO
S9	CI1	4.40 – 4.80	X	X	X	X	X			X (CD)	
S9	CI2	10.00 – 10.60	X	X	X	X	X				
S9	CI3	21.00 – 21.50	X	X	X	X	X				
S9	CR4	28.40 – 28.80	X	X	X	X	X	X			
S10	CI1	4.00 – 4.50	X	X	X	X	X			X (CD)	X
S10	CI2	10.00 – 10.60	X	X	X	X	X	X			
S10	CI3	18.00 – 18.55	X	X	X	X	X			X (UU)	
S10	CR5	23.10 – 23.60	X	X	X	X	X				
S10	CI4	26.50 – 26.90	X	X	X	X	X		X		X
S11	CI1	4.50 – 5.00	X	X	X	X	X				

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Descriz. camp.	Propr. fisiche	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Class.	ELL	Taglio CD	TX	EDO
S11	CI2	19.50 – 19.80	X	X	X	X	X	X			
S11	CI3	27.00 – 27.40	X	X	X	X	X	X			X
S11	CI4	36.00 – 36.50	X	X	X	X	X	X			
S12	CI1	4.50 – 5.00	X	X	X	X	X		X		
S12	CI2	13.00 – 13.50	X	X	X	X	X			X (UU)	
S12	CI3	25.00 – 25.30	X	X	X	X	X				
S12	CS4	36.50 – 37.00	X	X	X	X	X	X			
S14	CI1	4.50 – 5.10	X	X	X	X	X		X		X
S14	CI2	18.10 – 18.70	X	X	X	X	X		X		
S14	CI3	25.40 – 26.00	X	X	X	X	X			X (UU)	
S15	CI1	8.80 – 9.40	X	X	X	X	X			X (CU)	
S15	CI2	16.60 – 17.20	X	X	X	X	X			X (UU)	
S15	CI3	26.60 – 27.05	X	X	X	X	X	X			
S16	CI1	7.00 – 7.50	X	X	X	X	X		X		X
S16	CI2	13.00 – 13.60	X	X	X	X	X	X	X		X
S16	CI3	19.50 – 20.10	X	X	X	X	X			X (UU)	X
S16	C4	26.50 – 27.05	X	X	X	X	X			X (CU)	X

**Tabella 9-6. Riepilogo delle prove di laboratorio geotecnico eseguite nella campagna 2018.**

In seguito ad un approfondimento di natura granulometrica dei terreni indagati, n.14 campioni prelevati dall'esecuzione di altrettante Nspt sono stati studiati mediante analisi granulometrica e Limiti di Atterberg. In Tabella 9-7 dei campioni prelevati.

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Classificazione
S9	SPT1	4.80 – 5.25	X	X	X
S9	SPT2	10.40 – 10.85	X	X	X
S9	SPT3	14.50 – 14.95	X	X	X
S9	SPT4	21.50 – 21.95	X	X	X

Sond.	Camp.	Prof. [da m ÷ a m]	Limiti Atterb.	Analisi granul.	Classificazione
S9	SPT5	25.80 – 26.25	X	X	X
S14	SPT2	10.50 – 10.95	X	X	X
S14	SPT3	15.30 – 15.75	X	X	X
S15	SPT1	4.40 – 4.85	X	X	X
S15	SPT2	9.40 – 9.85	X	X	X
S15	SPT3	15.20 – 15.65	X	X	X
S15	SPT4	19.60 – 20.05	X	X	X
S16	SPT1	5.50 – 5.95	X	X	X
S16	SPT2	9.50 – 9.95	X	X	X
S16	SPT3	15.50 – 15.95	X	X	X

**Tabella 9-7. Riepilogo delle prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni da Nspt.**

### 9.1.5 Campionamento in alveo

Sono stati eseguiti n. 9 campionamenti manuali in alveo di corsi d'acqua minori direttamente o indirettamente interferenti con la linea ferroviaria esistente, per lo studio del trasporto solido e modellazione idraulica. In Tabella 9-8 si riporta la descrizione dei campionamenti eseguiti, con l'indicazione dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM e della quota, per i dettagli si rimanda alla "relazione generale – indagini geognostiche, prove in sito e campionamenti (cod. elab. IA4S-02-D69-SG-GE0005-001-A) e per le analisi granulometriche si rimanda al documento "IA4S-02-D69-PR-GE0005-002-A".

CAMPIONAMENTI IN ALVEO	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]
	Nord	Est	
PR 1	4692301.41	430069.27	34.00
PR 2	4692897.51	430659.46	39.00
PR 3	4693083.00	430260.00	23.00
PR 5	4687282.00	427845,00	33.00

CAMPIONAMENTI IN ALVEO	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]
	Nord	Est	
PR 6	4693539.00	430686.00	23.00
PR 7	4693944.00	43092.00	27.00
PR 8	4693675.00	431154.00	34.00
PR 9	4694363.00	431026.00	18.00
PR 10	4694330.51	431269.37	23.00

**Tabella 9-8. Riepilogo dei campionamenti in alveo**

## 9.2 Indagini bibliografiche

Al set di indagini geognostiche eseguite per il presente progetto sono stati reperiti da bibliografia n. 11 sondaggi;

- 9 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti tra 1981 e 2005, recuperate per studi scientifici (Urbano, 2014-2016),
- 2 sondaggi continuo per un intervento di bonifica a Chieti Scalo.

In Tabella 9-9 si riporta la descrizione dei sondaggi eseguiti, con l'indicazione della tipologia di indagine, dell'ubicazione nel sistema di coordinate UTM, della quota, della profondità raggiunta dalla perforazione e dal livello della falda, probabilmente durante la perforazione.

Le stratigrafie semplificate sono allegate al presente studio (APPENDICE I).

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Livello di falda [metri]
		Nord	Est			
110	Sondaggio a carotaggio continuo	4692241.57	429197.98	31	31.00	1.65
112	Sondaggio a carotaggio continuo	4691723.78	428998.08	30	36.75	1.65
114	Sondaggio a carotaggio continuo	4690776.59	428752.58	37	27.00	4.50
115	Sondaggio a carotaggio continuo	4691458.23	429595.32	42	17.50	-
124	Sondaggio a carotaggio continuo	4689971.03	429023.15	45	10.00	2.00



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	62 di 127

Sigla	Tipologia prova	Coordinate UTM		Quota [metri s.l.m.]	Profondità [metri]	Livello di falda [metri]
		Nord	Est			
S3	Sondaggio a carotaggio continuo	4691112.01	429225.000	33.31	15	-
S5	Sondaggio a carotaggio continuo	4691374.00	429362.00	33.37	15	-

**Tabella 9-9. Riepilogo delle indagini bibliografiche**

## 10 SISMICITÀ DELL'AREA

Sulla base di quanto riportato dalle NTC '18 nel seguente capitolo verranno riportate la classificazione sismica e la microzonazione sismica dei comuni interessanti.

### 10.1 Classificazione sismica e pericolosità sismica di base

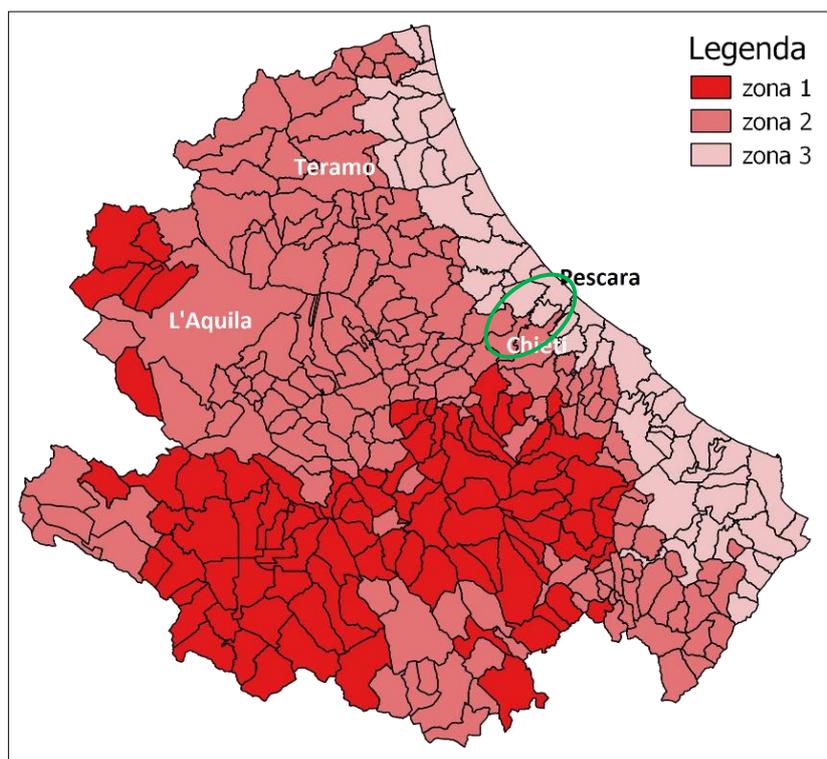
La classificazione sismica del territorio nazionale è stata elaborata e rivisitata in seguito ai principali terremoti; tra questi, in particolare, quelli verificatisi in Irpinia nel 1980 ed in Molise nel 2002.

Fino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione; la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità.

Per quanto concerne la classificazione sismica del territorio in esame, trova attuazione la classificazione sismica stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n.3274/2003, la quale ha introdotto una nuova classificazione sismica, suddividendo il territorio nazionale in quattro zone caratterizzate da diverso grado di sismicità e sottoposte alle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Le zone sono definite rispettivamente ad alta sismicità la zona 1, a media sismicità la zona 2 e a bassa sismicità la zona 3, mentre nella zona 4 viene demandata alle regioni la facoltà di imporre o meno l'obbligo della normativa.

Il Comune di Chieti risulta classificato in zona "2", come riportato in Figura 10-1.



**Figura 10-1. Classificazione sismica dei Comuni dell'Abruzzo. In verde l'area del Comune di Chieti**

Rispetto alla classificazione sismica del comune di Chieti ed in base alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 28/04/2006 n.3519), il range di accelerazione massima del suolo, con probabile eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area in studio è compresa tra 0.15 e 0.25 g (Tabella 10-1).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a <sub>g</sub> /g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche, a <sub>g</sub> /g)
1	>0.25	0.35
2	0.15 ÷ 0.25	0.25
3	0.05 ÷ 0.15	0.15
4	<0.05	0.05

**Tabella 10-1. Valori di accelerazione massima del suolo a<sub>g</sub> con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi caratterizzati da Vs,30>800 m/s**

## 10.2 Sismicità storica

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente i Comuni di San Giovanni Teatino e Chieti.

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15 (Locati et al., 2016), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida et al., 2016, consultabile on-line al sito <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).

Nella successiva tabella sono indicati con i seguenti simboli:

Is = intensità in sito (MCS);

Anno = anno Me = mese Gi = giorno Or = ora;

NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;

Io = intensità massima (MCS);

Mw = magnitudo momento.

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1933 09 26 03 33 2	Maiella	325	9	5.90
3	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
4-5	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
4	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
4-5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4-5	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
5	2009 04 06 01 32 4	Aquilano	316	9-10	6.29

Int. **San Giovanni Teatino**

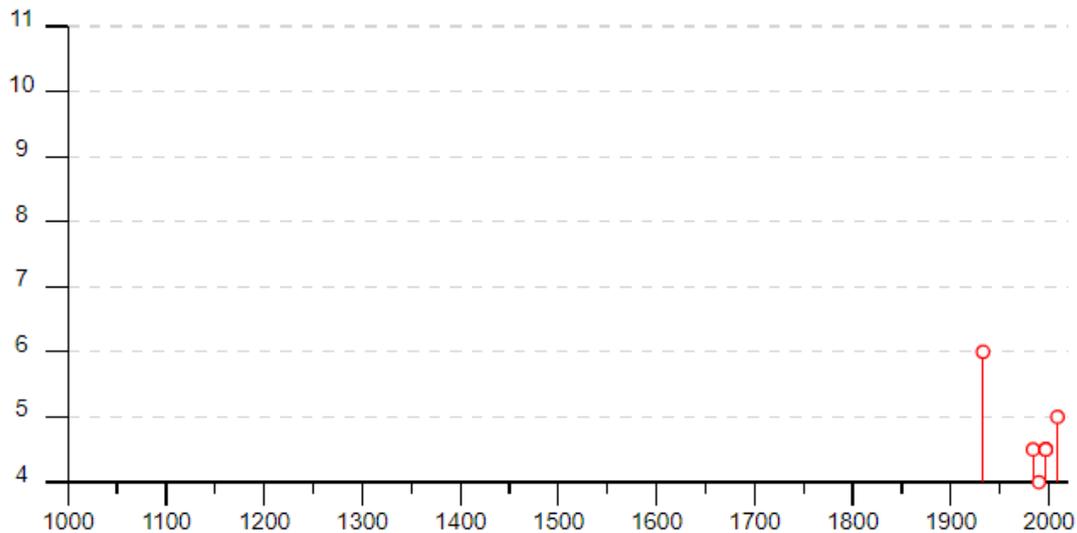


Figura 10-2. Storia sismica del Comune di San Giovanni Teatino [42.411, 14.202].

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
5	1627 07 30 10 50	Capitanata	64	10	6.66
6	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06
3	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92
7-8	1706 11 03 13	Maiella	99	10-11	6.84
F	1719 06 27 06 30	Valnerina	16	8	5.59
5	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
5	1821 11 22 01 15	Costa molisana	9	7-8	5.59
3	1828 04 11 22 25	Appennino umbro-marchigiano	22	5-6	4.93
F	1841 02 21	Gargano	13	6-7	5.17
3	1841 06 10	Maiella	11	7	4.96
4	1842 01 23	San Severino Marche	10	4-5	4.41
F	1850 12 30 05 30	Marsica	4	6-7	4.86
4	1851 08 14 13 20	Vulture	103	10	6.52
4	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
F	1873 07 12 06 06	Val Comino	61	7-8	5.38
F	1874 02 24 06 52	Aquilano	26	6-7	5.12
2	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
4-5	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
6	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
7	1882 02 12	Chietino	8	7	5.26
3	1884 01 10	Atri	12	5-6	4.63
3	1885 04 10 01 44	Appennino laziale-abruzzese	44	5	4.57
4-5	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
4-5	1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
2-3	1897 04 27 02 17 5	Maiella	27	5	4.21
2-3	1901 07 31 10 38 3	Sorano	76	7	5.16
3	1905 08 18 04 07	Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
3-4	1905 08 25 20 41	Valle Peligna	29	6	5.15
F	1907 01 23 00 25	Adriatico centrale	93	5	4.75
3	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
7	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
2	1915 01 14 07 17	Marsica	12	5-6	4.88
3-4	1917 01 03 01 35	Marsica	57		
2	1917 04 26 09 35 5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
4	1919 10 21 00 24	Gargano	24	5-6	5.03
3	1925 09 24 13 33 4	Molise occidentale	50	7	5.26
5	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
4	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
7	1933 09 26 03 33 2	Maiella	325	9	5.90
NF	1948 12 31 03 32	Monti Reatini	95	8	5.42
5	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
3	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
4	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
3-4	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6.45
5	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
2-3	1980 06 14 20 56 5	Marsica	69	5-6	4.96

Intensità	Anno Me Gi Ora Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
6	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
4-5	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
4	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
4	1992 07 16 05 38 5	Chietino	107	5-6	4.22
4	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
3-4	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
3	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
4	2002 11 01 15 09 0	Molise	638	7	5.72
NF	2003 06 01 15 45 1	Molise	501	5	4.44
NF	2004 12 09 02 44 2	Teramano	213	5	4.09
5	2009 04 06 01 32 4	Aquilano	316	9-10	6.29

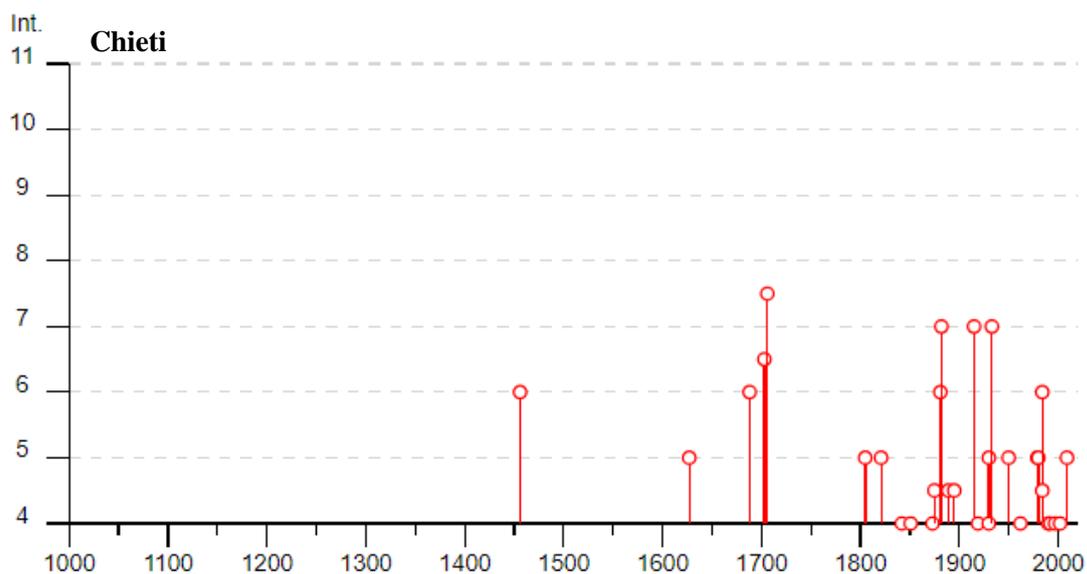


Figura 10-3. Storia sismica del Comune di Chieti [42.352, 14.168]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA IA4S</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D69RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 69 di 127</p>

### 10.3 Sorgenti sismogenetiche

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.2) del database “*A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*”, inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise & Pantosti, 2001).

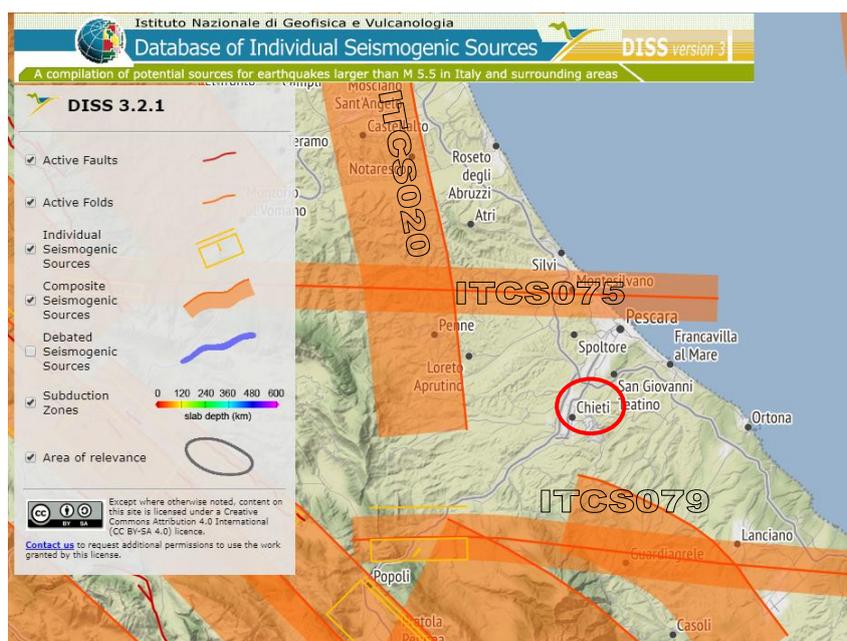
Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. La nuova versione del Database contiene oltre 100 sorgenti sismogenetiche identificate attraverso studi geologico-geofisici (70% in più rispetto alla precedente versione). Tali sorgenti ricadono sull'intero territorio italiano e su alcune regioni confinanti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive, consentendo in alcuni casi di individuare aree di potenziale gap sismico.

Obiettivo del Database è quello di rendere quanto più possibile completa l'informazione sulle sorgenti sismogenetiche potenziali del territorio nazionale; per questa ragione, oltre ad un numero maggiore di sorgenti individuali, viene proposta una forma di rappresentazione e caratterizzazione di tutte le aree che, pur essendo certamente in grado di generare forti terremoti, sono ancora poco comprese. È stata pertanto istituita una nuova categoria di aree sismogenetiche per le quali, in analogia con quanto proposto dalla nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti & Valensise, 2004), viene fornita la localizzazione geografica, la stima del meccanismo di fagliazione, la profondità efficace e la magnitudo massima attesa.

Dall'esame del Database, pur non ricadendo entro alcuna zona sismo genetica, il sito si colloca nelle vicinanze delle zone ITCS075, ITCS079, ITCS020.

Di seguito si riportano le indicazioni di dettaglio e le caratteristiche riguardanti le zone sismogenetiche appena citate.



**Figura 10-4 Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” per l’area in oggetto.**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 02	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

ITCS075 (Lago di Campotosto – Montesilvano)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	11.0	OD	Based on regional geological and structural data.
Max depth [km]	20.0	OD	Based on regional geological and structural data.
Strike [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Dip [deg] min... max	65...90	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Rake [deg] min... max	170...230	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	5.7	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 10-5 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Lago di Campotosto - Montesilvano (ITCS075).

ITCS079 (Thrust basale dell’Abruzzo Citeriore)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.0	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Max depth [km]	8.0	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Strike [deg] min... max	110...150	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Dip [deg] min... max	20...40	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Rake [deg] min... max	80...100	LD	Based on data by Lavecchia and de Nardis (2009)
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	5.6	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 10-6 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Thrust basale dell’Abruzzo citeriore (ITCS079).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 02	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

ITCS020 (Marche meridionale)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.5	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Max depth [km]	13.0	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Strike [deg] min... max	140...175	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Dip [deg] min... max	35...50	LD	Based on geological data from Bigi et al. (2013).
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.15...0.4	OD	Derived from restoration of base of Pleistocene horizon.
Max Magnitude [Mw]	5.9	EJ	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 10-7 Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica Thrust basale dell’Abruzzo citeriore (ITCS020).

#### 10.4 Magnitudo di riferimento

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i rate di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica (Figura 10-9) è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004).

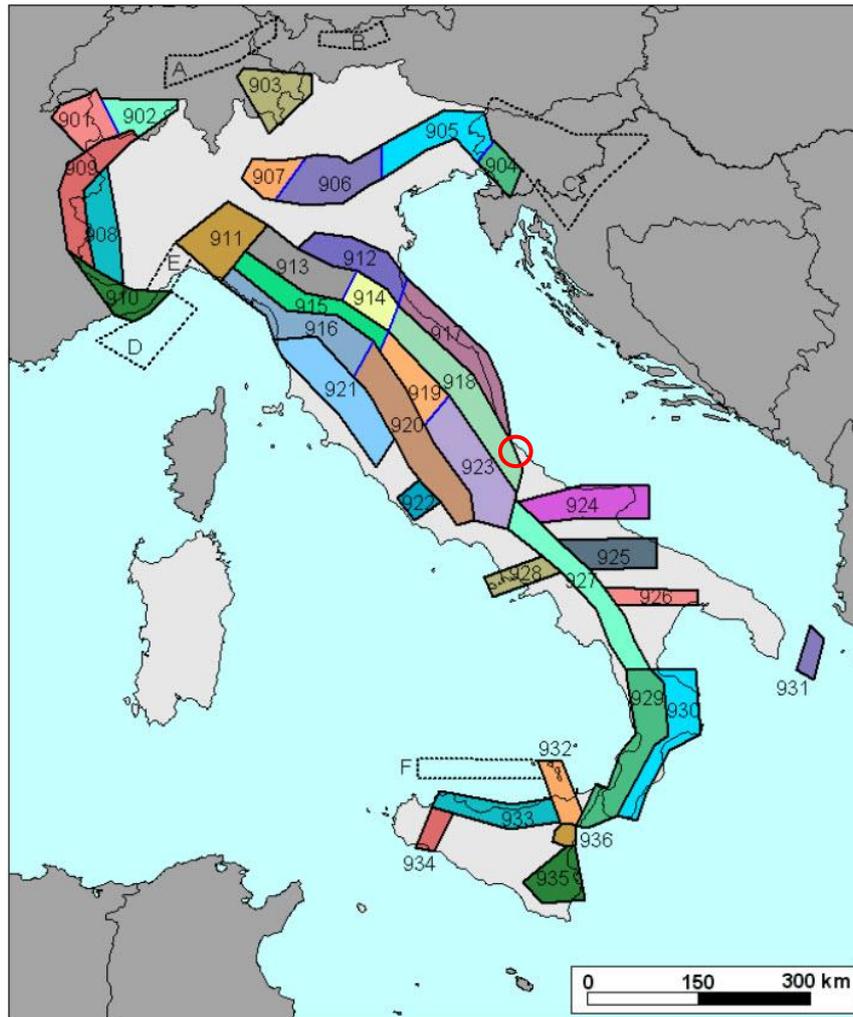
In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento Mw.

Nel caso di siti che ricadono al di fuori di tali zone si dovrà eseguire un’analisi accoppiata magnitudo distanza per il calcolo del valore di magnitudo in relazione alla distanza minima di ogni sito dalle zone sismogenetiche circostanti.

Il territorio in oggetto ricade all’interno della zona sismogenetica 918 “Medio-Marchigiana/Abruzzese”, caratterizzata da Mw=6.37 (Figura 10-8).

Nome ZS	Numero ZS	M <sub>wmax</sub>
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

**Figura 10-8 Valori di Mwmax per le zone sismogenetiche di ZS9.**



**Figura 10-9 Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento.**

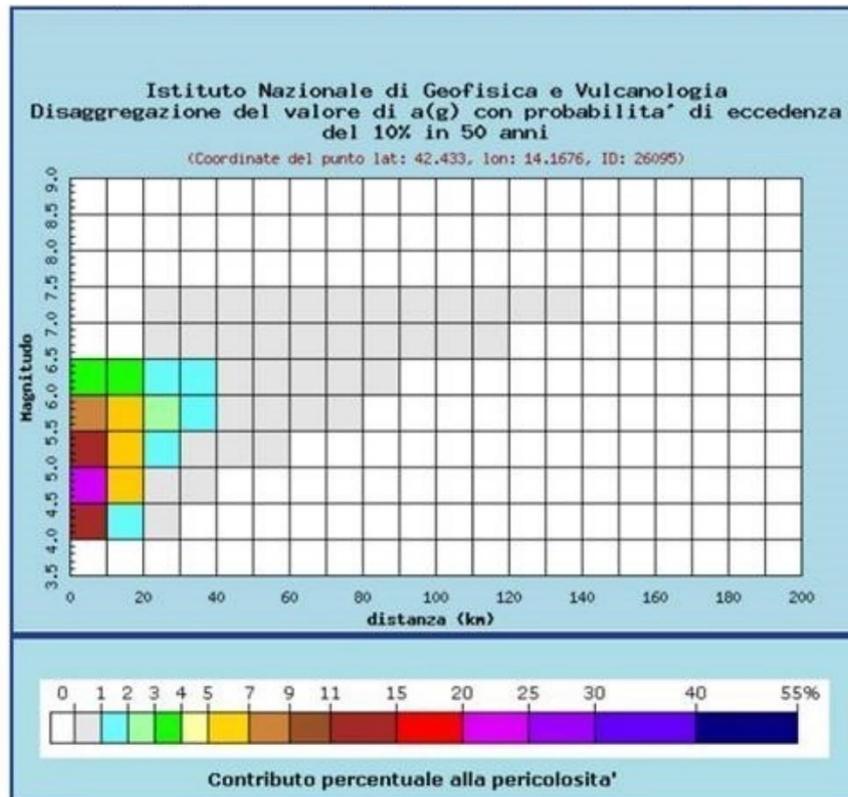
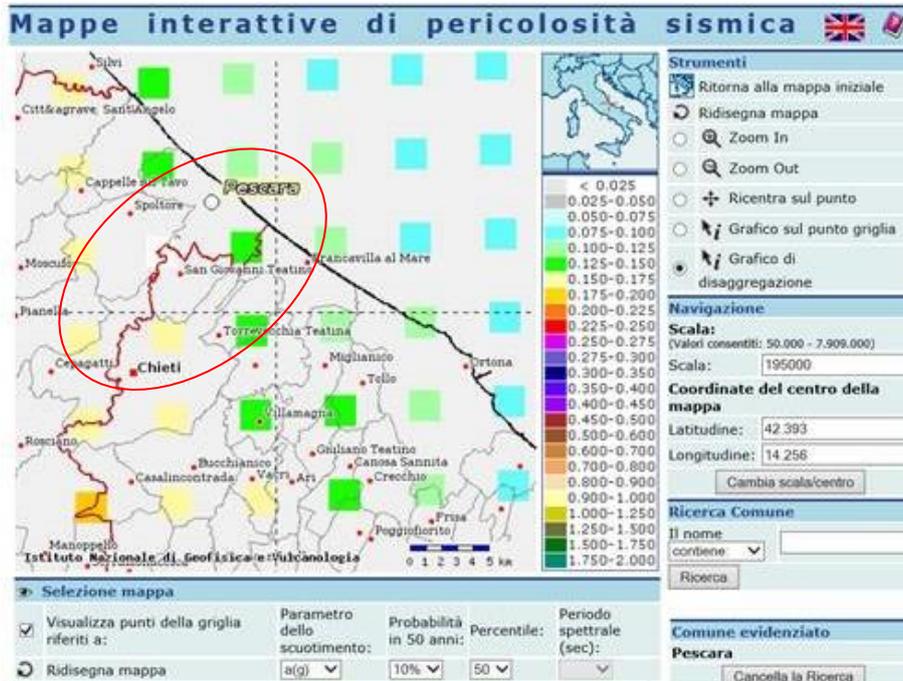


Figura 10-10 Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s) – da INGV.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.433, lon: 14.1676, ID: 26095)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.300	22.500	14.300	7.850	3.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.850	5.960	6.690	5.930	3.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.056	0.748	1.760	2.400	1.840	0.008	0.005	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.015	0.343	1.070	1.380	0.950	0.654	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.018	0.314	0.750	0.887	0.712	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.321	0.586	0.548	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.095	0.348	0.385	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.188	0.261	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.076	0.149	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.083	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.045	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.280	12.700	0.710

**Figura 10-11 – Analisi di disaggregazione del dato di pericolosità al sito di progetto, da elaborazioni DPC-INGV S1 per  $T_R = 475$  anni (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>).**

Il risultato dell'analisi di disaggregazione della pericolosità sismica svolta per il punto di griglia più prossimo al tracciato, mostra come siano dominanti terremoti con valori di magnitudo bassi (compresi tra 4.0 e 6.5) ed epicentro a distanza ridotta (0-20 km). Il valore medio di magnitudo da analisi di disaggregazione di Figura 10-11 è pari a 5.28, con distanza 12.7 km.

In aggiunta a quanto sopra riportato, le magnitudo massime delle sorgenti sismogenetiche identificate nel progetto DISS3.2.1 e i dati macrosismici, portano a considerare cautelativamente il valore di magnitudo per le verifiche a liquefazione a 6.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	75 di 127

### 10.5 Parametri per la determinazione dell'azione sismica di riferimento

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e geomorfologiche locali, determinando quindi la corrispondente categoria (o tipo) di sottosuolo nonché le condizioni topografiche del sito di interesse.

#### 10.5.1 Categoria di sottosuolo e frequenza propria di sito

La determinazione del tipo di sottosuolo, secondo normativa vigente, per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

L'analisi dell'assetto stratigrafico e dei valori di  $V_{S,30}$  disponibili dalle prove sismiche M.A.S.W. (riportati in Tabella 10-2), ha permesso di definire in via cautelativa, la categoria di sottosuolo come "C", ovvero "Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ( $V_{s,eq}$ ) compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

Sigla prova	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria di sottosuolo
MASW 6	256	C
MASW 7	308	C
MASW 8	506	B
MASW 9	339	C
MASW 10	281	C
MASW 11	261	C
DOWNHOLE (S12)	386	B

**Tabella 10-2 Risultati delle prove sismiche in termini di  $V_{s,eq}$**

#### 10.5.2 Condizioni topografiche

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo le aree in oggetto localizzate in ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, le morfologie possono essere ricondotte ad una delle configurazioni superficiali semplici previste nel D.M. 14/01/2008 in Tabella 3.2.IV.

In particolare, i siti in oggetto possono essere classificati di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ", caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$ .

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>	<b>COMMESSA</b> IA4S	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> D69RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 00 01 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 76 di 127

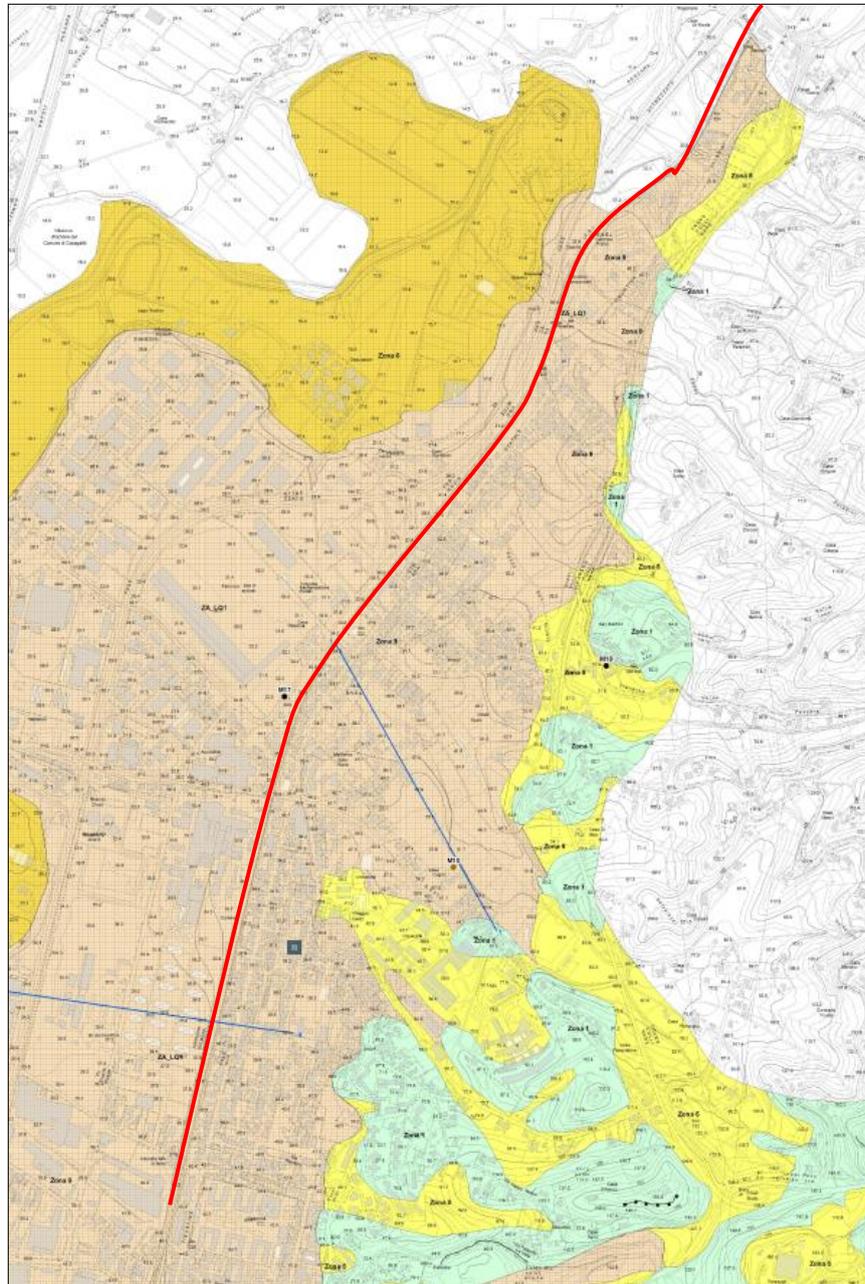
## 10.6 Microzonazione sismica I livello – analisi delle MOPS

La carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) deriva dall'analisi degli elementi ritenuti necessari per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico. Tali elementi dovranno essere tenuti in considerazione nelle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica, al momento della realizzazione delle strutture. A tal fine, oltre all'acquisizione delle informazioni esistenti finalizzate alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, vengono valutati gli elementi utili per una ricostruzione e successiva rappresentazione, del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte che di spessori delle litologie presenti. Lo scopo di tale elaborato è quello di suddividere l'area investigata in aree omogenee (microzone) ove è possibile prevedere l'occorrenza di diversi effetti superficiali indotti dall'azione sismica.

Le microzone della carta MOPS possono essere classificate in tre categorie:

- A. zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°);
- B. zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- C. zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio. I principali tipi di instabilità sono:
  - instabilità di versante;
  - liquefazione;
  - faglie attive e capaci;
  - cedimenti differenziali/crollo di cavità
  - sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti.

Di seguito e in allegato alla presente relazione si riportano gli stralci della carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) del comune di Chieti (Figura 10-12). Dall'osservazione di questa si nota che il sito in esame è inserito nella zona stabile ma suscettibile di amplificazione locale Zona 9, che è inoltre perimetrata come zone di attenzione per instabilità da liquefazione.



**Figura 10-12 Carta delle MOPS dei Comuni di Chieti.**

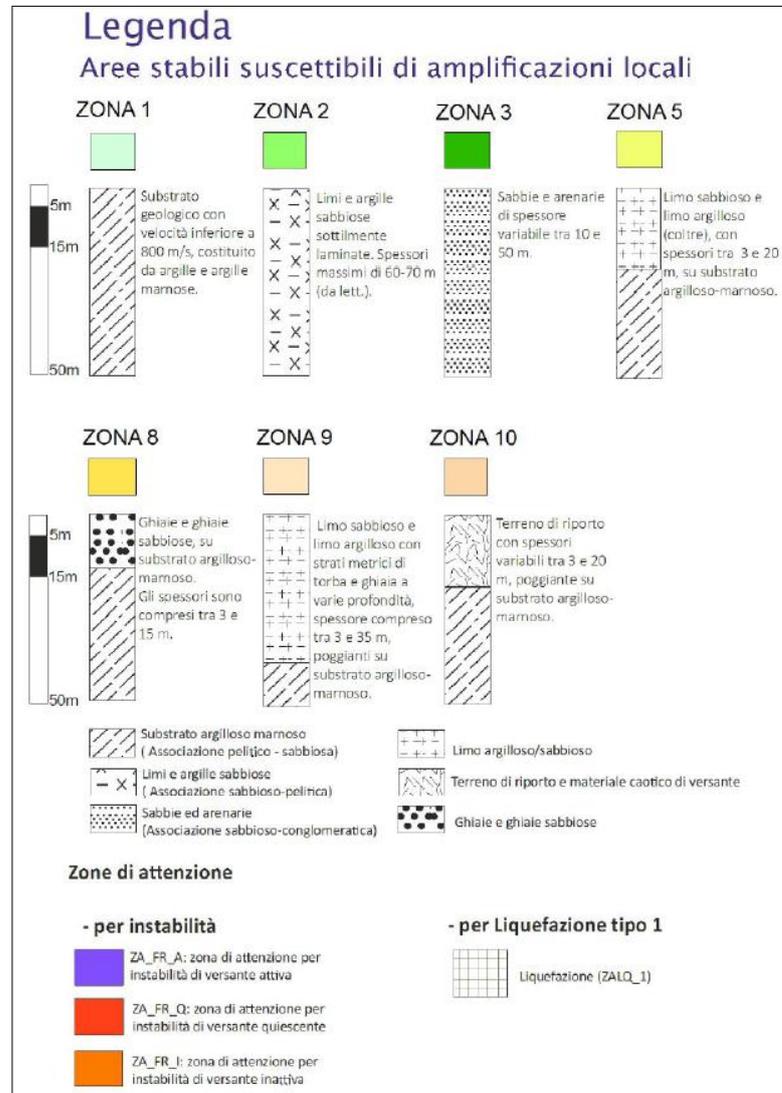


Figura 10-13 Legenda delle carte MOPS.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	79 di 127

## 11 SINTESI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI

A conclusione delle presenti note, vengono di seguito sintetizzati i principali elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che contraddistinguono l'area di studio.

### 11.1 Aspetti geologico-tecniche

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono connessi con il locale assetto litostratigrafico dell'area e con la sismicità attuale della provincia di Chieti. Per questo secondo aspetto, in particolare, si rimanda a quanto riportato nel Capitolo 0, dove sono descritte in maniera dettagliata tutte le caratteristiche sismogenetiche dell'area ed i principali elementi di pericolosità dal punto di vista sismico.

Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, nei settori di piana alluvionale, i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi quaternari alluvionali eterogenei dal punto di vista litologico con caratteristiche geotecniche mediocri o addirittura scadenti. Si notano infatti valori bassi di resistenza alla penetrazione in sede di esecuzione di SPT in foro di sondaggio, spesso non correlati con la profondità di esecuzione della prova: all'aumentare di questa, non si nota un significativo miglioramento della resistenza meccanica dei terreni indagati.

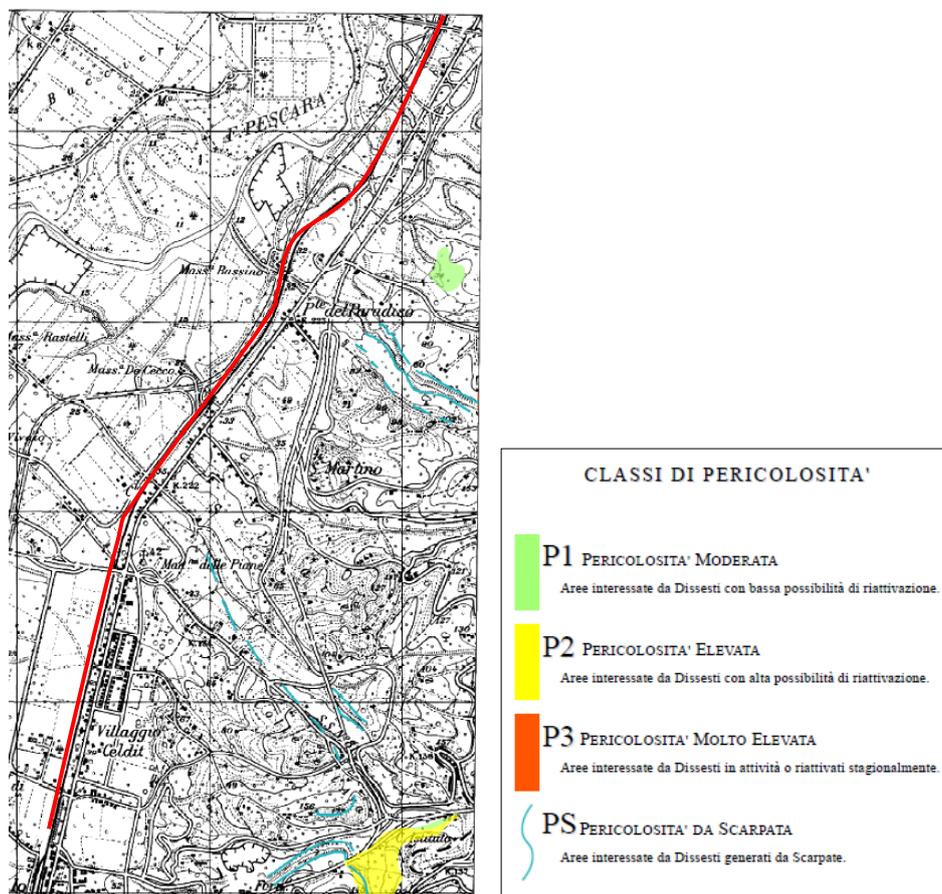
In particolare, gli orizzonti limosi-argillosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane dei suddetti terreni sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile, ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica, legata dal grosso contenuto di materiale organico presente.

Per quanto riguarda criticità di natura sismo-tettonica, pur non ricadendo entro alcuna zona sismogenetica, il sito si colloca nelle vicinanze delle zone ITCS075, ITCS079, ITCS020.

### 11.2 Analisi delle cartografie geomorfologiche e idrauliche (P.A.I. e P.S.D.A.)

Sotto il profilo geomorfologico, l'area di studio non presenta elementi di particolare criticità delle opere in progetto, in quanto caratterizzata da un assetto morfologico prevalentemente pianeggiante o sub-pianeggiante, che limita fortemente lo sviluppo di fenomeni erosivi o di dissesto di particolare rilevanza e intensità.

La Figura 11-1 tratta il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Pescara, in particolare la "Carta della pericolosità da frana" le aree interessate dal tracciato di progetto non presentano criticità geologiche, maggiormente diffuse nelle adiacenti aree collinari.

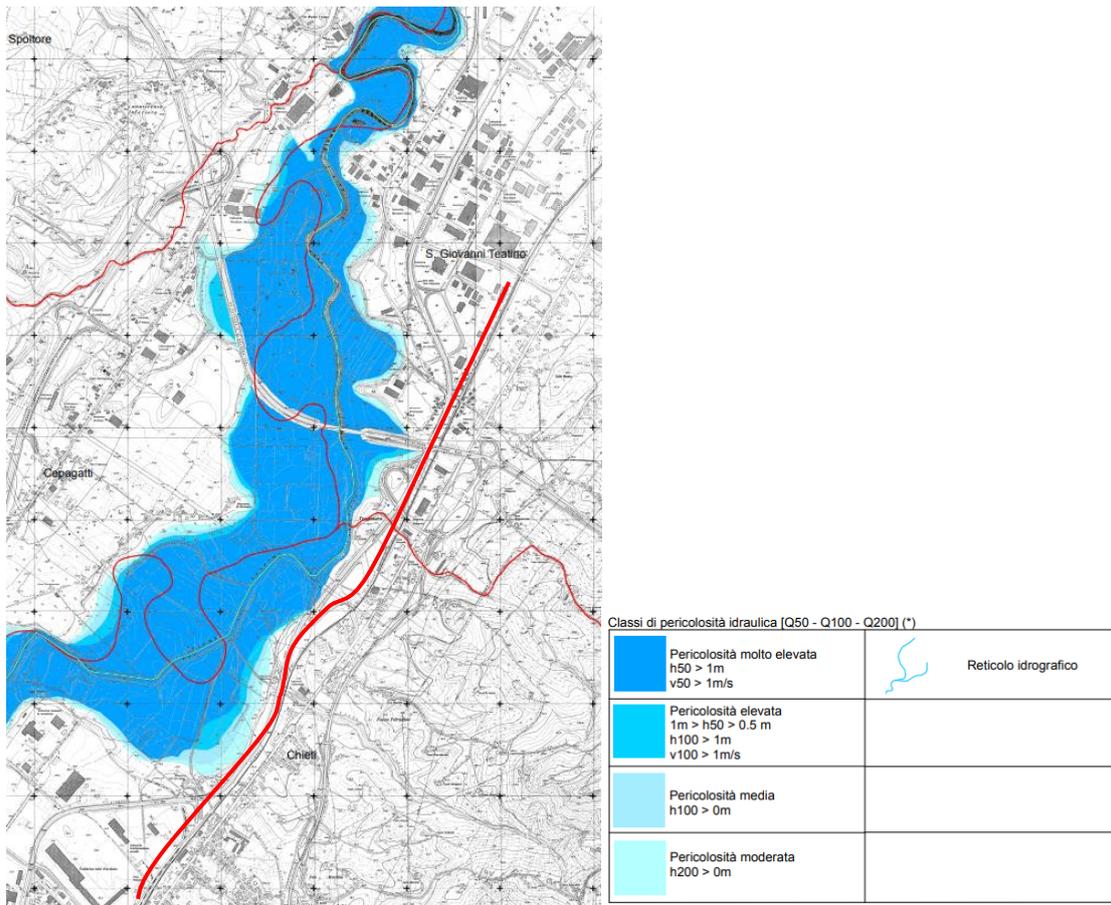


**Figura 11-1** Stralcio della “Carta della pericolosità da frana” dello PAI (Autorità dei Bacini Regionali, 2010). In rosso è indicato il tratto di studio.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, è stato verificato il Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) della Regione Abruzzo, in particolare alla Tavola “Carta della pericolosità idraulica”.

In riferimento alla cartografia del PSDA, la cartografia della pericolosità idraulica (Figura 11-2) individua quattro classi a diverso grado di pericolosità idraulica (da moderata a molto elevata). La classe di pericolosità molto elevata fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento  $T_R=50$  anni e/o all’instaurarsi di condizioni di lama d’acqua massima raggiunta sul piano campagna superiore ad 1 m o ad una velocità massima di trasferimento, sempre sul piano campagna, superiore ad 1 m/s. La classe di pericolosità elevata fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento pari alla precedente ( $T_R=50$  anni) e all’instaurarsi di condizioni di lama d’acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 50 cm ed 1 m; oppure a condizioni come quelle stabilite per la pericolosità molto elevata (lama d’acqua massima maggiore di 1 m oppure velocità maggiore di 1 m/s) ma per un evento di piena più raro ( $T_R=100$  anni). La classe di pericolosità media fa riferimento ad un evento caratterizzato da un tempo di ritorno  $T_R$  pari a 100 anni ed all’instaurarsi di condizioni di lama d’acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 0 cm e 1 m. La classe di pericolosità bassa fa riferimento ad un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno  $T_R$  pari a 200 anni in qualunque condizione di lama d’acqua e di velocità sul piano campagna. Nel tratto non si individuano aree interessate da

pericolosità idraulica (Figura 11-2). Per i dettagli si rimanda alla relazione di idraulica (cod. elab. IA4S00D09RIID0001001.B, IA4S00D09RIID0002001.B e IA4S02D29RIID0002001.A).



**Figura 11-2** Stralcio della “Carta della pericolosità idraulica” dello PSDA (Autorità dei Bacini Regionali, 2010). In rosso è indicato il tratto di studio.

Un ulteriore vincolo idro-geomorfologico è stato verificato, la Carta del “Vincolo Idrogeologico (Art.1 del R.D.30/12/23 n.3267)”. Tale carta rappresenta le aree della regione sottoposte a vincolo idrogeologico normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926. Il decreto del 1923 prevede il rilascio di nulla osta e/o autorizzazioni per la realizzazione di opere edilizie, o comunque di movimenti di terra, che possono essere legati anche a utilizzazioni boschive e miglioramenti fondiari, richieste da privati o da enti pubblici.

Come indicato nello stralcio della carta l’area di intervento risulta essere fuori dal vincolo idrogeologico (R.D. n.3267/1923).

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	82 di 127

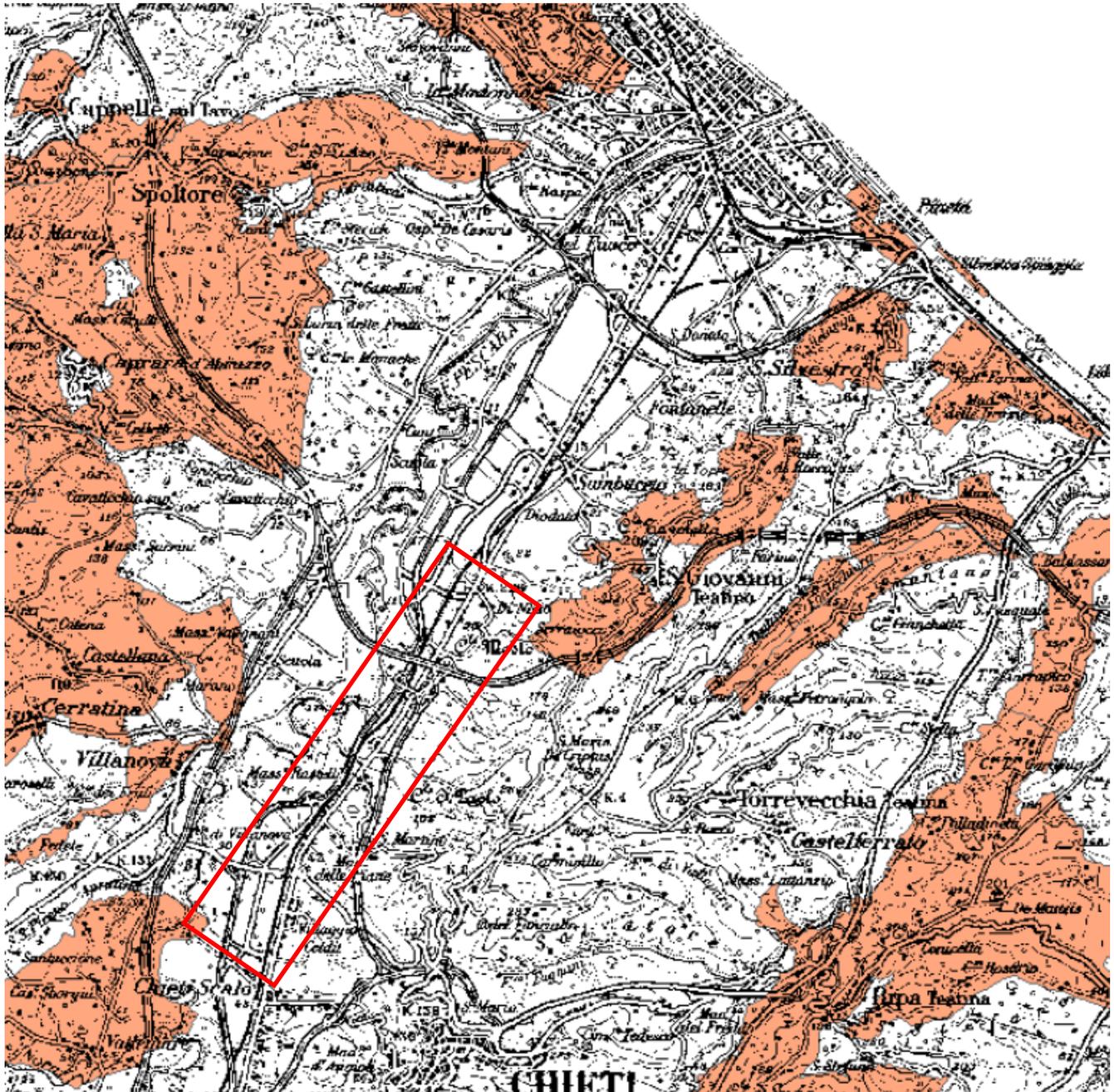


Figura 11-3 Stralcio della “Carta del Vincolo idrogeologico (R.D. n.3267/1923)” (Regione Abruzzo, 2008). In rosso è indicato il tratto di studio.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	83 di 127

### 11.3 Aspetti idrogeologici

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia principalmente la presenza di una falda idrica sotterranea lungo il tracciato ferroviario in esame.

Nell'area in esame lo scenario idrogeologico di riferimento è caratterizzato dalla presenza di depositi di copertura prevalentemente pelitici ed a modesta permeabilità con un substrato schiettamente argilloso (Argille della Formazione Mutignano) impermeabile.

L'area di studio è pertanto caratterizzata dalla presenza di differenti corpi idrogeologici, che solo localmente rappresentano degli acquiferi, di importanza comunque poco significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità ed estensione latero-verticale, ed in ogni caso privi di rilevanza strategica in termini di sfruttamento. Non sono state individuate le emergenze sorgentizie e non vi è notizia neanche in bibliografia e negli archivi degli enti operanti sul territorio; mentre le rare opere di captazione (pozzi) sono di scarsa rilevanza e non sono di portata significativa.

Per gran parte del lotto 2 predominano gli acquiferi monostrato costituiti da materiali fini (limoso-argillosi e limoso-sabbiosi); i materiali fini tuttavia non impediscono il contatto idraulico tra i vari corpi ghiaiosi e sabbiosi e pertanto gli acquiferi assumono anche in questo caso caratteri di monostrato. La falda presenta dei gradienti idraulici generalmente piuttosto bassi ed è caratterizzata da una superficie libera posta a pochi metri di profondità dal piano campagna. La falda, in generale, risulta alimentata dalle precipitazioni meteoriche e dai principali corsi d'acqua dell'area, anche se non sono da escludere possibili scambi idrici sotterranei con gli acquiferi giustapposti lateralmente e verticalmente.

Mentre, i litotipi argilloso-limosi del substrato presentano una permeabilità per porosità e fessurazione da impermeabile a molto bassa e, quindi, sono caratterizzati dall'assenza di falde o corpi idrici sotterranei. Nello schema di circolazione idrica dell'area tali terreni possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti.

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio piezometrico queste risultano ad oggi ancora in corso e si segnala che queste si protrarranno, con cadenza periodica, sino all'avvenuta consegna dei lavori all'appaltatore.

### 11.4 Suscettività alla liquefazione

In terreni saturi sabbiosi sollecitati, in condizioni non drenate, da azioni cicliche dinamiche, il termine liquefazione comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche.

Tale fenomeno avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c.

L'avvenuta liquefazione si manifesta, in presenza di manufatti, attraverso la perdita di capacità portante e/o lo sviluppo di elevati cedimenti e rotazioni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.          RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA          - CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI          PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IA4S	LOTTO 02	CODIFICA D69RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state condotte una serie di analisi basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello internazionale, che sulle procedure di analisi dettate dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

#### 11.4.1 Analisi qualitative

I metodi qualitativi si basano sulla conoscenza di parametri di studio come il contesto geologico-stratigrafico-geomorfologico, topografia dell'area e livello di falda. Esistono diversi criteri di classificazione in termini qualitativi, di seguito si riportano quelli più diffusi.

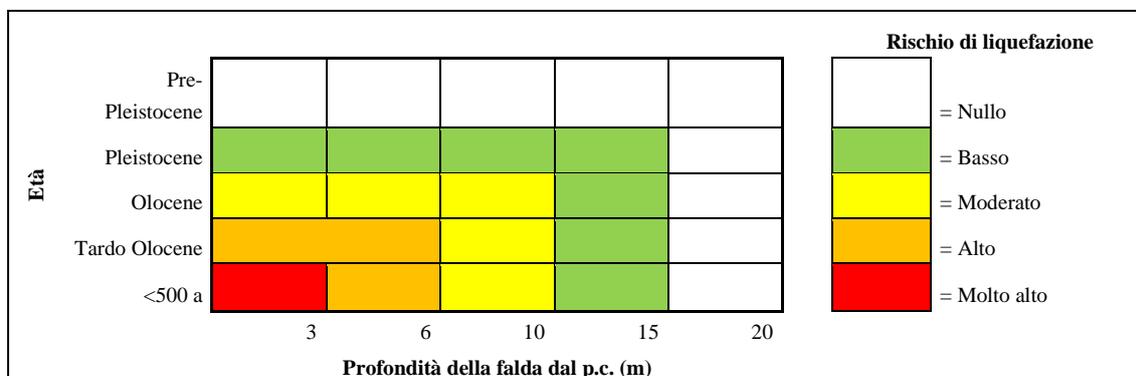
Classe	Unità geomorfologica	Potenziale di liquefazione
A	Letti di fiumi recenti, paleoalvei, paludi, zone bonificate, zone interdunari.	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune di sabbia, pianure di esondazione, spiagge, altre pianure.	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne.	Non probabile

**Figura 11-4 - Unità geomorfologiche e suscettività alla liquefazione (Iwasaki e al., 1982), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.**

Fattore	Peso	Suscettibilità alla liquefazione				
		Molto alta	Alta	Media	Bassa	Molto bassa
Profondità del livello della falda	Molto importante	< 1,5 m	< 1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	> 10,0
Dimensione dei grani	Molto importante	0,075 - 1 mm	1 - 3 mm	> 3 mm	< 0,075 mm	-
Profondità del deposito	Molto importante	1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	< 1,5 m	> 10 m
Strato ricoprente	Molto importante	-	-	Ricoprimento buono	Ricoprimento discreto	Ricoprimento assente
Età del deposito	Importante	< 500 anni	Tardo Olocene <sup>(1)</sup>	Olocene	Pleistocene <sup>(2)</sup>	Pre-Pleistocene
Spessore dello strato liquefacibile	Importante	> 2 m	1,2 - 2,5 m	0,6 - 1,2 m	< 0,6 m	-

Note: <sup>(1)</sup> ≤ 10.000 anni; <sup>(2)</sup> 10.000 - 1,6 milioni di anni

**Figura 11-5 - Fattori, pesi e criterio per valutare la suscettività alla liquefazione di un sito (Juang e Elton, 1991), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.**



**Tabella 11-1 - Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore.**

Età del deposito	Profondità della falda dal p.c. (m)		
	0-3 m	3-10 m	> 10 m
Tardo Olocene	Alta	Bassa	Nulla
Primo Olocene	Moderata	Bassa	Nulla
Tardo Pleistocene	Bassa	Nulla	Nulla

**Tabella 11-2 - Suscettività alla liquefazione (Obermeier, 1996), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.**

Preliminarmente, quindi, il primo *step* delle analisi è stato condotto in riferimento alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche dell'area di intervento, attraverso valutazioni speditive e di carattere puramente qualitativo circa la possibilità di liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Sulla base dei criteri riportati, che considerano la genesi, la natura e l'età assoluta dei depositi, risulta che i terreni presenti nell'area di intervento si presentano da poco ad altamente suscettibili di liquefazione, in quanto i depositi sia fini sia grossolani appartengono in maggioranza al Sintema di Valle Maielama di età tardo pleistocenica e, in parte minore, ai depositi olocenici quaternari. Tale considerazione deriva, in particolare, sia dalle condizioni geologiche e stratigrafiche dell'area in esame che dalla presenza di una falda localmente compresa nei primi m dal piano campagna. Inoltre, la presenza diffusa di depositi prevalentemente di genesi alluvionale caratterizzati localmente da granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, in particolare di età compresa tra il Pleistocene superiore, per i depositi del Sintema di Valle Maielama (unità geologica *AVM4b*), e l'Olocene per i depositi quaternari continentali (unità *olo*), consentono di poter considerare potenzialmente liquefacibili alcuni settori specifici dell'area d'intervento.

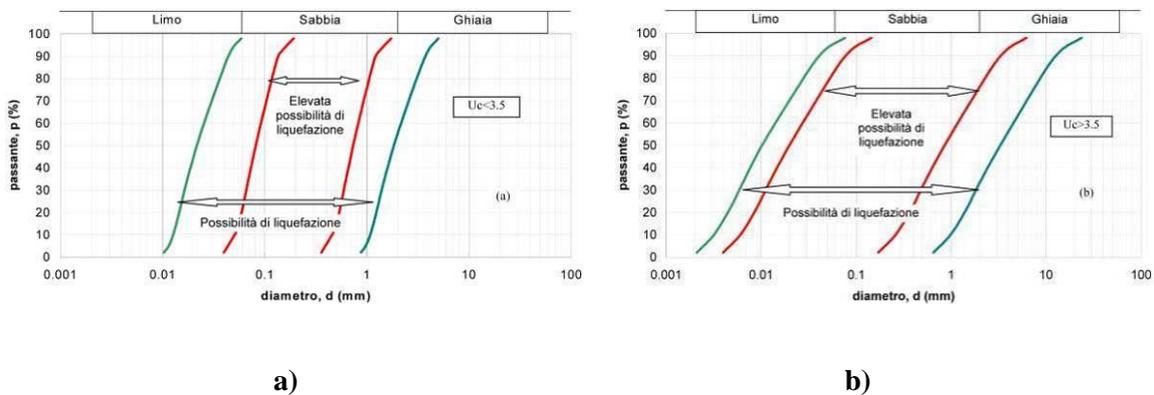
Alla luce delle considerazioni espresse e in linea con l'ultima normativa vigente in materia si è proceduto ad effettuare un approfondimento analitico per i depositi sopra indicati.

#### 11.4.2 Analisi semi-quantitative

In base ad D.M. 17/01/2018, la verifica di liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanza:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0.1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite, con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche statiche (CPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e nel grafico b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ .



In particolare, se le condizioni 1 non risulta soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4. Pertanto, in relazione a quanto previsto dall'NTC 2018, sono state condotte una serie di analisi puntuali volte a verificare tutte le condizioni predisponenti elencate in precedenza, al fine di determinare la possibile suscettività a liquefazione di tutti i campioni di terreno prelevati durante la campagna di indagini appositamente condotta.

Le fonti bibliografiche a disposizione e lo studio relativo alla sismicità storica e alla pericolosità sismica condotto hanno evidenziato che, nell'area di intervento, si sono verificati diversi terremoti con magnitudo  $M$  superiore a 5 e, in particolare, portano a considerare cautelativamente il valore di magnitudo per le verifiche a liquefazione a 6.

Anche le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, sono risultate essere generalmente superiori al limite definito da normativa, in quanto variabili tra 0.15 e 0.25  $a_g$ . In relazione a quanto detto e considerata la presenza delle condizioni predisponenti espone nel punto 1 dell'NTC 2018, si è quindi proceduto alla verifica dei punti 2, 3 e 4 del paragrafo 7.11.3.4.2, in modo da rispondere puntualmente a tutti i quesiti posti da norma.

Per quanto concerne la falda, i dati piezometrici a disposizione hanno mostrato la presenza di un livello idrico estremamente costante e posto a pochi metri da p.c..

Relativamente alla resistenza penetrometrica dei terreni, le verifiche sono state condotte in relazione alle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio durante le fasi di perforazione. Tali prove hanno evidenziato la presenza di terreni con valori di resistenza penetrometrica normalizzata spesso molto inferiori al limite previsto da normativa, come evidenziato in Tabella 11-3.

Sondaggio	Prova	da m	a m	N1	N2	N3	N1(60)
S9	SPT 1	4,80	5,25	4	5	5	9
S9	SPT 2	10,40	10,85	2	2	2	4
S9	SPT 3	14,50	14,95	3	4	4	6
S9	SPT 4	21,50	21,95	4	5	5	7
S9	SPT 5	25,80	26,25	5	7	7	9
S10	SPT 1	5,20	5,65	5	7	8	14
S10	SPT 2	8,60	9,05	4	7	10	16
S10	SPT 3	13,50	13,95	5	10	14	21
S10	SPT 4	19,60	20,05	6	8	10	14
S10	SPT 5	26,90	27,33	20	36	50	56
S11	SPT 1	5,0	5,45	7	13	19	28
S11	SPT 2	10,0	10,45	7	8	11	14
S11	SPT 3	15,0	15,42	39	43	57	66
S11	SPT 4	19,80	20,21	20	41	59	60
S11	SPT 5	24,50	24,77	47	100	-	56
S11	SPT 6	31,50	31,90	34	43	57	50
S11	SPT 7	36,50	36,90	43	48	52	46
S11	SPT 8	39,80	39,94	50	-	-	-
S12	SPT 1	5,0	5,45	7	9	10	17
S12	SPT 2	10,0	10,45	6	8	8	14
S12	SPT 3	15,0	15,45	6	7	9	13
S12	SPT 4	20,0	20,40	15	19	24	31
S12	SPT 5	25,50	25,93	45	50	50	64
S12	SPT 6	30,0	30,27	37	100	-	-
S12	SPT 7	34,15	34,29	50	-	-	-
S14	SPT 1	5,10	5,55	5	7	11	16
S14	SPT 2	10,50	10,95	4	6	8	13
S14	SPT 3	15,30	15,75	3	4	5	7
S14	SPT 4	20,00	20,45	15	20	22	30
S14	SPT 5	26,00	26,45	20	38	42	51
S15	SPT 1	4,40	4,85	5	2	3	5
S15	SPT 2	9,40	9,85	2	3	3	5
S15	SPT 3	15,20	15,65	3	4	5	7
S15	SPT 4	19,60	20,05	3	4	4	6
S15	SPT 5	22,40	22,85	42	53	47	68
S16	SPT 1	5.50	5.95	2	2	2	4
S16	SPT 2	9.50	9.95	2	2	3	4
S16	SPT 3	15.50	15.95	4	5	6	9
S16	SPT 4	20.10	20.55	5	7	8	11
S16	SPT 5	24.70	25.15	7	14	16	19

**Tabella 11-3 Prove SPT eseguite nell'area di studio.**

I valori di N1(60) >40 colpi, in accordo con il grafico di Sherif & Ishibashi (1978) (Figura 11-6), escludono ad ogni profondità, la possibilità del fenomeno di liquefazione. Come mostrato dal grafico di Figura 11-6, le indagini hanno indagato per lo più terreni liquefacibili e, in minor quantità, terreni potenzialmente liquefacibili.

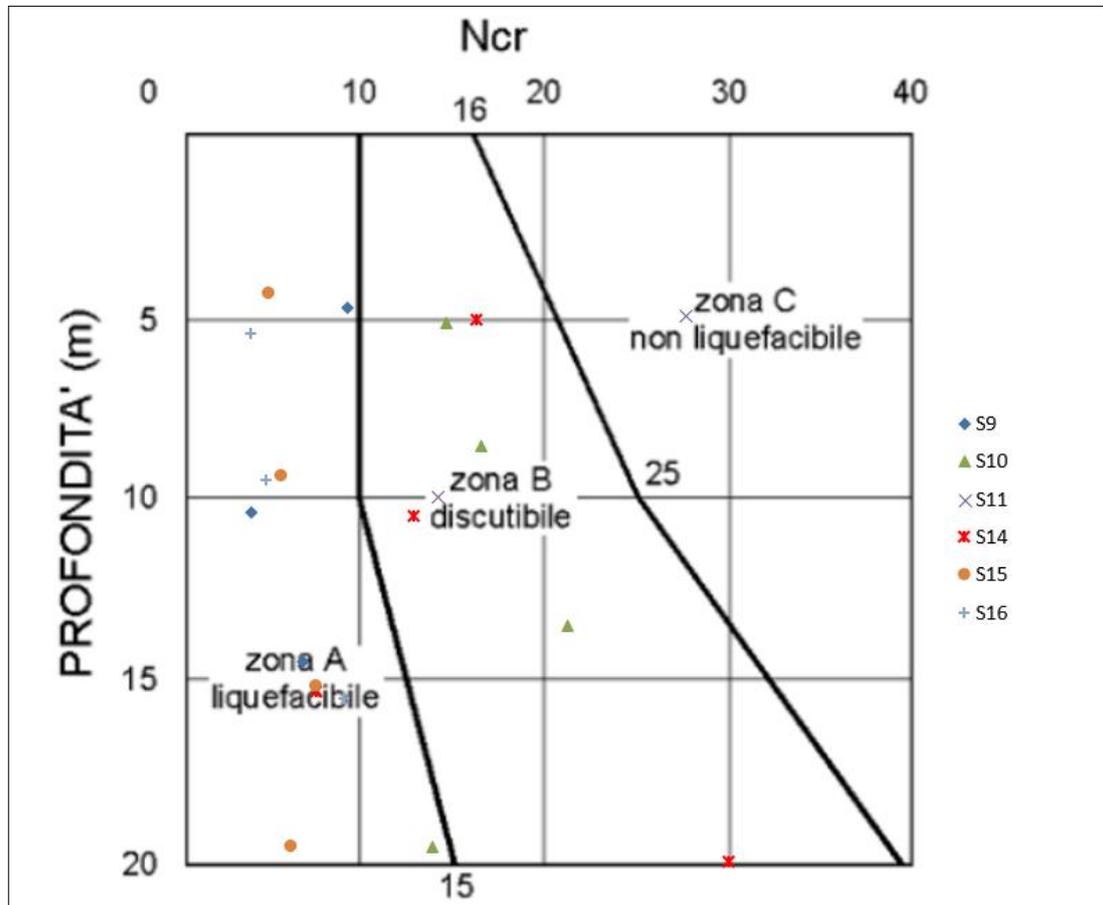


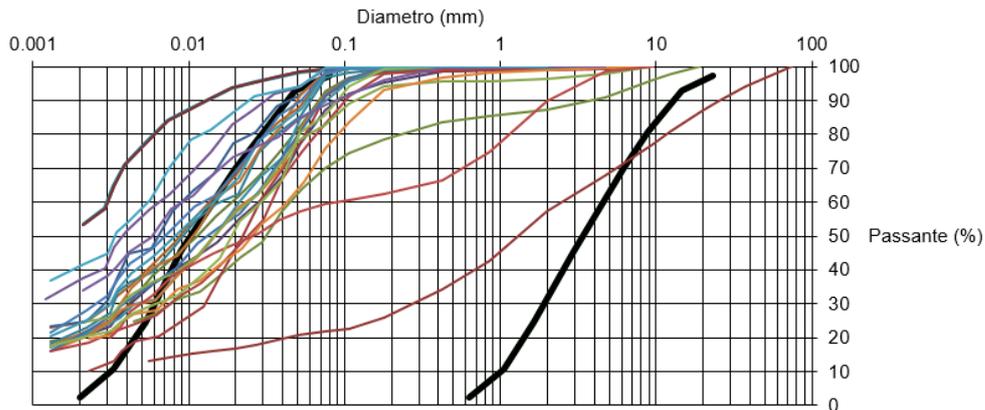
Figura 11-6. Grafico di Sherif & Ishibashi.

Considerata la presenza di tutte le condizioni preliminari precedentemente espone, si è quindi proceduto allo studio delle caratteristiche granulometriche e tessiture dei terreni analizzati secondo il grafico di riportato nel punto 4.

In Figura 11-7 si riportano le curve granulometriche di tutti i campioni raccolti in sede di sondaggio, in Figura 11-8 le curve granulometriche dei soli campioni da Nspt.

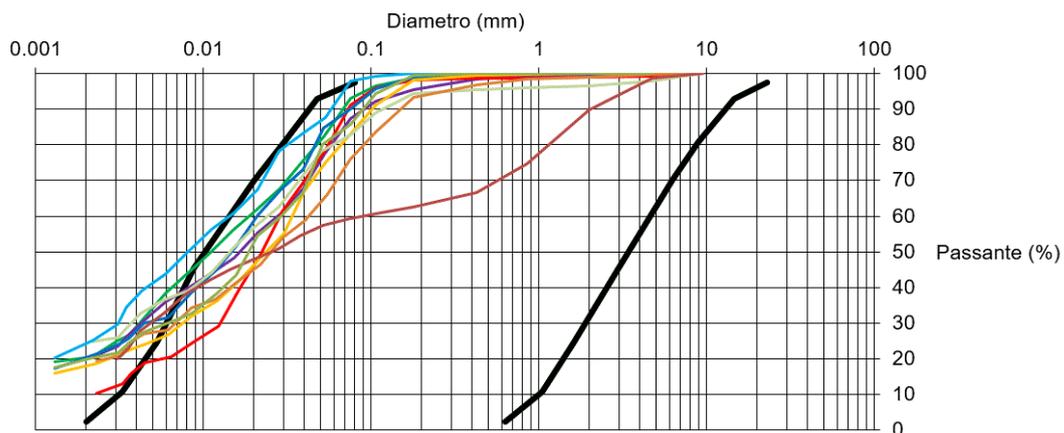
**Uc>3.5**

**A**



**Uc>3.5**

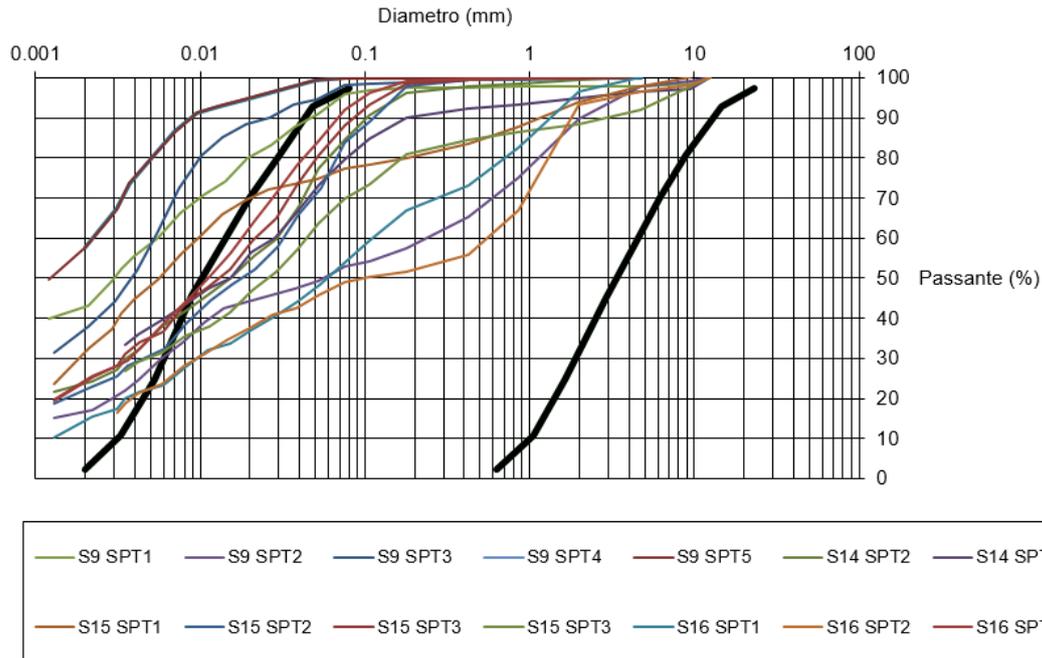
**B**



**Figura 11-7** Curve granulometriche de un campioni testati (a) e dei principali campioni che ricadono all'interno nel fuso (b).

**Uc>3.5**

**A**



**Uc>3.5**

**B**

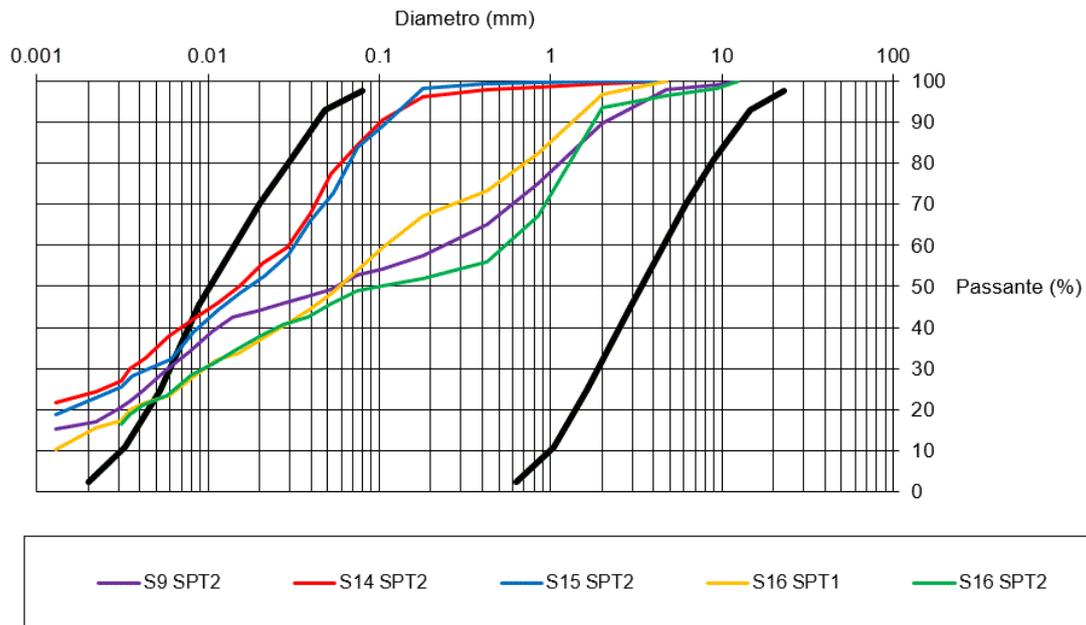


Figura 11-8 Curve granulometriche dei soli campioni da Nspt (a) e dei principali campioni da Nspt che ricadono all'interno nel fuso (b).



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	91 di 127

Come si può notare dal grafico di Figura 11-7 e Figura 11-8, la maggior parte dei campioni presenta una granulometria fine, con percentuali di limo e argilla superiori (diametro in mm < 0.075) all' 80%. I fusi granulometrici di questi campioni sono quindi abbondantemente esterni alle aree ad elevata probabilità di liquefazione. I campioni con percentuali maggiori o prevalenti di frazione grossolana (S10CI1, S10CI2, S12CI1, S12CI2, S14CI1, S14CI2, S15CI1, S15CI2, S16CI1, S9 SPT2, S14 SPT2, S15 SPT2, S16 SPT1 ed S16 SPT2) presentano anch'essi fusi granulometrici che rientrano maggiormente entro i limiti della suscettività alla liquefazione positiva.

Il linea generale quindi lo scenario geologico generale prevede la presenza di orizzonti alluvionali limoso-argillosi e ghiaiosi non suscettibili di possibili fenomeni di liquefazione per via della composizione granulometrica del deposito; e sporadici orizzonti sabbioso-limosi sempre alluvionali con bassa resistenza penetrometrica, che potrebbero essere suscettibili a questo tipo di fenomeno.

Ad ogni modo dovranno essere condotte specifiche analisi geotecniche (cod. elab. IA4S02D29GEGE0006001.B) al fine di definire in maniera quantitativa i possibili effetti di eventuali fenomeni di liquefazione sulle opere in progetto.



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	92 di 127

## 12 DESCRIZIONE DEI SETTORI D'INTERVENTO

Le analisi condotte e le ricostruzioni degli assetti geologico-strutturali riportati in carta hanno permesso di definire, in maniera commisurata al grado di approfondimento del progetto in corso, il contesto geologico di riferimento e tutti gli elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Nelle pagine che seguono viene quindi analizzato l'intero settore di intervento, opportunamente suddiviso in tratti omogenei relativi alle differenti opere in esame. Per ogni singolo tratto, in particolare, vengono descritte tutte le principali caratteristiche geologiche s.l. e gli aspetti più salienti ai fini progettuali.

Nel seguito, si fa quindi esplicito riferimento a quanto riportato nelle apposite cartografie tematiche ed al profilo longitudinale ricostruito lungo l'asse del tracciato ferroviario. In particolare, per quanto concerne le unità geologiche presenti nei vari settori di interesse, si riportano direttamente i nomi e le sigle contenute nelle diverse cartografie geologiche realizzate a corredo della presente relazione. Infine, per quanto riguarda gli spessori e l'assetto delle singole unità litostratigrafiche, si fa riferimento ai dati contenuti negli studi bibliografici a disposizione e alle risultanze delle diverse indagini geognostiche appositamente realizzate lungo il tracciato in esame nel corso delle diverse campagne di indagine esplicate.

Di seguito vengono descritti da Nord-Est a Sud-Ovest, i diversi tratti relativi al progetto definitivo del tracciato ferroviario in questione, opportunamente distinti in funzione della tipologia di opere in progetto e delle principali caratteristiche geologiche dell'area.

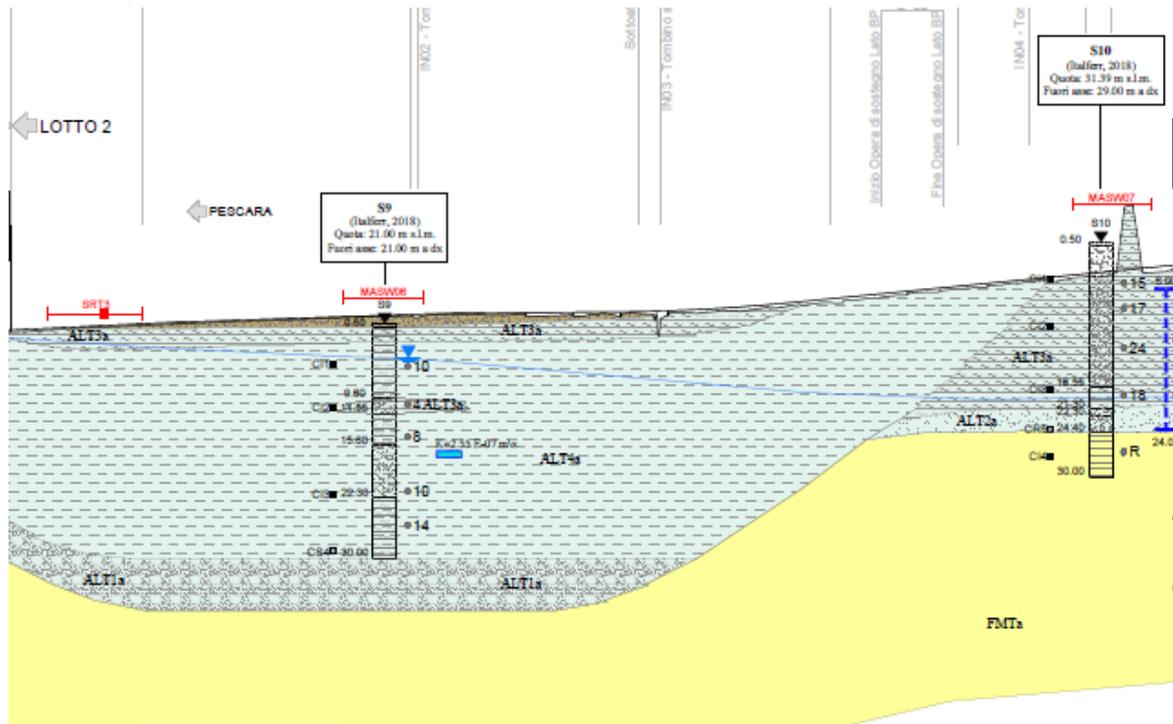
Questo lotto si colloca nei settori nord-orientale dell'area di studio e si estende tra le chilometriche di progetto 6+500 e 12+200, per una lunghezza complessiva di 5,700 km. Il lotto 2 è posto in uscita della stazione di PM di San Giovanni Teatino fino a Chieti Stazione.

### 12.1 Tratto compreso tra il km 6+500 +e il km 7+782

Il primo tratto del tracciato del lotto 2 si imposta su litologie riconducibili ai depositi alluvionali terrazzati (**ALT**), qui costituiti da terreni limoso-argillosi (**ALT4a**) con diffuse intercalazioni limo-sabbiosi e alla base (vedi sondaggio S9), si ipotizza, la presenza di uno strato (max 2 metri di spessore) ghiaioso-sabbioso. Tali depositi presentano spessori prossimi ai 32/33m e poggiano sui termini litologici delle sottostanti Argille grigie azzurre del substrato (**FMTa**).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da evidenziare elementi di particolare rilevanza ai fini progettuali, mentre dal punto di vista idrogeologico si riscontrano una falda da quota bocca foro a circa 1,5 metri di profondità.

Il primo chilometro si può affermare che ricalca le caratteristiche del lotto 1.



**Figura 12-1 Stralcio del profilo geologico del tratto descritto.**

## 12.2 Tratto compreso tra il 7+782 km e il km 9+780

Il tracciato attraversa, per buona parte del suo sviluppo, i termini litologici dei depositi alluvionali terrazzati (ALT), qui costituiti da terreni limoso-sabbiosi (ALT3a, ALT3b) e alla base caratterizzati da uno strato (max 2/3 metri di spessore) ghiaioso-sabbioso e sabbia-ghiaiose. Si sottolinea, che nel seguente tratto la componente sabbiosa prevale su quella argillosa. Tali depositi presentano spessori di circa 24 m e poggiano, praticamente ovunque, sui termini litologici delle sottostanti Argille grigie azzurre del substrato (FMTa). In prossimità della stazione idroelettrica, il terrazzo è stato associato, per un fatto di quote più alte, al terrazzo riferibile al "Subsistema Vallemare" (ALT3b), come d'altronde viene riportato in bibliografia (ISPRA, 2010a, Urbano, 2017).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da evidenziare elementi di particolare rilevanza ai fini progettuali, il tracciato lambisce una scarpata fluviale inattiva. Mentre dal punto di vista idrogeologico si riscontrano una falda da quota bocca foro a circa 16/19 metri di profondità, l'approfondimento della quota piezometrica è legata all'avvicinamento del terrazzo al F. Pescara.

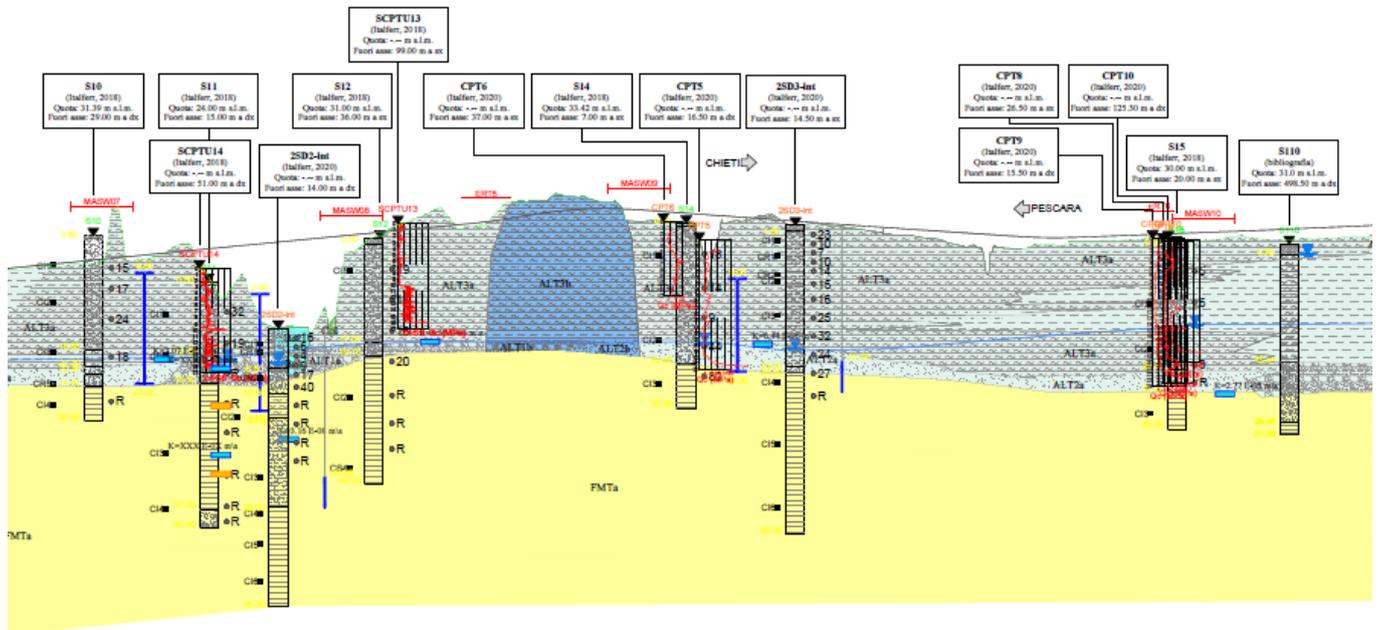


Figura 12-2 Stralcio del profilo geologico del tratto descritto.

### 12.3 Tratto compreso tra il km 9+600 e il km 12+200

Nel seguente tratto è presente, tra il km 10+633,417 ed il km 10+883,767, è presente la fermata Madonne delle Piane.

L'area è caratterizzata principalmente da terreni riconducibili a depositi alluvionali terrazzati limoso-argillosi (**ALT4a**) con diffuse intercalazioni limo-sabbiosi (**ALT1b**), come evidenzia il sondaggio S16. Alla base dei materiali più fini si riscontra, uno strato (max 4 metri di spessore) ghiaioso-sabbioso. Complessivamente, tali depositi presentano spessori di circa 35.0 m e poggiano sui termini litologici delle sottostanti Argille grigie azzurre (**FMTa**).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da evidenziare elementi di particolare rilevanza ai fini progettuali, mentre dal punto di vista idrogeologico si riscontrano una falda da quota bocca foro oscilla tra 11 e 16 metri di profondità, nella zona in cui i terrazzi fluviali si avvicinano al F. Pescara; nella tratta terminale la quota piezometrica arriva a circa 6/7 metri in prossimità come si registra nel sondaggi prossimo alla stazione di Chieti.

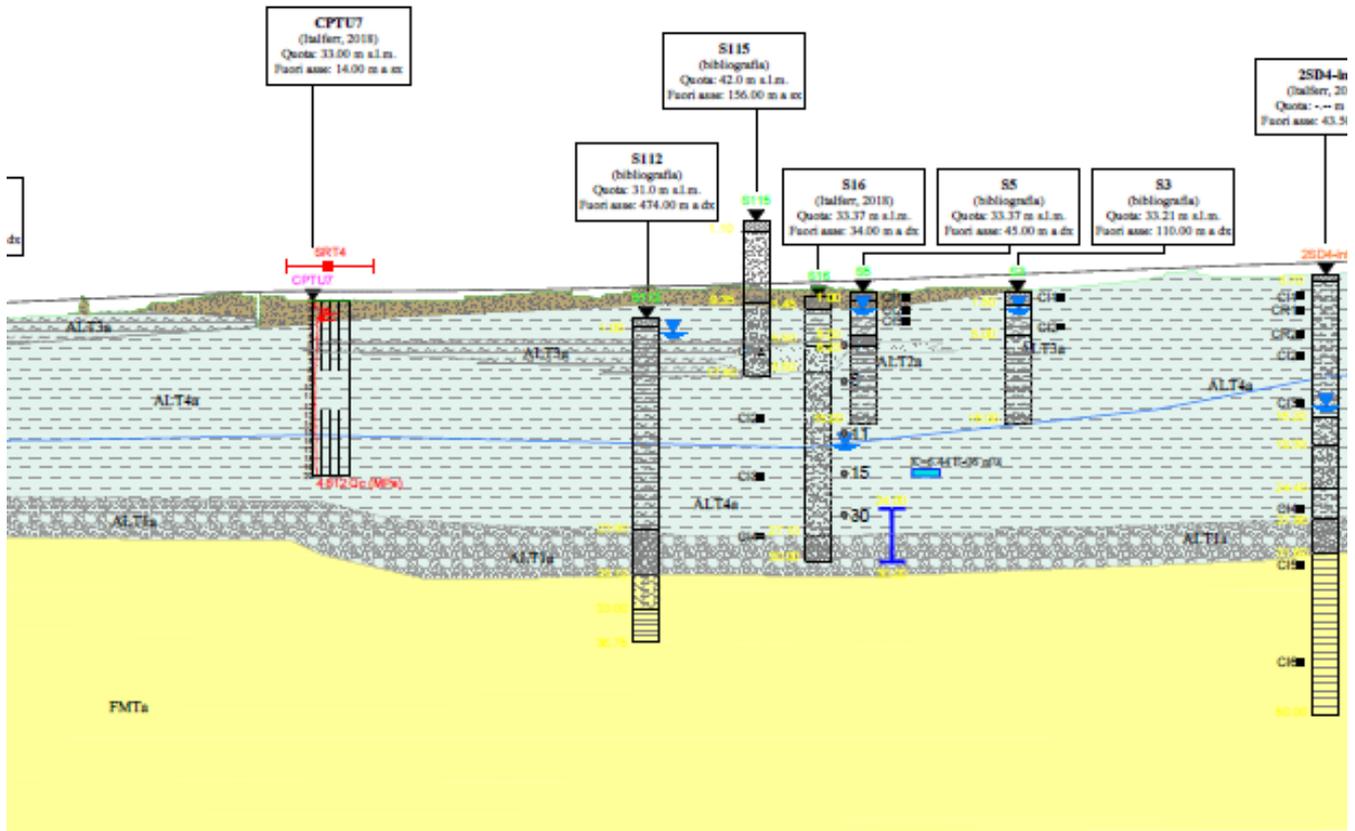


Figura 12-3 Stralcio del profilo geologico del tratto descritto.

### 13 CONCLUSIONI

Dopo aver preso visione del materiale bibliografico disponibile presso Enti sia Pubblici che Privati, effettuato il sopralluogo e le relative indagini per lo studio geologico, geomorfologico e idrogeologico finalizzato per la progettazione della “Velocizzazione della Linea Roma-Pescara – Raddoppio Pescara Porta Nuova – Chieti – Raddoppio PM San Giovanni Teatino – Chieti (Lotto 2)”, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- dal punto di vista **geologico**, nell'area affiorano i depositi continentali quaternari rappresentati da coltri eluvio-colluviali, costituiti da terriccio bruno-rossastro di natura limoso-sabbiosa e depositi di riporto antropico. Le litologie che principalmente interesseranno le opere sono limi-argillosi di colore dal grigio al marrone, con intercalazioni di livelli limosi-sabbiosi, alla base caratterizzato da uno strato sabbioso-ghiaioso, tali litologie sono riconducibili in letteratura principalmente ai depositi Quaternari del Sintema Valle Maielama - Subsistema di Chieti Scalo. Alla base dei depositi Quaternari si intercettano la presenza dei depositi argilloso - marnosi di colore grigia della successione marina plio-pleistocenica appartenenti alla “Formazione di Mutignano”;
- dal punto di vista **geomorfologico**, l'area è ubicata su un terrazzo alluvionale in destra idrografica del fondovalle del Fiume Pescara. Dai sopralluoghi effettuati non si evidenziano forme e processi legati alla gravità lungo il tracciato e particolari forme legate all'azione delle acque meteoriche;
- dal punto di vista **idrogeologico**, nella zona in esame è stata rilevata il livello di falda durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici ad una profondità di circa 13/18 metri, le misure sono proseguite durante i mesi di progettazione e le misure riportano una falda stazionaria, infine si evidenzia che le attività di monitoraggio piezometrico risultano ad oggi ancora in corso e che queste si protrarranno, con cadenza periodiche da valutare in corso d'opera sulla base delle risultanze che emergeranno progressivamente dalle attività di monitoraggio e/o dalla frequenza degli eventi meteorici significativi;
- dal punto di vista **geologico-tecnico**, le informazioni riguardanti le caratteristiche stratigrafiche dei terreni sono state raccolte dall'indagini geognostiche. Si hanno terreni che con l'aumentare della profondità dal piano campagna migliorano le loro caratteristiche, ovvero risultano più coese; in particolare, gli orizzonti limosi-argillosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane dei suddetti terreni sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile, ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica, legata dal grosso contenuto di materiale organico presente;
- dal punto di vista **vincolistico** (P.A.I. e Vincolo idrogeologico) il tracciato ricade fuori da ogni vincolo; quindi non richiede nessuno studio di compatibilità geomorfologica per il P.A.I. come viene indicato nell'art 10 delle Norme Tecniche di Attuazione;
- dall'analisi di banche dati nazionali (IFFI) non risulta esserci nessun dissesto lungo linea;
- dal punto di vista della **classificazione sismica**, secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 (con successive modifiche ed integrazioni): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, il Comune di Chieti è classificato come Zona Sismica 2;
- dal punto di vista della **caratterizzazione sismica**, il sito è stato caratterizzato attraverso indagine sismiche di tipo MASW ed è risultato, secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, ascrivibile alla categoria di



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 2: PM SAN GIOVANNI TEATINO - CHIETI  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED  
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	02	D69RG	GE 00 01 001	B	97 di 127

suolo tipo C. Per quanto riguarda le condizioni topografiche, l'area di studio rientra nella categoria T1. La magnitudo di riferimento per la verifica a liquefazione è pari a 6.

Dallo studio è emerso dunque la fattibilità dell'intervento nell'area, con l'assenza di pericolosità geologiche e geomorfologiche ad eccezione di quella idrogeologica e sismica che, seppur di entità non troppo elevata, dovrà essere debitamente mitigata tenendone in considerazione la falda e cedimenti attesi in caso di liquefazione (sulla base del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni).

## 14 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alvarez W. (1999) - *Drainage on evolving fold-thrust belts: a study of transverse canyons in the Apennines*. Basin Research, 11: 267-284
- Ascione A. & Cinque A. (1999) - *Tectonics and erosion in the long term relief History of the Southern Apennines (Italy)*. Zeitschrift für Geomorphologie. N.F., 118: 1-16.
- Aucelli P.P.C., Roskopf C. (2000) - *Last Century valley floor modifications of the Trigno river (S. Italy): A preliminary report*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria 23: 105-115.
- Autorità dei Bacini Regionali (2010) - *Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro*. Regione Abruzzo - direzione territorio urbanistica, beni ambientali, parchi, politiche e gestione dei bacini idrografici - servizio gestione e tutela della risorsa suolo.
- Bally A.W., Burbi L., Cooper C. & Ghelardoni R. (1986) - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the central Apennines*. Mem. soc. geol. It., 35, 257-310.
- Beltrando M., Peccerillo A., Mattei M., Conticelli S. & Doglioni, C. (2010) - *The Geology of Italy: tectonics and life along plate margins*. Journal of the Virtual Explorer, 36, ISSN 1441-8142.
- Ben-Avraham Z., Boccaletti M., Cello G., Grasso M., Lentini F., Torelli L. & Tortorici L. (1990) - *Principali domini strutturali originatisi della collisione Neogenico-Quaternaria nel Mediterraneo centrale*. Memorie Società Geologica Italiana, 45: 453-462.
- Bigi S., Cantalamessa G., Centamore E., Didaskalu P., Dramis F., Farabollini P., Genitli B., Invernizi C., Micarelli A., Nisio S., Pambianchi G. & Potetti M. (1995) - *La fascia periadriatica marchigiano-abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica*. In: Studi Geologici Camerti, volume speciale I: 37-49, Camerino.
- Bigi S., Centamore E. & Nisio S. (1997) - *Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il pleistocene*. Studi Geologici Camerti, XIV: 193-200.
- Bigi S., Cosentino D., Parotto M., Sartori R., Scandone P. (1992) - *Structural model of Italy. Scale 1:500000*. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica: 114.
- Boccaletti M., Calamita F., Centamore E., Chiocchini U., Deiana G., Micarelli A., Moratti G., Potetti M. (1986) - *Evoluzione dell'Appennino tosco-umbro-marchigiano durante il Neogene*. Giornale di Geologia, 48(1-2), 227-233, Bologna.
- Boccaletti M., Ciaranfi N., Cosentino D., Deiana G., Gelati R., Lentini F., Massari F., Moratti G., Pescatore T., Ricci Lucchi F., Tortorici L. (1990) - *Palinspastic restoration and paleogeographic reconstruction of the peri-Tyrrhenian area during the Neogene*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 77: 41-50.
- Bolis G., Carruba S., Casnedi R., Perotti C.R., Ravaglia A., Tornaghi M. (2003) - *Compressional tectonics overprinting extensional structures in the Abruzzo Periadriatic Foredeep (Central Italy) during Pliocene times*. Boll. Soc. Geol. It., 122: 251-266, Roma.

- Bosi C., Galadini F. & Messina P. (1993) - *Neotectonic significance of bedrock fault scarps: case studies from the Lazio-Abruzzi Apennines (Central Italy)*. Zeitschrift für Geomorphologie N.E., 94: 187-206.
- Bozzano F., Mazzanti P., Perissin D., Rocca A., De Pari P. & Discenza M.E. (2017) - *Basin scale assessment of landslides geomorphological setting by advanced InSAR analysis*. Remote Sensing 9 (3):267 doi:10.3390/rs9030267.
- Calamita F., Deiana G., Invernizzi C. & Pizzi A. (1991) – *Tettonica*. Da “L’ambiente fisico delle Marche”, Regione Marche, Assessorato urbanistica. Ed. S.E.L.C.A., pp. 69 - 79
- Calamita F., Pizzi A., Scisciani V., De Girolamo C., Coltorti M., Pierruccini P. & Turco E. (2000) - *Caratterizzazione delle faglie quaternarie nella dorsale appenninica umbro-marchigiano-abruzzese*. In: F. Galadini, C. Meletti, A. Rebez (a cura di) "Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999). CNR - Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 157-169.
- Calamita F., Scisciani V., Montefalcone R., Paltrinieri W. & Pizzi A. (2002) - *L’ereditarietà del paleomargine dell’Adria nella geometria del sistema orogenico centro-appenninico: l’area abruzzese esterna*. Memorie Società Geologica Italiana, 57 (1): 355 – 368.
- Calamita F., Satolli S., Scisciani V., Esestime P., Pace P., (2011) - *Contrasting styles of fault reactivation in curved orogenic belts: Examples from the Central Apennines (Italy)*. Geological Society of America Bulletin 123(5): 1097–1111.
- Cantalamessa G. & Di Gelma C. (2004) – *Sequence response to syndepositional regional uplift: insights from high-resolution sequence stratigraphy of late Early Pleistocene strata, Periadriatic Basin, central Italy*. Sedimentary Geology, 164 (3-4): 283-309.
- Carminati E., Doglioni C. & Scrocca D. (2004) - *Alps Vs Apennines*. Volume Speciale Società Geologica Italiana for the IGC 32 Florence-2004, 141–151.
- Castiglioni B. (1935) - *Ricerche morfologiche nei terreni pliocenici dell’Italia centrale*. Pubblicazioni dell’Istituto di Geografia della R. Università di Roma, serie A, n°4, 1-81, Roma.
- Cavinato G.P., Cosentino D., Funicello R., Parotto M., Salvini F. & Tozzi M. (1994) - *Constraints and new problems for geodynamical modelling of Central Italy (CROP 11 Civitavecchia-Vasto deep seismic line)*. Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata, 36.
- Cavinato G.P., Carusi C., Dall’Asta M., Miccadei E. & Piacentini T. (2002) - *Sedimentary and tectonic evolution of Plio-Pleistocene alluvial and lacustrine deposits of Fucino Basin (Central Italy)*. Sedimentary Geology, 148: 29-59, Elsevier Science, B.V., Amsterdam.
- Centamore E. & Nisio S. (2003) - *Effects of uplift and tilting in the Central-Northern Apennines (Italy)*. In: Bartolini C. (ed.): Uplift and erosion: driving processes and resulting landforms, International workshop, Siena, September 20 - 21, 2001. Quaternary International, 101-102C: 93-101.
- Centamore E., Nisio S., Prestinzi A & Scarascia Mugnozza G. (1997) - *Evoluzione morfodinamica e fenomeni franosi nel settore periadriatico dell’Abruzzo settentrionale*. Studi Geologici Camerti, XIV: 9-27.

- Centamore E., Cantalamessa G., Micarelli A., Potetti M., Berti D., Bigi S., Morelli C. & Ridolfi M. (1992) - *Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle zone limitrofe*. In - Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia -Vasto. a cura di Tozzi M., Cavinato G.P., Parotto M., Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991/2: 125-131, Camerino.
- Cinque A., Liccardo C., Palma B., Pappalardo L., Roskopf C. & Sepe C. (1990) - *Le tracce glaciali nel Parco Nazionale D'Abruzzo (Appennino centrale): nota preliminare*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 13: 121-133, 8 fig., 1 tav., Torino.
- Cipollari P., Cosentino D. & Parotto M. (1997) - *Modello cinematico -strutturale dell'Italia centrale*. Studi Geologici Camerti, vol. spe. 1995/2: 135-144, Camerino.
- Coltorti M., Farabollini P., Gentili B. & Pambianchi G. (1996) - *Geomorphological evidence for anti- Apennine faults in the Umbro-Marchean Apennines and in the peri-Adriatic basin, Italy*. Geomorphology, 15: 33-45.
- Cosentino D. & Parotto M. (1991) - *La struttura a falde della Sabina (Appennino centrale)*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. Crop11, 381-387.
- Crescenti U., D' Amato C., Balduzzi A., Tonna M. (1980) - *Il Plio-Pleistocene del sottosuolo abruzzese-marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara*. Geol. Romana, 19, 63-84.
- D'Agostino N., Jackson J.A., Dramis F. & Funicello R. (2001) - *Interactions between mantle upwelling, drainage evolution and active normal faulting: an example from the central Apennines (Italy)*. Geophysical Journal International, 147: 475-497.
- D'Alessandro L., Miccadei E. & Piacentini T. (2008) - *Morphotectonic study of the lower Sangro River valley (Abruzzi, Central Italy)*. Geomorphology, 102: 145-158. DOI: 10.1016/j.geomorph.2007.06.019.
- D'Alessandro L., Miccadei E. & Piacentini T. (2003) - *Morphostructural elements of central-eastern Abruzzi contributions to the study of the role of tectonics on the morphogenesis of the Apennine chain*. In- "Uplift and erosion- driving processes and resulting landforms". Quaternary International, 101-102: 115-124, Elsevier Science Ltd and INQUA, Oxford U.K.
- D'Alessandro L., Del Sordo L., Buccolini M., Miccadei E., Urbani A. (2007) - *Rapporto sulle frane in Italia*. Il Progetto IFFI. Risultati, elaborazioni, e rapporti regionali. Regione Abruzzo (Cap.18). Rapporti APAT 78/2007, 464 - 497.
- Damiani A.V. & Pannuzi L. (1987) - *La glaciazione pleistocenica nell'Appennino laziale-abruzzese IV nota: i ghiacciai del gruppo montuoso della Genzana (Scanno-Sulmona) e considerazioni neotettoniche*. Bollettino Servizio Geologico Italiano, 105: 97-136, Roma.
- Della Seta M., Del Monte M., Fredi P., Miccadei E., Nesci O., Pambianchi G., Piacentini T. & Troiani F. (2008) - *Morphotectonic evolution of the Adriatic piedmont of the Apennines: an advancement in the knowledge of the Marche-Abruzzo border area*. In: P. G. Silva, F.A. Audemard and A. E. Mather Eds. "Impact of active tectonics and uplift on fluvial landscapes and drainage development". Geomorphology, 102: 119-129, Elsevier B.V.

- Demangeot, J. (1965) - *Geomorphologie des Abruzzes Adriatiques. Centre de Reserches et Documentation Cartographiques et Geographiques. Memoires et Documentes.* 1-403.
- Desiderio G., Ferracuti L., Rusi S. (2007) - *Structural-Stratigraphic Setting of Middle Adriatic Alluvial Plains and its Control on Quantitative and Qualitative Groundwater Circulation.* Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia. 2007.
- Desiderio G., Nanni T., Rusi S. (2001) - *La Pianura alluvionale del Fiume Pescara (Abruzzo): idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero.* Mem. Soc. Geol. It., 56, 197-212, Roma.
- Doglioni C., Moretti I., Roure F. (1991) - *Basal lithospheric detachment, eastward mantle flow and Mediterranean geodynamics: a discussion.* Journal of Geodynamics 13: 47-65.
- Donzelli G. (1968) – *Studio geologico della Majella.* In: Studio della Majella, Un. G. D'Annunzio, Dipartimento di Scienze della Terra (Ed.) 1997, 49 pp.
- Dramis F. (1992) - *Il ruolo dei sollevamenti tettonici a largo raggio nella genesi del rilievo appenninico.* Studi Geologici Camerti, Volume Speciale, 1992/1: 9-15.
- Farabollini P., Miccadei E., Pambianchi G. & Piacentini T. (2004) - *Drainage basins analysis (forms and deposits) and quaternary tectonics in the adriatic slope of Central Apennines (Central Italy).* 32 Int. Geol. Congress, Firenze 20-28 August 2004, Session G16.03 (246) Morphotectonics.
- Farabollini P. (1995) - *Evoluzione geomorfologica quaternaria della fascia periadriaca tra Ancona e Vasto.* Tesi di dottorato inedita, Università di Perugia.
- Frepoli A. & Amato A. (1997) - *Contemporaneous extension and compression in the northern Apennines from earthquake fault-plane solutions.* Geophys. J. Int., 129, 368-388.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (2002) – *Normal faulting, extension and uplift in the outer thrust belt of central Apennines (Italy): role of the Caramanico Terme fault.* Basin Research, 14,225-236 pp.
- Giraudi C. (1988) - *Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo), negli ultimi 30000 anni.* Il Quaternario, 1(2): 31-59, Verona.
- Giraudi C. (1998) - *Alcuni dati per l'inquadramento cronologico delle fasi glaciali tardo-pleistoceniche dei Monti Greco e Serra Chiarano (Abruzzo, Italia centrale).* Il Quaternario, 11 (1): 115-120.
- Guzzetti F. & Reichenbach P. (1994) - *Towards the definition of topographic divisions of Italy.* Geomorphology, 11: 57-74. DOI: 10.1016/0169-555X(94)90042-6
- ISPRA (2010a) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 351 "Pescara". Servizio Geologico d'Italia, Roma. Estratto da [http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/351\\_PESCARA/Foglio.html](http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/351_PESCARA/Foglio.html)
- ISPRA (2010b) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 351 "Pescara". Servizio Geologico d'Italia, Roma. Estratto da [http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/351\\_PESCARA/Foglio.html](http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/351_PESCARA/Foglio.html)
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016) - *DBMI15, the 2015 version of the Italian*

*Macroseismic Database.* Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.

- Lipparini T. (1939) - *I terrazzi fluviali delle Marche*. Giornale di Geologia, serie II, 13: 5-22.
- Manzo C. (2008) – *Riduzione del trasporto solido fluviale e modificazioni della linea di riva tra le foci del Vomano e del Pescara: trend storico recente*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences 21(1B), 2008 - 193-206.
- Meletti C. & Valensise G. (2004) - *Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20/03/2003 n.3274) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Zonazione sismogenetica ZS9, App.2 al Rapporto Conclusivo*.
- Mayer L. Menichetti M., Nesci O., Savelli D. (2003) - *Morphotectonic approach to the drainage analysis in the North Marche region, central Italy*. In: Bartolini C. (ed.) Uplift and erosion: driving processes and resulting landforms. International workshop, Siena, September 20 - 21, 2001. Quaternary International, 101-102C: 157-167.
- Mazzanti R. & Trevisan L. (1978) - *Evoluzione della rete idrografica nell'Appennino centro-settentrionale*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 1: 55-62.
- Miccadei E., Mascioli F., Piacentini T. & Ricci F. (2011a) – *Geomorphological features of coastal dunes along the Central Adriatic Coast (Abruzzo, Italy)*. Journal of Coastal Research, 27 (6): 1122-1136. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Miccadei E., Piacentini T., Marsala V. & Esposito G. (2011b) - *Il dissesto geomorfologico indotto dalle precipitazioni negli eventi meteorici critici degli ultimi dieci anni in Abruzzo (Italia Centrale)*. Geologia tecnica e ambientale, 1-2011: 44-65.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986) - *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 35(1), 177-202.
- Nanni T., Desiderio G., Folchi Vici C., Petitta M., Ruggieri G., Rusi S., Tallini M., Vivalda P.M. (2011) - *Schema Idrogeologico dell'Italia centro-adriatica. (Ed. T. Nanni) Scala 1:250.000*. ISBN 9788890652912
- Nisio S. (1997) - *Evoluzione geologica e morfotettonica dell'area compresa tra il Gran Sasso ed il Mare Adriatico*. Geol. Romana, 33, 13-27, Roma.
- Ori G.G., Serafini G., Visentin F., Ricci Lucchi F., Casnedi R., Colalongo M.L. & Mosna S. (1991) - *The pliocene-pleistocene Adriatic foredeep (Marche and Abruzzo, Italy): an integrated approach to surface and subsurface geology*. In: Third Conference of the European Association of Petroleum Geology, May 1991, Adriatic Foredeep Field Trip Guide Book, 85 pp., Florence, Italy.
- PAI (2005) – *Carta geomorfologica in scala 1:25.000, Quadrante 351E. Autorità dei bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro: Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro. (L.R. 18.05 1989 n.81 e L. 24.08.2001)*

- PAI (2010) – Carta della pericolosità in scala 1:25.000, Quadrante 351E. *Autorità dei bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro: Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro.* (L.R. 18.05 1989 n.81 e L. 24.08.2001)
- Parea G.C., (1978) - *Trasporto dei Sedimenti ed Erosione Costiera lungo il Litorale fra il Tronto ed il Fortore (Adriatico Centrale).* Memorie della Società Geologica Italiana 19: 361-367.
- Parlagreco L., Mascioli F., Miccadei E., Antonioli F., Gianolla D., Devoti S., Leoni G. & Silenzi S. (2011) - *New data on Holocene relative sea level along the Abruzzo coast (central Adriatic, Italy).* Quaternary International, 232, 179-186, Elsevier B.V.
- Parotto M. & Praturlon A. (1975) - *Geological summary of the Central Apennines.* Quad. De "La ricerca Scientifica", 90: 257-311. C.N.R., Roma.
- Parotto M. & Praturlon A. (2004) - *The southern Apennine arc.* In: Geology of Italy. Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence, 53-58.
- Patacca E. & Scandone P., (1989) - *Post-Tortonian mountain building in the Apennines, the role of the passive sinking of a relic lithospheric slab.* In: *The Lithosphere in Italy - Advances in Earth Science Research.* Atti dei convegni Lincei 80: 157-176.
- Patacca E. & Scandone P. (2004) - *The 1627 Gargano earthquake (Southern Italy): Identification and characterization of the causative fault.* Journal of Seismology 8: 259-273.
- Patacca E. & Scandone P. (2007) - *Geology of the Southern Apennines.* Bollettino della Società Geologica Italiana vol. spec. 7: 75-119.
- Piacentini T. & Miccadei E. (2014) - *The role of drainage systems and intermontane basins in the Quaternary landscape of the Central Apennines chain (Italy).* Rend. Fis. Acc. Lincei (2014) 25 (Suppl 2):S139-S150. DOI 10.1007/s12210-014-0312-2
- Piacenti T., Urbano T. Sciarra M., Schipani I. & Miccadei E. (2016) - *Geomorphology of the floodplain at the confluence of the Aventino and Sangro rivers (Abruzzo, Central Italy).* Journal of Maps, 12, 3, 443-461. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2015.1036139>
- Piacentini T., Sciarra M., Miccadei E. & Urbano T. (2015) - *Near-surface deposits and hillslope evolution of the Adriatic piediment of the Central Apennines (Feltrino Stream basin and minor coastal basins, Abruzzo, Italy).* Journal of Maps, 11, 2, 299-313. DOI: 10.1080/17445647.2014.949884.
- Piano Tutela delle Acque (2010a) - *Carta dei Complessi Idrogeologici* (Elaborato 1-4). Elaborati di Piano adottati con DGR 614/2010. REGIONE ABRUZZO - SERVIZIO ACQUE E DEMANIO IDRICO. <http://www2.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/index.asp?modello=elaboratiPiano&servizio=lista&stileDiv=elaboratiPiano>
- Piano Tutela delle Acque (2010b) - *Carta della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento degli acquiferi* (Elaborato 5-4). Elaborati di Piano adottati con DGR 614/2010. REGIONE ABRUZZO - SERVIZIO ACQUE E DEMANIO IDRICO. <http://www2.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacque/index.asp?modello=elaboratiPiano&servizio=lista&stileDiv=elaboratiPiano>

- Pizzi A. (2003) - *Plio-Quaternary uplift rates in the outer zone of the Central Apennine fold-and-thrust-belt, Italy*. *Quaternary International*, 101-102: 229-237.
- Pizzi A. & Scisciani V. (2000) - *Methods for determining the Pleistocene Holocene component of displacement on active faults reactivating pre Quaternary structures. Examples from the Central Apennines*. *Journal Geodynamics*, 29: 445-457.
- Riga G. (2007) – *La liquefazione dei terreni: Analisi - Valutazione - Calcolo. Manuale pratico alla luce delle nuove norme tecniche per le costruzioni*. Dario Flaccovio Editore.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2016) - *CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.
- Sciarra M., Coco L., Urbano L. (2017) - *Assessment and validation of GIS-based landslide susceptibility maps: a case study from Feltrino stream basin (Central Italy)*. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 76:437–456. DOI 10.1007/s10064-016-0954-7.
- Sciarra M. (2016) - *Analisi della suscettività da frana nella fascia pedemontana-collinare e costiera abruzzese*. Università “G. D’Annunzio” Chieti-Pescara, Scuola Superiore “G. D’Annunzio”. Dipartimento di Ingegneria e Geologia –Settore Scientifico Disciplinare GEO/04. Coordinatore Prof.sa Ing. N. Sciarra, Tutor Dott. T. Piacentini. Dottorato di Ricerca in “Progettazione ed Ingegneria del Sottosuolo e dell’Ambiente del Costruito”, Curriculum Engineering Geology and Environment – XXVIII Ciclo (2013-2015).
- Scisciani V., Bigi S., Rusciadelli G., Calamita F. & Paltrinieri W. (2000) - *The influence of syn-orogenic normal faults on Pliocene thrust system development: the Maiella structure (Central Apennines, Italy)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 55: 193-204, Roma.
- Scurti E. “collaboratori Di Paolo C., De Angelis D, Germani G.” (2015) – *Studio di Microzonazione sismica di I livello (MZS1) del Comune di Pescara: relazione illustrativa e relative carte in scala 1:5.000*. Regione Abruzzo e Protezione Civile Regionale. Elaborati redatti ai sensi e per le finalità di cui all’art.5 e all’art.19, comma 5 della Legge Regionale 11 agosto 2011, n. 28 (Legge Antisismica Regionale). Attestato di Validazione regionale il 4 agosto 2015.
- SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA - SGI (1963) - *Foglio 141 Pescara della Carta Geologica d’Italia al 1:100.000 e relative note illustrative*. Rilevato da A. Alberti, T. Lipparini, G. Stampanoni, A. Zappelli. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA - SGI (1970) - *Foglio 147 Lanciano della Carta Geologica d’Italia al 1:100.000 e relative note illustrative*. Rilevato da V. Catenacci, E. Davico & F. Casella. Roma.
- Sonmez H. (2003) - *Modification to the liquefaction potential index and liquefaction susceptibility mapping for a liquefaction-prone area (Inegol-Turkey)*. *Environ. Geology* 44(7), pp. 862–871.
- Surian N., Rinaldi M., (2003) - *Morphological response to river engineering and management on alluvial channels in Italy*. *Geomorphology* 50: 307-326.
- Urbano T. (2014-2016) - *Analisi morfotettonica del Bacino del Fiume Pescara*. Università “G. D’Annunzio” Chieti-Pescara, Scuola Superiore “G. D’Annunzio”. Dipartimento di Ingegneria e Geologia –

Settore Scientifico Disciplinare GEO/04. Coordinatore Prof.sa I. Raffi, Tutor Dott. T. Piacentini. Dottorato di Ricerca in Architettura, Geologia, Ingegneria Civile, Curriculum Scienze della Terra e dei Pianeti – XXIX Ciclo.

- Urbano T., Piacentini T. & Buccolini M. (2017) - *Morphotectonics of the Pescara River basin (Central Italy)*. Journal of Maps, 13:2, 511-520, DOI: 10.1080/17445647.2017.1338204
- Valensise G. & Pantosti D. (2001). The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review, J. Seismol., 5, 287-306.
- Vai G.B. & Martini I.P. (2001) - *Anatomy of an orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean basins*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 632 pp.
- Vezzani L. & Ghisetti F. (con la collaborazione di A. Bigozzi, U. Follador & R. Casnedi) (1997) - *Carta geologica dell'Abruzzo in scala 1:100000*. S.E.L.C.A., Firenze.
- Ward S.N. (1994) – Constraints on the seismotectonics of the central Mediterranean from very long baseline interferometry. Geophys. J. Int., 117, 441-452.
- Westway R. (1992) - *Seismic moment summation for historical earthquakes in Italy: tectonic implication*. J Geophys. Res. 97, 15,437-15, 415-46

APPENDICE I – STRATIGRAFIE SCHEMATICHE URBANO (2014-2016)

SCHEDA SONDAGGIO N° 110					
Località:			Quota s.l.m.	Sezione C.T.R. (10k):	Data effettuazione:
Chieti Scalo: zona industriale – località Selvaiezzi			-	361	19.04.1988
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.70	1.70	Terreno di riporto	1.65
	1.70	6.80	5.10	Limo argilloso – sabbioso avana con residui organici e livelletti di sabbia	
	6.80	19.20	12.40	Limo argilloso alternato ad argilla limosa grigia con residui organici e livelli di sabbia	
	19.20	29.00	9.80	Ghiaia eterometrica di natura calcarea, immersa in matrice limoso - sabbiosa	
	29.00	31.00	2.00	Argilla limosa grigio - azzurra	

**SCHEMA SONDAGGIO N° 115**

Località: Chieti scalo – Località Madonna delle Piane			Quota s.l.m.  -	Sezione C.T.R. (10k):  361	Data effettuazione:  11.09.1997
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.05	1.05	Terreno di riporto	
	1.05	9.35	8.30	Limo sabbioso avana e marrone, molto consistente	
	9.35	9.75	0.40	Sabbia fine di colore giallo	
	9.75	17.5	7.75	Ghiaia calcarea immersa in matrice sabbioso - limosa	

**SCHEMA SONDAGGIO N° 112**

Località: Chieti Scalo: zona industriale – località Selvaiezzi			Quota s.l.m.  -	Sezione C.T.R. (10k):  361	Data effettuazione:  19.04.1988
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.00	1.00	Terreno di riporto	1.65
	1.00	23.90	22.90	Limo argilloso - sabbioso	
	23.90	29.10	6.20	Ghiaia eterometrica di natura calcarea, immersa in matrice limoso - sabbiosa	
	29.10	33.00	3.90	Limo argilloso – sabbioso	
	33.00	36.75	3.75	Argilla limosa grigio - azzurra	

**SCHEDA SONDAGGIO N° 114**

Località: Chieti Scalo: zona industriale – località Selvaiezzi			Quota s.l.m.  -	Sezione C.T.R. (10k):  361	Data effettuazione:  01.05.1995
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.70	1.70	Terreno di riporto	
	1.70	11.00	9.30	Limo avana brunastro, debolmente sabbioso con frustoli carboniosi	4.50
	11.00	26.00	15.00	Limo sabbioso e molto sabbioso di colore grigio, frequenti orizzonti torbosi	
	26.00	27.00	1.00	Ghiaia calcarea immersa in matrice sabbioso - limosa	

**SCHEDA SONDAGGIO N° 124**

Località: Chieti scalo – zona industriale			Quota s.l.m.  -	Sezione C.T.R. (10k):  361	Data effettuazione:  26.03.1996
	Profondità tetto da p.c.	Profondità letto da p.c.	Spessore (m)	Descrizione litostratigrafica	Profondità livello di falda da p.c
	0.00	1.10	1.10	Pavimentazione e riporto	
	1.10	1.80	0.70	Sabbia a granulometria fine, debolmente limosa	2.00
	1.80	10.00	8.20	Limo argilloso avana con concrezioni calcaree e livelli di argilla grigio – azzurra e lenti di ghiaia	





## **APPENDICE II - INDAGINI INTEGRATIVE ITALFERR 2020**

Certificato n° 622 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 2SD2_int
Riferimento: Lotto 2 Pescara-Chieti	Data: 05/05/2020-08/05/2020
Coordinate: WGS84 42°23'30.00"N 14° 9'30.80"E; G-B 4693618.069N 2450752.007E	Quota: 19.698 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:100 **STRATIGRAFIA - 2SD2\_int** Pagina 1/3

o mm	R V	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration test m S.P.T.	N	prova in foro	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
				1.		1) SPT < 1,50 1,35			1,5	6-8-8	16		1,0	Limo sabbioso fine debolmente ghiaioso, debolmente umido, marrone-nocciola. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da arrotondata a sub-arrotondata (Ømax 6cm). Presenti resti di apparati radicali fino a 0,50m.	1	
				2.		C1) Ost< 2,50 3,00			3,0	3-3-3	6		2,5	Limo sabbioso fine debolmente ghiaioso, debolmente umido, marrone. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da arrotondata a sub-angolare (Ømax 3cm).		
				3.		2) SPT < 3,00 3,45			3,0	3-3-3	6		2,5	Limo sabbioso fine debolmente ghiaioso, debolmente umido, marrone. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da arrotondata a sub-angolare (Ømax 3cm).	1	
				4.		CR1) Rim 4,00 4,40	1,25		4,5	1-2-2	4		4,1	Argilla sabbiosa medio-fine limosa, da umida a molto umida, consistente, marrone-nocciola.		
				5.		3) SPT < 4,50 4,95	1,5		4,5	1-2-2	4		5,0	Argilla con sabbia medio-fine debolmente limosa, molto umida, avana-grigiastra con patine di ossidazione ocracee. Presenti livelli sabbiosi medio-fini da millimetrici a centimetrici.	2	
				6.		4) SPT < 6,00 6,45			6,0	3-4-5	9	Lafite CC	6,5	Sabbia medio-fine argillosa debolmente limosa, satura, poco addensata, avana con screziature grigiastre.		
				7.		5) SPT < 7,50 7,95			7,5	5-7-10	17			Ghiaia poligenica, eterometrica, da arrotondata a sub-angolare (Ømax 6cm), con ciottoli (Ømax 7,5cm), in matrice limoso argillosa, satura, da moderatamente addensata ad addensata, marrone-grigiastra.	2	
				8.		CR2) Rim 8,00 8,40			9,0	37-19-21	40					
				9.		6) SPT < 9,00 9,45			9,0	37-19-21	40					3
				10.			9,25						10,5			
				11.			9,5							Argilla debolmente limosa, umida, dura, grigiastra con spalmature giallastre e patine di ossidazione ocracee. Presenti livelli millimetrici sabbiosi fini.	3	
				12.		7) SPT < 12,00 12,36	8,75		12,0	31-85-15/1cm	Rif					
				13.			8,50 8,75					Dilatometrica			3	
				14.			4,5									
				15.		C12) Ind < 14,50 15,20	5,25		15,2	35-89-11/1cm	Rif		14,5	Alternanze decimetriche di argilla limosa e argilla sabbiosa, umide, da molto consistenti a dure, grigiastre. Presenti livelli sabbiosi medio-fini debolmente limosi, da molto umidi a saturi, grigi. Da 23,50m a 24,00m presenti concrezioni carbonatiche, da millimetriche a centimetriche, biancastre.	4	
				16.		8) SPT < 15,20 15,51			15,2	35-89-11/1cm	Rif					
				17.			3,5 6,25 6,5 9								4	
				18.		9) SPT < 18,00 18,32	5,5		18,0	28-81-19/2cm	Rif					
				19.			7,5 4,5								4	
				20.			4,5									



Certificato n° 622 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 2SD2 int
Riferimento: Lotto 2 Pescara-Chieti	Data: 05/05/2020-08/05/2020
Coordinate: WGS84 42°23'30.00"N 14° 9'30.80"E; G-B 4693618.089N 2450752.007E	Quota: 19.698 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:100 **STRATIGRAFIA - 2SD2 int** Pagina 3/3

Prof. (m)	R	A	Pz	metri lat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Profil. % 0-100	Standard Penetration Test m S.P.T.	N	Profil. % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE	Class.
41						C40 Ind = 41,00							Argilla debolmente marnosa, umida, dura, grigiastra, con livelli sabbiosi medio-fini da millimetrici a centimetrici, grigiastri.	9
42														
43														
44														
45												45,0		

Utilizzata sonda perforatrice tipo Comacchio 900P.  
 Eseguito pescavo a mano da 0,00 m a 1,50 m da p.c..  
 Eseguito rilievo masse metalliche in superficie e in foro (fino a 7,00 m da p.c.).  
 Eseguito carotaggio ambientale da 0,00 m a 5,00 m.  
 Utilizzato estrusore idraulico.  
 Utilizzato doppio carotiere con corona diamantata.  
 Prelevati n. 6 campioni indisturbati.  
 Prelevati n. 2 campioni rimaneggiati.  
 Eseguite n. 7 prove S.P.T..  
 Eseguite n. 2 prove Lefranc.  
 Eseguite n. 2 prove dilatometriche  
 Installata cella di Casagrande a 24,00m da p.c.  
 Installato chiusino carrabile.  
 \*Ind: Campionatore triplo.  
 Normativa: A.G.I. 1977

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	06/05/20	07/05/20	08/05/20						
Ora	mattina	mattina	mattina						
Livello dell'acqua (m)	3,40	7,40	5,40						
Prof. perforazione(m)	12,00	24,00	45,00						
Prof. rivestimento(m)	11,00	21,00	24,00						





Certificato n° 623 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 2SD3_int
Riferimento: Lotto 2 Pescara-Chieti	Data: 11/05/2020-14/05/2020
Coordinate: WGS84 42°23'7.50"N 14° 9'12.60"E; G-B 4692928.19N 2450328.957E	Quota: 36.469 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:100 **STRATIGRAFIA - 2SD3\_int** Pagina 3/3

m	R	A	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test			ROD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE	Class	
								Profil. % 0-100	S.P.T. m	N					
				41											
				42											
				43											
				44											
				45											
				46											
				47											
				48											
				49											
101				50											

Utilizzata sonda perforatrice tipo Comacchio 900P.  
 Eseguito pescavo a mano da 0,00 m a 1,50 m da p.c..  
 Eseguito rilievo masse metalliche in superficie e in foro (fino a 7,00 m da p.c.).  
 Eseguito carotaggio ambientale da 0,00 m a 5,00 m.  
 Utilizzato estrusore idraulico.  
 Utilizzato doppio carotiere con corona diamantata.  
 Prelevati n. 6 campioni indisturbati.  
 Prelevati n. 2 campioni rimaneggiati.  
 Eseguite n. 12 prove S.P.T..  
 Eseguite n. 2 prove Lefranc.  
 Installata cella di Casagrande a 22,00m da p.c.  
 Installato chiusino carrabile.  
 \*Ind: Campionatore triplo.  
 Normativa: A.G.I. 1977

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	12/05/20	13/05/20	14/05/20						
Ora	mattina	mattina	mattina						
Livello dell'acqua (m)	assente	19,20	20,80						
Prof. perforazione(m)	7,50	30,00	50,00						
Prof. rivestimento(m)	6,50	27,00	45,00						



Certificato n° 624 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: 2SD4_int
Riferimento: Lotto 2 Pescara-Chieti	Data: 26/05/2020-29/05/2020
Coordinate: WGS84 42°22'0.20"N 14° 8'26.30"E; G-B 4690862.952N 2449249.228E	Quota: 36.475 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:160 **STRATIGRAFIA - 2SD4 int** Pagina 2/2

o mm	R V	A F	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0--100	Standard Penetration Test m S.P.T.	N	prove in tom.	RQD % 0--100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass
				33		C16) Ind < 33,00 33,70	4,50 7,25							Argilla debolmente limosa passante ad argilla debolmente marnosa, umida, dura, grigia. Presenti livelli centimetrici di sabbia medio-fine, grigia.	7
				34											
				35											
				36											
				37											
				38											8
				39											
				40											
				41											
				42											
				43											9
				44		C16) Ind < 44,00 44,70									
				45											
				46											
				47											
				48											
				49											10
101				50									50,0		

Utilizzata sonda perforatrice tipo Comacchio 900P.  
 Eseguito precavo a mano da 0,00 m a 1,50 m da p.c..  
 Eseguito rilievo masse metalliche in superficie e in foro (fino a 7,00 m da p.c.).  
 Eseguito carotaggio ambientale da 0,00 m a 5,00 m.  
 Utilizzato estrusore idraulico.  
 Utilizzato doppio carotiere con corona diamantata.  
 Prelevati n. 6 campioni indisturbati.  
 Prelevati n. 2 campioni rimaneggiati.  
 Eseguite n. 13 prove S.P.T..  
 Eseguite n. 2 prove Lefranc.  
 Installata cella di Casagrande a 14,00m da p.c.  
 Installato chiusino carrabile.  
 \*Ind: Campionatore triplo.  
 Normativa: A.G.I. 1977

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	27/05/20	28/05/20	29/05/20						
Ora	mattina	mattina	mattina						
Livello dell'acqua (m)	2,50	15,00	15,40						
Prof. perforazione(m)	10,00	30,00	40,00						
Prof. rivestimento(m)	10,00	30,00	40,00						

Certificato n° 626 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: SDS2_staz
Riferimento: Stazione di Chieti	Data: 21/05/2020-25/05/2020
Coordinate: WGS84 42°21'33.40"N 14° 8'18.90"E; G-B 4690038.021N 2449071.583E	Quota: 44.427 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:130 **STRATIGRAFIA - SDS2\_staz** Pagina 1/2

Profondità (m)	R	A	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel %	Standard Penetration test	prova	RQD %	prof.	DESCRIZIONE	Cass
mm	V	Z	s	test				0-100	m SPT	N	0-100	m		
1												0,8	Stabilizzato del manto stradale costituito da ghiaia poligenica, eterometrica, da sub-angolare a sub-arrotondata (Ømax 6cm), con rari ciottoli (Ømax 7cm), in matrice limoso sabbiosa medio-fine, asciutta, grigio scura-nerastra. Presenti resti di laterizi.	1
2						1) SPT < 1,80 1,98	2,4 2,5		1,5	2-3-3	6	1,4		
3						C11) Shak 3,00 3,50	2,5 2,5		3,5	4-4-4	8	3,0	Limo con argilla debolmente ghiaioso, asciutto, nocciola. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, centimetrica, sub-angolare. Presenti resti di laterizi.	
4						2) SPT < 3,95 4,00			4,5	2-2-3	5			
5						CR1) Rim 4,50 4,95	0,75					5,2	Limo sabbioso medio-fine argilloso, umido, molto consistente, marrone con patine di ossidazione ocracee. Presenti clasti poligenici, millimetrici, sub-angolari.	
6						3) SPT < 4,05			6,0	4-7-9	16			
7						4) SPT < 6,00 6,45	0,5 2,5 5,75		7,5	7-10-13	23			
8						5) SPT < 7,50 7,95	3		8,0	6-8-12	20			
9						CR2) Rim 8,00 8,30	2,75							
10						C12) Oak 9,00 9,50	2,75 2,75		9,5	6-7-8	15	9,0	Limo sabbioso medio fine debolmente argilloso, umido, mediamente consistente, marrone-verdastro, con livelli da millimetrici a centimetrici di sabbia fine.	2
11						6) SPT < 9,50 9,95			10,0	2-3-3	6		Argilla limosa, umida, molto consistente, a luoghi dura, nocciola con spalmature grigiastre, puntature nerastre e patine di ossidazione ocracee. Presenti concrezioni carbonatiche millimetriche, biancastre. Da 5,50m a 6,00m il livello assume una colorazione brunastra.	3
12						C13) Oak 12,00 12,50	1,25 1,5 1,25							
13						7) SPT < 12,50 12,95	0,75 1							
14							0,75						Argilla limosa sabbiosa medio-fine, umida, da mediamente consistente a consistente, grigiasta con sfumature nerastre e patine di ossidazione ocracee. Presenti livelli sabbiosi medio-fini argillosi, da centimetrici a decimetrici, grigiastri. Da 15,00m a 16,60m argilla debolmente limosa, umida, da molto consistente a dura, nerastra. Presenti clasti poligenici, millimetrici, biancastri.	4
15						8) SPT < 15,00 15,45	0,75 1		15,2	2-3-2	5			
16							3							
17							4,25 2,75							
18						C14) Oak 18,00 18,50	1,5		18,5	4-6-8	14			
19						9) SPT < 18,50 18,95								
20							0,75 1,25 1,25					19,0	Argilla limosa sabbiosa medio-fine, da umida a molto umida, da mediamente consistente a consistente, nocciola con spalmature grigiastre. Presenti livelli sabbiosi medio-fini argillosi, da centimetrici a decimetrici, giallastri. Da 29,30m argilla limosa debolmente sabbiosa medio-fine, umida, da consistente a molto consistente, avana-giallastra con soresature verdastre e grigiastre.	5
21						10) SPT < 21,00 21,45	1,5							
22							1,25							
23							1,5 1							
24						C15) Shak 24,00 24,50	1,25		24,5	1-2-2	4			
25						11) SPT < 24,50 24,95								
26							1,25 1,5 1							

Certificato n° 626 del 28/07/2020	Verbale di accettazione n° 27 del 28/07/2020
Committente: Italferr S.p.a.	Sondaggio: SDS2_staz
Riferimento: Stazione di Chieti	Data: 21/05/2020-25/05/2020
Coordinate: WGS84 42°21'33.40"N 14° 8'18.90"E; G-B 4690038.021N 2449071.583E	Quota: 44.427 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:130 **STRATIGRAFIA - SDS2 staz** Pagina 2/2

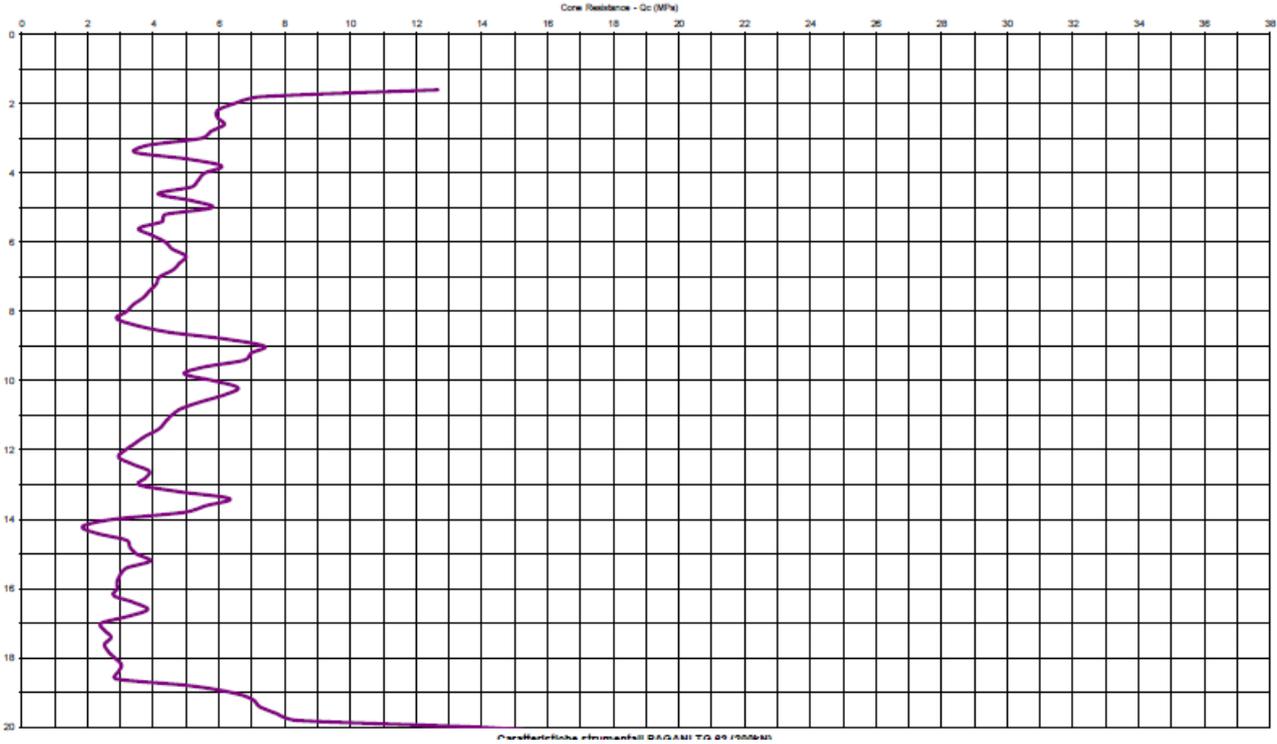
o mm	R V	A Z	Pz	metri test	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0--100	Standard Penetration Test m S.P.T.	N	prove in film	RQD % 0--100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass
				27		(2) SPT < 27,00 27,45	1,5		27,0	3-3-4	7		Argilla limoso sabbiosa medio-fine, da umida a molto umida, da mediamente consistente a consistente, nocciola con spalmature grigiastre. Presenti livelli sabbiosi medio-fini argillosi, da centimetrici a decimetrici, giallastri. Da 29,30m argilla limosa debolmente sabbiosa medio-fine, umida, da consistente a molto consistente, avana-giallastra con screziature verdastre e grigiastre.	6	
				28			1,25								
				29			1,5								
				30		(3) SPT < 30,00 30,45	2,5 2,75		30,0	5-6-6	12				
				31			2					31,0			
				32			1,25					32,0	Argilla limoso sabbiosa medio-fine, grigiastra con patine di ossidazione ocracee. Presenti livelli da millimetrici a centimetrici di sabbia medio-fine.	7	
				33									Ghiaia poligenica, eterometrica, da sub-angolare a sub-arrotondata (Ømax 6cm), con ciottoli (Ømax 10cm), in abbondante matrice limoso sabbiosa bianco-grigiastra.		
				34											
				35											
				36		(18) Ind < 36,00 36,60						35,6	Argilla debolmente mamosa, umida, grigiastra con rare patine di ossidazione ocracee. Presenti clasti poligenici, millimetrici, biancastri.	8	
				37											
				38											
				39		(17) Ind < 38,40 40,00									
101				40								40,0			

Utilizzata sonda perforatrice tipo Comacchio 900P.  
Eseguito prescavo a mano da 0,00 m a 1,50 m da p.c..  
Eseguito rilievo masse metalliche in superficie e in foro (fino a 7,00 m da p.c.).  
Eseguito carotaggio ambientale da 0,00 m a 5,00 m.  
Utilizzato estrusore idraulico.  
Utilizzato doppio carotiere con corona diamantata.  
Prelevati n. 7 campioni indisturbati.  
Prelevati n. 2 campioni rimaneggiati.  
Eseguite n. 13 prove S.P.T..  
Eseguite n. 3 prove Lefranc.  
Installata cella di Casagrande a 21,00m da p.c.  
Installato chiusino carrabile.  
\*Ind: Campionatore triplo.  
Normativa: A.G.I. 1977

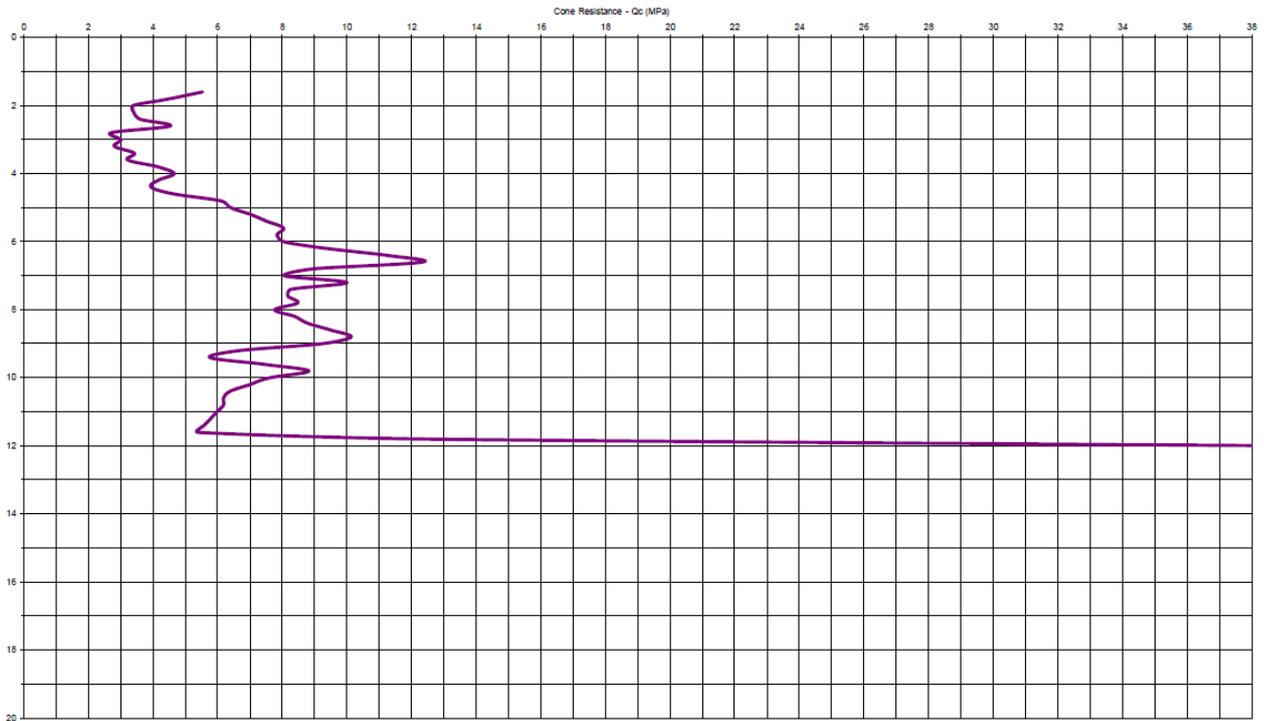
Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	22/05/20	25/05/20							
Ora	mattina	mattina							
Livello dell'acqua (m)	0,70	21,40							
Prof. perforazione(m)	15,00	38,00							
Prof. rivestimento(m)	15,00	38,00							

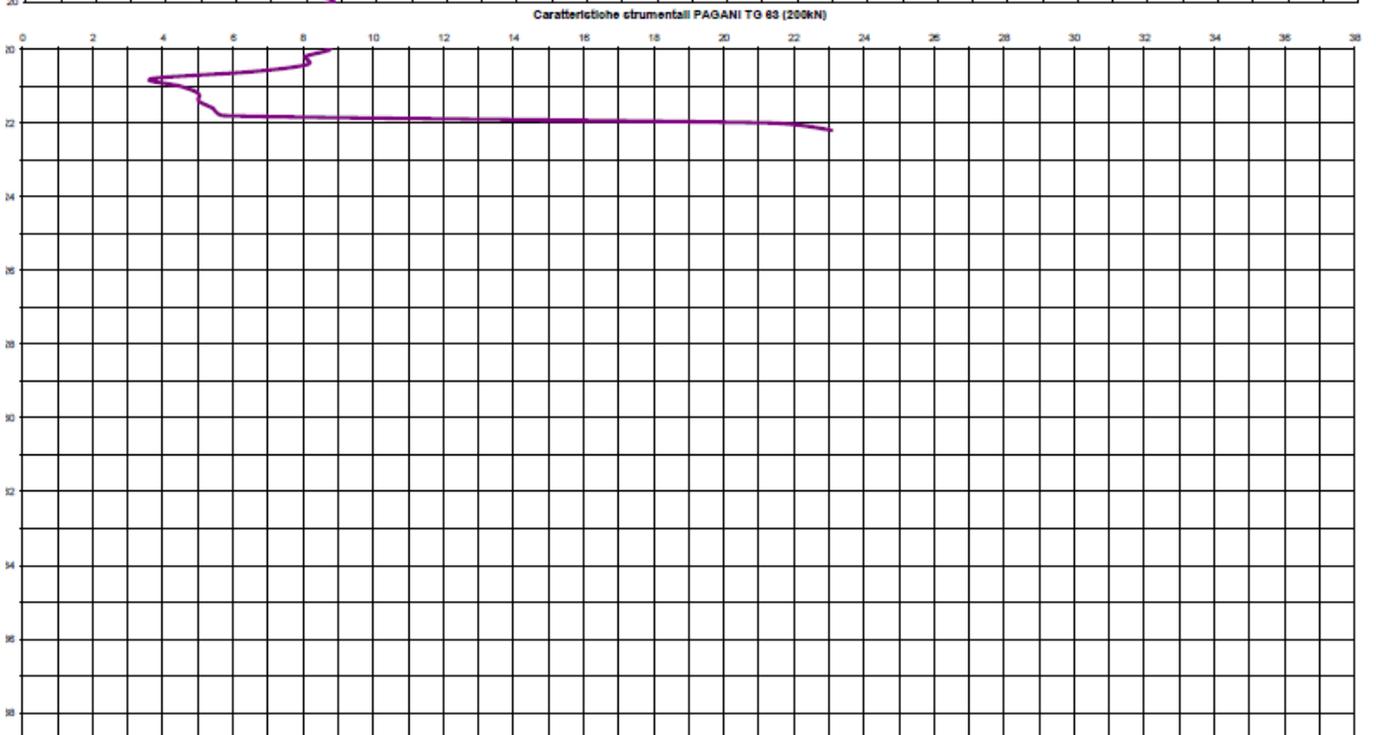
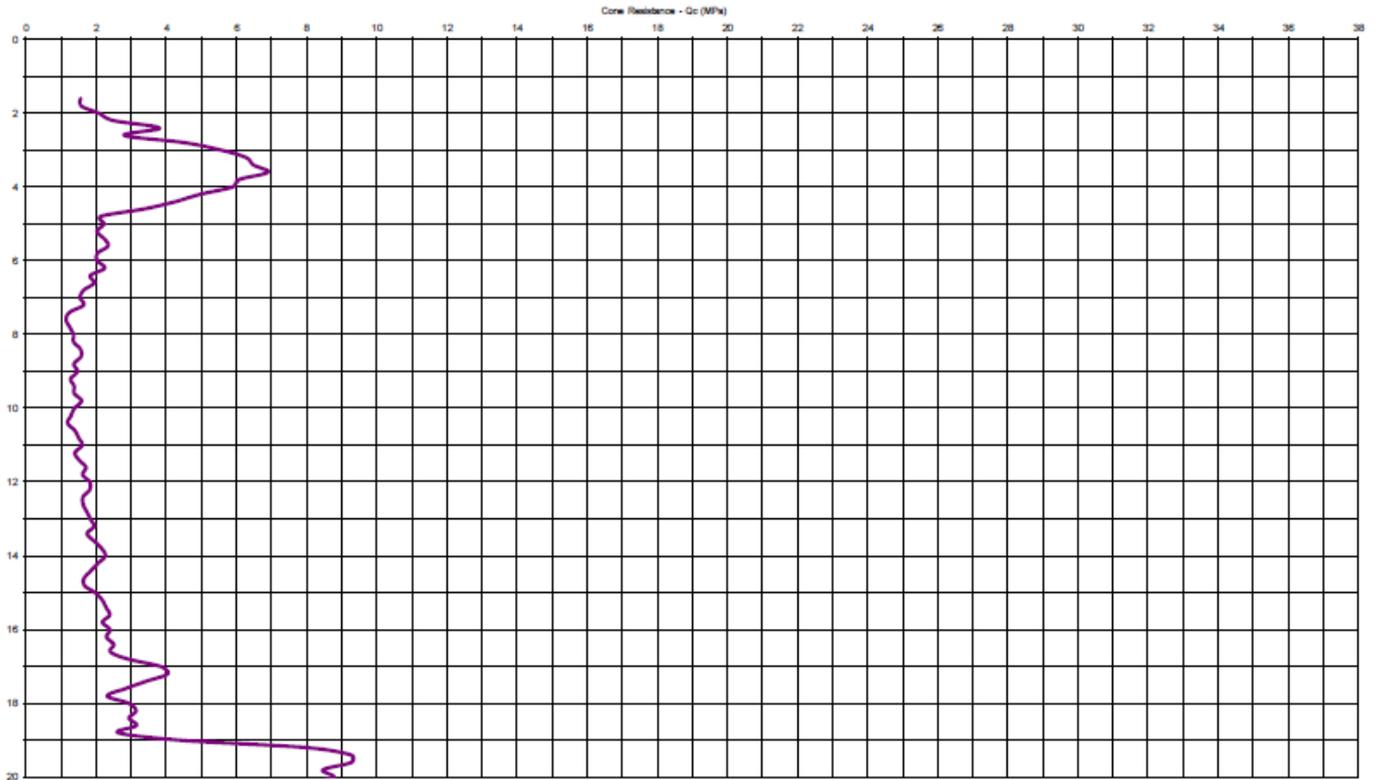
Committente	ITALFERR S.p.A.	ID TEST	CPT5	Località	Verbale di accettazione n°	27	del	28/07/2020	Pag 1 di 4
Cantiere	Raddoppio Pescara-Chieti	Prof. (m)	20.40	Data	Certificato n°	649	del	28/07/2020	



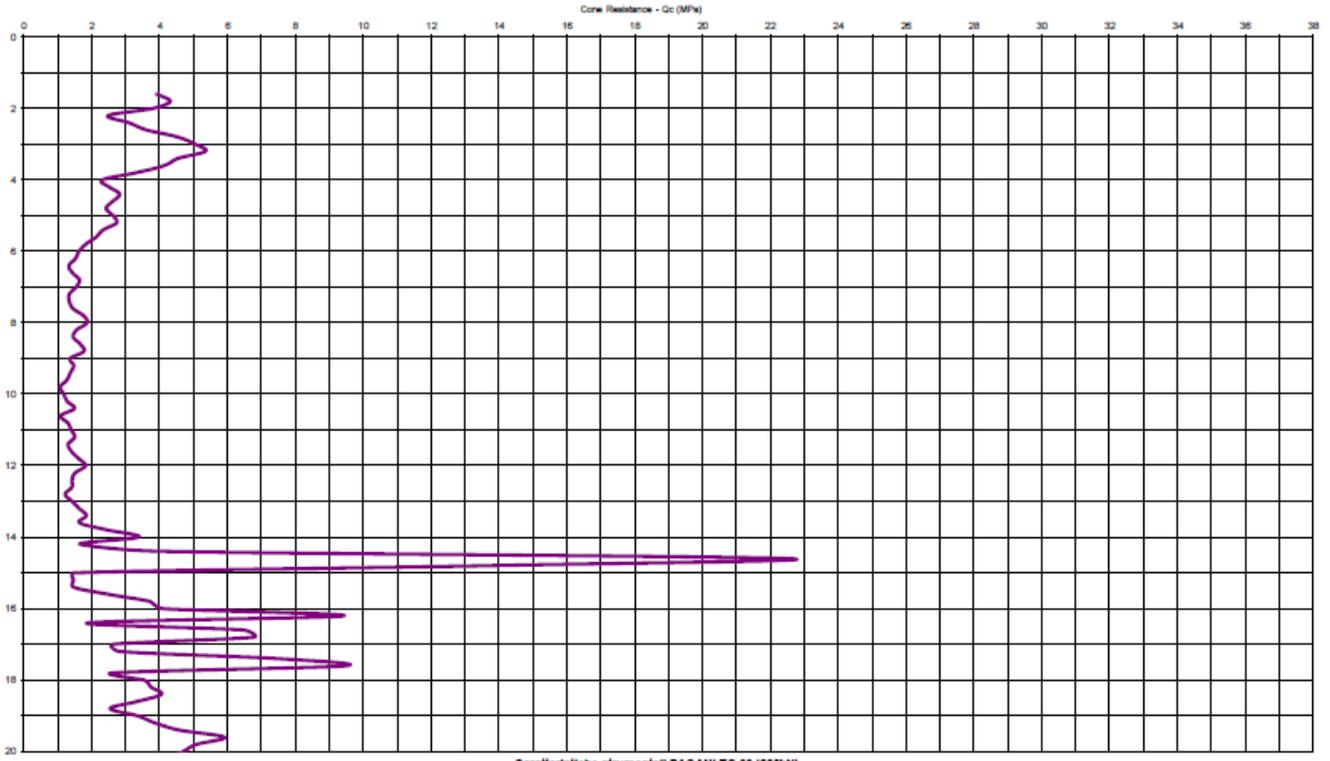
Committente	ITALFERR S.p.A.	ID TEST	CPT6	Località	Verbale di accettazione n°	27	del	28/07/2020	Pag 1 di 2
Cantiere	Raddoppio Pescara-Chieti	Prof. (m)	12.00	Data	Certificato n°	650	del	28/07/2020	



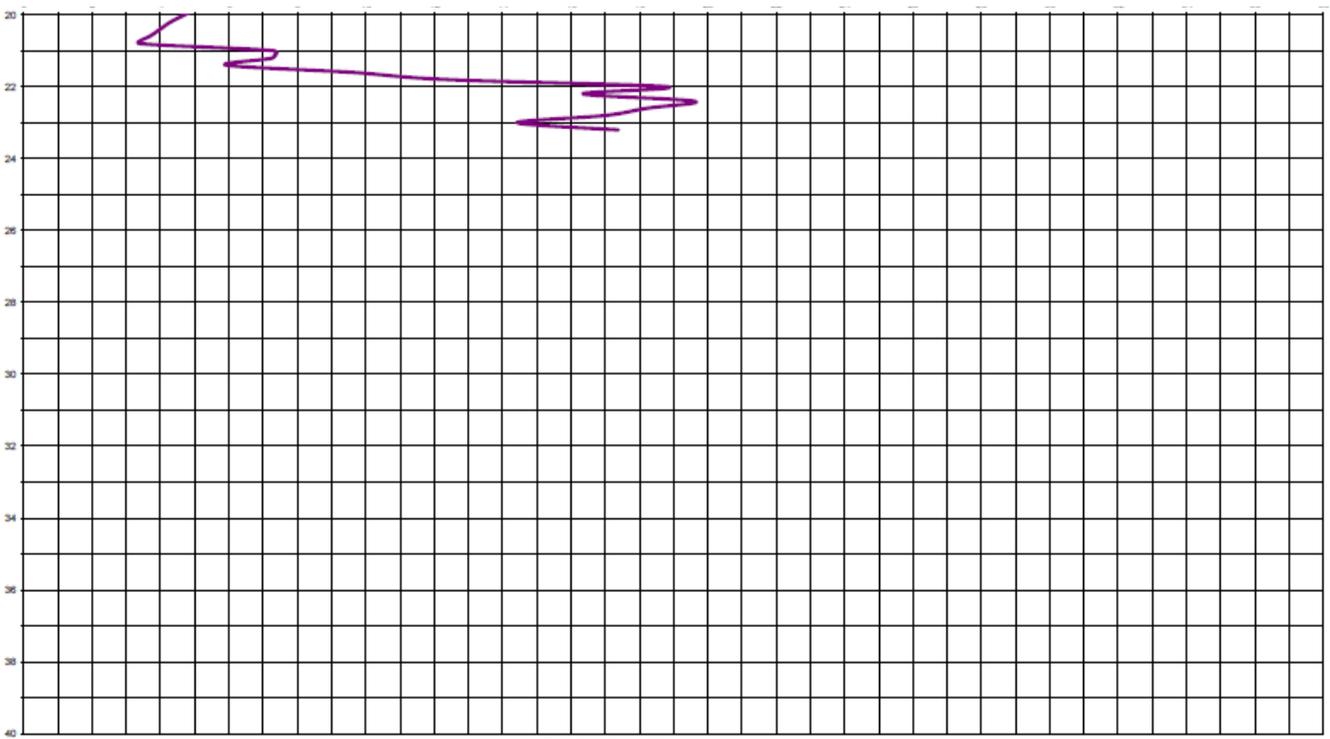
Committente	ITALFERR S.p.A.	ID TEST	CPT8	Località	Verbale di accettazione n°	27	del	28/07/2020	Pag 1 di 4
Cantiere	Raddoppio Pescara-Chieti	Prof. (m)	22 20	Data	Certificato n°	651	del	28/07/2020	



Commitente	ITALFERR S.p.A.	ID TEST	CPT9	Località	Verbale di accettazione n°	27	del	28/07/2020	Pag 1 di 4
Cantiere	Raddoppio Pescara-Chieti	Prof. (m)	23.20	Data	Certificato n°	652	del	28/07/2020	



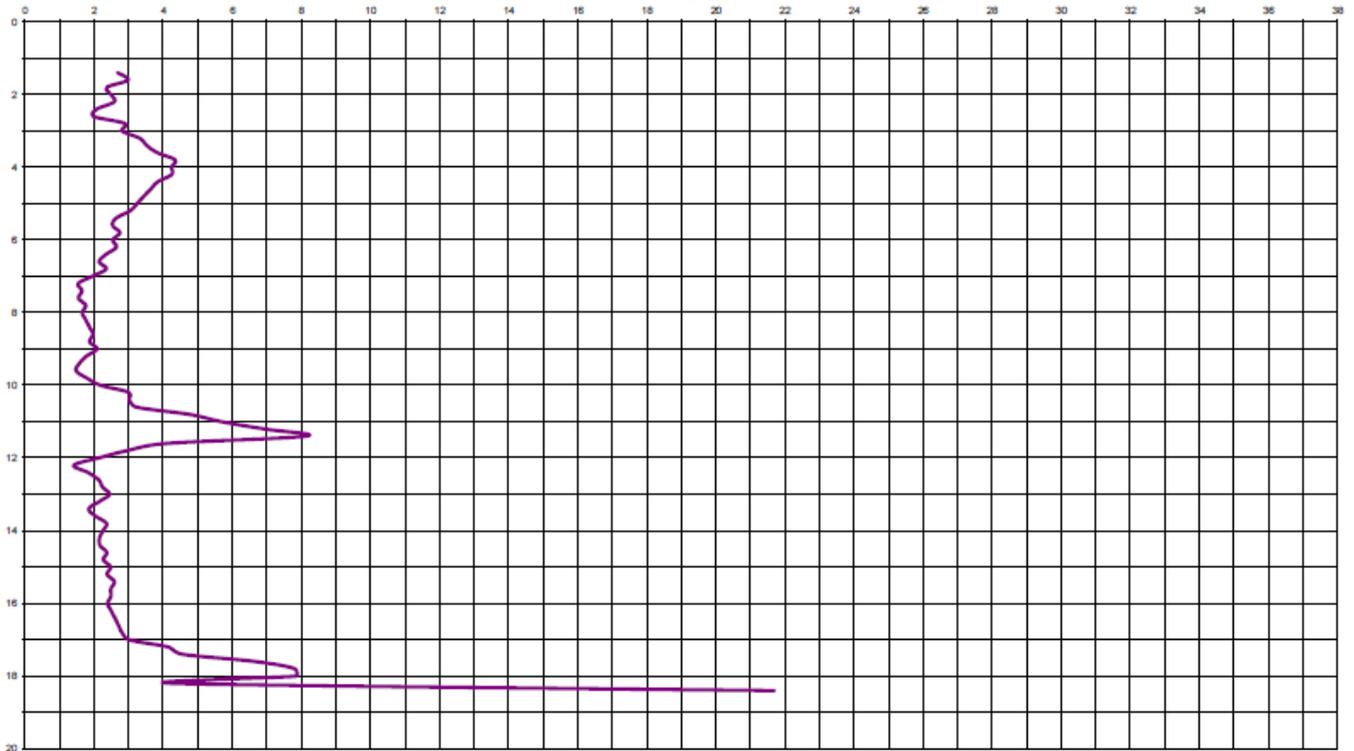
Caratteristiche strumentali PAGANI TG 83 (200kN)



Caratteristiche strumentali PAGANI TG 83 (200kN)

Committente	ITALFERR S.p.A.	ID TEST	CPT10	Località	Verbiale di accettazione n°	27	del	28/07/2020	Pag 1 di 2
Cantiere	Raddoppio Pescara-Chieti	Prof. (m)	18.40	Data	Certificato n°	653	del	28/07/2020	

Core Resistance - Qc (MPa)



Caratteristiche circolanti PAGANI TG 83 (200kN)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

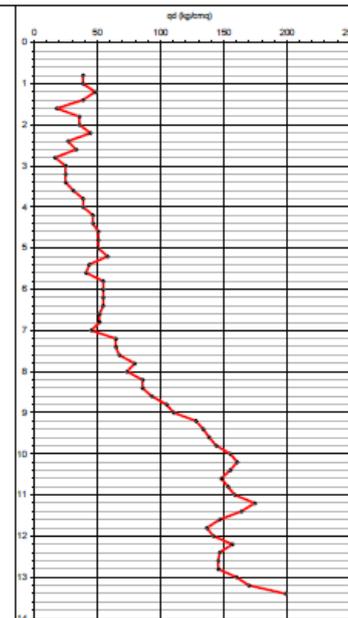
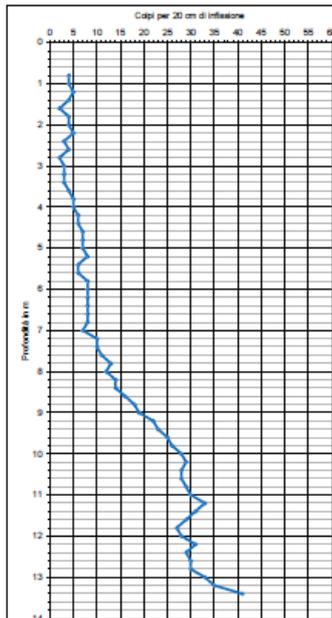
Committente	Italferr S.p.A.	Cantiere	Raddoppio Pescara-Chieti	ID TEST	DPSH STAZ.	Prof. (m)	13.40	Località	Data	29/06/2020	Verbiale di accettazione n°	27	del	29/07/2020
											Certificato n°	654	del	29/07/2020

Dati Prova

Profondità fidele:

Profondità prova: 0.30m

Profondità	N° colpi	Qd	Profondità	N° colpi	Qd	Profondità	N° colpi	Qd
0.00			9.20	20	127.96	16.40		
0.20			9.40	20	133.80	16.60		
0.40			9.60	20	139.56	16.80		
0.60			9.80	20	144.50	17.00		
0.80	4	38.57	10.00	20	155.19	17.20		
1.00	4	38.57	10.20	20	160.73	17.40		
1.20	5	48.22	10.40	20	155.19	17.60		
1.40	4	38.57	10.60	20	148.79	17.80		
1.60	2	17.82	10.80	20	152.48	18.00		
1.80	4	35.64	11.00	20	158.77	18.20		
2.00	4	35.64	11.20	20	174.65	18.40		
2.20	5	44.85	11.40	21	154.08	18.60		
2.40	3	28.73	11.60	20	148.95	18.80		
2.60	4	28.73	11.80	27	138.75	19.00		
2.80	2	16.56	12.00	20	141.76	19.20		
3.00	3	24.85	12.20	21	156.96	19.40		
3.20	3	24.85	12.40	20	148.95	19.60		
3.40	3	24.85	12.60	20	145.80	19.80		
3.60	4	38.57	12.80	20	145.80	20.00		
3.80	5	38.58	13.00	20	160.16	20.20		
4.00	5	38.58	13.20	20	159.96	20.40		
4.20	6	46.41	13.40	41	166.00	20.60		
4.40	5	46.41	13.60			20.80		
4.60	7	50.80	13.80			20.00		
4.80	7	50.80	14.00			20.20		
5.00	7	50.80	14.20			20.40		
5.20	8	58.06	14.40			20.60		
5.40	5	43.54	14.60			20.80		
5.60	8	51.00	14.80			21.00		
5.80	8	54.67	15.00			21.20		
6.00	8	54.67	15.20			21.40		
6.20	8	54.67	15.40			21.60		
6.40	8	54.67	15.60			21.80		
6.60	8	51.88	15.80			22.00		
6.80	8	51.88	16.00			22.20		
7.00	7	45.20	16.20			22.40		
7.20	10	64.58	16.40			22.60		
7.40	10	64.58	16.60			22.80		
7.60	11	67.33	16.80			23.00		
7.80	13	78.57	17.00			23.20		
8.00	12	73.45	17.20			23.40		
8.20	14	85.89	17.40			23.60		
8.40	14	85.89	17.60			23.80		
8.60	18	93.08	17.80			24.00		
8.80	18	104.71	18.00			24.20		
9.00	18	110.53	18.20			24.40		



Caratteristiche del Penetrometro PAGANI - TG 83/200	
Molla (kg)	63.5
Scalo (cm)	75
Massa (cm)	20
Massa sistema battuta (kg)	0.63
Elettrico pulito (mm)	51
Angolo (°)	90
Base di base (cm)	20.43
Lunghezza verticale (m)	1
Massa verticale (kg)	6.31
Prof. di base (m)	0.4