

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J81H02000000001

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

### PROGETTO DEFINITIVO

## COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA - LA SPEZIA (PONTREMOLESE)

### TRATTA PARMA - VICOFERTILE

## RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

SCALA: -

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

IP00 00 D 69 RG GE0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Bernagozzi	Febbraio 2022	F. D'Alessandro	Febbraio 2022	G. Fadda	Febbraio 2022	M. Comedini Febbraio 2022
								 M. Comedini

File: IP0000D69RGGE0001001A

n. Elab.:

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE .....</b>	<b>12</b>
4.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	12
4.2	INDAGINI GEOFISICHE .....	15
4.3	PROVE DI LABORATORIO .....	15
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>16</b>
5.1	ASSETTO STRUTTURALE .....	16
5.2	ASSETTO STRATIGRAFICO .....	18
5.3	ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA .....	21
<b>6</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>23</b>
6.1	SCHEMA GEOLOGICO GENERALE DEL TRACCIATO .....	23
6.2	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI DEPOSITI .....	25
6.3	PROFILO GEOLOGICO IN ASSE AL TRACCIATO .....	27
<b>7</b>	<b>IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>30</b>
7.1	IDROGRAFIA .....	30
7.2	IDROGEOLOGIA .....	31
7.2.1	<i>Assetto idrogeologico regionale .....</i>	<i>31</i>
7.2.2	<i>Unità idrostratigrafiche .....</i>	<i>33</i>
7.2.3	<i>Prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc .....</i>	<i>34</i>
7.2.4	<i>Complessi idrogeologici .....</i>	<i>37</i>
7.3	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO .....	39

7.4	ANALISI DEI LIVELLI NEI PIEZOMETRI SOVRAPPOSTI .....	41
7.5	ELABORATI IDROGEOLOGICI .....	43
7.6	EFFETTI SULLA FALDA PRODOTTI DALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA .....	48
<b>8</b>	<b>AREE A RISCHIO E VINCOLI TERRITORIALI.....</b>	<b>50</b>
8.1	VINCOLO IDROGEOLOGICO .....	50
8.2	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) DEL FIUME PO .....	50
8.3	PIANO STRUTTURALE COMUNALE (PSC) DEL COMUNE DI PARMA.....	51
<b>9</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>57</b>
9.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	57
9.2	SISMICITÀ STORICA .....	62
9.3	SORGENTI SISMOGENETICHE.....	68
9.4	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO.....	72
9.5	FAGLIE CAPACI.....	73
9.6	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	75
9.7	ANALISI PRELIMINARE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE .....	77
9.8	MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI PARMA.....	78
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>83</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>87</b>
	<b>ALLEGATO 1 – MONITORAGGIO PIEZOMETRICO.....</b>	<b>88</b>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 3-1 – Area di studio. La linea rossa rappresenta il tracciato ferroviario oggetto del presente studio. ....</i>	11
<i>Figura 5-1 - Strutture attive della Regione Emilia-Romagna (Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:250.000 – SGSS Regione Emilia-Romagna a cura di M. Boccaletti e L. Martelli). Il cerchio rosso individua l'area di studio.....</i>	17
<i>Figura 5-2 - Stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna, rilevata nell'ambito del progetto di cartografia geologica nazionale (CARG) alla scala di acquisizione 1:25.000 e revisionata a livello regionale (estratto dalla Cartografia interattiva e banca dati - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna); nel riquadro nero è evidenziata l'area di studio. Uno zoom sull'area è riportato in Figura 5-3. ....</i>	19
<i>Figura 5-3 - Stralcio di dettaglio della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna, rilevata alla scala di acquisizione 1:10.000 e revisionata a livello regionale (estratto dalla Cartografia interattiva e banca dati - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna); in nero è evidenziato il tracciato in progetto. ....</i>	20
<i>Figura 6-1 - Schema geologico e idrogeologico semplificato della tratta in esame. A: litotipi prevalentemente ghiaiosi; B: litotipi prevalentemente ghiaiosi in cui risiede l'acquifero principale; C: litotipi prevalentemente limosi; D: Torrente Parma; E: porzione satura dell'acquifero principale; F: piezometria dell'acquifero principale, porzione confinata; G: piezometria dell'acquifero principale, porzione freatica. ....</i>	23
<i>Figura 6-2 – Sondaggio geognostico PR3, 5.00-10.00 m .....</i>	24
<i>Figura 6-3 – Sondaggio geognostico BH2, litofacies "Ghiaia", 25.00-30.00 m .....</i>	25
<i>Figura 6-4 – Sondaggio geognostico BH7, litofacies "Sabbia", 30.00-35.00 m .....</i>	26
<i>Figura 6-5 - Sondaggio geognostico BH2, litofacies "Limo Argilloso", 10.00-15.00 m.....</i>	27
<i>Figura 6-6 – Stralci del profilo geologico, nei quali si osservano i rapporti geometrici tra le differenti litofacies che caratterizzano il sottosuolo lungo l'asse del tracciato. ....</i>	28
<i>Figura 7-1 - Reticolo idrografico. Immagine tratto dal servizio wms: <a href="http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/WMS_v1.3/Vettoriali/Aste_fluviali.map">http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/WMS_v1.3/Vettoriali/Aste_fluviali.map</a> .....</i>	30
<i>Figura 7-2 - Definizione dei corpi idrici sotterranei significativi (fonte: Piano Tutela delle Acque, Regione Emilia Romagna). Il cerchio rosso individua l'area di intervento. ....</i>	32
<i>Figura 7-3. Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola.....</i>	33
<i>Figura 7-4. Sezione idrogeologica n. 100 (fonte: Database Servizio geologico sismico della Regione Emilia Romagna <a href="https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp">https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp</a> ). L'ellisse blu individua l'area oggetto di intervento. ....</i>	34
<i>Figura 7-5 – Valori di conducibilità idraulica ricavati dalle prove Lefranc eseguite nei fori di sondaggio. In rosso la media geometrica dei valori; con il cerchio azzurro è evidenziato il valore ricavato da prova di pompaggio di lunga durata. ....</i>	36
<i>Figura 7-6 – Numero di misure piezometriche eseguite nel corso delle diverse campagne di monitoraggio. ....</i>	39
<i>Figura 7-7 – Sintesi dei valori di quota di falda massimo minimo e medio rilevati nei piezometri nel corso del monitoraggio. ....</i>	40

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 5 di 92

<i>Figura 7-8 – A sinistra: acquifero privo di lenti impermeabili; a destra: acquifero all'interno del quale sono intercalate lenti impermeabili. La propagazione di uno stress da A a B è molto più rapida rispetto alla propagazione di uno stress da A1 a B1. A parità di condizioni, aumentando la continuità delle lenti si riduce la velocità di propagazione dello stress. ....</i>	43
<i>Figura 7-9 – Complessi idrogeologici riscontrati nel modello idrogeologico ricostruito lungo l'asse del tracciato. ....</i>	44
<i>Figura 7-10 – Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi.....</i>	45
<i>Figura 7-11 – Stralci del profilo idrogeologico in asse al tracciato.....</i>	48
<i>Figura 8-1 - Fasce fluviali stabilite dal PAI - Autorità di Bacino del Po, nei pressi dell'area di interesse (la linea nera indica il tracciato oggetto del presente studio). Legenda: in rosso la fascia di deflusso della piena (Fascia A); in arancione la fascia di esondazione (Fascia B); in verde l'area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C). ....</i>	51
<i>Figura 8-2 - Stralcio della Carta delle Tutele e dei Vincoli Ambientali del Comune di Parma, per quanto riguarda l'area di studio; la linea nera indica il tracciato. La legenda è riportata in Figura 8-3.....</i>	53
<i>Figura 8-3 - Legenda della Carta delle Tutele e dei Vincoli Ambientali del Comune di Parma; nei riquadri rossi sono evidenziati i tematismi che interessano l'area del tracciato oggetto di studio. Le indicazioni sul lato sinistro della legenda rimandano agli articoli contenuti nelle Norme di Attuazione del PSC di Parma (PSC Parma 2019). ....</i>	54
<i>Figura 8-4 - Stralcio del Rischio Idraulico del Comune di Parma, per quanto riguarda l'area di studio; la linea nera indica il tracciato. La legenda è riportata in Figura 8-5.....</i>	55
<i>Figura 8-5. Legenda del Rischio Idraulico del Comune di Parma; nel riquadro rosso è evidenziato il tematismo che interessa l'area del tracciato oggetto di studio. Le indicazioni sul lato sinistro della legenda rimandano agli articoli contenuti nelle Norme di Attuazione del PSC di Parma (PSC Parma 2019).....</i>	56
<i>Figura 9-1 - Allegato B della DGR n. 1164 del 2018. Il cerchio rosso evidenzia il Comune di Parma, all'interno del quale si sviluppa l'opera in progetto.....</i>	57
<i>Figura 9-2 - Mappa di pericolosità sismica (MPS04-S1) espressa in termini di accelerazione massima del suolo (<math>a_{max}</math>) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (<math>V_s &gt; 800</math> m/s) – da INGV (<a href="http://zonesismiche.mi.ingv.it/">http://zonesismiche.mi.ingv.it/</a>). Nel cerchio rosso il territorio comunale di Parma.....</i>	59
<i>Figura 9-3 - Ubicazione dei due punti considerati per il calcolo dei parametri sismici. In rosso i quadranti del reticolato all'interno dei quali ricade l'area di studio; in nero il tracciato ferroviario.....</i>	60
<i>Figura 9-4 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno <math>T_R</math> di riferimento nell'area di studio. A sinistra gli spettri riguardanti l'area situata verso l'estremità sud-ovest del tracciato, a destra gli spettri riguardanti l'area situata verso l'estremità nord-est.....</i>	61
<i>Figura 9-5 - Variabilità dei parametri <math>a_g</math>, <math>F_0</math> e <math>T_C^*</math> in funzione del periodo di ritorno <math>T_R</math> nell'area di studio. A sinistra i grafici riguardanti l'area situata verso l'estremità sud-ovest del tracciato, a destra i grafici riguardanti l'area situata verso l'estremità nord-est.....</i>	62
<i>Figura 9-6 - Storia sismica del Comune di Parma.....</i>	68

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA IP00</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 6 di 92</p>

<i>Figura 9-7 - 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 (riquadro nero).....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 9-8 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta “Busseto-Cavriago” (ITCS009).....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 9-9 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta “San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro” (ITCS045) .....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 9-10 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta “Langhirano-Sassuolo” (ITCS046) ....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 9-11 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta “Campegine-Correggio” (ITCS049) ..</i>	<i>71</i>
<i>Figura 9-12 - Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento. ....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 9-13 - Valori di <math>M_{wmax}</math> per le zone sismogenetiche di ZS9.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 9-14 - Stralcio cartografico dell’area di interesse con indicazione schematica delle faglie capaci presenti, codificate tramite il loro identificativo (catalogo ITHACA (ITHACA Working Group 2019)). La linea nera rappresenta il tracciato oggetto di studio. ....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 9-15. ITHACA (ITHACA Working Group 2019); Parametri descrittivi della faglia capace Sistema Torino - Cremona (Bigi et al. 1983). ....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 9-16. Ambito di potenziale liquefacibilità dei terreni (sx: <math>U_c &lt; 3.5</math>, dx: <math>U_c &gt; 3.5</math>). ....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 9-17. Stralcio della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), a corredo dello studio di Microzonazione sismica di III livello del Comune di Parma (non in scala), con individuazione approssimativa del tracciato di progetto (tratteggio rosso). ....</i>	<i>80</i>

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1-1 – Elenco elaborati e documentazione a corredo per lo sviluppo dello studio geologico .....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 1-2 – Elaborati prodotti nell’ambito delle precedenti fasi progettuali .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 4-1 – Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2002 – 2003. ....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 4-2 – Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2004 .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 4-3 - Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2008 - 2009.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 4-4 - Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2016.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 4-5 – Indagini del Database Emilia-Romagna.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 4-6 - Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2021 .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 7-1 – Sintesi delle prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabella 7-2 – Sintesi dei valori di conducibilità idraulica ricavati dalle prove in foro.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabella 7-3 - Sintesi delle caratteristiche delle unità idrogeologiche rappresentate nelle sezioni idrogeologiche ..</i>	<i>38</i>
<i>Tabella 7-5 – Sintesi dei valori massimi, minimi e medi rilevati in corso di monitoraggio.....</i>	<i>41</i>

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>7 di 92</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	7 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	7 di 92								

*Tabella 9-1 - Valori di accelerazione massima del suolo  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s,30} > 800$  m/s. ....58*

*Tabella 9-2 - Valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_{c^*}$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento presso l'estremità sud-ovest del tracciato. ....60*

*Tabella 9-3 - Valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_{c^*}$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento presso l'estremità nord-est del tracciato. ....61*

*Tabella 9-4 - Storia sismica del Comune di Parma [44.801, 10.330] .....63*

*Tabella 9-5. Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2II delle NTC2018). ....75*

*Tabella 9-6. Valori di  $V_{seq}$  calcolati per le prove geofisiche disponibili. ....76*

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

## 1 PREMESSA

Con “Pontremolese” viene comunemente intesa la linea ferroviaria Parma – La Spezia, linea che congiunge come trasversale la linea Tirrenica con la dorsale Roma-Firenze-Bologna-Milano.

Nel 1976 entra a far parte del Corridoio Plurimodale Tirreno-Brennero (Ti-Bre) e fra gli anni '80 e '90 vengono realizzati il raddoppio delle tratte Vezzano Ligure-S.Stefano di Magra, e Ghiare di Berceto-Solignano e successivamente viene realizzato il prolungamento del raddoppio Solignano-Fornovo. A seguito dell’emanazione della Legge n. 443 del 21 dicembre 2001 (Legge Obiettivo), la restante parte da raddoppiare della linea (Parma-Osteriazza e Berceto-Chiesaccia) è stata inserita fra le opere strategiche.

Con Delibera n.19 del 8 maggio 2009, pubblicata sulla G.U.R.I. n. 301 del 29 dicembre 2009, il CIPE approva il Progetto Preliminare del Completamento del 2003. Delle tratte comprese tra Parma e Osteriazza e tra Berceto e Chiesaccia, vengono individuati tre lotti funzionali:

- Parma-Osteriazza
- Berceto-Pontremoli
- Pontremoli-Chiesaccia.

Di questi tre lotti funzionali, nella stessa Delibera, è stato individuato il primo, quello Parma-Osteriazza, come lotto prioritario, a sua volta suddiviso nei tre sub lotti Parma-Vicofertile, Vicofertile-Collecchio e Collecchio-Osteriazza.

Il progetto in oggetto è relativo al progetto definitivo del raddoppio della tratta Parma- Vicofertile.

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di fornire il quadro dei caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici nell’ambito della progettazione definitiva del completamento del raddoppio della linea Parma – La Spezia, limitatamente alla tratta Parma – Vicofertile.

In questo studio sono stati sviluppati i seguenti punti:

- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico generale dell’area;
- redazione di una cartografia geologica, geomorfologica e idrogeologica di riferimento;
- interpretazione ed elaborazione delle indagini geognostiche e geofisiche disponibili al fine della ricostruzione del profilo in asse al tracciato di progetto e dell’individuazione delle unità geologiche che caratterizzano l’area.

Ai fini dell’attuale fase progettuale sono stati prodotti gli elaborati riportati nella seguente tabella:

*Tabella 1-1 – Elenco elaborati e documentazione a corredo per lo sviluppo dello studio geologico*

<b>PROGETTO DEFINITIVO 2022</b>		
<b>Titolo elaborato</b>	<b>Scala</b>	<b>Codifica elaborato</b>
Indagini geognostiche	-	IP0000D69SGGE0005001A
Indagini geofisiche	-	IP0000D69IGGE0005001A
Prove geotecniche di laboratorio	-	IP0000D69PRGE0005001A
Indagini e studi pregressi	-	IP0000D69RHGE0005001A

**PROGETTO DEFINITIVO 2022**

Titolo elaborato	Scala	Codifica elaborato
Planimetria con ubicazione delle indagini	1:5.000	IP0000D69G5GE0005001A
Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 1/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0001001A
Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 2/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0001002A
Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 3/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0001003A
Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 4/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0001004A
Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 5/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0001005A
Sezioni geologiche trasversali al tracciato	1:2.000/200	IP0000D69W6GE0001001A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tav. 1/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0002001A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tav. 2/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0002002A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tav. 3/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0002003A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tav. 4/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0002004A
Carta idrogeologica e profilo idrogeologico - Tav. 4/5	1:2.000/200	IP0000D69N6GE0002005A
Sezioni idrogeologiche trasversali al tracciato	1:2.000/200	IP0000D69W6GE0002001A

Nel presente studio si fa inoltre riferimento ai documenti redatti per la precedente fase progettuale del 2011.

*Tabella 1-2 – Elaborati prodotti nell'ambito della precedente fase progettuale del 2011*

Titolo elaborato	Scala	Codifica elaborato
Planimetria ubicazione indagini scala	1:5.000	LO5311D69G5GE0005001A
Carta geologica - geomorfologica e profilo geologico tecnico tav 1/2	1:5.000/500	LO5311D69G5GE0001001B
Carta geologica - geomorfologica e profilo geologico tecnico tav 2/2	1:5.000/500	LO5311D69G5GE0001002B
Carta e profilo idrogeologico tav 1/2	1:5.000/500	LO5311D69G5GE0002001B
Carta e profilo idrogeologico tav 2/2	1:5.000/500	LO5311D69G5GE0002002B
Sezioni geologiche trasversali al tracciato	1:5.000/500	LO5311D69W5GE0001001A
Sezioni idrogeologiche trasversali al tracciato	1:5.000/500	LO5311D69W5GE0002001A
Relazione in merito agli effetti sulla falda prodotti dalla realizzazione della galleria artificiale in zona Parma		LO5311D69RGGE0005001A
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica		LO5311D69RGGE0001001B
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica - All. 1 Rapporto attività di campagna rilevamento pozzi area di Parma		
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica - All. 2 Misure piezometriche		
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica - All. 3 Database pozzi e indagini geognostiche RER		
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica - All. 4 Bibliografia		
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro		LO5310D69SGGE0005001A
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro - All. Stratigrafie sondaggi		
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro - All. Planimetrie ubicative		
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro - All. Documentazione fotografica		
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro - All. Prove di permeabilità		
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro - All. Rilievo geomeccanico		
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro - All. Prove dilatometriche		
Indagini Geognostiche: stratigrafie-prove in foro - All. Letture piezometriche		
Prove geotecniche di laboratorio		LO5310D69PRGE0005001A
Indagini geofisiche: profili sismica a rifrazione - prova cross-hole		LO5310D69IGGE0005001A
Tratta Parma-Osteriazza. Indagini geognostiche. Documentazione fotografica - Rilievo geomeccanico		LO5310D69SGGE0005002A

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- 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".
- D.M. 17/01/2018, "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. 14/01/2008, "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. 06/05/2008, integrazione al D.M. 14/01/2008.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale".
- Delibera 18/2001 del 26 aprile 2001 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, "Adozione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico per il bacino idrografico di rilievo nazionale del fiume Po" e successive modifiche.
- Piano Gestione Rischio Alluvioni del Po, approvato con delibera n. 2/2016 dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.
- Piano Strutturale Comunale del Comune di Parma, approvato con D.C.C. n. 53 del 22/07/2019.
- Regolamento Urbanistico Edilizio del Comune di Parma, approvato con atto di C.C. n. 71 del 20.07.2010
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Parma, approvato con delibera del Consiglio Provinciale n. 71 del 7 luglio 2003 e successive modifiche.
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna, approvato in via definitiva con Delibera n. 40/2005 dell'Assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna.
- Delibera della Giunta Regionale n. 1164 del 23/07/2018, della Regione Emilia-Romagna: "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna".

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio si colloca nella parte occidentale dell'Emilia-Romagna, a nord del versante emiliano dell'Appennino settentrionale.

Il tracciato ferroviario in progetto si sviluppa nel settore sud-occidentale del Comune di Parma e collega il centro cittadino con la stazione di Vicofertile, in prossimità del confine con il Comune di Collecchio. L'estensione complessiva della tratta in progetto è di circa 8.1 km (Figura 3-1).

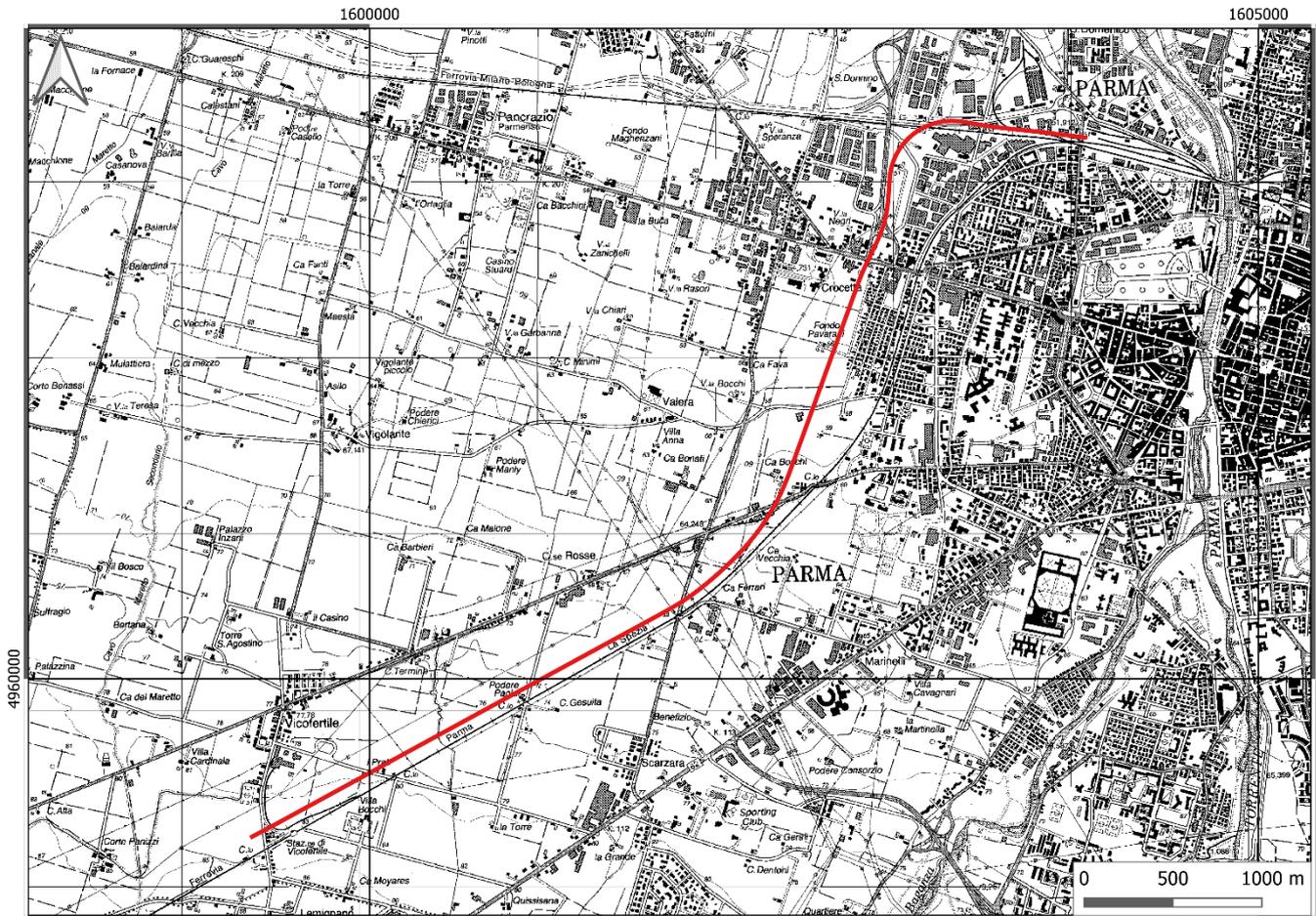


Figura 3-1 – Area di studio. La linea rossa rappresenta il tracciato ferroviario oggetto del presente studio.

Con riferimento alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100:000 l'area di studio ricade nel foglio 73 "Parma". Per quanto concerne la cartografia IGM 1:25:000 l'area ricade nella tavoletta 073-II-NO "S.Pancrazio Parmense". Per la serie IGM 1:50:000 l'area ricade nelle serie 181 "Parma Nord" e 199 "Parma sud".

Nella cartografia CTR della Regione Emilia-Romagna, l'area ricade nei fogli 181162 "Parma Nord Ovest"; 199041 "Parma sud ovest"; 199044 "Vicofertile".

Da un punto di vista altimetrico, il progetto si sviluppa da una quota di circa 55 m s.l.m. a Parma fino ad una quota di circa 85 m s.l.m. in prossimità di Vicofertile. Il principale corso d'acqua che interessa l'area è il Torrente Parma.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 12 di 92

## 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Per la definizione dell’assetto geologico di sottosuolo sono state raccolte e analizzate le indagini geognostiche disponibili già realizzate nell’area interessata dagli interventi in progetto, sia da Italferr, che da RFI che da società esterne. L’intero set di dati ha permesso una ricostruzione adeguata alla presente fase progettuale dell’assetto litostratigrafico e geologico-strutturale delle unità di sottosuolo. Pertanto, preliminarmente e congiuntamente alle attività di campagna è stata condotta anche una ricerca bibliografica finalizzata alla raccolta di studi di letteratura e cartografie tematiche riguardanti l’area di interesse.

### 4.1 Indagini geognostiche

Ai fini della produzione degli elaborati del presente studio si è fatto riferimento a dati di base di carattere geologico, stratigrafico ed idrogeologico recepiti da diverse campagne di indagine e diversi Enti, in particolare:

- Indagini geognostiche eseguite da ITALFERR nella campagna del 2002-2003 (*Tabella 4-1*);
- Indagini geognostiche eseguite da RFI nel 2004 (*Tabella 4-2*);
- Indagini geognostiche eseguite da ITALFERR nella campagna del 2008-2009 (*Tabella 4-3*);
- Indagini geognostiche eseguite da ITALFERR nella campagna del 2021 per la presente fase progettuale (*Tabella 4-6*).

In aggiunta è stato anche considerato il sondaggio PR3 (*Tabella 4-4*), eseguito nel corso della campagna di indagine per il piano di risanamento acustico 1° fase di attuazione del piano redatto ai sensi del D.M. Ambiente del 29/11/2000 (comune di Parma) e un’indagine estratta dal *database* dei sondaggi della Regione Emilia Romagna (*Tabella 4-5*).

Le indagini della campagna 2021 sono contenute nell’elaborato “Indagini geognostiche - IP0000D69SGGE0005001A” mentre tutte le indagini bibliografiche e quelle relative alle precedenti fasi progettuali sono contenute nell’elaborato “Indagini e studi pregressi – IP0000D69RHGE0005001A”.

Nelle tabelle si riporta la codifica del sondaggio, la profondità raggiunta, la data di inizio perforazione e la quota del piano campagna nel punto di perforazione; la sezione strumentazione riporta il tipo di piezometro tubazione eventualmente installata nel foro, specificando se si tratta di un piezometro Casagrande o a tubo aperto, i pollici di diametro del tubo piezometrico e la profondità dei tratti fenestrati o la profondità di posizionamento della cella Casagrande; la sezione “Prove e prelievo campioni” indica il numero di SPT eseguite nel foro, il numero di campioni prelevati, il numero di prove di permeabilità effettuate e il numero di prove pressiometriche eventualmente eseguite.

Complessivamente, per la ricostruzione del modello geologico lungo l’asse del tracciato, sono stati presi in considerazione 4 sondaggi relativi alla campagna 2002-2003, 2 sondaggi relativi alla campagna 2004, 14 sondaggi relativi alla campagna 2008-2009, 7 sondaggi della campagna del 2021 e 1 sondaggio relativo al PRA di Parma del 2016, per un totale di 30 sondaggi.

*Tabella 4-1 – Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2002 – 2003.*

Campagna 2002 - 2003										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
Sondaggio	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro/DH	„	Fenestratura (m)	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
XL051R007	24,0	27/01/2003	84,0	1 tubo aperto	2	da 3 a 23.5	6	1	-	-
XL051G010	30,0	06/02/2003	50,0	2 tubo aperto	2	da 18.00 a 30.00 e da 12.00 a 15.00	8	6	2 Lefranc	-
XL051G009	40,0	29/01/2003	51,0	1 tubo aperto	2	da 3.00 a 39.00	7	5	2 Lefranc	-
XL051B008	26,0	23/01/2003	53,0	2 tubo aperto	1	da 20.00 a 26.00 e da 6.00 a 12.00	4	5	2 Lefranc	-

*Tabella 4-2 – Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2004*

Campagna 2004										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
Sondaggio	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro/DH	„	Fenestratura	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
S2	20,0	16/11/2004	78,0	1 Casagrande		20	3	4	2 Lefranc	-
S8	40,0	25/11/2004	67,0	1 Casagrande		40	5	6	-	-

*Tabella 4-3 - Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2008 - 2009*

Campagna 2008 - 2009										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
Sondaggio	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro/DH	„	Fenestratura	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
PCL053A10	35,0	15/10/2008	51,7	1 tubo aperto		da 6 a 35	6	3 CR	1 Lefranc	-
PCL053A11	35,0	07/10/2008	55,4	1 tubo aperto		da 19.20 a 30.00	6	3 CR	1 Lefranc	-
PCL053A12	35,0	11/10/2008	54,4	1 tubo aperto		da 12 a 35	6	2 CR	1 Lefranc	-
PCL053B13	35,0	11/05/2009	51,0	1 tubo aperto		da 15 a 35	NO	NO	-	-
PCL053B16	37,0	06/04/2009	51,0	1 tubo aperto		da 13 a 37	NO	NO	-	-
PNL053C22	35,0	17/03/2009	65,3	1 tubo aperto		da 5 a 35	6	3 CI + 3 CR	1 Lefranc	-
PNL053O23	25,0	16/03/2009	79,7	1 tubo aperto		da 7 a 25	6	1 CI + 4 CR	1 Lefranc	-
PCL053B01	40,0	02/09/2008	51,1	1 Casagrande + 1 tubo aperto		da 10.50 a 11.70 e da 16.50 a 37.00	7	3 CI + 3 CR	2 Lefranc	-
PCL053B02	40,0	29/08/2008	52,3	1 Casagrande + 1 tubo aperto		da 1.00 a 5.00 e da 33.00 a 34.50	8	3 CI + 4 CR	2 Lefranc	-

Campagna 2008 - 2009										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
Sondaggio	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro/DH	„	Fenestratura	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
PCL053B03	40,0	08/09/2008	56,2	1 tubo aperto		da 17.50 a 25.20	8	2 CI + 3 CR	2 Lefranc	-
PCL053B04	40,0	10/09/2008	57,8	1 tubo aperto + 1 Casagrande		da 8.00 a 13.13 e da 30.00 a 32.70	8	1 CI + 3 CR	2 Lefranc	-
PCL053B05	40,0	09/09/2008	61,0	1 tubo aperto + 1 Casagrande		da 15.50 a 25 e da 37.00 a 40.00	8	2 CI + 3 CR	2 Lefranc	-
CHL053B06	40,0	14/09/2008	51,0	tubazione CH			7	1 CI + 3 CR	-	-
PCL053A09	36,0	01/10/2008	50,4	1 tubo aperto		da 10 a 36	7	2 CI + 3 CR	1 Lefranc	-

Tabella 4-4 - Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2016

Campagna 2016										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
Sondaggio	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro/DH	„	Fenestratura	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
PR3	30,0	06/09/2016	54.631	Tubazione DH	3	-	5	6	2 Lefranc	-

Tabella 4-5 – Indagini del Database Emilia-Romagna.

Indagini R.E.R.										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
Sondaggio	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro	„	Fenestratura	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
181160P748	79,7	-	50.6	NO						-

Tabella 4-6 - Riassunto delle indagini eseguite nella campagna 2021

Campagna 2021										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
ID	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro/DH	„	Fenestratura	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
BH1	40,0	18/11/2021	50,1	1 tubo aperto	3	da 12 a 27	14	3 CI + 5 CR	4 Lefranc	
BH2	40,0	15/11/2021	49,8	1 tubo aperto	3	da 18 a 27	14	2 CI + 7 CR	4 Lefranc	1

Campagna 2021										
Dati anagrafici				Strumentazione			Prove e prelievo campioni			
ID	Prof. (m)	Data	Quota (m s.l.m.)	Piezometro/DH	„	Fenestratura	SPT	Campioni	Prove permeabilità	Prove pressiometriche
BH3	40,0	13/10/2021	60,6	1 tubo aperto	3	da 5 a 27	14	5 CI + 2 CR	4 Lefranc	
BH4	40,0	12/10/2021	70,6	1 tubo aperto	3	da 6 a 24	14	2 CI + 6 CR	4 Lefranc	1
BH5	40,0	03/11/2021	75,7	tubazione DH	3	-	14	3 CI + 5 CR	4 Lefranc	
BH6	40,0	07/11/2021	77,2	1 tubo aperto	3	da 9 a 32	14	2 CI + 6 CR	4 Lefranc	
BH7	40,0	21/10/2021	82,7	1 tubo aperto	3	da 9 a 27	14	8 CR	4 Lefranc	1

## 4.2 Indagini geofisiche

I dati di base di carattere geofisico a supporto della progettazione degli interventi derivano dalle indagini realizzate nell'ambito di campagne indagini pregresse lungo il tracciato in progetto e dalla più recente campagna indagini realizzata a supporto della presente fase progettuale.

In particolare, sono disponibili i seguenti dati:

- Campagna indagini 2008-2009 (Indagini e studi pregressi - IP0000D69RHGE0005001A):
  - N.1 indagine in foro tipo Cross-Hole (sigla CH-A), con misurazione delle velocità delle onde di compressione (P) e delle onde di taglio (S), eseguita in corrispondenza del sondaggio CHL053B06;
- Campagna indagini 2021 (Indagini geofisiche - IP0000D69IGGE0005001A):
  - N.7 stendimenti sismici di tipo MASW;
  - N.7 indagini in sismica passiva tipo HVSR, eseguite in corrispondenza degli *array* sismici MASW;
  - N.1 indagine in foro tipo Down-Hole, con misurazione delle velocità delle onde di compressione (P) e delle onde di taglio (S), eseguita in corrispondenza del sondaggio BH5.

## 4.3 Prove di laboratorio

Nell'ambito delle campagne indagini in sito precedentemente descritte sono stati prelevati campioni di terreno (indisturbati e/o rimaneggiati) successivamente sottoposti a prove di laboratorio geotecnico.

I certificati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso delle campagne di indagini pregresse sono riportati nell'elaborato "Indagini e studi pregressi - IP0000D69RHGE0005001A" mentre i certificati delle prove eseguite sui campioni prelevati nel corso della campagna del 2021 sono riportati nell'elaborato "Prove geotecniche di laboratorio - IP0000D69PRGE0005001A".

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 16 di 92

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal tracciato ferroviario in progetto si sviluppa nell'area della pianura parmense e si colloca a nord del versante emiliano dell'Appennino settentrionale. La catena si è originata in seguito alla convergenza crostale tra la placca adriatica ed europea ed alla conseguente sutura della stretta fascia del bacino oceanico ligure-piemontese, le cui antiche testimonianze sono oggi osservabili solo nelle rocce ofiolitiche sparse in alcune zone della catena.

Esso è caratterizzato dalla diffusa presenza in affioramento di rocce sedimentarie di origine marina formatesi per la maggior parte in un periodo compreso tra il Cretaceo inferiore (140 milioni di anni fa) ed il Pliocene superiore (circa 2 milioni di anni fa) in differenti domini paleogeografici: il Dominio ligure, che corrisponde in larga misura all'area oceanica, il Dominio epiligure, che si imposta a partire dall'Eocene medio sulle unità liguri già tettonizzate, il Dominio subligure, sviluppato sulla crosta assottigliata africana adiacente alla zona oceanica, e il Dominio toscumbro, di pertinenza africana.

Tali rocce sono state successivamente sollevate e deformate durante le fasi tettoniche orogenetiche che hanno portato all'attuale assetto degli Appennini settentrionali, risultando, al termine del processo deformativo, traslate e sovrapposte in modo assai complesso.

Nell'area di pianura antistante al margine appenninico sono presenti due archi di accavallamenti per lo più sepolti, sviluppati con orientamento NO-SE: sono strutture anticlinali caratterizzate da piani inclinati di 20° - 30°, immergenti a SO, separati da zone sinclinali fortemente subsidenti. L'arco più meridionale ("*Pedeapenninic Thrust Front*") borda l'attuale margine dell'Appennino, mentre quello più settentrionale ("*External Thrust Front*") è un arco sepolto nel Bacino Padano, lungo l'asse Parma-Cremona.

L'intero Bacino Padano, infatti, si è originato grazie alle spinte deformative che, a partire dal Miocene superiore, hanno coinvolto l'Appennino Settentrionale e il substrato padano, provocandone la deformazione secondo falde sovrapposte. In particolare, nell'area prossima alla città di Parma sono presenti le unità tettoniche più esterne semi-alloctone del dominio Umbro-marchigiano-romagnolo, su cui sono sovrascorse le unità liguri.

Dal punto di vista geomorfologico, la configurazione della zona compresa tra l'Appennino Emiliano e la città di Parma risente della presenza del Fiume Taro e del Torrente Baganza, i cui terrazzi si estendono longitudinalmente in direzione SO-NE. Tali terrazzi sono caratterizzati da un'intensa pedogenesi, con suoli impostati su depositi alluvionali; quelli situati tra il Torrente Parma ed il Torrente Baganza risultano maggiormente inclinati a causa della tettonica che ha basculato in modo sensibile il settore compreso tra i due corsi d'acqua.

### 5.1 Assetto strutturale

Il territorio in esame non evidenzia strutture geologiche di superficie. Ciò nonostante, l'esplorazione geofisica effettuata per la ricerca di idrocarburi mostra che la Pianura Padana, a sud del Po, è caratterizzata dalla presenza di faglie inverse e sovrascorrimenti sepolti nord-vergenti associati ad anticlinali e costituenti i fronti più esterni della catena appenninica (Pieri e Groppi, 1975).

Il margine meridionale della Pianura mostra un andamento NW-SE parallelo all'adiacente catena ed è costituito al suo interno da quattro archi strutturali, estesi per centinaia di chilometri che, a partire da Ovest, prendono il nome di Arco del Monferrato, Arco delle Pieghe Emiliano-Romagnole, Arco delle Pieghe Ferraresi e Arco Adriatico. Questi archi sono simmetrici e tra loro simili: nella parte occidentale sono costituiti da sistemi di sovrascorrimenti ovest-vergenti, mentre più ad est sono caratterizzati da un insieme di pieghe e faglie inverse NE-vergenti, ad alto angolo e profondamente radicate (Costa, 2003).

Essi coincidono con i sistemi di accavallamento a vergenza nord-orientale che delimitano zone di culminazione, in corrispondenza delle quali la sedimentazione Plio-Pleistocenica presenta spessori ridotti che delimitano, a nord e a sud, delle zone depresse nelle quali invece la sedimentazione plio-pleistocenica ha determinato l'accumulo di potenti successioni sedimentarie (Figura 5-1).

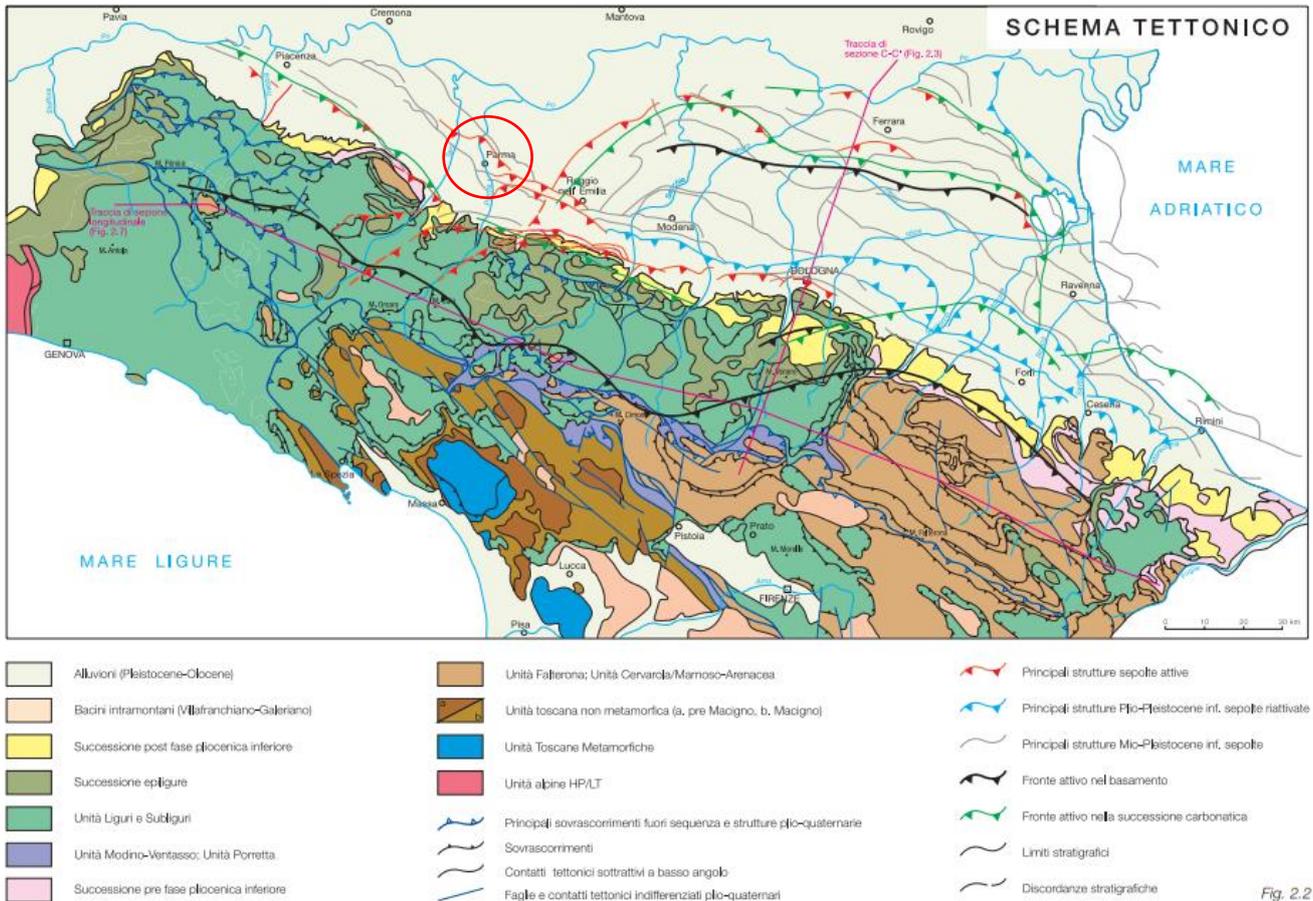


Fig. 2.2

Figura 5-1 - Strutture attive della Regione Emilia-Romagna (Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:250.000 – SGSS Regione Emilia-Romagna a cura di M. Boccaletti e L. Martelli). Il cerchio rosso individua l'area di studio.

Immaginando di percorrere la linea ferroviaria che collega Parma a Fornovo Val di Taro è possibile distinguere due domini tettonico-stratigrafici separati, con evidenti riflessi sulla morfologia superficiale dell'area compresa tra gli Appennini e la città di Parma.

Il primo dominio, identificato nell'area compresa tra Parma e Collecchio, è caratterizzato da una morfologia sub-pianeggiante generata dalla sedimentazione alluvionale del Fiume Taro e Torrente Baganza a ricoprimento delle strutture deformative frontali della catena Appenninica settentrionale.

Il secondo dominio tettonico coincide con i rilievi collinari presenti nell'intorno dell'abitato di Fornovo di Taro. In quest'area affiorano i termini cretacei e paleogenici delle successioni Liguri ed Epiliguri, stratigraficamente inferiori alle unità del Messiniano terminale e del Plio-Pleistocene, appartenenti alle unità autoctone dell'avanfossa padana, alle successioni del quaternario marino e continentale fluvio-glaciale ed alluvionale.

Tutta l'area oggetto del presente studio si trova compresa all'interno del primo dominio strutturale.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA IP00</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 18 di 92</p>

## 5.2 Assetto stratigrafico

I depositi che formano l'ossatura della Pianura Padana costituiscono il riempimento del bacino d'avanfossa di età pliocenico-quadernaria, compreso tra la catena appenninica a sud e quella alpina a nord.

Nel Pleistocene inferiore (circa 1.1 Ma), l'orogenesi ed il conseguente sollevamento del margine appenninico provocarono, a partire da ovest, la progressiva regressione marina e l'instaurarsi di ambienti sempre meno profondi. Ne conseguì una brusca modifica nello stile deposizionale che vide la deposizione di sabbie di piattaforma interna e litorali; in seguito, a testimonianza di una ulteriore fase di sollevamento, e pressoché lungo tutto il margine appenninico si depositarono sabbie costiere (0.8-0.65 Ma circa) che segnarono la fine del ciclo Pleistocenico marino.

Nel Pleistocene medio la prosecuzione del sollevamento comportò il definitivo instaurarsi della deposizione continentale e iniziò a sedimentarsi il Supersintema Emiliano Romagnolo (Di Dio et al., 1997). Il limite inferiore del Supersintema Emiliano-Romagnolo affiora solamente a ridosso del margine appenninico oppure nelle aree intravallive.

Il Supersintema si caratterizza, nel suo complesso, per la progradazione dei sistemi deposizionali alluvionali da SW verso NE ed il conseguente arretramento dei depositi fluvio-deltizi e costieri. Tale progradazione mostra due fasi di sviluppo distinte a cui sono stati attribuiti due sistemi distinti (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998), denominati rispettivamente:

Sintema emiliano-romagnolo inferiore (AEI), comprendente le unità di ambiente continentale, sedimentate all'incirca tra 650 mila e 450/350 mila anni fa, non è segnalato in affioramento nell'areale in esame, mentre invece è stato individuato nel sottosuolo sulla base dei dati geognostici profondi. L'unità è costituita da alternanze cicliche di depositi fini (argille e limi) e grossolani (sabbie e subordinatamente ghiaie), riferibili ad associazioni di facies di piana alluvionale e soprattutto di piana fluvio-deltizia e costiera. Nei pressi di Parma, l'unità è posta a una profondità di almeno 150 m rispetto al piano campagna con la base che, in virtù dell'assetto inclinato verso nord, si pone ad almeno 250 m di profondità dal p.c.

Sintema emiliano-romagnolo superiore (AES), comprendente i depositi continentali da 350/450 mila anni fa fino al presente, nel quale si sviluppano maggiormente le facies francamente fluviali di conoide e di piana alluvionale legate a sistemi di provenienza appenninica. Questa unità, in corrispondenza del margine pedecollinare e nei fondivalle, appoggia con contatto erosivo sulle unità di ambiente marino più antiche; in pianura, invece, il limite con i sottostanti depositi del Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore si fa sempre meno chiaro e tracciabile muovendosi verso nord. Nel sottosuolo della pianura AES è costituito dalla sovrapposizione di cicli deposizionali di diverso ordine gerarchico che evidenziano una tendenza all'aumento di granulometria verso l'alto e sono, pertanto, caratterizzati dall'alternanza di un orizzonte con prevalenza di depositi fini e un altro con prevalenza di sedimenti grossolani. Di tutti i cicli riconosciuti, il ciclo più superficiale (AES8-Sub-sintema di Ravenna), che è pressoché l'unico affiorante nella pianura propriamente detta, è incompleto, essendo rappresentato solo dalla porzione inferiore costituita dai depositi tendenzialmente fini di pianura.

L'area di intervento, sulla base di quanto riportato nella Carta Geologica dell'Emilia-Romagna, (Figura 5-1), si caratterizza per la presenza del Sintema emiliano-romagnolo superiore, sub-sintema di Ravenna (AES8) e Unità di Modena (AES8a); quest'ultima rappresenta la parte sommitale del Sub-sintema di Ravenna costituita dai sedimenti alluvionali pelitici depositi dopo l'età romana e in prevalenza durante la crisi climatica databile all'alto medioevo.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Trattandosi di depositi molto recenti (Età post-romana) è caratteristica la preservazione delle morfologie deposizionali originarie. Lo spessore massimo in pianura è di circa 10 m.

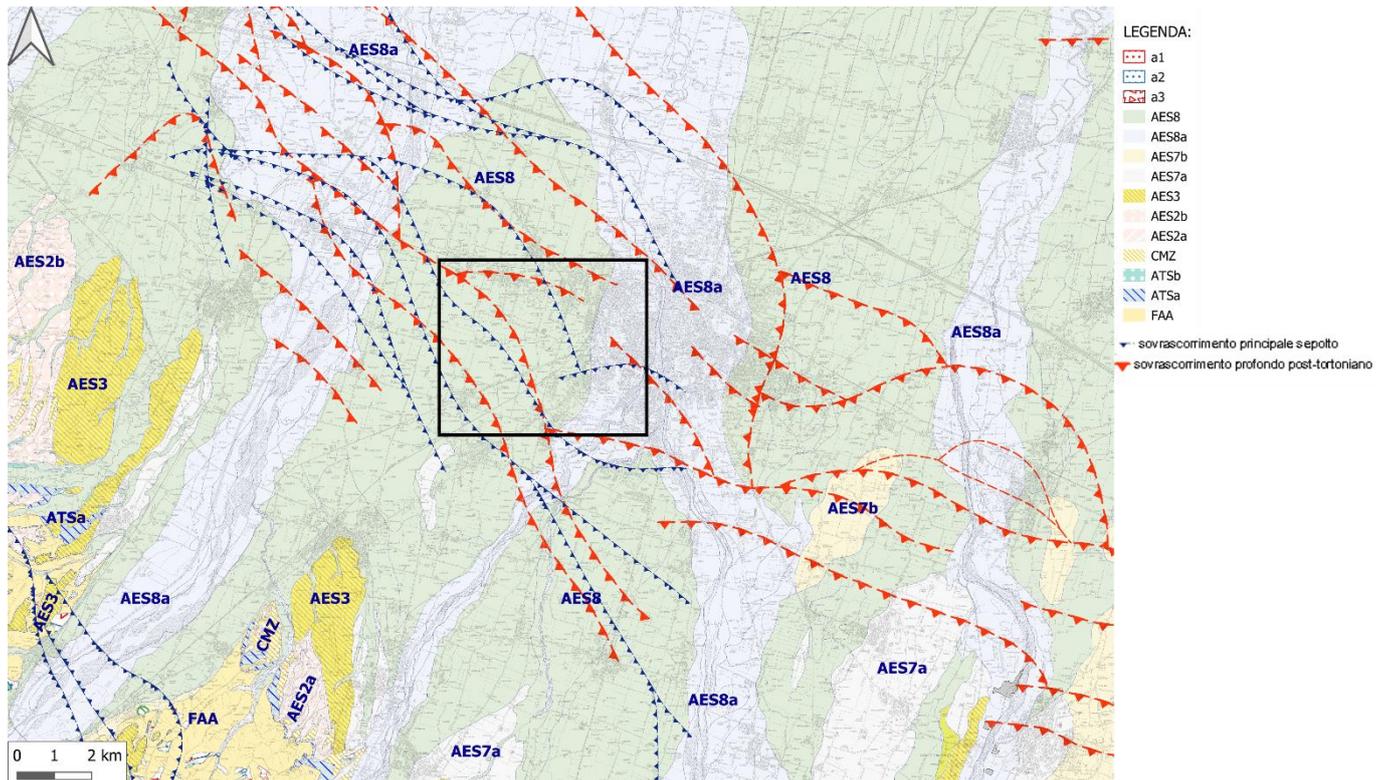


Figura 5-2 - Stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna, rilevata nell'ambito del progetto di cartografia geologica nazionale (CARG) alla scala di acquisizione 1:25.000 e revisionata a livello regionale (estratto dalla Cartografia interattiva e banca dati - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna); nel riquadro nero è evidenziata l'area di studio. Uno zoom sull'area è riportato in Figura 5-3.

La Figura 5-2 e la Figura 5-3 inquadrano l'area di studio da un punto di vista geologico-stratigrafico. Nella Figura 5-2 l'area in cui si sviluppa il tracciato ferroviario in esame è individuata da un rettangolo nero. Nella Figura 5-3 si mostra il dettaglio geologico dell'area di studio. Con riferimento alle cartografie geologiche elaborate a corredo del presente progetto e alla nomenclatura delle unità geologiche della Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna, di seguito si elencano, a partire dai termini più antichi a quelli più recenti, le unità geologiche rilevate nell'area individuata dalla Figura 5-2. Le descrizioni riportate sono tratte dal Foglio 199 delle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 (Di Dio et al. 2005).

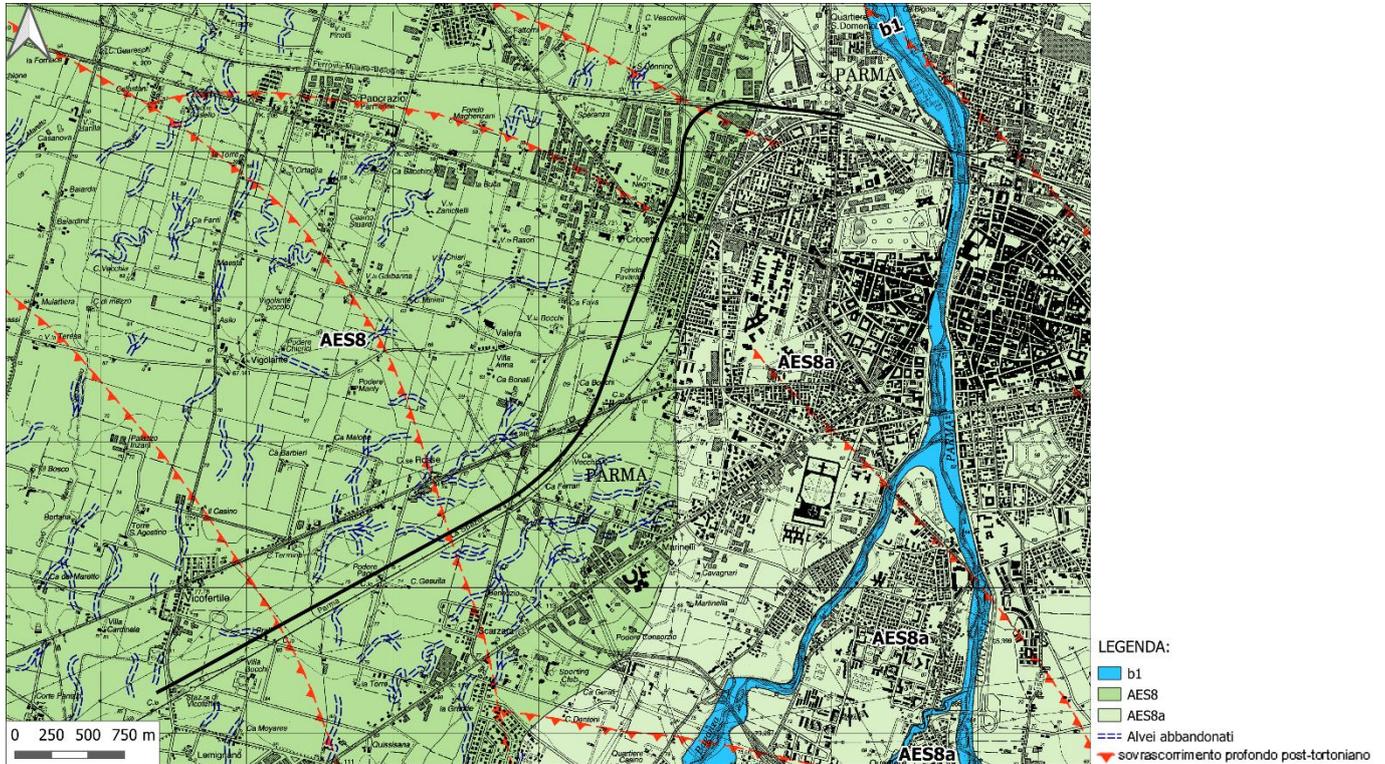


Figura 5-3 - Stralcio di dettaglio della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna, rilevata alla scala di acquisizione 1:10.000 e revisionata a livello regionale (estratto dalla Cartografia interattiva e banca dati - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna); in nero è evidenziato il tracciato in progetto.

Le caratteristiche litostratigrafiche delle citate unità sono di seguito descritte. Vengono prese in considerazione esclusivamente le unità affioranti nell'area di studio o quelle che potrebbero essere state intercettate in profondità dai sondaggi eseguiti.

### ***AES – Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore***

#### ***AES7 - Subsintema di Villa Verrucchio***

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Il profilo di alterazione (alfisuoli) presenta uno spessore fino a 4-5 m. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è erosivo e discordante sugli altri allomembri e sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 20 m. (età: Pleistocene sup.). Tale unità non affiora nelle aree di intervento ma è presente nella porzione sottostante al Sub-sintema di Ravenna.

#### ***- AES7a - Unità di Niviano***

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e può raggiungere i 4-5 m di profondità. L'unità presenta una copertura fine,

composita e discontinua, di spessore fino a 2 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri. Lo spessore massimo è di circa 15 metri. Tale unità non affiora nelle aree di intervento ma è presente nella porzione sottostante al Sub-sintema di Ravenna.

- *AES7b - Unità di Vignola*

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie: depositi del reticolo idrografico secondario. Il profilo di alterazione presenta uno spessore fino ad 1.5-2.0 m. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 30 m. Tale unità non affiora nelle aree di intervento ma è presente nella porzione sottostante al Sub-sintema di Ravenna.

*AES8 - Subsintema di Ravenna*

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi: depositi del reticolo idrografico secondario. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsintemi e sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 20 m. (età: Pleistocene sup. - Olocene). Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica viene distinta, all'interno del Subsintema di Ravenna, l'Unità di Modena.

- *AES8a - Unità di Modena*

Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati e di conoide. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri. (età: Olocene).

Il tracciato ferroviario in esame ricade interamente all'interno delle unità AES8 e AES8a.

***b1 - Deposito alluvionale in evoluzione***

Ghiaie, talora embriciate, sabbie e subordinati limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale, detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, allo sbocco di impluvi e valli secondarie. Talora sono coperti da vegetazione.

**5.3 Elementi di geomorfologia**

Partendo dalla città di Parma fino all'abitato di Vicofertile il tracciato ferroviario si snoda nell'ambito dell'alta pianura alluvionale parmense, caratterizzata da un blando gradiente topografico generalmente immergente a nord - nord-est e con pendenze medie dell'ordine del 6‰.

Le uniche rotture di pendenza della superficie topografica sono rappresentate localmente da piccole anomalie morfologiche corrispondenti alle scarpate di terrazzo fluviale, a incisioni legate a fossi e canali di scolo, oltre che ad aree antropizzate (cave, trincee, rilevati, ecc.)

La cartografia fornita dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna mette in evidenza la presenza di numerose tracce di alvei fluviali abbandonati all'interno della pianura parmense. Queste tracce sono visibili come piccole anse e piccoli segni ondulati a doppio tratteggio blu in Figura 5-3.

La genesi e l'evoluzione di quest'area è strettamente connessa alla morfogenesi pleisto-olocenica della porzione mediana e del piede della grande conoide del Fiume Taro. Su questa conoide, ormai inattiva, è facilmente riconoscibile un uso del suolo di tipo agricolo, con colture prevalentemente a seminativo e a graminacee da destinare ai numerosi allevamenti bovini presenti in zona.

Il reticolo idrografico è costituito da fossi di scolo e corsi d'acqua minori ormai rettificati, deviati ed incanalati per scopi passati di bonifica ed irrigazione che costituiscono così una idrografia del tutto artificiale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA - LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

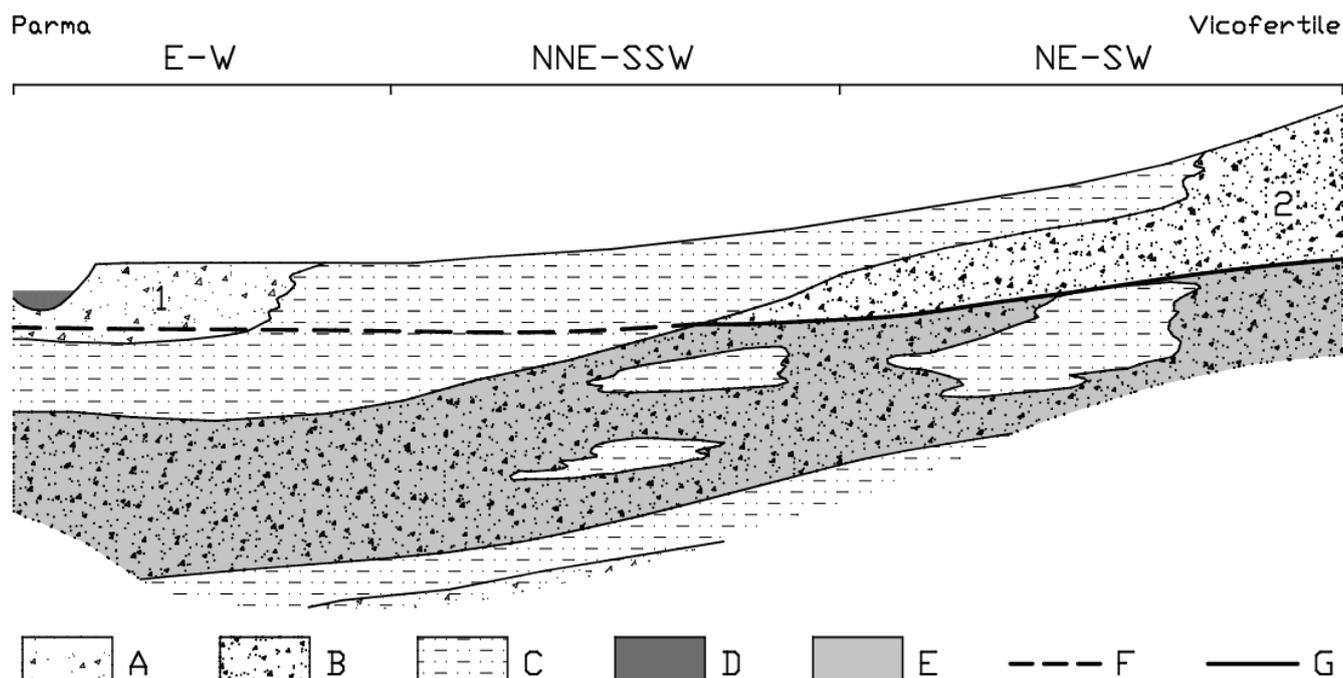
## 6 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Ai fini della rappresentazione del modello geologico dell'area in esame è stato sviluppato, lungo l'asse di progetto, il profilo geologico che costituisce una ricostruzione interpretativa basata sulle informazioni di terreno, integrate dai risultati delle indagini geognostiche condotte nelle varie fasi di progettazione o eseguite all'interno dell'areale di progetto. I dati raccolti ed acquisiti fanno sì che esso costituisca una rappresentazione previsionale delle condizioni geologiche lungo il tracciato adeguata al livello progettuale, ed una raffigurazione del sottosuolo che ne esprima in maniera attendibile, in relazione ai dati a disposizione, le caratteristiche litostratigrafiche. Con lo stesso scopo, sono stati sviluppati profili geologici trasversali A-A' e B-B'.

### 6.1 Schema geologico generale del tracciato

La *Figura 6-1* mostra uno schema geologico e idrogeologico semplificato dell'area di studio desunto dall'esame delle sezioni geologiche e idrogeologiche presentate nelle tavole allegate. Lo schema si sviluppa da Parma, a sinistra, verso Vicofertile, a destra. In alto è indicata la direzione di sviluppo del tracciato ferroviario. In particolare, il primo segmento si sviluppa in direzione E-W, in secondo in direzione NNE-SSW e il terzo in direzione NE-SW. All'estremo sinistro della sezione è visibile il Torrente Parma.

A livello generale è possibile individuare 2 corpi ghiaiosi principali, con un terzo appena intercettato nella porzione centrale del tracciato da alcuni sondaggi.



*Figura 6-1 - Schema geologico e idrogeologico semplificato della tratta in esame. A: litotipi prevalentemente ghiaiosi; B: litotipi prevalentemente ghiaiosi in cui risiede l'acquifero principale; C: litotipi prevalentemente limosi; D: Torrente Parma; E: porzione saturata dell'acquifero principale; F: piezometria dell'acquifero principale, porzione confinata; G: piezometria dell'acquifero principale, porzione freatica.*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Il primo corpo ghiaioso, indicato con il numero 1, è presente esclusivamente nella parte iniziale del tracciato, tra le pk 0+000 e 1+200 circa. Questo orizzonte rappresenta con ogni probabilità un deposito grossolano legato all'attività del Torrente Parma ed è stato riconosciuto dal sondaggio PR3 per uno spessore di circa 11.5 m (Figura 6-2).



Figura 6-2 – Sondaggio geognostico PR3, 5.00-10.00 m

Al di sotto e lateralmente a questo corpo ghiaioso si sviluppa un corpo prevalentemente limoso e argilloso che affiora in superficie e si estende per tutto il tracciato assottigliandosi gradualmente e poi interrompendosi alla pk 7+750 circa, in prossimità della stazione di Vicofertile.

Al di sotto di questo orizzonte limoso si sviluppa un potente banco di ghiaie di circa 20-30 m di spessore e continuo su tutto il tracciato. Verso Parma le ghiaie sono continue lungo tutta la verticale, dal tetto alla base; spostandosi verso Vicofertile, invece, alle ghiaie si intercalano lenti limoso argillose e subordinatamente sabbiose.

I sondaggi PCL053B01, BH2, PCL053B16 e XL051G009 sono esempi di sondaggi in cui le ghiaie risultano continue dalla base al tetto dell'intervallo; i sondaggi PCL053B03, PCL053B04, BH3 e PNL053C22 individuano invece lenti limoso argillose, anche di spessore significativo, intercalate all'interno del corpo ghiaioso principale.

Questo corpo ghiaioso è limitato alla base da un corpo limoso argilloso, ricostruito solamente nella porzione centrale del tracciato, di circa 5-10 m di spessore.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Al di sotto di questo orizzonte limoso argilloso i sondaggi PCL053B04, BH3 e PCL053B05 individuano ancora la presenza di ghiaie.

## 6.2 Caratteristiche litostratigrafiche dei depositi

Nella sezione geologica in asse al tracciato sono state individuate, sulla base delle analisi delle carote di sondaggio e delle prove di laboratorio, 4 principali *litofacies* dei depositi:

**Riporto (R):** terreno eterogeneo rimaneggiato, principalmente costituito da ghiaia limoso sabbiosa e limoso argillosa e da ghiaia con sabbia e ghiaia sabbiosa, a volte con frammenti di laterizi e resti di apparati radicali.

**Ghiaia (G):** ghiaia sabbiosa medio fine, ghiaia con sabbia limosa e ghiaia con limo sabbioso medio fine, da umida a molto umida, molto addensata, di colore avana e grigiastro con livelli verdastri. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da angolare ad arrotondata. Presenti ciottoli, generalmente di diametro massimo fino a 10 cm, livelli decimetrici in cui la frazione ghiaiosa diminuisce e livelli da centimetrici a decimetrici di argilla limosa e livelli limoso sabbiosi (*Figura 6-3*).



Figura 6-3 – Sondaggio geognostico BH2, litofacies "Ghiaia", 25.00-30.00 m

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

**Sabbia (S):** sabbia medio fine da debolmente limosa a limosa, debolmente umida, poco addensata, di colore avana. A volte presente rara ghiaia poligenica e livelli limoso sabbiosi (Figura 6-4).



Figura 6-4 – Sondaggio geognostico BH7, litofacies "Sabbia", 30.00-35.00 m

**Limo argilloso (L):** limo argilloso e argilla limosa con sabbia, limo da debolmente sabbioso a sabbioso e argilla, a luoghi debolmente sabbiosa, medio fine, da debolmente umida a umida, generalmente consistente, di colore marrone avana, avana nocciola, marrone nocciola e grigiastra con livelli rossastri e verdastri. A luoghi sono presenti patine nerastre o puntature nerastre di materiale organico e livelli debolmente sabbiosi e livelli di torba (Figura 6-5).

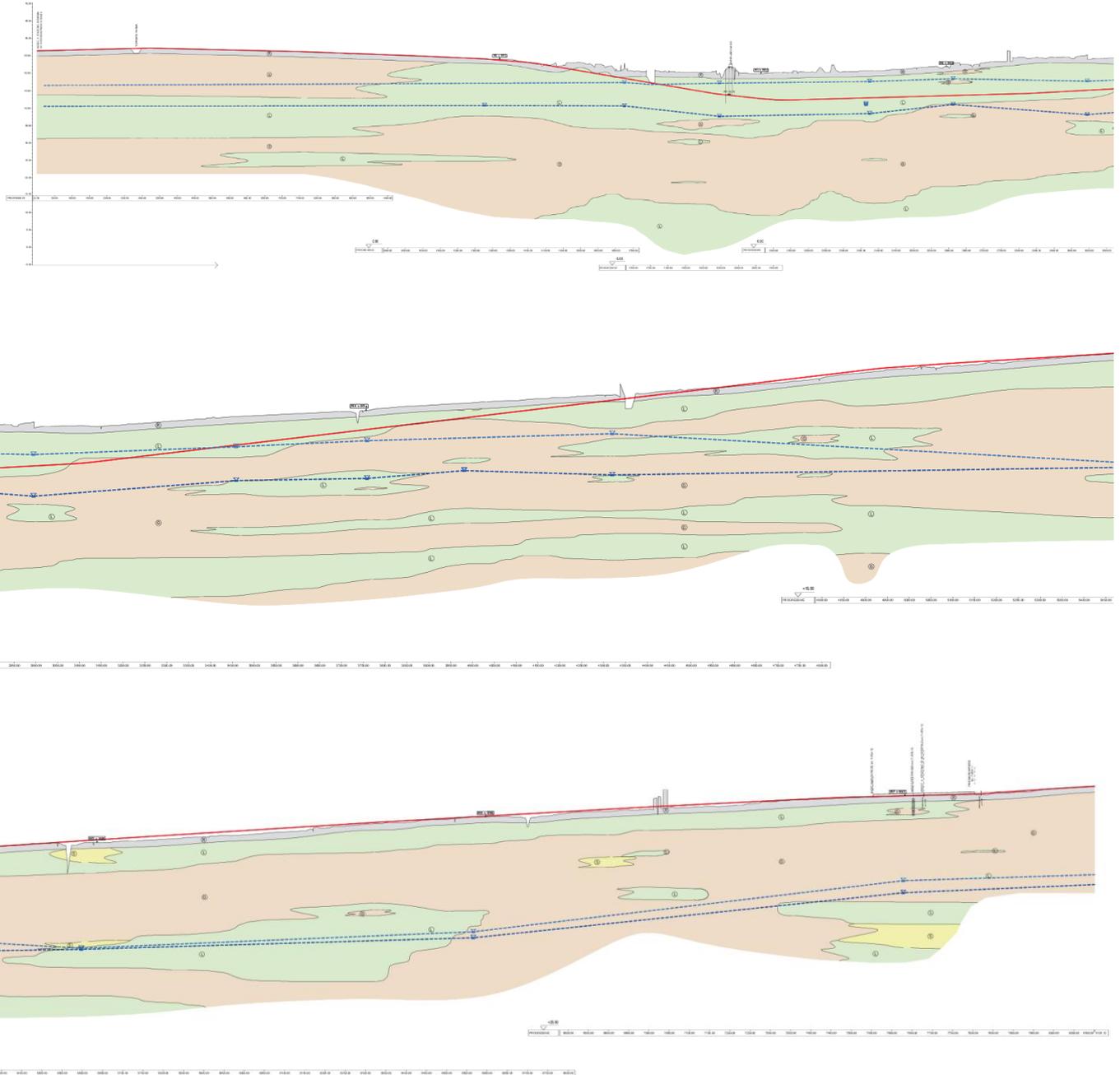


Figura 6-5 - Sondaggio geognostico BH2, litofacies "Limo Argilloso", 10.00-15.00 m

### 6.3 Profilo geologico in asse al tracciato

In questo paragrafo viene descritto il modello geologico costruito lungo l'asse del tracciato, distinguendo tratti che possono essere considerati omogenei da un punto di vista geologico-stratigrafico. In *Figura 6-6* si riportano degli stralci del profilo geologico di riferimento. Per un maggior dettaglio si rimanda ai seguenti elaborati:

- IP0000D69L6GE0001001A - Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 1/5;
- IP0000D69L6GE0001002A - Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 2/5;
- IP0000D69L6GE0001003A - Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 3/5;
- IP0000D69L6GE0001004A - Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 4/5;
- IP0000D69L6GE0001005A - Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico - Tav. 5/5;



*Figura 6-6 – Stralci del profilo geologico, nei quali si osservano i rapporti geometrici tra le differenti litofacies che caratterizzano il sottosuolo lungo l'asse del tracciato.*

Il primo tratto del tracciato, dalla pk 0+000 alla pk 1+1200 è caratterizzato dalla presenza in superficie di depositi ghiaiosi grossolani (G) legati all'attività del Torrente Parma. Questi depositi si rinvengono per uno spessore di circa

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 29 di 92

11.5 m. Questo banco di ghiaie superficiali poggia su un livello limoso-argilloso (L) di circa 11 m di spessore al di sotto del quale si rinvencono nuovamente ghiaie, caratterizzate dalla presenza di lenti limoso-argillose.

Dalla pk 1+200 alla pk 2+900 il tracciato si sviluppa prima in trincea e successivamente in galleria artificiale. La stratigrafia dei terreni è caratterizzata da un livello superficiale limoso-argilloso di spessore compreso tra i 17 m e i 10 m a cui segue un banco continuo di ghiaie il quale poggia nuovamente su limi-argillosi. In questo tratto le ghiaie sono continue dalla sommità alla base senza significative lenti limoso argillose intercalate all'interno. Lo spessore delle ghiaie in questo tratto supera i 20 m. Questo importante banco di ghiaie ospita una falda che risulta continua in tutta la sezione indagata e che, in questo tratto considerato, è in condizioni confinate nei periodi di alto piezometrico.

A seguire, dalla pk 2+900 alla pk 4+500 il tracciato si sviluppa ancora in galleria artificiale ed infine in trincea. L'assetto stratigrafico rimane sostanzialmente invariato: si ritrova sempre un corpo prevalentemente ghiaioso, continuo e limitato alla base e al tetto da livelli limoso argillosi. A differenza del tratto precedente, però, all'interno di questo corpo ghiaioso sono state ricostruite alcune lenti limoso-argillose. I sondaggi più profondi intercettano, a profondità superiori a 35 metri da p.c. nuovamente delle ghiaie. Il tetto di questo corpo ghiaioso profondo si colloca ad una profondità di circa 38 m da p.c.

Nel tratto compreso tra la pk 1+300 e la pk 4+500 il tracciato si sviluppa quindi in trincea e in galleria artificiale. Sulla base della ricostruzione stratigrafica derivante dalle indagini geognostiche a disposizione il tracciato, in prossimità della galleria artificiale, attraversa materiali prevalentemente coesivi costituiti da argille limose e limi argillosi (litofacies L), a luoghi sabbiose, con sporadiche e locali intercalazioni ghiaioso-sabbiose (litofacies G). In prossimità della galleria il tetto dei depositi ghiaiosi si colloca a profondità variabili tra 18 e 4 metri dal piano campagna; in particolare, in base alle stratigrafie di sondaggio, lo scavo della galleria lambisce il tetto delle ghiaie dalla pk 2+550 fino all'imbocco lato Vicofertile.

Dalla pk 4+500 fino a fine tracciato il modello geologico non presenta particolari variazioni stratigrafiche rispetto al tratto appena descritto. Il livello limoso-argilloso superficiale mantiene la sua continuità, assottigliandosi gradualmente interrompendosi alla pk 7+750 circa, in prossimità della stazione di Vicofertile.

In questo tratto nel corpo ghiaioso oltre alle lenti limose si trovano intercalate anche sporadiche lenti sabbiose.

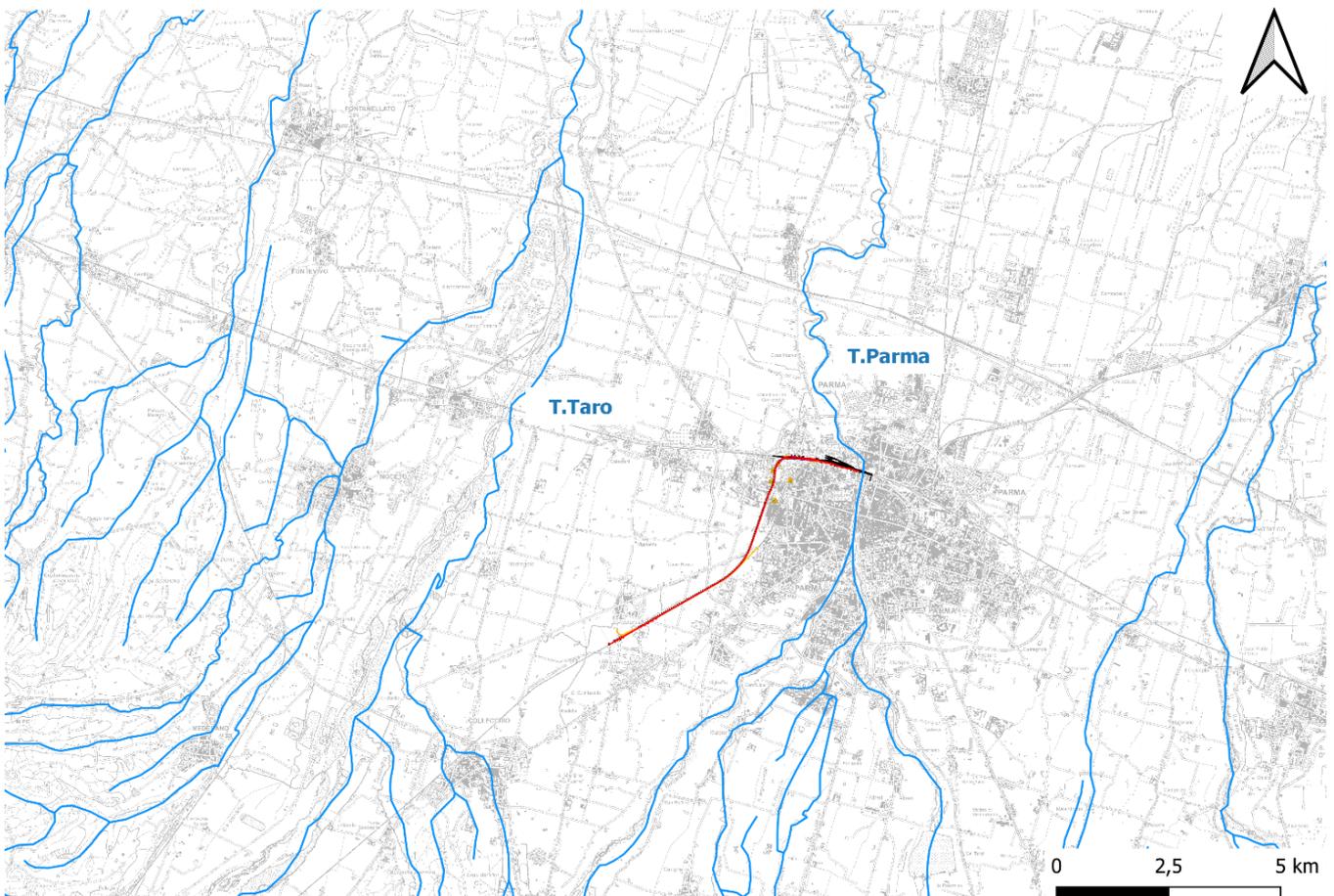
## 7 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Nel seguente capitolo vengono riportati gli aspetti idrografici e idrogeologici dell'area.

### 7.1 Idrografia

La *Figura 7-1* mostra il reticolo idrografico nell'area di Parma. Il reticolo è stato estratto dal sito del Ministero dell'Ambiente attraverso il servizio wms raggiungibile al seguente indirizzo:

[http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms\\_ogc/WMS\\_v1.3/Vettoriali/Aste\\_fluviali.map](http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/WMS_v1.3/Vettoriali/Aste_fluviali.map).



*Figura 7-1 - Reticolo idrografico. Immagine tratto dal servizio wms:  
[http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms\\_ogc/WMS\\_v1.3/Vettoriali/Aste\\_fluviali.map](http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/WMS_v1.3/Vettoriali/Aste_fluviali.map)*

Dalla figura si osserva che l'unico corso d'acqua che intercetta l'opera è il Torrente Parma. Il Torrente Taro, infatti, scorre più a ovest rispetto all'area di studio.

Il Torrente Parma è lungo 92 km ed è un affluente di destra del fiume Po, che si sviluppa per intero all'interno della provincia di Parma, in Emilia-Romagna. Ha un'area di bacino di 815 km<sup>2</sup>.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 31 di 92

Il Torrente Parma nasce alle pendici del monte Marmagna, a 1852 m s.l.m. dal Lago Santo parmense (Parma di Lago Santo, 4° ramo principale) e dai laghetti Gemio e Scuro (Parma dei Lagoni, 1° ramo principale), che confluiscono a monte dell'abitato di Bosco di Corniglio nel corso del Torrente Parma propriamente detto.

Il Parma scorre con andamento torrentizio verso nord-est ricevendo i contributi di numerosi affluenti fra i quali si ricordano il torrente Bratica, che, proveniente dal Navert si immette all'altezza dell'abitato di Corniglio e il torrente Parmossa. Giunto così presso Langhirano, si allarga notevolmente (quasi al pari di una grossa fiumara), sboccando poi in pianura. Qui entra da sud nella città di Parma, attraversandola interamente verso nord e ricevendo da sinistra le acque del Cinghio prima e del Baganza, suo principale tributario, poi. Uscito dal tratto urbano il Torrente Parma prosegue, pesantemente arginato e con andamento sinuoso, nella Pianura Padana, bagnando il centro di Colorno, dove riceve le acque del canale Lorno, e giungendo così presso Mezzano Superiore, dove sfocia nel Po.

Il Torrente Parma è un corso d'acqua dalla portata discreta (circa 11 m<sup>3</sup>/s) ma dal carattere torrentizio, in secca per gran parte dell'estate ma estremamente impetuoso e rabbioso in autunno in caso di forti precipitazioni.

## 7.2 Idrogeologia

### 7.2.1 Assetto idrogeologico regionale

Gli acquiferi della pianura emiliano – romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 400-500 m e, in minima parte, da depositi marino marginali. La distribuzione regionale dei complessi idrogeologici, sede dei corpi idrici sotterranei significativi, è schematicamente rappresentata in *Figura 7-2*.

Procedendo dal margine appenninico verso nord, si incontrano nell'ordine i seguenti complessi idrogeologici:

- le conoidi alluvionali appenniniche;
- la pianura alluvionale appenninica;
- la pianura alluvionale e deltizia del Po.

Le **conoidi alluvionali appenniniche** sono formate dai sedimenti che i fiumi depositano all'uscita dalla valle, dove il corso d'acqua non è più confinato lateralmente e vi è una brusca diminuzione della pendenza topografica. Esse si suddividono in maggiori, intermedie, minori e pedemontane.

Dal punto di vista idrogeologico, i loro depositi molto permeabili e molto spessi, sono i principali acquiferi della pianura emiliano – romagnola. In particolare, le conoidi prossimali, ovvero quelle più vicine allo sbocco del fiume nella pianura, sono sede di un esteso acquifero freatico ricaricato direttamente dalle acque superficiali dei fiumi e dalle piogge, mentre le conoidi distali costituiscono un complesso sistema di acquiferi multistrato con falde confinate e semiconfinate.

La **pianura alluvionale appenninica** è caratterizzata da una pendenza topografica inferiore ed è formata dai sedimenti fini trasportati dai fiumi appenninici a distanze maggiori, costituiti da alternanze di limi più o meno argillosi, argille e sabbie limose. Essa inizia laddove i corpi ghiaiosi si chiudono e passano lateralmente a sabbie, presenti come singoli corpi nastriformi di pochi metri di spessore, che rappresentano i depositi di riempimento di canale e di argine prossimale. Talvolta si ritrovano degli orizzonti argillosi molto ricchi di sostanza organica che testimoniano il succedersi degli eventi di trasgressione marina che hanno interessato la zona costiera dell'Emilia-Romagna durante il Pleistocene e che costituiscono dei veri e propri livelli guida.

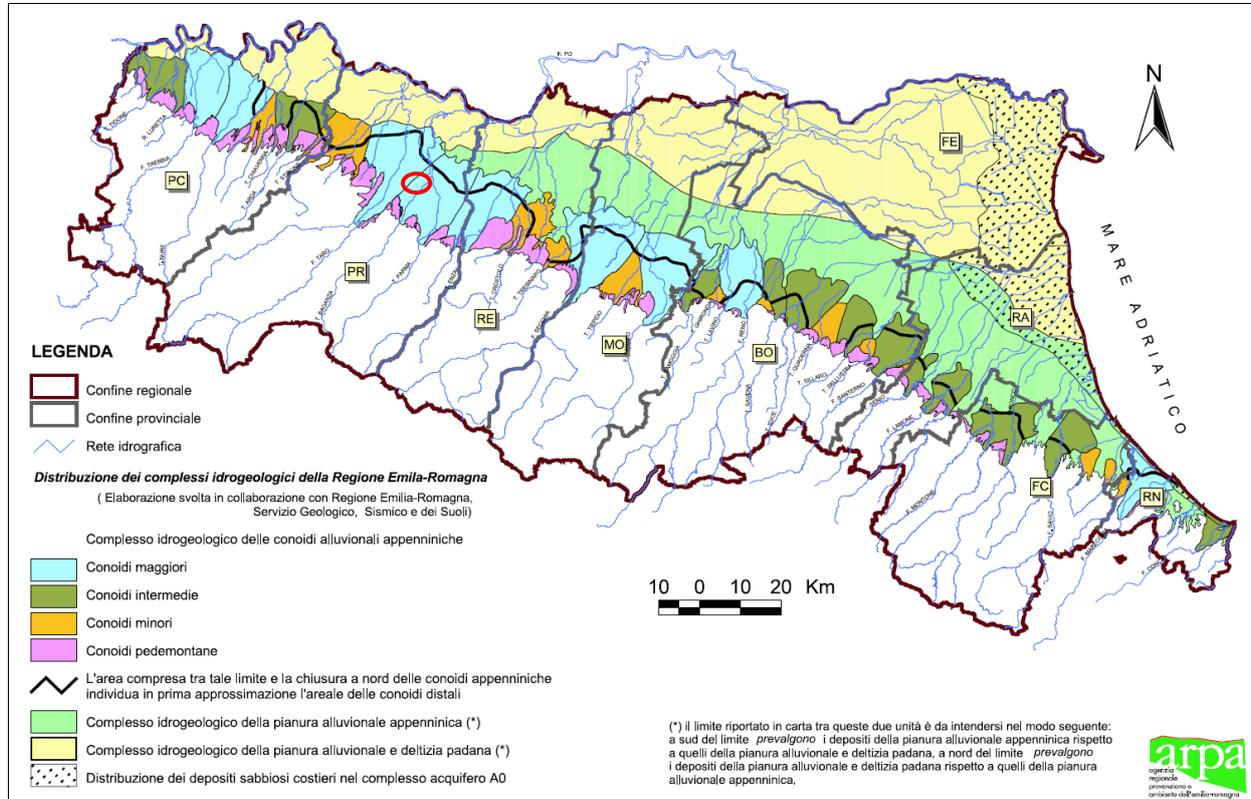


Figura 7-2 - Definizione dei corpi idrici sotterranei significativi (fonte: Piano Tutela delle Acque, Regione Emilia Romagna).  
 Il cerchio rosso individua l'area di intervento.

Dal punto di vista idrogeologico i rari e discontinui depositi sabbiosi della pianura alluvionale appenninica, costituiscono degli acquiferi di scarso interesse, anche perché la loro ricarica è decisamente scarsa e deriva unicamente dall'acqua che, infiltratasi nelle zone di ricarica delle conoidi, riesce molto lentamente a fluire sino alla pianura.

Infine, la **pianura alluvionale e deltizia del Fiume Po**, costituita dall'alternanza di corpi sabbiosi molto estesi e sedimenti fini. Le sabbie derivano dalla sedimentazione del Fiume Po e sono presenti in strati amalgamati tra loro a formare livelli spessi anche alcune decine di metri ed estesi per svariati chilometri. Nella parte occidentale della Regione questi depositi hanno sempre un'origine alluvionale, mentre verso est rappresentano i diversi apparati deltizi che il Po ha sviluppato nel corso del Pleistocene. I sedimenti fini che si alternano a questi strati sabbiosi sono formati da limi più o meno argillosi, argille, sabbie limose e più raramente sabbie. Anche nella pianura alluvionale del Po ci sono presenti dei depositi argillosi ricchi in sostanza organica che fungono da livelli guida.

Dal punto di vista idrogeologico i depositi della pianura alluvionale e deltizia del Po costituiscono degli acquiferi confinati molto permeabili e molto estesi e dunque molto importanti. Il più superficiale di questi è in contatto diretto col fiume, da cui viene ricaricato, mentre quelli più profondi ricevono una ricarica remota che viene in parte dallo stesso Po (da zone esterne alla Regione Emilia-Romagna) e in parte dalle zone di ricarica appenniniche ed alpine, poste rispettivamente molto più a sud e a nord.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

### 7.2.2 Unità idrostratigrafiche

Studi condotti dalla Regione Emilia Romagna e da Eni-Agip (Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna, 1998) mostrano l'esistenza a scala regionale di 3 unità idrostratigrafiche denominate Gruppi di acquiferi A, B e C (Figura 7-3), che affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquiferi Superficiali).

Il gruppo acquifero A è il più recente con un'età che va dall'attuale a 350.000-450.000 anni; il Gruppo acquifero B, intermedio, va da 350.000-450.000 anni ai 650.000. Il gruppo acquifero C è il più antico ed arriva sino a 3 milioni di anni.

Il gruppo acquifero A ed il gruppo acquifero B sono costituiti da depositi alluvionali in particolare ghiaie delle conoidi alluvionali, dai depositi alluvionali e dalle sabbie della pianura del Fiume Po. Il gruppo C è formato da depositi costieri e marino marginali ed è costituito da banchi di sabbie alternate a depositi fini.

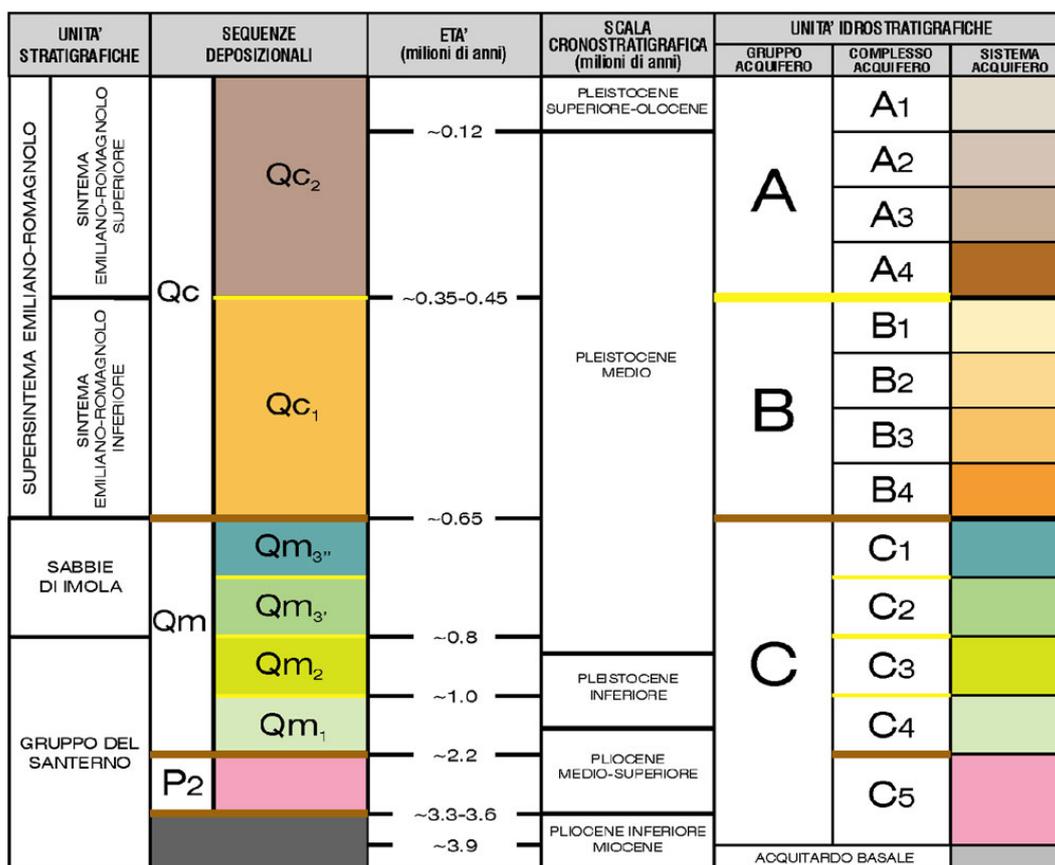


Figura 7-3. Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola.

I gruppi risultano separati idraulicamente da livelli argillosi plurimetrici.

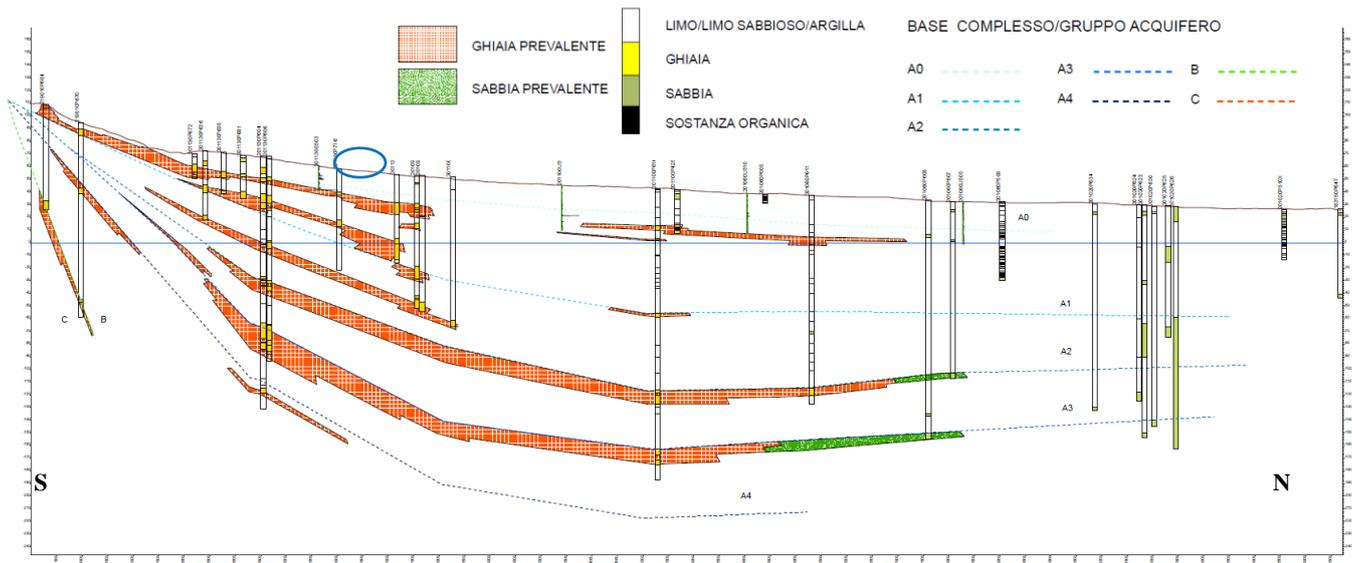
Tutti i Gruppi Acquiferi in coincidenza delle aree pedecollinari, dove i fiumi sboccano in pianura, sono spesso formati solo da corpi ghiaiosi, il cui spessore complessivo raramente supera i 20-25 m, amalgamati l'uno nell'altro, tanto che la distinzione nel sottosuolo non è sempre attuabile. Spostandosi verso nord invece, verso la pianura, la subsidenza ha permesso la sedimentazione di successioni di maggiore spessore, nelle quali si riconosce l'alternanza ciclica di

orizzonti ripetuti (ciclotemi) con caratteristiche granulometriche del tipo *coarsening upward* date da sedimenti prevalentemente fini alla base e grossolani al tetto.

Nell'insieme si può pertanto affermare che in zona apicale l'acquifero è monostrato (dato dall'amalgamazione dei vari corpi grossolani), e spostandosi verso nord si assiste al progressivo passaggio prima ad acquifero monostrato compartimentato (Colombetti et al., 1980; Paltrinieri et al., 1990), poi alla separazione netta tra i diversi orizzonti acquiferi che sono separati da strati pelitico-argillosi (a bassissima permeabilità) di spessore sempre più elevato tanto che ad un certo punto si può affermare che gli scambi verticali tra falde sono pressoché annullati.

Con un tale assetto idrostratigrafico, gli acquiferi del sottosuolo vedono la loro zona di alimentazione principale nella zona pedecollinare, laddove i depositi fluviali grossolani sono affioranti o sub affioranti a bassa profondità.

Per quel che riguarda il territorio in esame, esso è caratterizzato dalla presenza di acquiferi idrici confinati delle conoidi alluvionali, facenti parte del Gruppo Acquifero A, come riportato in *Figura 7-4*.



*Figura 7-4. Sezione idrogeologica n. 100 (fonte: Database Servizio geologico sismico della Regione Emilia Romagna [https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp](https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp) ).  
L'ellisse blu individua l'area oggetto di intervento.*

### 7.2.3 Prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc

I sondaggi realizzati lungo la tratta hanno intercettato litotipi riconducibili a Ghiaie, Sabbie e Limi argillosi.

Nel corso delle perforazioni, per caratterizzare da un punto di vista idrogeologico queste formazioni sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc. In *Tabella 7-1* si riportano tutte prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio nelle differenti campagne di indagine eseguite, l'intervallo di profondità nel quale è stata eseguita la prova, la litofacies caratterizzata e il valore di conducibilità idraulica ricavato dalla prova.

Si specifica che il valore di permeabilità  $k=5 \cdot 10^{-3}$  m/s ottenuto in prossimità del sondaggio PCL053B13 è relativo ad una prova di pompaggio di lunga durata. Si tratta pertanto di un valore ricavato con una metodologia differente e sicuramente più affidabile rispetto a quello ottenuto con una prova di tipo Lefranc.

*Tabella 7-1 – Sintesi delle prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio*

Sondaggio	da metri	a metri	Litofacies caratterizzata	k (m/s)
BH1	1,5	3,0	L	<b>4,0E-06</b>
BH1	8,0	9,4	L	<b>2,5E-06</b>
BH1	18,0	19,0	G	<b>6,2E-04</b>
BH1	22,0	23,0	G	<b>3,3E-04</b>
BH2	2,0	3,5	L	<b>3,6E-06</b>
BH2	7,0	8,6	L	<b>2,4E-06</b>
BH2	18,5	20,0	G	<b>1,1E-04</b>
BH2	23,0	25,0	G	<b>5,6E-04</b>
BH3	1,5	3,0	S	<b>5,5E-07</b>
BH3	6,5	8,0	G	<b>7,4E-05</b>
BH3	14,7	16,0	G	<b>5,2E-05</b>
BH3	19,0	20,0	G	<b>6,8E-07</b>
BH4	1,5	2,5	S	<b>6,8E-06</b>
BH4	8,0	9,0	G	<b>4,9E-05</b>
BH4	15,5	17,0	G	<b>4,5E-05</b>
BH4	21,5	23,0	G	<b>1,6E-05</b>
BH5	1,5	3,5	L	<b>4,7E-06</b>
BH5	8,0	9,5	G	<b>6,8E-05</b>
BH5	15,5	17,0	G	<b>3,9E-05</b>
BH5	22,0	23,5	L	<b>1,0E-06</b>
BH6	1,5	2,9	L	<b>5,1E-06</b>
BH6	8,0	9,5	G	<b>6,2E-05</b>
BH6	15,5	17,0	G	<b>3,4E-05</b>
BH6	23,0	24,5	L	<b>2,8E-06</b>
BH7	1,5	2,8	L	<b>7,4E-06</b>
BH7	7,5	9,0	G	<b>6,8E-05</b>
BH7	14,0	15,5	G	<b>4,5E-05</b>
BH7	21,5	22,0	G	<b>9,0E-05</b>
PCL053B13			G	<b>5,0E-03</b>
PCL053B01	9,0	10,0	L	<b>2,4E-09</b>
PCL053B01	18,0	18,5	G	<b>1,6E-03</b>
PCL053B02	8,5	9,0	L	<b>8,8E-09</b>
PCL053B02	15,0	16,0	G	<b>2,4E-05</b>
PCL053B03	11,7	12,2	G	<b>2,8E-07</b>
PCL053B03	16,1	17,5	L	<b>1,5E-08</b>
PCL053B04	4,7	6,1	L	<b>1,5E-08</b>
PCL053B04	21,0	21,5	G	<b>2,8E-04</b>
PCL053B05	3,0	4,5	L	<b>4,3E-09</b>

Sondaggio	da metri	a metri	Litofacies caratterizzata	k (m/s)
PCL053B05	19,5	20,0	G	<b>3,6E-04</b>
PCL053A09	20,2	21,0	G	<b>1,4E-06</b>
PCL053A11	20,0	20,5	G	<b>2,2E-06</b>
PCL053A12	18,7	19,3	G	<b>4,1E-04</b>
PNL053C22	28,0	28,5	L	<b>1,3E-08</b>
PNL053O23	17,0	17,5	G	<b>1,8E-04</b>
XL051G010	18,3	18,8	G	<b>1,2E-04</b>
XL051G010	24,7	25,3	G	<b>1,2E-04</b>
PR3	10,7	11,0	G	<b>2,8E-05</b>
PR3	19,4	19,8	L	<b>4,8E-07</b>
XL051G009	3,2	4,2	L	<b>8,6E-06</b>
XL051G009	16,0	17,0	G	<b>1,3E-04</b>

I valori delle prove Lefranc sono stati plottati su un grafico, classificandoli per litofacies. In rosso, per ogni litologia, è indicato il valore medio, calcolato come media geometrica.

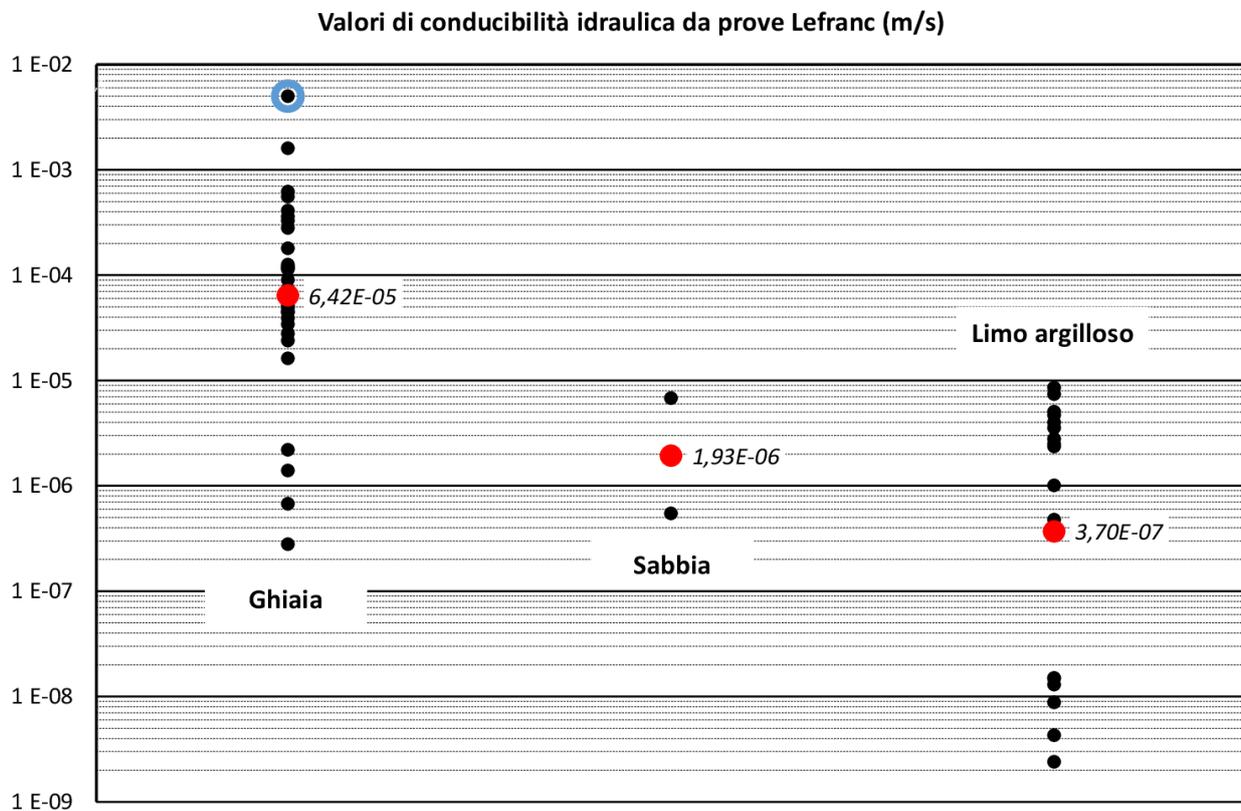


Figura 7-5 – Valori di conducibilità idraulica ricavati dalle prove Lefranc eseguite nei fori di sondaggio. In rosso la media geometrica dei valori; con il cerchio azzurro è evidenziato il valore ricavato da prova di pompaggio di lunga durata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

I dati visualizzati nel grafico sono riportati per completezza nella *Tabella 7-2*: per ogni litotipo sono indicati i valori massimi e minimi di conducibilità idraulica ottenuti dalle prove, e il valore medio di conducibilità idraulica di riferimento espresso in m/s. Nell'ultima colonna viene indicato il numero di prove disponibili per ogni litofacies. Tanto maggiore è il numero di prove, tanto maggiore è l'affidabilità del dato medio ricavato.

*Tabella 7-2 – Sintesi dei valori di conducibilità idraulica ricavati dalle prove in foro*

Litofacies	k min (m/s)	k Max (m/s)	k med (m/s)	Numero prove
<b>Ghiaia (G)</b>	2,8E-07	5,0E-03	6,4E-05	31
<b>Limo argilloso (L)</b>	2,4E-09	8,6E-06	3,7E-07	17
<b>Sabbia (S)</b>	5,5E-07	6,8E-06	1,9E-06	2

Come visibile dal grafico di *Figura 7-5*, per le singole litologie i valori di conducibilità idraulica risultano molto dispersi e distribuiti anche su 4-5 ordini di grandezza. Ciò significa che i valori medi presi come riferimento in realtà hanno una grande variabilità da punto a punto e che, se utilizzati a fine di calcoli, vanno comunque considerati con estrema prudenza.

Va evidenziato il fatto che l'unica prova di pompaggio eseguita all'interno delle ghiaie ha mostrato un valore di conducibilità idraulica di  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s, significativamente più alto rispetto alla media dei valori ottenuti dalle prove Lefranc eseguite all'interno delle ghiaie.

Le prove di pompaggio eseguite in ghiaie possono rilevare frequentemente valori di conducibilità idraulica superiore a prove Lefranc eseguite nello stesso litotipo in prossimità della stessa area di prova. Nelle litologie a permeabilità abbastanza elevata, infatti, la prova Lefranc può avere una tendenza alla sottostima dei valori.

Per quello che riguarda le sabbie il numero di prove disponibili è esiguo e non si hanno valori di confronto ricavati con prove di pompaggio. Il valore ricavato come media geometrica può quindi essere considerato come riferimento, sempre considerando che si tratta del risultato di due sole prove. In ogni caso le sabbie rappresentano una frazione minima delle litologie intercettate.

Nel terreno di riporto non sono state eseguite prove e quindi non può essere fornito un valore di conducibilità idraulica di riferimento. Come range di valori possibili è stato assunto quello delle ghiaie.

#### **7.2.4 Complessi idrogeologici**

In riferimento alle prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle diverse campagne di indagine, nell'area sono stati individuati i seguenti complessi idrogeologici descritti nel dettaglio in *Tabella 7-3*.

- **Complesso ghiaioso-sabbioso (CGS);**
- **Complesso sabbioso-limoso (CSL);**
- **Complesso limoso-argilloso (CLA).**

*Tabella 7-3 - Sintesi delle caratteristiche delle unità idrogeologiche rappresentate nelle sezioni idrogeologiche*

Complesso idrogeologico		Conducibilità idraulica	
Sigla	Descrizione	k med (m/s)	Range K (m/s)
<b>CGS</b>	<p><b>Complesso ghiaioso-sabbioso</b></p> <p>Ghiaia sabbiosa medio fine, ghiaia con sabbia limosa e ghiaia con limo sabbioso medio fine, da umida a molto umida, molto addensata, di colore avana e grigiastro con livelli verdastri. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da angolare ad arrotondata. Presenti ciottoli, generalmente di diametro massimo fino a 10 cm, livelli decimetrici in cui la frazione ghiaiosa diminuisce e livelli da centimetrici a decimetrici di argilla limosa e livelli limoso sabbiosi. Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche rilevanti.</p> <p>La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo: <math>1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-3}</math> m/s</p>	<b><math>6.4 \cdot 10^{-5}</math></b>	$1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-3}$
<b>CSL</b>	<p><b>Complesso sabbioso-limoso</b></p> <p>Sabbia medio fine da debolmente limosa a limosa, debolmente umida, poco addensata, di colore avana. A volte presente rara ghiaia poligenica e livelli limoso sabbiosi.</p> <p>La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo: <math>5 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-5}</math> m/s</p>	<b><math>1.9 \cdot 10^{-6}</math></b>	$5 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-5}$
<b>CLA</b>	<p><b>Complesso limoso-argilloso</b></p> <p>Limo argilloso e argilla limosa con sabbia, limo da debolmente sabbioso a sabbioso e argilla, a luoghi debolmente sabbiosa, medio fine, da debolmente umida a umida, generalmente consistente, di colore marrone avana, avana nocciola, marrone nocciola e grigiastra con livelli rossastri e verdastri. A luoghi sono presenti patine nerastre o puntature nerastre di materiale organico e livelli debolmente sabbiosi e livelli di torba.</p> <p>La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo: <math>1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-5}</math> m/s</p>	<b><math>3.7 \cdot 10^{-7}</math></b>	$1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-5}$
<b>R</b>	<p><b>Riporto</b></p> <p>Terreno eterogeneo rimaneggiato, principalmente costituito da ghiaia limoso sabbiosa e limoso argillosa e da ghiaia con sabbia e ghiaia sabbiosa, a volte con frammenti di laterizi e resti di apparati radicali.</p>	-	$1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-3}$

### 7.3 Monitoraggio piezometrico

Nell'area di progetto, nel corso dell'ultimo ventennio, sono state eseguite diverse misure piezometriche, caratterizzate però da una forte discontinuità temporale. Le prime letture risalgono al 2003 e le ultime al 2021.

Tutti i valori reperiti dalle pregresse campagne di monitoraggio fino alle ultime misure del 2021 sono riportate nelle tabelle in Allegato 1 – Monitoraggio piezometrico. Nonostante il lungo periodo di monitoraggio, i dati di cui si dispone sono molto frammentati in quanto, in questo ventennio, si sono intervallati brevi periodi di monitoraggio mensile a lunghi periodi di assenza completa di monitoraggio.

Il quadro generale della scansione temporale delle misure piezometriche eseguite è riportato nel grafico di *Figura 7-6*, il quale evidenzia la grande discontinuità delle letture nel corso degli anni.

Nel corso della campagna geognostica eseguita da Italferr nel 2021, per la presente fase progettuale, sono stati installati 6 piezometri per i quali, nel novembre 2021, è stato avviato un monitoraggio piezometrico. Contestualmente è stata eseguita una ricerca dei piezometri storici che ha portato al ritrovamento di ulteriori 6 piezometri ancora attivi e funzionanti. Sono quindi in fase di monitoraggio, al momento della redazione del presente documento, 12 piezometri, di cui 2 doppi fenestrati a quote differenti (inferiore e superiore).

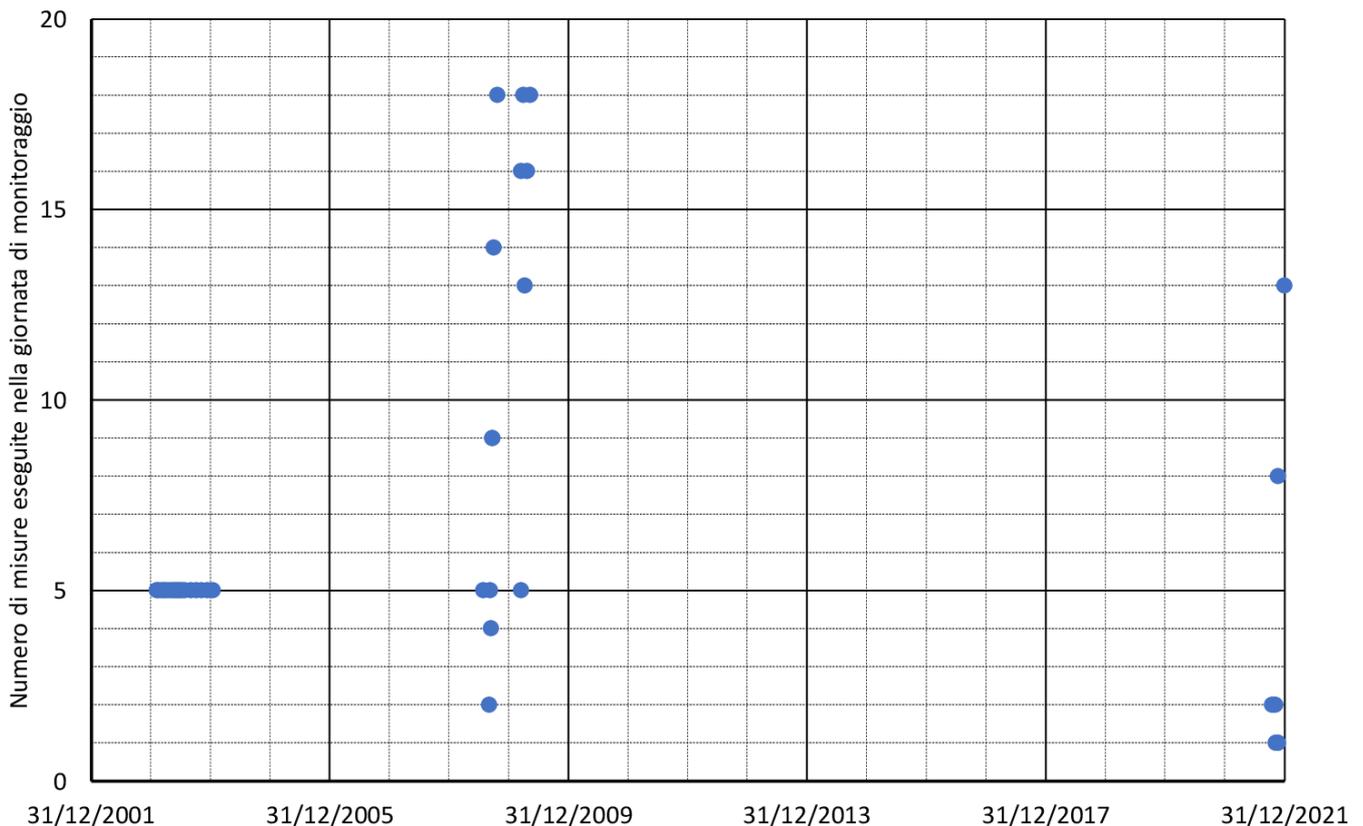
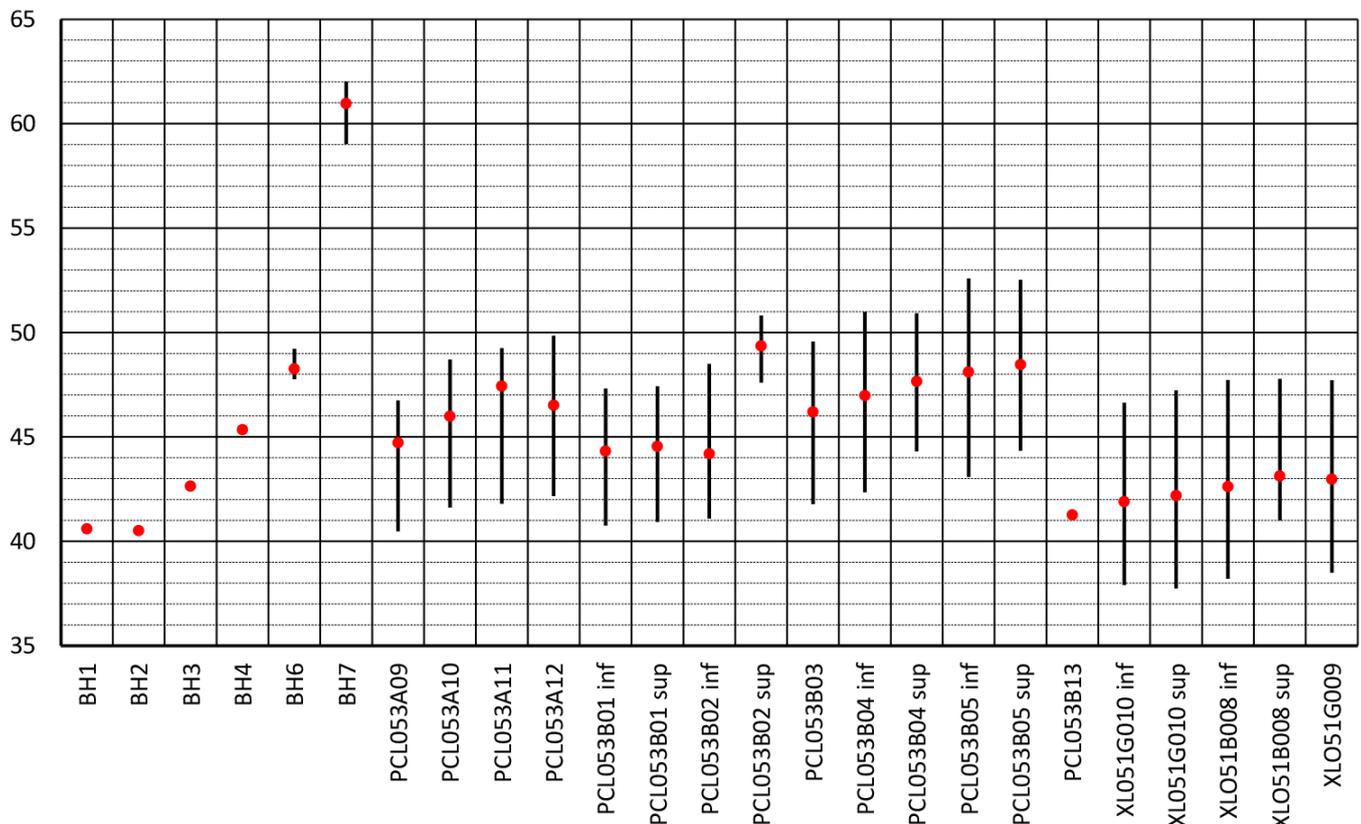


Figura 7-6 – Numero di misure piezometriche eseguite nel corso delle diverse campagne di monitoraggio.

In considerazione dell'estrema discontinuità delle letture, per avere un quadro sintetico dei valori di quota di falda misurati nel corso dell'ultimo ventennio è stato realizzato un grafico (*Figura 7-7*) il quale riporta i valori di quota di falda massimo, minimo e medio rilevati nei piezometri durante l'intero periodo di monitoraggio. Le estremità delle linee nere verticali indicano l'escursione piezometrica. In pratica, l'estremità superiore della linea nera indica il massimo valore di falda registrato nel piezometro mentre l'estremità inferiore indica il minimo valore registrato.

Quota piezometrica massima, minima e media rilevata nei piezometri durante il monitoraggio



*Figura 7-7 – Sintesi dei valori di quota di falda massimo minimo e medio rilevati nei piezometri nel corso del monitoraggio.*

Dal grafico si osserva che i piezometri relativi alla campagna del 2021 (BH1÷BH7) hanno una escursione piezometrica nulla o molto piccola. Questo è legato al fatto che per questi piezometri di recente realizzazione si dispone ancora di poche misure, generalmente da 1 a 4 letture al massimo, tutte concentrate nel periodo novembre-dicembre 2021. Per i piezometri progressi si dispone di un numero superiore di letture (relative principalmente al periodo 2008-2009) e l'escursione piezometrica fra i valori massimi e minimi si incrementa. Generalmente l'escursione è di 7-9 m, variabile da punto a punto.

I valori graficati sono stati per completezza riportati anche nella *Tabella 7-4*. Per ogni punto di monitoraggio la tabella riporta il valore massimo, medio e minimo di soggiacenza rispetto al piano campagna e di quota rispetto al livello del mare. Per ogni punto è anche riportato il numero complessivo di letture eseguite. Maggiore è il numero di letture di monitoraggio eseguite e maggiore è la significatività dei valori massimi, minimi e medi riportati in tabella.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Tabella 7-4 – Sintesi dei valori massimi, minimi e medi rilevati durante l'intero periodo di monitoraggio.

Piezometro	Massimo		minimo		medio		Lecture
	Soggiacenza	Quota	Soggiacenza	Quota	Soggiacenza	Quota	
BH1	9,3	40,6	9,3	40,6	9,3	40,6	1
BH2	9,3	40,7	8,9	40,4	9,1	40,5	2
BH3	16,5	42,7	16,4	42,6	16,4	42,6	2
BH4	25,6	45,5	25,3	45,2	25,4	45,3	3
BH6	29,3	49,2	27,8	47,8	28,8	48,3	3
BH7	23,6	62,0	20,6	59,0	21,6	61,0	3
PCL053A09	9,9	46,8	3,7	40,5	5,7	44,7	6
PCL053A10	10,1	48,7	3,0	41,6	5,7	46,0	6
PCL053A11	13,6	49,3	6,2	41,8	8,0	47,4	6
PCL053A12	12,2	49,9	4,6	42,2	7,9	46,5	8
PCL053B01 inf.	10,4	47,3	3,8	40,8	6,8	44,3	11
PCL053B01 sup.	10,2	47,4	3,7	40,9	6,6	44,5	11
PCL053B02 inf.	11,2	48,5	3,8	41,1	8,1	44,2	13
PCL053B02 sup.	4,7	50,8	1,5	47,6	2,9	49,4	14
PCL053B03	14,4	49,6	6,6	41,8	10,0	46,2	9
PCL053B04 inf.	15,5	51,0	6,8	42,4	10,8	47,0	9
PCL053B04 sup.	13,5	50,9	6,9	44,3	10,1	47,7	9
PCL053B05 inf.	17,9	52,6	8,4	43,1	12,9	48,1	9
PCL053B05 sup.	16,7	52,5	8,5	44,3	12,5	48,5	9
PCL053B13	10,0	41,4	9,7	41,1	9,8	41,3	2
XL051G010 inf.	12,1	46,6	3,4	37,9	8,1	41,9	27
XL051G010 sup.	12,3	47,2	2,8	37,8	7,8	42,2	27
XLO51B008 inf.	14,8	47,7	5,3	38,2	10,4	42,6	24
XLO51B008 sup.	12,0	47,8	5,2	41,0	9,9	43,1	24
XLO51G009	12,5	47,7	3,3	38,5	8,0	43,0	28

Non avendo a disposizione una lettura piezometrica che comprenda tutti i piezometri presenti lungo l'asse del tracciato e per riuscire a rendere graficamente questa escursione piezometrica, nei profili geologici e idrogeologici sono stati inseriti 2 livelli piezometrici virtuali ottenuti congiungendo tutti i livelli massimi e tutti i livelli minimi misurati nei piezometri nel corso dell'intero periodo di monitoraggio. Queste due piezometrie forniscono un'importante indicazione del livello piezometrico massimo e minimo possibile, sulla base dei dati disponibili al 31 dicembre 2021.

#### 7.4 Analisi dei livelli nei piezometri sovrapposti

Al fine di individuare la presenza di livelli acquiferi sovrapposti, 6 fori di sondaggio sono stati attrezzati con un doppio piezometro. I piezometri sono stati strumentati in modo che i tratti fenestrati fossero posizionati al di sopra e al di sotto dei principali orizzonti impermeabili individuati nella perforazione, in modo da poter valutare l'eventuale presenza di acquiferi sovrapposti con differenti livelli di falda. Tale analisi si basa esclusivamente sul monitoraggio

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 42 di 92

eseguito tra Luglio 2008 e Maggio 2009, unico periodo nel quale è disponibile un numero di letture piezometriche distribuito in un arco temporale pluristagionale.

Il foro PCL053B05 è il più a sud fra quelli indagati ed è stato attrezzato con un piezometro superiore a tubo aperto e un piezometro inferiore di tipo Casagrande. In questa zona la stratigrafia del sondaggio evidenzia la presenza di una serie di livelli limoso-argillosi intercalati a livelli ghiaioso-sabbiosi. A parte due casi nei quali sono state rilevate differenze di livello di uno e due metri, tutte le altre misure hanno mostrato un livello nei due strumenti sostanzialmente analogo.

Il foro PCL054B04 è stato attrezzato con un piezometro superiore a tubo aperto e un piezometro inferiore di tipo Casagrande. La prima misura mostra una differenza di tre metri, ma il dato potrebbe non essere significativo per via del breve tempo trascorso dalla fine della perforazione. Le successive tre misure non possono essere utilizzate per eseguire un confronto per via del fatto che il piezometro superiore è risultato asciutto. Le ultime tre misure indicano invece una concordanza quasi perfetta fra la quota rilevata nel piezometro inferiore e la quota rilevata nel piezometro superiore.

Il foro XL051B008 è stato attrezzato con due piezometri a tubo aperto. I due strumenti hanno il tratto filtrante al di sopra e al di sotto di un livello di circa 3 metri litologicamente costituito da limi-argillosi individuato ad una profondità di 17-20 metri da piano campagna. In questo foro sia le misure eseguite nel 2003, sia le misure eseguite nel 2008-2009 mostrano una sostanziale concordanza fra i livelli misurati nei due strumenti. Anche in questo caso alcune misure non possono essere utilizzate ai fini della comparazione.

Il foro PCL053B02 è stato attrezzato con un piezometro superiore a tubo aperto e un piezometro inferiore Casagrande. Il piezometro superiore è installato molto vicino alla superficie e misura le variazioni di livello di una lente individuata fra 4.30 e 5.20 metri da p.c.. Questa lente è separata dall'acquifero principale oggetto dello studio da uno spessore di circa 6 metri di argilla limosa e le differenze registrate nei due piezometri, che possono essere anche di qualche metro, indicano che non esiste una connessione fra questa piccola lente superficiale e l'acquifero sottostante.

Il foro XL051G010 è stato attrezzato con due piezometri a tubo aperto. L'acquifero ha la base e il tetto a 30 e 13 m da p.c. e fra la quota di 15 e 17.6 metri da p.c. è stata individuata una lente di limo-argilloso. I due strumenti sono stati posizionati uno al di sopra e uno al di sotto rispetto a questa lente. Il piezometro più superficiale segna quasi sempre una quota superiore rispetto al piezometro più profondo, con una differenza più pronunciata nelle misure del 2008-2009 rispetto alle misure del 2003. La differenza massima fra due letture è di circa un metro.

Il foro PCL053B01 è attrezzato con un piezometro superficiale di tipo Casagrande e un piezometro profondo a tubo aperto. La stratigrafia del sondaggio mostra l'assenza di lenti impermeabili intercalate fra le sabbie e ghiaie e quindi il piezometro Casagrande è stato installato nel livello argilloso superficiale, che in corrispondenza del foro raggiunge uno spessore di circa 16 metri. Le misure eseguite nei due piezometri mostrano livelli molto simili, con il piezometro superficiale ad una quota tendenzialmente superiore rispetto al piezometro profondo. La differenza comunque è modesta e mai superiore ai 60 cm.

L'analisi dei fori attrezzati con coppie di piezometri mostra che in generale i livelli di falda rilevati a diverse quote nell'acquifero tendono ad essere molto simili fra loro. Le massime differenze si rilevano nel foro PCL053B05, nel quale si registrano in due occasioni differenze di uno e due metri fra i livelli di falda nei due piezometri. Le differenze registrate nei fori PCL053B02 e PCL053B01 non sono significative.

Nel primo caso il piezometro è infisso in una lente superficiale isolata dall'acquifero principale mentre nel secondo caso il piezometro è infisso direttamente nel livello argilloso superficiale. Nei fori PCL053B04 e PCL053B008 le differenze fra i livelli del piezometro superiore e del piezometro inferiore sono sempre coincidenti o molto contenute. Il foro XL051G010 mostra invece differenze fra i livelli del piezometro superiore e inferiore che possono arrivare al metro.

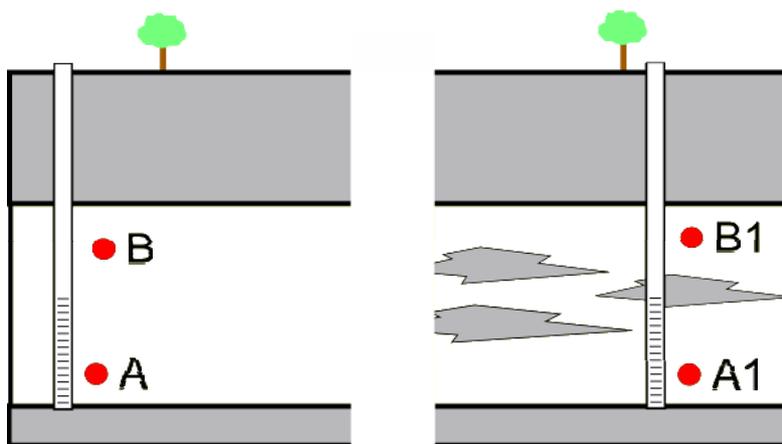


Figura 7-8 – A sinistra: acquifero privo di lenti impermeabili; a destra: acquifero all'interno del quale sono intercalate lenti impermeabili. La propagazione di uno stress da A a B è molto più rapida rispetto alla propagazione di uno stress da A1 a B1. A parità di condizioni, aumentando la continuità delle lenti si riduce la velocità di propagazione dello stress.

L'analisi degli andamenti piezometrici tende quindi a confermare l'ipotesi che le lenti argillose intercalate nell'acquifero non separino l'acquifero in porzioni fra di loro isolate. Esaminato in senso verticale, l'acquifero sembra infatti reagire nel medesimo modo, con oscillazioni di livelli che seguono lo stesso andamento sia nelle porzioni più superficiali sia nelle porzioni più profonde. Schematicamente le condizioni dell'area potrebbero essere rappresentate dalla porzione destra della Figura 7-8. Facendo riferimento a questa figura, mentre nel caso a sinistra il disturbo provocato da un qualunque stress, ad esempio il pompaggio di un ipotetico pozzo, si propaga molto velocemente da A a B, nel caso a destra la propagazione della perturbazione è ostacolata dalla presenza delle lenti impermeabili. In seguito a questo ritardo il livello di falda misurato nel punto B1 può risultare sensibilmente differente dal livello misurato nel punto A1.

In quest'ottica quindi le differenze rilevate nei fori con piezometri sovrapposti sarebbero semplicemente dovute alla presenza di lenti impermeabili intercalate a varie quote nel livello ghiaioso-sabbioso oggetto dello studio, le quali rallentano il riequilibrio in senso verticale dell'acquifero.

## 7.5 Elaborati idrogeologici

Le unità geologiche descritte nei capitoli precedenti sono state distinte negli elaborati idrogeologici, cartografia (scala 1:2000) e profilo (scala 1:2000/1:200), raggruppando le stesse nei complessi idrogeologici precedentemente descritti e caratterizzati da tipologia e grado di permeabilità definiti attraverso le diverse campagne di indagine eseguite. Per approfondimenti si rimanda al paragrafo dedicato, per la descrizione schematica dei complessi

idrogeologici, delle unità geologiche associate agli stessi, del tipo e grado di permeabilità si rimanda alla *Figura 7-9*.

## LEGENDA PROFILO IDROGEOLOGICO

### COMPLESSI DEI DEPOSITI ALLUVIONALI, FLUVIOGLACIALI E RIPORTI

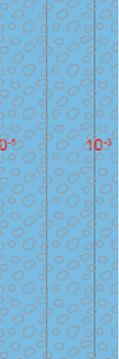
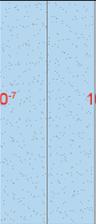
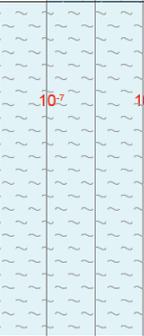
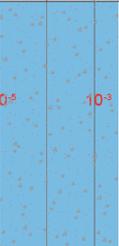
COMPLESSI IDROGEOLOGICI	GRADO DI PERMEABILITÀ (m/s)				
	Descrizione				
	10 <sup>-9</sup> Impermeabile	10 <sup>-7</sup> Molto basso	10 <sup>-5</sup> Basso	10 <sup>-3</sup> Medio	Alto
<b>Complesso ghiaioso-sabbioso</b>  Ghiaia sabbiosa medio fine, ghiaia con sabbia limosa e ghiaia con limo sabbioso medio fine, da umida a molto umida, molto addensata, di colore avana e grigiastro con livelli verdastri. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da angolare ad arrotondata. Presenti ciottoli, generalmente di diametro massimo fino a 10 cm, livelli decimetrici in cui la frazione ghiaiosa diminuisce e livelli da centimetrici a decimetrici di argilla limosa e livelli limoso sabbiosi.  La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo: $1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-3}$ m/s					
<b>Complesso sabbioso-limoso</b>  Sabbia medio fine da debolmente limosa a limosa, debolmente umida, poco addensata, di colore avana. A volte presente rara ghiaia poligenica e livelli limoso sabbiosi.  La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo: $5 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s					
<b>Complesso limoso-argilloso</b>  Limo argilloso e argilla limosa con sabbia, limo da debolmente sabbioso a sabbioso e argilla, a luoghi debolmente sabbiosa, medio fine, da debolmente umida a umida, generalmente consistente, di colore marrone avana, avana nocciola, marrone nocciola e grigiastra con livelli rossastri e verdastri. A luoghi sono presenti patine nerastre o puntature nerastre di materiale organico e livelli debolmente sabbiosi e livelli di torba.  La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo: $1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s					
<b>Ripporto</b>  Terreno eterogeneo rimaneggiato, principalmente costituito da ghiaia limoso sabbiosa e limoso argillosa e da ghiaia con sabbia e ghiaia sabbiosa, a volte con frammenti di laterizi e resti di apparati radicali.  La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo: $1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-3}$ m/s					

Figura 7-9 – Complessi idrogeologici riscontrati nel modello idrogeologico ricostruito lungo l'asse del tracciato.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Per la totalità del suo sviluppo, in riferimento al modello geologico precedentemente descritto, l'opera in progetto si colloca nell'ambito dei depositi alluvionali appartenenti ai depositi recenti (b1), al Subsintema di Ravenna (AES<sub>8</sub>) e all'Unità di Modena (AES<sub>8a</sub>). Dalle indagini geognostiche eseguite è emersa la grande eterogeneità granulometrica di questi depositi.

Per la costruzione della Carta Idrogeologica, non avendo a disposizione indagini arealmente distribuite tali da poter discriminare con certezza i differenti complessi idrogeologici in affioramento, è stato cartografato un unico grande Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi (GSL).

In questo Complesso la conducibilità idraulica varia in funzione della litofacies, secondo quanto riportato nella *Figura 7-10*. I range di conducibilità indicati in tabella derivano dall'esame delle prove Lefranc eseguite lungo la tratta.

## LEGENDA CARTA IDROGEOLOGICA

### COMPLESSI DEI DEPOSITI ALLUVIONALI GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSI

COMPLESSI IDROGEOLOGICI		UNITÀ GEOLOGICA
Descrizione		
<b>GSL</b>	b1: Depositi alluvionali intravallivi, recenti e in evoluzione: si rinvencono nell'alveo attivo del Torrente Parma.	b1
	AES <sub>8</sub> : Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi: depositi del reticolo idrografico secondario.	AES <sub>8</sub>
	AES <sub>8a</sub> : Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argilloso discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide.	AES <sub>8a</sub>
	Per queste unità geologiche la permeabilità per la faces ghiaiosa è indicativamente variabile nell'intervallo $1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-3}$ m/s; per la faces limo-argillosa è indicativamente variabile nell'intervallo $1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s; per la faces sabbiosa è indicativamente variabile nell'intervallo $5 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. La permeabilità è sempre per porosità.	<b>GSL</b>

*Figura 7-10 – Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi*

Per la ricostruzione della piezometria nell'area interessata dagli interventi è stata eseguita una ricerca delle cartografie idrogeologiche disponibili nella zona a sud di Parma, concentrandosi su quelle che contenevano l'indicazione dell'andamento delle isofreatiche.

L'elaborato scelto come base da cui estrarre le informazioni è stato quello del Pae "Piano di attività estrattive" consultabile sul sito del Comune di Parma (<https://www.comune.parma.it/ambiente/Attivita-estrattive.aspx>). In particolare, è stata usata la tavola A04 "Carta idrogeologica", in cui è riportato l'andamento della superficie piezometrica ogni 5 metri in tutto il territorio comunale di Parma. Dopo aver ottenuto il DEM della piezometria attraverso operazioni eseguite in ambiente GIS, si sono estratte le superfici isopiezometriche con un'equidistanza di 1 metro.

Dall'esame della carta delle isofreatiche si deduce che l'andamento della superficie piezometrica è relativamente

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 46 di 92

regolare, con direzione generale del flusso idrico sotterraneo da sud verso nord.

Le quote piezometriche che ricadono nell'area di studio variano dai circa 66 m s.l.m. in prossimità della Stazione Vicofertile fino a circa 45 m s.l.m. nei pressi della Stazione di Parma. Il gradiente idraulico diminuisce progressivamente da Vicofertile a Parma, passando da valori di circa 0.8% fino a 0.3%.

Dal confronto delle misure piezometriche della cartografia idrogeologica con quelle del modello idrogeologico realizzato nell'area di studio si evidenziano alcune analogie e differenze. In particolare:

- Nella porzione più a sud del tracciato ferroviario, in corrispondenza dei sondaggi da XL051R007 fino al PNL053C22, la ricostruzione bibliografica riporta una quota della falda di poco superiore rispetto al modello; in prossimità dei sondaggi XL051R007, BH7 e PNL053C22 la cartografia evidenzia una quota media più elevata di circa 3 metri rispetto ai livelli piezometrici massimi letti su quei piezometri. Questa differenza di quota è ancora più marcata per i sondaggi BH6 e BH4, in cui si nota una variazione di circa 11 metri tra la cartografia idrogeologica ed il livello massimo di falda riportato nel modello.
- Nella porzione centrale del tracciato ferroviario, in corrispondenza dei sondaggi da PCL053B05 fino a BH2, c'è una buona correlazione tra il dato bibliografico e le letture del livello massimo di falda riportato nel modello, in quanto le quote sono pressoché coincidenti.
- Nella porzione nord del tracciato ferroviario, nei pressi della stazione di Parma e in corrispondenza dei sondaggi da XL051G010 a BH1, la quota di falda del dato cartografico non coincide esattamente con il massimo livello di falda riportato nel modello, ma è circa 2 metri più bassa, comunque compresa nella zona di oscillazione naturale della falda ricostruita nel modello.

Queste differenze sono assolutamente normali se si considera che i due elaborati derivano da letture eseguite in momenti differenti e che l'elaborato bibliografico, dovendo coprire un'area molto estesa di territorio, ha necessariamente dovuto estrapolare e mediare dati anche fra di loro abbastanza distanti con una precisione di ricostruzione non particolarmente elevata.

L'assetto idrogeologico dell'area è fortemente dipendente dall'assetto geologico descritto al Cap. 6.

A livello generale è possibile individuare 2 acquiferi principali. Il corpo acquifero indicato nello schema geologico semplificato riportato in *Figura 6-1* con il numero 1 è rappresentato dal banco di ghiaie superficiali individuate dal sondaggio PR3. Questo corpo acquifero, ragionevolmente, sarà sede di una falda in connessione con il Torrente Parma.

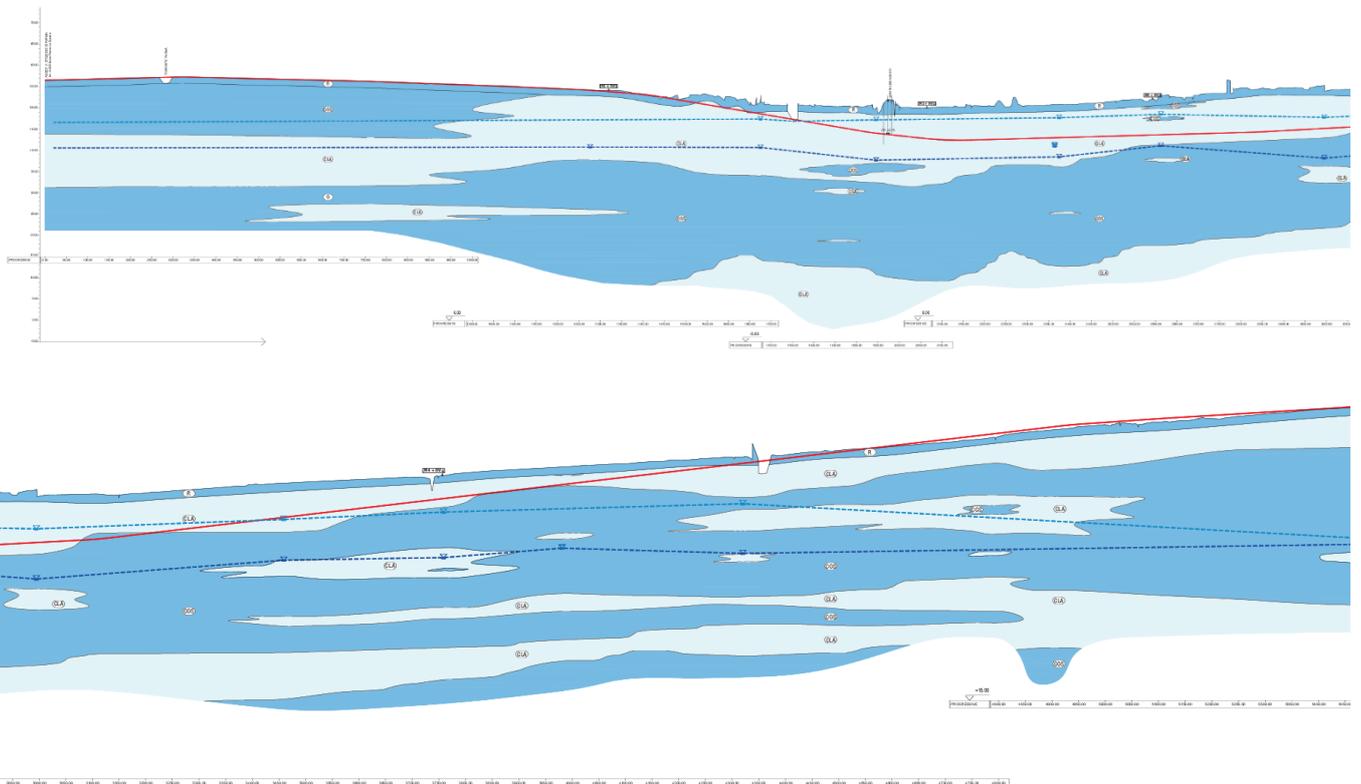
Il corpo acquifero principale e di maggiore interesse ai fini delle opere in progetto è sicuramente quello indicato con il numero 2 nello schema di *Figura 6-1*. Questo corpo acquifero è sede di una falda che è stata ed è attualmente oggetto di monitoraggio piezometrico nell'ambito del presente progetto. I dati di monitoraggio sono per la maggior parte relativi a piezometri finestrati in questo corpo acquifero.

In *Figura 7-11* sono riportati degli stralci del profilo idrogeologico costruito longitudinalmente all'asse del tracciato in progetto. Per una più facile lettura sono stati nascosti i sondaggi. Per un dettaglio maggiore si rimanda agli elaborati IP0000D69L6GE0002001A÷ IP0000D69L6GE0002005A.

Dalla pk 0+000 alla pk 1+200 si rinviene in superficie un complesso idrogeologico ghiaioso-sabbioso (CGS) ragionevolmente sede di una falda in diretta connessione con il Torrente Parma. Dalla pk 1+200 fino a Vicofertile in superficie, al di sotto di uno strato di riporto e terreno vegetale, si ritrovano limi argillosi appartenenti al complesso idrogeologico limoso-argilloso (CLA) che confinano superiormente l'acquifero principale ghiaioso (CGS) che si rinviene ad una profondità di 23 da p.c.

Dalla pk 1+200 alla pk 2+900 il complesso ghiaioso-sabbioso (CGS) è continuo dalla base al tetto, mentre dalla pk 2+900 alla pk 7+800 si intercalano lenti limoso argillose impermeabili (CLA) di spessore variabile. Queste lenti, però, come detto in precedenza, non interrompono la continuità dell'acquifero.

Dalle due ricostruzioni di involucro dei massimi e dei minimi piezometrici si osserva che tendenzialmente la quota di falda aumenta spostandosi verso sud, avvicinandosi al margine appenninico. Emerge inoltre che in prossimità della città di Parma l'acquifero contenuto nelle ghiaie è in condizioni confinate e passa gradualmente a condizioni freatiche spostandosi verso Vicofertile. Il punto di passaggio fra le condizioni confinate e le condizioni freatiche si colloca fra la pk 2+600 e la pk 3+600.



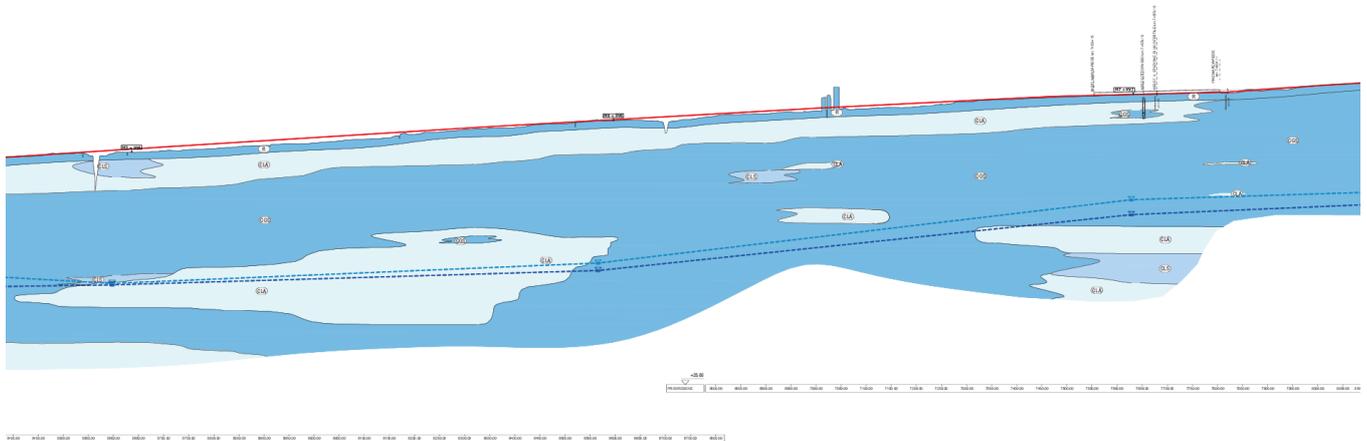


Figura 7-11 – Stralci del profilo idrogeologico in asse al tracciato.

## 7.6 Effetti sulla falda prodotti dalla realizzazione della galleria

La realizzazione della galleria artificiale nella zona di Parma, costruita con scavo protetto lateralmente da diaframmi, determina una parziale occlusione del livello acquifero più superficiale presente nell'area.

Lo scavo attraverserà principalmente il Complesso idrogeologico limoso-argilloso, caratterizzato da bassa permeabilità, ma interesserà anche l'orizzonte acquifero sottostante. In particolare i diaframmi laterali di contenimento penetreranno nell'acquifero determinando un ostacolo alla filtrazione e causando di conseguenza una variazione di carico idraulico a monte e a valle dell'opera stessa. L'entità di questo fenomeno, genericamente noto con il nome di "effetto diga" o "effetto barriera", dipende dalle condizioni al contorno, dalla larghezza dell'opera e dalla profondità di penetrazione dei diaframmi all'interno dell'acquifero.

Lo studio per la valutazione dello sbarramento è stato redatto per la precedente fase progettuale del 2011, utilizzando come dato di input il monitoraggio piezometrico eseguito tra Luglio 2008 e Maggio 2009, unico periodo ad oggi nel quale è disponibile un numero di letture piezometriche distribuito in un arco temporale pluristagionale. Tale studio è riportato integralmente nell'elaborato "Indagini e studi pregressi - IP0000D69RHGE0005001A".

Per valutare l'entità dell'effetto sbarramento sia in termini di riduzione di portate di filtrazione sia in termini di variazione di carico idraulico a monte e a valle della struttura in progetto, è stato inizialmente condotto uno studio di tipo teorico sul problema. Utilizzando il metodo dei frammenti è stata ricostruita una formula analitica per l'analisi del caso in esame ed è stato eseguito uno studio parametrico per verificare gli effetti della geometria del sistema sul risultato finale. In particolare è stato esaminato quanto incidono le variabili "profondità di infissione dello scatolare", "larghezza dello scatolare", "spessore dell'acquifero" e "distanza dai punti di ricarica" sulla variazione di portata e di carico idraulico fra ante operam e post operam. Il calcolo analitico è stato poi verificato con simulazioni numeriche eseguite mediante Modflow.

Lo studio condotto ha evidenziato che gli effetti sulla falda prodotti della galleria artificiale prevista nella zona di Parma sono molto ridotti. Ad opera conclusa l'opera non drena acqua di falda, in quanto sarà impermeabilizzata, e pertanto l'unico effetto di interferenza sarà determinato dallo sbarramento al deflusso causato dall'infissione delle paratie laterali di contenimento all'interno dell'acquifero. L'analisi condotta mediante metodo analitico ha permesso di ottenere un grafico per il calcolo indicativo delle variazioni di portata e di carico idraulico dovuti alla realizzazione di una struttura che occlude parzialmente un acquifero artesianico e questa prima analisi ha evidenziato interferenze estremamente modeste.

I risultati delle simulazioni eseguite con Modflow hanno confermato che l'effetto barriera determinato dalla realizzazione dei diaframmi è estremamente modesto. Le variazioni fra ante operam e post operam nei vari modelli oscillano da qualche centimetro a qualche decina di centimetri e il rapporto fra la portata di deflusso nel post operam e la portata di deflusso nell'ante operam è di circa 0.99. Una simulazione eseguita ipotizzando la presenza di una lente impermeabile continua alla quota dei diaframmi ha fornito variazioni di carico idraulico in prossimità della lente di circa 2 metri. Si tratta però di una simulazione eseguita in condizioni estremamente penalizzanti, con un gradiente idraulico superiore al doppio rispetto al massimo rilevato in campagna e con una direzione di flusso diretta perpendicolarmente rispetto alla paratia. In ogni caso questa variazione sarebbe comunque molto inferiore alla naturale oscillazione della falda.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA IP00</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 50 di 92</p>

## 8 AREE A RISCHIO E VINCOLI TERRITORIALI

### 8.1 Vincolo idrogeologico

Dal 2000 la Regione Emilia-Romagna delega ai Comuni ed alle Unioni di Comuni la gestione del Vincolo Idrogeologico (artt. 148, 149, 150 e 151 L.R. 3/1999) secondo le disposizioni specificate nella Direttiva di cui alla D.G.R. 1117/2000. Il vincolo idrogeologico discende dal R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani" e dal R.D. 16 maggio 1926 n. 1126 "Regolamento per l'applicazione del R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267".

Nella Regione Emilia-Romagna il vincolo idrogeologico è presente su gran parte del territorio montano e collinare e su alcune fasce costiere, in provincia di Ravenna e Ferrara. Nel caso specifico, essendo l'intervento localizzato totalmente nell'ambito dell'alta pianura parmense, le aree interessate dagli interventi in progetto non sono sottoposte a vincolo idrogeologico.

### 8.2 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po

Per quanto riguarda il rischio idraulico, lo strumento pianificatorio di riferimento è rappresentato dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) approvato dall'Autorità di Bacino del fiume Po con Delibera 18/2001 del 26 aprile 2001 e successive modifiche.

La classificazione delle fasce fluviali fa riferimento all'Allegato 3 del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF):

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 facente parte integrante delle Norme, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del piano stralcio delle fasce fluviali, per il tracciato di cui si tratta.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3.

In Figura 8-1 si riporta uno stralcio planimetrico della cartografia delle fasce fluviali del PAI del Bacino del Po relativo all'area di studio, in cui è possibile rilevare come il tracciato ferroviario in questione non risulti inserito all'interno delle fasce fluviali descritte in precedenza. Solo in prossimità del letto del Torrente Parma il tracciato attraversa, su viadotto esistente, una piccola porzione di territorio in Fascia A.



Figura 8-1 - Fasce fluviali stabilite dal PAI - Autorità di Bacino del Po, nei pressi dell'area di interesse (la linea nera indica il tracciato oggetto del presente studio). Legenda: in rosso la fascia di deflusso della piena (Fascia A); in arancione la fascia di esondazione (Fascia B); in verde l'area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C).

### 8.3 Piano Strutturale Comunale (PSC) del Comune di Parma

Il Piano Strutturale Comunale del Comune di Parma, approvato con C.C. n. 53 del 22/07/2019 valuta la consistenza, la localizzazione e la vulnerabilità delle risorse naturali ed antropiche presenti nel territorio e ne indica le soglie di criticità. In questo contesto, la “Tavola dei Vincoli” costituisce il quadro dei vincoli e delle tutele che gravano sul territorio e che ne condizionano, limitano o precludono la trasformazione.

La Carta delle Tutele e dei Vincoli Ambientali, che è parte integrante della “Tavola dei Vincoli”, classifica il territorio comunale stabilendo le aree di valore naturale e ambientale, le aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano, oltre che gli ambiti di gestione ambientale del territorio. Uno stralcio di tale carta è riportato in Figura 8-2: si può osservare come il tracciato attraversi alcune delle zone di tutela dei corsi d'acqua e delle acque sotterranee; ognuna di queste zone è normata da un articolo del PSC, come riportato nelle Norme di Attuazione (PSC Parma 2019). In particolare, sono interessate dal tracciato ferroviario le seguenti aree (Figura 8-2 e Figura 8-3):

- Zona di tutela dei caratteri ambientali dei corsi d'acqua e corsi d'acqua meritevoli di tutela: le zone di tutela sono preliminarmente identificate in una fascia di 50 m dal corso d'acqua stesso; nel caso si prevedano interventi in prossimità delle zone così individuate dovrà essere condotto uno specifico approfondimento sulla reale ampiezza della relativa zona e dovrà essere prodotto uno studio che valuti i potenziali impatti

previsti e le conseguenti misure di monitoraggio, come previsto dall'art. 5.10 delle NTA (PSC Parma 2019, 12).

- Settori di ricarica della falda di tipo A e B: sono aree caratterizzata da ricarica diretta (tipo A) e indiretta (tipo B), per le quali valgono le disposizioni dell'art. 23 delle NTA del PTCP (PTCP Parma 2003, 67–72), dell'art.45, comma 2, delle NTA del Piano di Tutela Acque (PTA) regionale (PTA Emilia Romagna 2005, 27–29) e, per ciò che è pertinente, quanto previsto dall'Allegato 4 alle NTA del PTCP (PTCP Parma 2008). Il RUE (RUE Parma 2010) disciplina, poi, le modalità di realizzazione delle infrastrutture tecnologiche e delle reti viarie, nel rispetto della tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica.
- Zona di riserva n.1 istituita con l'ordinanza del MM.LL.PP. 1937-1966: è definita tramite un raggio di 3 chilometri dal centro di Piazza Garibaldi ed è una zona potenzialmente sfruttabile, per la quale sono applicate le misure delle zone di rispetto allargate (si veda il punto successivo).
- Zone di rispetto allargata dei pozzi idropotabili: zone definite e normate dall'art. 94, comma 4 del DLgs. n.152/2006 e s.m.i., delimitata tramite il criterio cronologico adottando il tempo di sicurezza di 180 o 365 giorni a seconda dell'entità del rischio o della vulnerabilità della risorsa. Il RUE (RUE Parma 2010) specifica, inoltre, le attività ammesse nella zona. In corrispondenza delle zone di rispetto dei pozzi idropotabili, in fase progettuale dovranno essere condotti specifici approfondimenti finalizzati alla verifica dei potenziali impatti sul sistema delle acque sotterranee e alla definizione di eventuali specifiche misure di mitigazione.
- Zone a vulnerabilità a sensibilità attenuata: è relativa alla vulnerabilità da nitrati di origine agricola e normata dal Piano di Tutela Acque (PTA) regionale (PTA Emilia Romagna 2005) e dal PTCP di Parma, Allegato 4 (PTCP Parma 2008).



Figura 8-2 - Stralcio della Carta delle Tutele e dei Vincoli Ambientali del Comune di Parma, per quanto riguarda l'area di studio; la linea nera indica il tracciato. La legenda è riportata in Figura 8-3.

### AMBITI DI GESTIONE AMBIENTALE DEL TERRITORIO

- art. 5.6  *Parco Fluviale Regionale del Taro (L.R. n.6/2005 e s.m.i.)*
- art. 5.7  *Siti della Rete Natura 2000 (Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale)*
- art. 5.3  *Progetti di tutela, recupero e valorizzazione*

### AREE DI VALORE NATURALE E AMBIENTALE

- art. 5.10  *Zone di tutela dei caratteri ambientali dei corsi d'acqua*
- art. 5.10  *Corsi d'acqua meritevoli di tutela*
- art. 5.10  *Corsi d'acqua di particolare pregio comunale*
- art. 5.11  *Aree di riequilibrio ecologico istituite*
- art. 5.11  *Aree di riequilibrio ecologico di progetto*
- art. 5.13  *Sistema boschivo e arbustivo*
- art. 5.13  *Aree protette a rischi d'incendi (L.428/93; L.353/00)*
- art. 5.15  *Zone di tutela dei fontanili, tutela assoluta*
- art. 5.15  *Zone di tutela dei fontanili, tutela allargata*

### AREE DI SALVAGUARDIA DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

- art. 6.15 **AREE DI RICARICA DELLA FALDA**
  -  *Settori di ricarica di tipo A*
  -  *Settori di ricarica di tipo B*
  -  *Settori di ricarica di tipo D*
- art. 6.18 **ZONE DI RISERVA PER POZZI IDROPOTABILI**
  -  *Zona di riserva n.1 istituita con l'ordinanza del MM.LL.PP 1937-1966*
  -  *Zone di riserva per pozzi idropotabili*
- art. 6.16 - 6.17 **ZONA DI TUTELA DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI E SOTTERRANEI - ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA**
  -  *Zone a vulnerabilità a sensibilità attenuata*
  -  *Zone a vulnerabilità a sensibilità elevata*
  -  *Aree di ricarica diretta dell'acquifero C, oltre B e A*
- art. 6.19 **ZONE DI TUTELA ASSOLUTA DEI POZZI IDROPOTABILI**
  -  *Zona di tutela assoluta*
- art. 6.20 **ZONE DI RISPETTO DEI POZZI IDROPOTABILI**
  -  *Zona di rispetto ristretta (60 gg. o 200 m)*
  -  *Zona di rispetto allargata (180 gg.)*

ZONE DI PROTEZIONE  
DEGLI ACQUIFERI  
SOTTERRANEI  
art. 6.14

Figura 8-3 - Legenda della Carta delle Tutele e dei Vincoli Ambientali del Comune di Parma; nei riquadri rossi sono evidenziati i tematismi che interessano l'area del tracciato oggetto di studio. Le indicazioni sul lato sinistro della legenda rimandano agli articoli contenuti nelle Norme di Attuazione del PSC di Parma (PSC Parma 2019).

La Carta del Rischio Idraulico, anch'essa parte integrante della "Tavola dei Vincoli", sintetizza le informazioni riguardanti le aree a pericolosità idraulica, recependo quanto indicato dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Po, dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Parma e dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del bacino del Po. Uno stralcio della cartografia allegata al PSC è riportato in Figura 8-4, mentre la relativa legenda si trova in Figura 8-5. Si può notare come l'unico tematismo che interessa il tracciato sia identificato con la descrizione "alluvioni poco frequenti"; secondo quanto riportato nell'art. 9bis delle NTA a del PSC (PSC Parma 2019, 38), per questa tipologia di area si applicano le disposizioni di cui al Titolo V della Variante all'elaborato n.7 (Norme di Attuazione) del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI), artt. 55-56 e le disposizioni di cui alla Delibera di Giunta Regionale n.1300 del 01/08/2016.

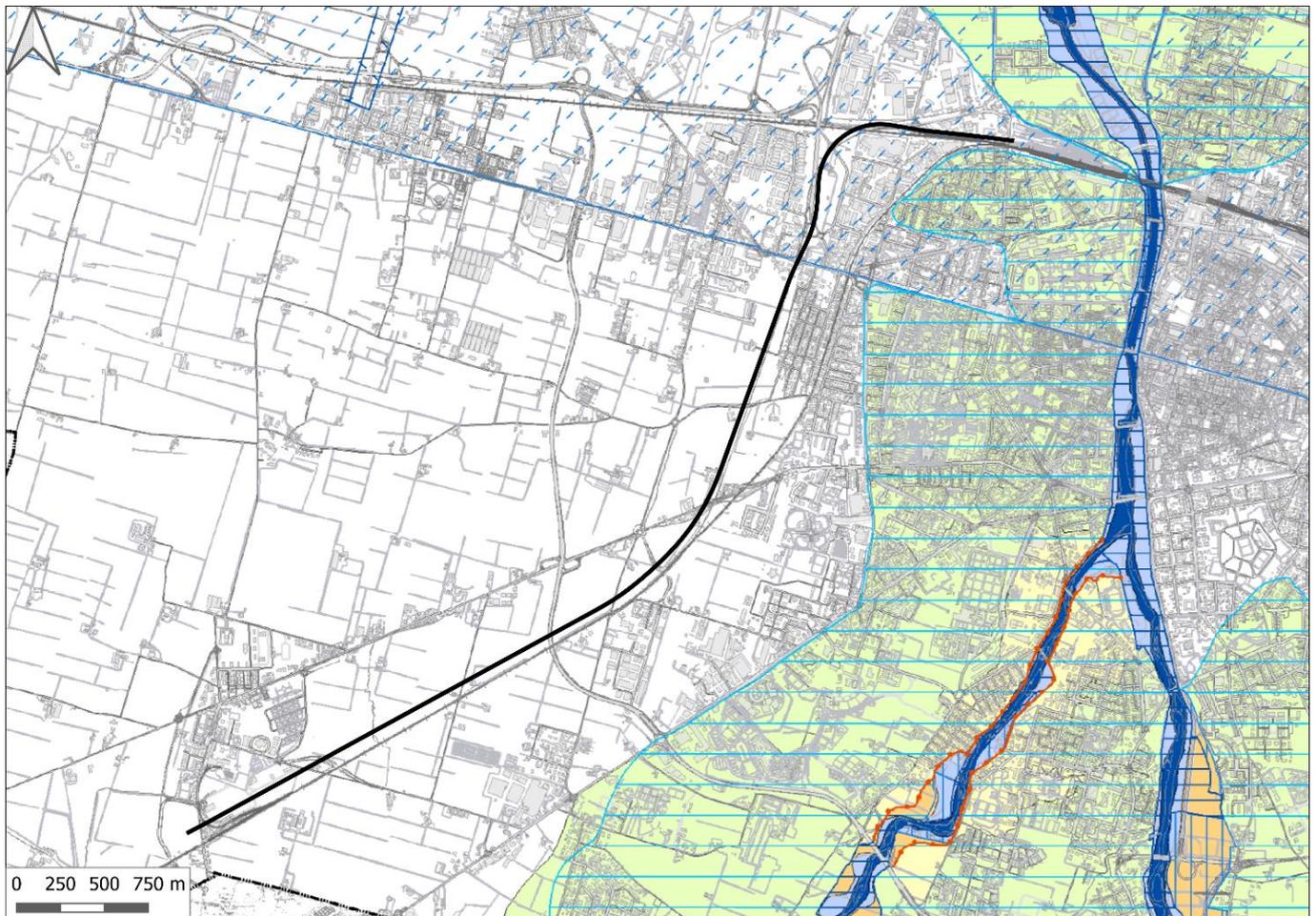
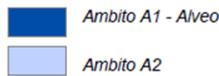


Figura 8-4 - Stralcio del Rischio Idraulico del Comune di Parma, per quanto riguarda l'area di studio; la linea nera indica il tracciato. La legenda è riportata in Figura 8-5.

● **FASCE FLUVIALI DA PAI E PTCP**

art. 5.8 - 6.5 **Zone di deflusso di piena (Fascia fluviale A)**



art. 5.9 - 6.6 **Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua integrate con zone di tutela idraulica (Fascia fluviale B)**



art. 6.9 **Fascia C di inondazione per piena catastrofica**



art. 6.7 **Limite di progetto della fascia B**

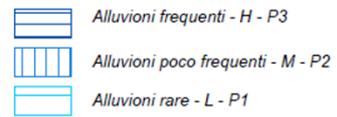


art. 6.8 **Fascia B\* di protezione dal rischio idraulico e Area inondabile per effetto della piena di riferimento in assenza dell'intervento di realizzazione del limite di progetto**

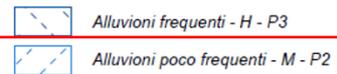


● **AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA INDIVIDUATE DAL PGRA**

art. 6.9 bis **Reticolo Principale**



art. 6.9 bis **Reticolo Secondario di Pianura**



● **CASSE DI ESPANSIONE**

art. 6.10 - 6.11 **P** Di progetto  
**E** Esistente



Figura 8-5. Legenda del Rischio Idraulico del Comune di Parma; nel riquadro rosso è evidenziato il tematismo che interessa l'area del tracciato oggetto di studio. Le indicazioni sul lato sinistro della legenda rimandano agli articoli contenuti nelle Norme di Attuazione del PSC di Parma (PSC Parma 2019).

## 9 INQUADRAMENTO SISMICO

### 9.1 Classificazione sismica e pericolosità sismica di base

La classificazione sismica del territorio nazionale è stata elaborata e rivista 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 S.

La classificazione sismica attualmente in vigore in Emilia-Romagna è quella richiamata nella DGR n. 1164 del 23/07/2018, che riprende quanto già individuato dalla precedente DGR n. 1435 del 2003, aggiornandone la classificazione. L'allegato B della DGR 1164/2018 illustra la suddivisione della regione nelle zone sismiche di riferimento: la totalità dei comuni ricade all'interno delle zone 2 e 3 (Figura 9-1). Come stabilito dalla DGR 1164/2018, il comune di Parma risulta essere classificato in zona 3.

Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna



Figura 9-1 - Allegato B della DGR n. 1164 del 2018. Il cerchio rosso evidenzia il Comune di Parma, all'interno del quale si sviluppa l'opera in progetto.

Rispetto alla classificazione sismica del comune di Parma 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 0.125 g e 0.175 g (Tabella 9-1, Figura 9-2).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Tabella 9-1 - Valori di accelerazione massima del suolo  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi caratterizzati da  $V_s > 800$  m/s.

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

In Tabella 9-2 e Tabella 9-3 vengono forniti, per l'area di studio e per periodi di ritorno  $T_R$  di 30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni, i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_{C^*}$  da utilizzare per definire l'azione sismica nei diversi stati limite considerati. I parametri per la definizione dell'azione sismica sono stati calcolati tramite il foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v.1.0.3b (distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009). Considerata l'estensione dell'area di studio, il calcolo è stato eseguito su due punti, situati alle due estremità del tracciato, appartenenti a due quadranti diversi del reticolato di riferimento per il calcolo dell'azione sismica (Figura 9-3).

Nel dettaglio, i parametri sismici sono così identificati:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito su suolo tipo A;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_{C^*}$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In Figura 9-4 si riportano gli spettri di risposta calcolati per i periodi di ritorno stabiliti, in riferimento ai parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_{C^*}$ . La Figura 9-5 mostra invece la dipendenza di tali parametri dal periodo di ritorno  $T_R$ . Le figure sono relative ad entrambi i punti considerati nel calcolo.

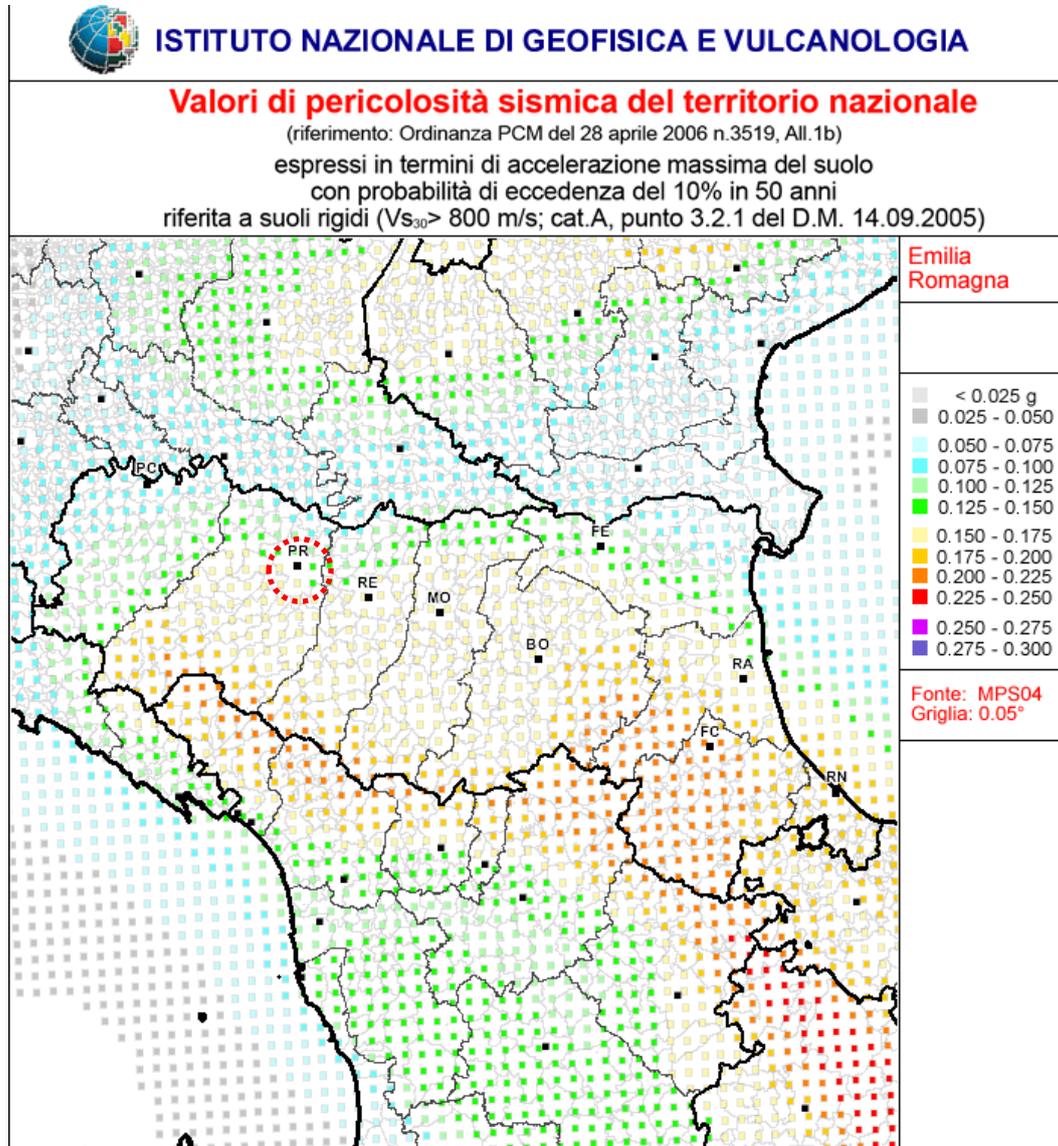


Figura 9-2 - Mappa di pericolosità sismica (MPS04-S1) espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ( $V_s > 800$  m/s) – da INGV (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>). Nel cerchio rosso il territorio comunale di Parma.

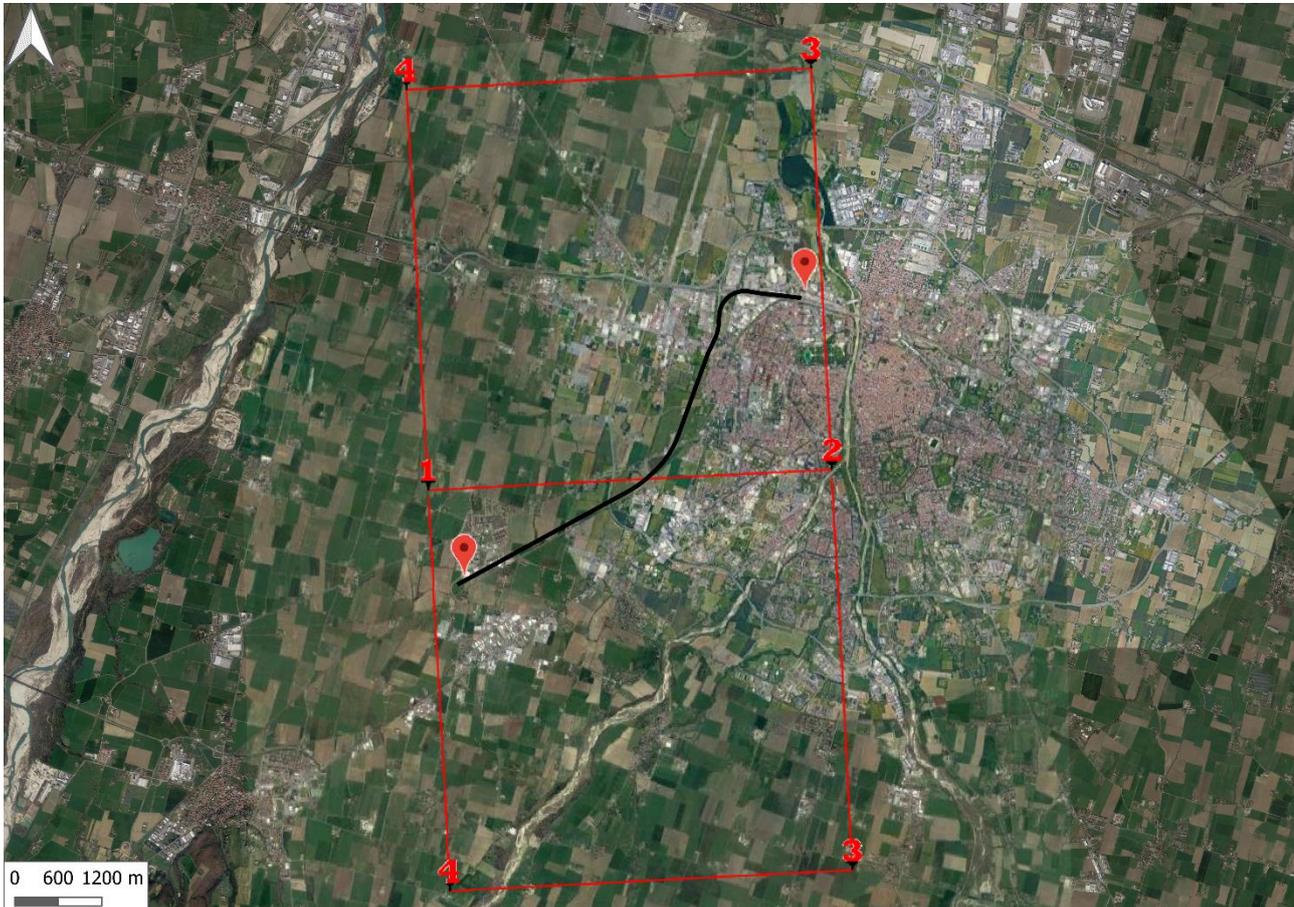


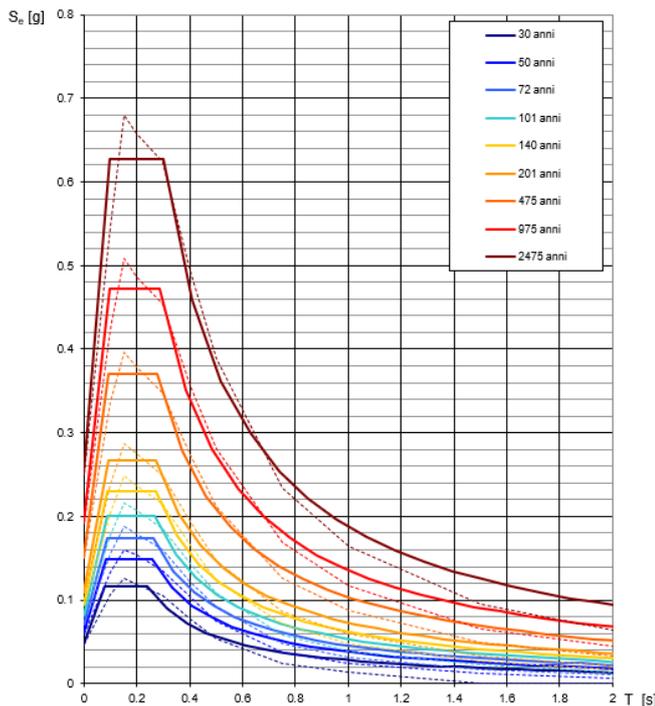
Figura 9-3 - Ubicazione dei due punti considerati per il calcolo dei parametri sismici. In rosso i quadranti del reticolato all'interno dei quali ricade l'area di studio; in nero il tracciato ferroviario.

Tabella 9-2 - Valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_{C^*}$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento presso l'estremità sud-ovest del tracciato.

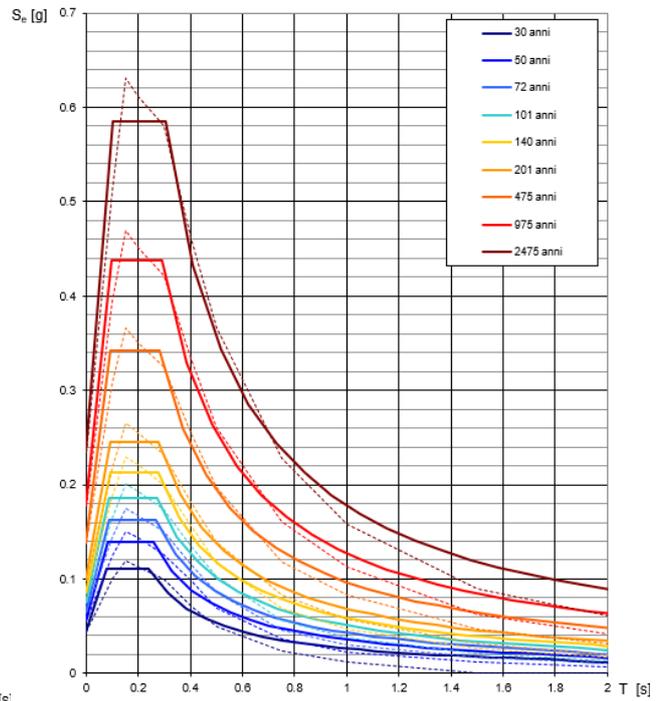
TR [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_{C^*}$
30	0.048	2.459	0.241
50	0.060	2.486	0.256
72	0.071	2.463	0.263
101	0.081	2.466	0.267
140	0.094	2.444	0.271
201	0.109	2.455	0.273
475	0.151	2.454	0.279
975	0.192	2.465	0.287
2475	0.251	2.500	0.299

Tabella 9-3 - Valori dei parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_{c^*}$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento presso l'estremità nord-est del tracciato.

TR [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_{c^*}$
30	0.044	2.493	0.240
50	0.056	2.501	0.256
72	0.065	2.498	0.266
101	0.075	2.489	0.271
140	0.086	2.482	0.276
201	0.099	2.474	0.279
475	0.138	2.468	0.283
975	0.178	2.469	0.290
2475	0.235	2.493	0.304



NOTA:  
 Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.



NOTA:  
 Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

 Figura 9-4 - Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento nell'area di studio. A sinistra gli spettri riguardanti l'area situata verso l'estremità sud-ovest del tracciato, a destra gli spettri riguardanti l'area situata verso l'estremità nord-est.

Valori dei parametri  $a_g, F_o, T_C^*$ : variabilità col periodo di ritorno  $T_R$ 

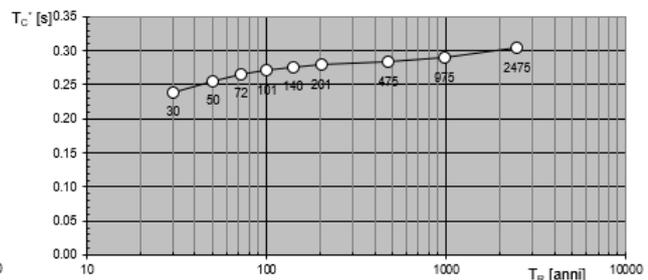
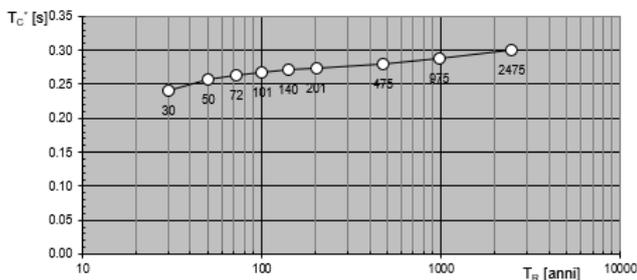
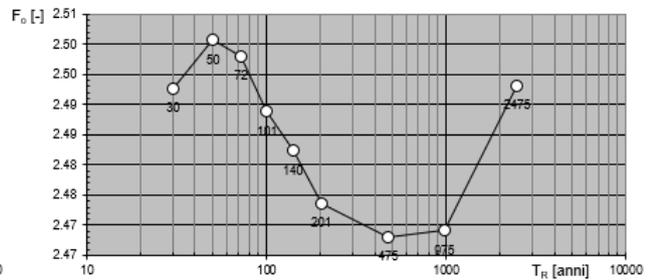
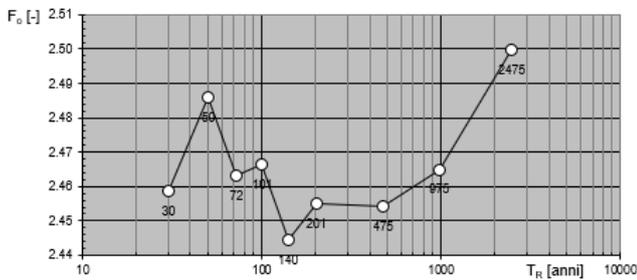
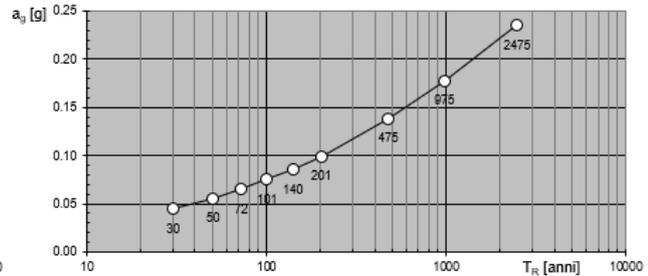
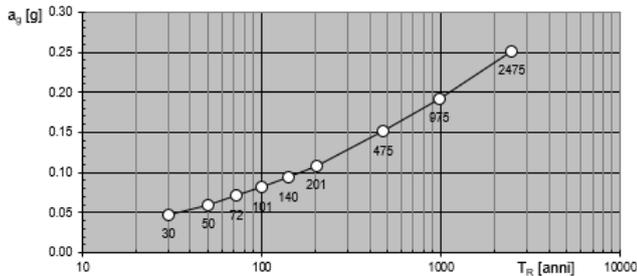
 Valori dei parametri  $a_g, F_o, T_C^*$ : variabilità col periodo di ritorno  $T_R$ 


Figura 9-5 - Variabilità dei parametri  $a_g, F_o$  e  $T_C^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$  nell'area di studio. A sinistra i grafici riguardanti l'area situata verso l'estremità sud-ovest del tracciato, a destra i grafici riguardanti l'area situata verso l'estremità nord-est.

## 9.2 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 il Comune di Parma.

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15 (Locati et al. 2021), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 ((Rovida et al. 2021), consultabile on-line al sito <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

La successiva Tabella 9-4 raccoglie le principali informazioni relative ai terremoti storici che hanno interessato l'area, mentre la Figura 9-6 ne sintetizza l'andamento temporale. Nella Tabella 9-4 sono indicati con i seguenti simboli:

Is = intensità in sito (MCS);

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

NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;

Io = intensità massima (MCS);

Mw = magnitudo momento.

Tabella 9-4 - Storia sismica del Comune di Parma [44.801, 10.330]

Effetti	Anno Me Gi Or Se					Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
	Is								
8	1117	01	03	15	15	Veronese	55	9	6.52
5-6	1222	12	25	12	30	Bresciano-Veronese	18	7-8	5.68
5	1304	10	23	00	45	Pianura emiliana	4		
5	1344	11	11			Parma	1	5	4.16
5-6	1383	07	24	20		Parma	2	4-5	3.93
7	1409	11	15	11	15	Parma	1	7	5.10
8	1438	06	11	02		Parmense	4	8	5.56
4-5	1465	04	07	15	30	Pianura emiliana	5	5-6	4.40
5	1481	02	07	22	45	Pianura emiliana	2	5	4.16
5	1505	01	03	02		Bolognese	31	8	5.62
4-5	1511	03	26	15	30	Friuli-Slovenia	120	9	6.32
F	1547	02	10	13	20	Reggiano	7	7	5.10
4-5	1570	11	17	19	10	Ferrarese	58	7-8	5.44
7	1572	06	04	22		Parmense	5	6	4.63
6	1628	11	04	15	40	Parma	1		
6-7	1628	11	04	15	40	Parma	1	6-7	4.86
5	1642	06	13			Pianura lombarda	8	6	4.92
6	1695	02	25	05	30	Asolano	107	10	6.40
6-7	1732	02	04	18	20	Parma	9	5-6	4.65
7	1738	11	05	00	30	Emilia occidentale	10	7	5.10
3	1740	03	06	05	40	Garfagnana	32	8	5.64
3-4	1741	04	24	09	20	Fabrianese	135	9	6.17
3	1743	02	20			Ionio settentrionale	84	9	6.68
3	1767	01	21	07	45	Lunigiana	10	7	5.27
3	1767	01	21	09		Lunigiana	7	5-6	4.60
6	1774	03	04			Parma	2	5	4.16
3	1775	01	04	18		Appennino emiliano	6	4	4.43
3	1775	01	05	22	45	Appennino emiliano	7	5	4.55
4	1779	06	04	07		Bolognese	12	7	5.22
4	1779	06	10	08	35	Bolognese	10		
3	1779	07	14	19	30	Bolognese	17		
4	1779	11	23	18	30	Bolognese	14	5	4.70
3	1780	02	06	04		Bolognese	9	6-7	5.06
4	1781	04	04	21	20	Faentino	96	9-10	6.12
5-6	1786	04	07	00	15	Pianura lombarda	10	6-7	5.22

Effetti	Is	Anno	Me	Gi	Or	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4		1786	12	25	01		Riminese	90	8	5.66
5		1796	10	22	04		Emilia orientale	27	7	5.45
4-5		1799	02	22	05	45	Correggio	2	5	4.16
F		1802	05	12	09	30	Valle dell'Oglio	94	8	5.60
5		1806	02	12			Reggiano	28	7	5.21
4-5		1810	12	25	00	45	Pianura emiliana	33	6	5.06
4-5		1811	07	15	22	44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5.13
6-7		1818	12	09	18	55	Parmense	26	7	5.24
3		1826	06	24	12	15	Garda occidentale	20	5	4.62
3		1828	10	09	02	20	Oltrepò Pavese	110	8	5.72
2		1828	10	10	01	30	Oltrepò Pavese	18		
5-6		1831	07	14	15	30	Reggiano	8	5-6	4.60
7		1831	09	11	18	15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48
3-4		1831	09	13	05	30	Pianura emiliana	7		
2		1832	01	13	13		Valle Umbra	101	10	6.43
4		1832	03	11	06	45	Carpi	14	5	4.51
6		1832	03	11	08	45	Parmense	14		
5-6		1832	03	12	02	30	Parmense	4		
4		1832	03	12	08	45	Reggiano	7		
7		1832	03	13	03	30	Reggiano	97	7-8	5.51
4-5		1832	03	14	04	40	Reggiano	5		
4		1832	03	14	07	41	Reggiano	7		
3		1832	04	19	14	14	Reggiano	5		
4		1834	02	14	13	15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5.96
4-5		1834	07	04	00	45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5.08
2		1834	10	04	19		Bolognese	12	6	4.71
3		1836	06	12	02	30	Asolano	26	8	5.53
4		1837	04	11	17		Lunigiana	60	9	5.94
F		1843	10	25	03	30	Mugello	17	6-7	5.03
F		1845	09	14	22	20	Appennino tosco-emiliano	9	5	4.73
4		1846	08	14	12		Colline Pisane	121	9	6.04
4		1849	11	28	18		Val di Taro	7	6	4.63
3		1851	02	05	09	50	Valtellina	30	5	4.72
2		1854	06	16	13	25	Imola	9	5	4.57
6-7		1857	02	01			Parmense-Reggiano	22	6-7	5.11
3		1860	07	17	13	43 31	Reggiano	5	4-5	3.93
3		1864	03	15			Zocca	13	6-7	4.84
3		1869	06	25	13	58	Appennino bolognese	18	7-8	5.43
4-5		1869	12	13	02	53	Sassuolo	13	5	4.57
F		1870	10	30	18	34	Forlivese	41	8	5.61

Effetti	Is	Anno	Me	Gi	Or	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
	3	1873	03	12	20	04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
	3	1873	05	16	19	35	Reggiano	15	6-7	5.01
	4	1873	06	29	03	58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
	6-7	1873	09	17			Appennino tosco-ligure	64	6-7	5.26
	3	1875	03	17	23	51	Costa romagnola	144	8	5.74
	3	1875	12	06			Gargano	97	8	5.86
	3	1881	01	24	16	14	Bolognese	38	7	5.22
	F	1881	01	25	07	06	Bolognese	18	5	4.59
	2	1881	02	14	09	00 30	Appennino bolognese	21	6	4.77
	3	1882	02	15	05		Val Borbera	18	6	4.77
	4	1885	02	26	20	48	Pianura Padana	78	6	5.01
	3	1885	12	29			Alpago Cansiglio	47	6	4.96
	5	1886	10	15	02	20	Collecchio	44	6	4.70
	4-5	1887	02	23	05	21 50	Liguria occidentale	1511	9	6.27
	NF	1887	09	30	15	55	Faenza	10	5	4.12
	2	1889	03	08	02	57 04	Bolognese	38	5	4.53
	NF	1889	12	08			Gargano	122	7	5.47
	4	1891	06	07	01	06 14	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
	3	1892	01	05			Garda occidentale	93	6-7	4.96
	NF	1893	10	20	20	15	Appennino parmense	25	4-5	4.04
	3	1894	11	27	05	07	Bresciano	183	6	4.89
	3	1895	05	12	20	29	Reggiano	13	4-5	3.98
	3	1895	05	18	19	55 12	Fiorentino	401	8	5.50
	F	1895	08	07	19	49 32	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
	5	1898	03	04	21	05	Parmense	313	7-8	5.37
	5	1901	10	30	14	49 58	Garda occidentale	289	7-8	5.44
	3	1904	02	25	18	47 50	Reggiano	62	6	4.81
	NF	1904	06	10	11	15 28	Frignano	101	6	4.82
	2	1904	11	17	05	02	Pistoiese	204	7	5.10
	3	1906	08	25	03	11	Parmense	31	5	4.25
	4	1909	01	13	00	45	Emilia-Romagna orientale	867	6-7	5.36
	NF	1911	02	19	07	18 30	Forlivese	181	7	5.26
	4-5	1913	11	25	20	55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
	3	1914	10	26	03	43 22	Torinese	63	7	5.24
	6	1914	10	27	09	22	Lucchesia	660	7	5.63
	3-4	1915	01	13	06	52 43	Marsica	1041	11	7.08
	6	1915	10	10	23	10	Reggiano	30	6	4.87
	NF	1916	05	17	12	50	Riminese	132	8	5.82
	3	1916	08	16	07	06 14	Riminese	257	8	5.82
	4	1917	12	02	17	39	Appennino forlivese	32	6-7	5.09

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
 IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	66 di 92

Effetti	Is	Anno	Me	Gi	Or	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4		1918	05	06	08	05	Reggiano	8	5-6	4.41
5		1919	06	29	15	06 13	Mugello	565	10	6.38
6		1920	09	07	05	55 40	Garfagnana	750	10	6.53
NF		1920	10	06	22	47	Mantovano	19	4-5	4.14
3		1921	11	29	12	04	Val di Taro	10	4	4.15
2		1923	06	28	15	12	Modenese	22	6	5.04
2		1926	01	01	18	04 03	Carniola interna	63	7-8	5.72
3-4		1926	06	28	21	15	Appennino reggiano	3	3-4	3.46
2-3		1928	06	13	08		Carpi	35	6	4.67
NF		1928	07	20	19	53	Alta Val di Taro	13	6	4.39
3		1929	04	10	05	44	Bolognese	87	6	5.05
2		1929	04	12	00	32	Bolognese	7	4	4.82
5		1929	04	19	04	16	Bolognese	82	6-7	5.13
4-5		1929	04	20	01	10	Bolognese	109	7	5.36
3		1929	04	22	08	26	Bolognese	41	6-7	5.10
2		1929	04	22	14	19	Bolognese	12	5-6	4.61
NF		1929	04	28	19	40	Bolognese	20	6	4.73
4		1929	04	29	18	36	Bolognese	45	6	5.20
NF		1929	05	01	21	13	Imolese	3	4	4.57
4		1929	05	11	19	23	Bolognese	64	6-7	5.29
3		1930	10	26	07	14	Appennino tosco-emiliano	14	4	4.21
2		1930	10	30	07	13	Senigallia	268	8	5.83
2		1931	04	14	22	13	Valli Giudicarie	160	6	4.77
2		1931	06	10	17	02	Modenese	14	4	4.59
6		1937	09	17	12	19 05	Parmense	34	7	4.77
2-3		1937	12	10	18	04	Frignano	28	6	5.30
3-4		1939	10	15	14	05	Garfagnana	62	6-7	4.96
5		1951	05	15	22	54	Lodigiano	179	6-7	5.17
3		1955	03	12	06	57 04	Parmense	15	5	4.15
4-5		1961	08	13	22	34 18	Parmense	22	5-6	4.37
4-5		1961	08	14	01	03 02	Parmense	14	5-6	4.47
4-5		1967	04	03	16	36 18	Reggiano	45	5	4.44
2-3		1967	12	30	04	19	Emilia-Romagna orientale	40	6	5.05
5		1969	06	24	13	25 18	Parmense	15	5	4.21
4		1970	05	03	04	17 41	Parmense	3	4	4.08
6-7		1971	07	15	01	33 23	Parmense	228	8	5.51
4-5		1972	10	25	21	56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
F		1975	11	16	13	04 2	Appennino piacentino	10	4-5	4.93
4		1976	08	22	02	49 13	Alta Val di Taro	26	5	4.54
F		1977	09	16	23	48 0	Friuli	94	6-7	5.26

Effetti						Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
	Is	Anno	Me	Gi	Or					Se
3	1978	12	05	15	39	04	Romagna	34	4-5	4.61
3	1978	12	25	22	53	41	Bassa modenese	28	5	4.39
2	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	1980	12	23	12	01	06	Piacentino	69	6-7	4.57
4	1981	05	26	09	27	56	Reggiano	6	5	3.75
7	1983	11	09	16	29	52	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1984	04	29	05	02	59	Umbria settentrionale	709	7	5.62
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987	02	10	21	20	1	Lunigiana	54	5	4.09
5	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
4	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
3	1989	10	03	09	41	3	Appennino parmense	91	4	4.04
NF	1991	10	31	09	31	1	Emilia occidentale	134	5	4.33
F	1995	08	24	17	27	33	Appennino pistoiese	56	6	4.45
2-3	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
NF	1996	10	26	04	56	0	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
NF	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	1997	05	12	22	13	0	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
NF	1998	02	21	02	21	0	Pianura emiliana	104	5	3.93
3	1999	07	07	17	16	1	Frignano	32	5	4.67
4	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2002	06	18	22	23	0	Frignano	186	4	4.30
4	2004	11	24	22	59	3	Garda occidentale	176	7-8	4.99
5	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36
3	2011	07	17	18	30	2	Pianura lombardo-veneta	73	5	4.79
5-6	2012	01	25	08	06	3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98
3	2016	10	30	06	40	1	Valnerina	379		6.61

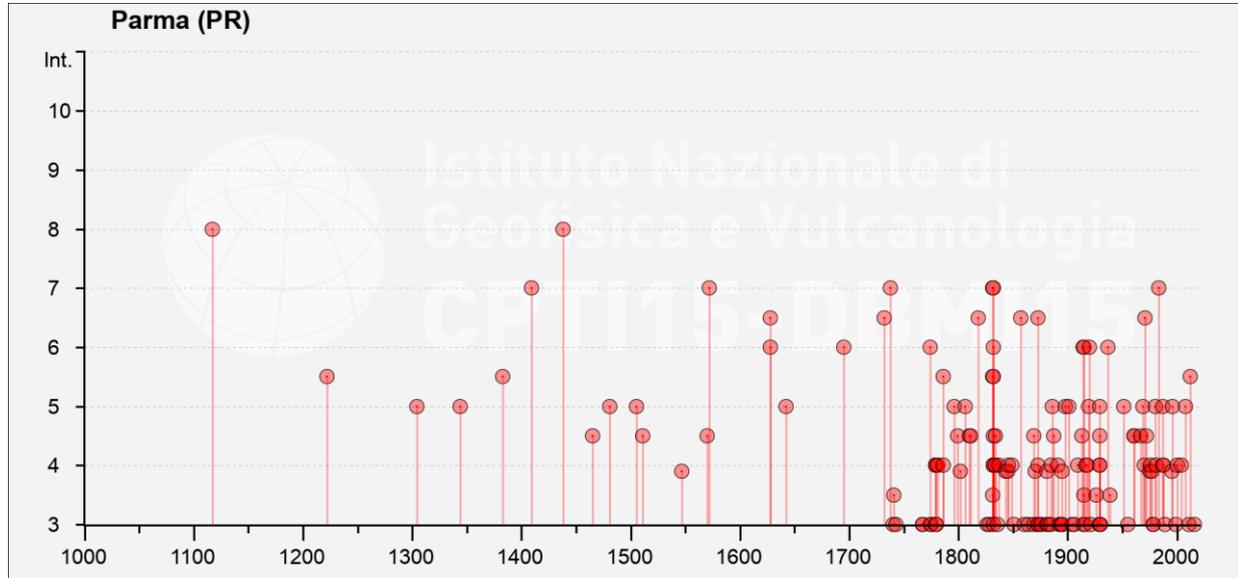


Figura 9-6 - Storia sismica del Comune di Parma.

### 9.3 Sorgenti sismogenetiche

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.3.0) del database “A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than  $M 5.5$  in Italy and surrounding areas” (DISS Working Group 2021) inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise and Pantosti 2001).

Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti.

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 and 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, l’area in esame ricade all’interno della sorgente ITCS009 “Busseto-Cavriago”. Nei pressi del territorio di Parma sono poi presenti altre sorgenti sismogenetiche composite: la sorgente sismogenetica ITCS045 “San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro”, la sorgente sismogenetica ITCS046 “Langhirano-Sassuolo” e la sorgente sismogenetica ITCS049 “Campegine-Correggio” (Figura 9-7).

Il quadro riassuntivo delle sorgenti sismogenetiche che interessano questo settore è riportato dalla Figura 9-8 alla Figura 9-11.

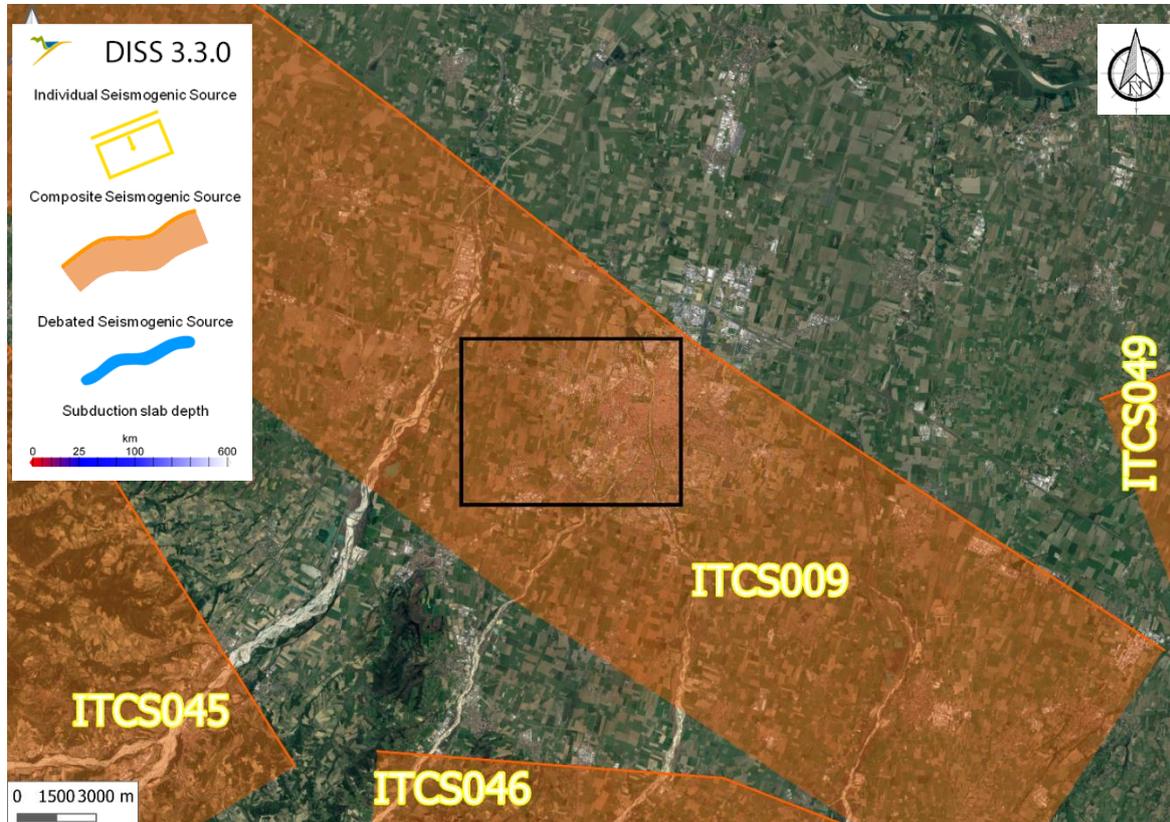


Figura 9-7 - Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” per l’area in oggetto (riquadro nero).

### PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence	
Min depth [km]	2.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	120...140	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	90...120	EJ	Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1600... 0.5300	OD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER	Estimated from Leonard’s (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Figura 9-8 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta “Busseto-Cavriago” (ITCS009)

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	10.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	110...150	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ	Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	7.2	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Figura 9-9 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta "San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro" (ITCS045)

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	95...120	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ	Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Figura 9-10 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta "Langhirano-Sassuolo" (ITCS046)

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter		Quality	Evidence
<b>Min depth [km]</b>	3.0	OD	Based on structural and seismological data from various authors.
<b>Max depth [km]</b>	10.0	OD	Based on structural and seismological data from various authors.
<b>Strike [deg] min... max</b>	70...110	OD	Based on structural and seismological data from various authors.
<b>Dip [deg] min... max</b>	30...50	OD	Based on structural and seismological data from various authors.
<b>Rake [deg] min... max</b>	80...100	OD	Based on structural and seismological data from various authors.
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	0.0400... 0.1600	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	6.6	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Figura 9-11 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composita "Campegine-Correggio" (ITCS049)

#### 9.4 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 *rates* di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica (Figura 9-12) è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti and 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 913, caratterizzata da  $M_w = 6.14$  (Figura 9-13); pertanto non risulta necessaria l'analisi magnitudo-distanza e può pertanto essere definita la magnitudo di riferimento **M = 6.14**.

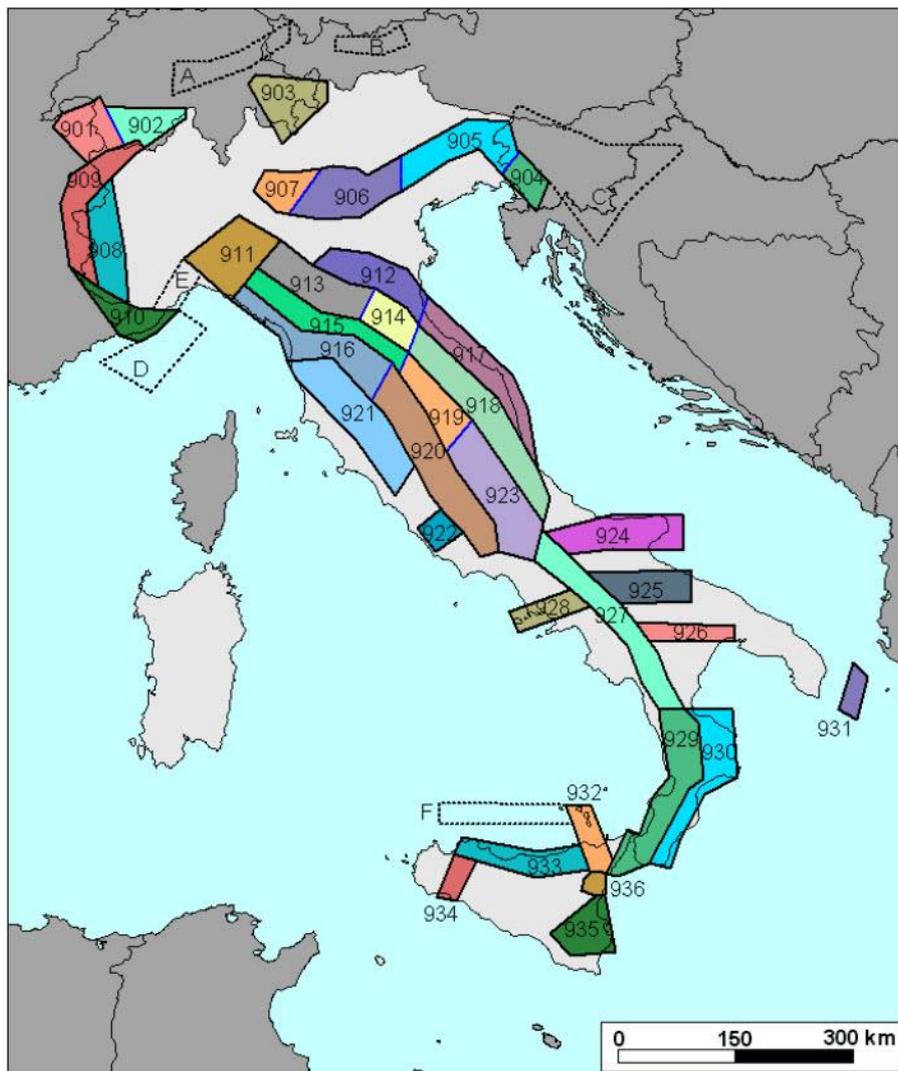


Figura 9-12 - Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento.

Nome ZS	Numero ZS	$M_{wmax}$
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 9-13 - Valori di  $M_{wmax}$  per le zone sismogenetiche di ZS9.

## 9.5 Faglie capaci

Il database del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from Capable faults* (ITHACA Working Group 2019)) mostra, nell'area progettuale, la presenza di faglie capaci (Figura 9-14). Le faglie capaci sono definite come lineamenti tettonici responsabili di fagliazione superficiale. L'unica faglia intercettata dal tracciato è la Faglia 90403, denominata S. Pancrazio Parmense che si estende da nord-ovest a sud-est.

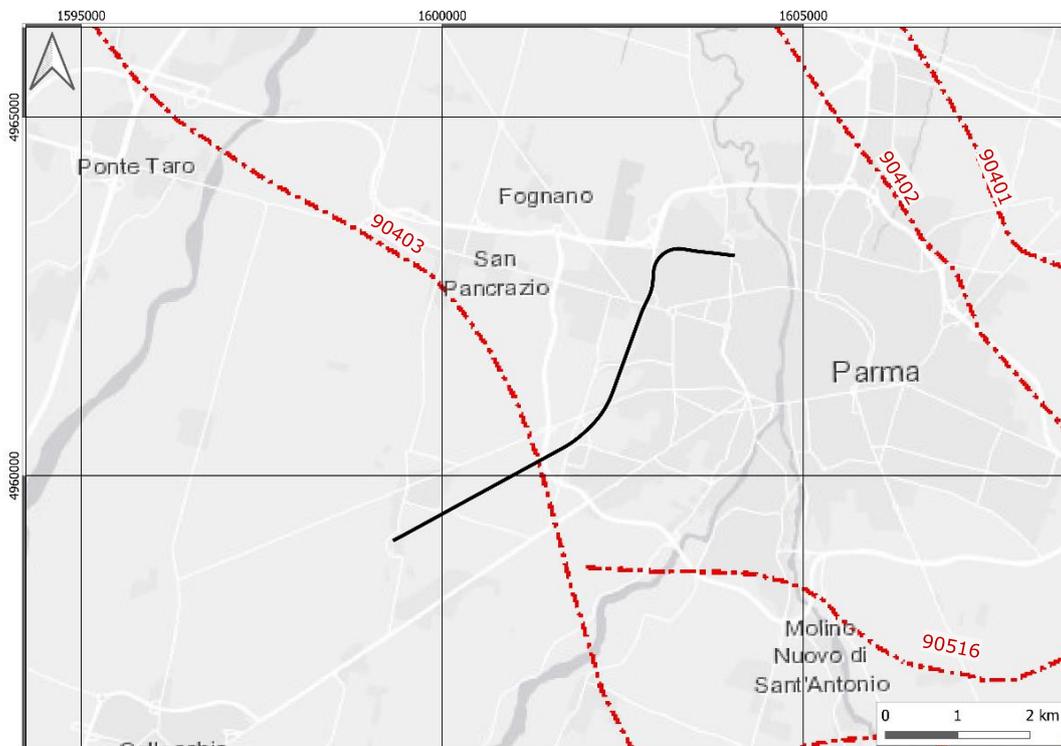


Figura 9-14 - Stralcio cartografico dell'area di interesse con indicazione schematica delle faglie capaci presenti, codificate tramite il loro identificativo (catalogo ITHACA (ITHACA Working Group 2019)). La linea nera rappresenta il tracciato oggetto di studio.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

La scheda riassuntiva relativa alle caratteristiche della struttura individuata è riportata in (Figura 9-15).

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	90403
Fault Name	S. Pancrazio Parmense
Region Name	Emilia Romagna
Tectonic Environment	ND
System Name	Sistema Piacenza - Parma
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	140
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	SW
Fault Length (km)	30.2
Mapping Scale	1:250000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Reverse
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Early Pleistocene

Figura 9-15. ITHACA (ITHACA Working Group 2019); Parametri descrittivi della faglia capace S. Pancrazio Parmense..

Dagli studi eseguiti per la progettazione in oggetto non sono però emerse evidenze tali per cui la faglia in questione possa essere considerata “capace”. È importante segnalare che gli studi presi come riferimento dal catalogo ITHACA per l’inserimento della faglia all’interno del database sono a piccola scala (1:250000) e conseguentemente caratterizzati da uno scarso dettaglio. È bene precisare inoltre che lo stesso database ITHACA definisce di “bassa affidabilità” le informazioni relative alla capacità di questa faglia e ammette l’assenza di indicazioni certe o evidenze di superficie.

A differenza del database ITHACA il Foglio 199 “Parma Sud” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:50000 definisce questa faglia come “sovrascorrimento incerto”. Nelle note illustrative viene infatti confermata la presenza di queste strutture tettoniche nelle aree di pianura grazie soprattutto ai profili sismici dell’AGIP; queste però sono principalmente sepolte e come tali vengono rappresentate nelle sezioni geologiche allegate al Foglio.

Nel presente studio e nelle cartografie associate è stato preso come riferimento quanto riportato nel CARG 1:50000 e i sovrascorrimenti sono stati considerati come sepolti.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

## 9.6 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Il D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, oltre alla valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni.

La definizione dell'azione sismica a cui gli edifici sono soggetti è legata alla determinazione di alcuni fattori importanti per l'edificio stesso, tra i quali la classificazione del suolo di fondazione su cui l'edificio verrà costruito.

$V_{s,eq}$  è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{h}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

- $h_i$  = spessore (in m);
- $V_i$  = velocità delle onde di taglio dello strato "i-esimo", per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori;
- N = numero di strati.

La normativa, al capitolo 3.2.2, cita: "Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella **Tab. 3.2.II**, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ ."

Tabella 9-5. Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2II delle NTC2018).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Per la determinazione della categoria di sottosuolo sono stati utilizzati i dati derivanti dalle indagini geofisiche illustrate al paragrafo 4.2.

La profondità a cui calcolare le  $V_{s,eq}$  dipende dalla profondità del bedrock sismico ( $V_{s,eq} > 800$  m/s) e dalla profondità del piano di posa. In caso di bedrock profondo, infatti, le NTC2018 stabiliscono che vada indagata una profondità di 30 m, definita a partire dal tipo di opera e fondazione in progetto; secondo la normativa “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. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione”.

Per quanto riguarda il caso in esame le  $V_{s,eq}$  sono state calcolate a partire dal piano campagna, in quanto in questo contesto la profondità del piano di posa delle possibili opere (principali e accessorie) in progetto non è definito. Si tenga conto, comunque, che i terreni in sito sono caratterizzati, generalmente, da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità.

La Tabella 9-6 riporta i valori di  $V_{s,eq}$  ottenuti sia da prove in foro (Down Hole e Cross-Hole), sia indagini tipo MASW/HVSR. In tabella sono state individuate, inoltre, le corrispondenti categorie di sottosuolo, derivate dalla Tabella 3.2II delle NTC2018 (si veda la Tabella 9-5).

Per i dettagli circa le risultanze delle indagini e el specifiche metodologie di indagine si rimanda agli elaborati specifici citati al paragrafo 4.2.

Tabella 9-6. Valori di  $V_{seq}$  calcolati per le prove geofisiche disponibili.

ID	$V_{s,eq}$	Categoria di sottosuolo
<b>CH-A</b> <b>(CHL053B06)</b>	$V_{s,30} = 464$ m/s	<b>B</b>
<b>MASW1</b>	$V_{s,30} = 219$ m/s	<b>C</b>
<b>MASW2</b>	$V_{s,30} = 251$ m/s	<b>C</b>
<b>MASW3</b>	$V_{s,30} = 273$ m/s	<b>C</b>
<b>MASW4</b>	$V_{s,30} = 233$ m/s	<b>C</b>
<b>MASW5</b>	$V_{s,30} = 291$ m/s	<b>C</b>
<b>MASW6</b>	$V_{s,30} = 385$ m/s	<b>B</b>
<b>MASW7</b>	$V_{s,30} = 408$ m/s	<b>B</b>
<b>HVSR1</b>	$V_{s,30} = 234$ m/s	<b>C</b>
<b>HVSR2</b>	$V_{s,30} = 263$ m/s	<b>C</b>
<b>HVSR3</b>	$V_{s,30} = 234$ m/s	<b>C</b>

<b>HVSR4</b>	$V_{s,30} = 289 \text{ m/s}$	<b>C</b>
<b>HVSR5</b>	$V_{s,30} = 353 \text{ m/s}$	<b>C</b>
<b>HVSR6</b>	$V_{s,30} = 361 \text{ m/s}$	<b>B</b>
<b>HVSR7</b>	$V_{s,30} = 385 \text{ m/s}$	<b>B</b>
<b>DH S5 (BH5)</b>	$V_{s,30} = 444 \text{ m/s}$	<b>B</b>

Dall'esame delle prove si osserva che la categoria C è quella che ricorre con maggiore frequenza lungo il tracciato, risultando in categoria B solo nella porzione terminale del tracciato (DH S5, MASW6/HVSR6, MASW7/HVSR7), a partire cioè dalla pk 6+000 circa sino a fine intervento.

Inoltre, localmente, anche l'indagine Cross-Hole CH-A in corrispondenza del sondaggio CHL053B06, nella porzione iniziale del tracciato, indica valori di  $V_s$  compatibili con una categoria di suolo B; tuttavia, tale dato non risulta congruente con le numerose indagini MASW e HVSR disponibili nell'intorno del punto di indagine, né la stratigrafia appare tale da giustificare una differenza di comportamento dal punto di vista sismico.

Si ritiene pertanto di dover mantenere una categoria di suolo C anche in corrispondenza di tale punto singolare.

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo l'area in oggetto localizzata in ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, la morfologia dell'area può essere ricondotta ad una delle configurazioni superficiali semplici previste dall'NTC2018 in Tabella 3.2.III.

**Tab. 3.2.III – Categorie topografiche**

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

In particolare, l'area in oggetto può essere classificata di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ", caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1.0$ .

## 9.7 Analisi preliminare del rischio di liquefazione

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace. 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. 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..

Le NTC2018 al paragrafo 7.11.3.4.2 stabiliscono che la verifica alla liquefazione può essere omessa qualora si manifesti una delle seguenti circostanze:

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  $qc_{IN} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{IN}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone comprese tra le curve rappresentate in Figura 9-16 per coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ .

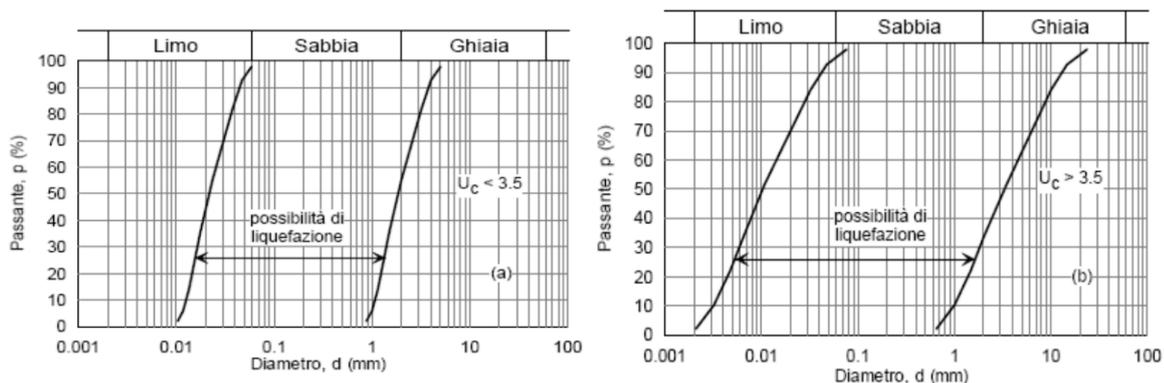


Figura 9-16. Ambito di potenziale liquefacibilità dei terreni (sx:  $U_c < 3.5$ , dx:  $U_c > 3.5$ ).

In riferimento alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche del sito, nonché sulla base delle risultanze delle indagini geotecniche di laboratorio disponibili, nessuno dei suddetti motivi di esclusione risulta verificato. Pertanto, in sede di analisi geotecniche dovrà essere effettuata una verifica del fenomeno di liquefazione in condizioni sismiche.

## 9.8 Microzonazione Sismica del Comune di Parma

La microzonazione sismica (MS) ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o sub comunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In sostanza, lo studio di MS viene sintetizzato in una carta del territorio nella quale sono indicate:

- le zone “stabili” in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>79 di 92</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	79 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	79 di 92								

- le “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le “zone suscettibili di instabilità” in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Lo studio di MS fornisce quindi una base conoscitiva della pericolosità sismica locale delle diverse zone e consente di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico, a varie scale. In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi gli studi di MS possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste principalmente in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee in prospettiva sismica (MOPS) rispetto alle fenomenologie sopra descritte;
- il livello 2 introduce, rispetto al livello 1, l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee, attraverso l’utilizzo di metodi semplificati di analisi numerica e definisce la Carta di microzonazione sismica;
- il livello 3 introduce ulteriori dettagli quantitativi sulle aree suscettibili di amplificazione sismica o instabili, basandosi su analisi numeriche ottenute da dati di indagini geognostiche e geofisiche eseguite in sito e restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Il Comune di Parma si è dotato di uno studio di Microzonazione Sismica di II livello (approvato con DGC 218/2017) ed uno di III livello (approvato con DGC 257/2018 e DD 142/2019).

La microzonazione sismica (MS) rappresenta uno strumento di riconosciuta validità per analizzare la pericolosità sismica locale ed ha il principale scopo di orientare le scelte nell’ambito della pianificazione territoriale e gestire l’emergenza. Non è pertanto uno strumento finalizzato alla fase di progettazione delle opere.

Tuttavia, per completezza, si riporta in *Figura 9-17* uno stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), alla scala 1:25.000, che rappresenta il documento fondamentale del primo livello di approfondimento e da cui si evince che l’area di interesse progettuale si colloca in zone stabili suscettibili di amplificazioni locali. In particolare, il tracciato si colloca interamente entro la Zona 2004, caratterizzata da terreni prevalentemente coesivi con strati granulari fini di spessore complessivo variabile da 10 a 20 m su livelli ghiaiosi profondi.

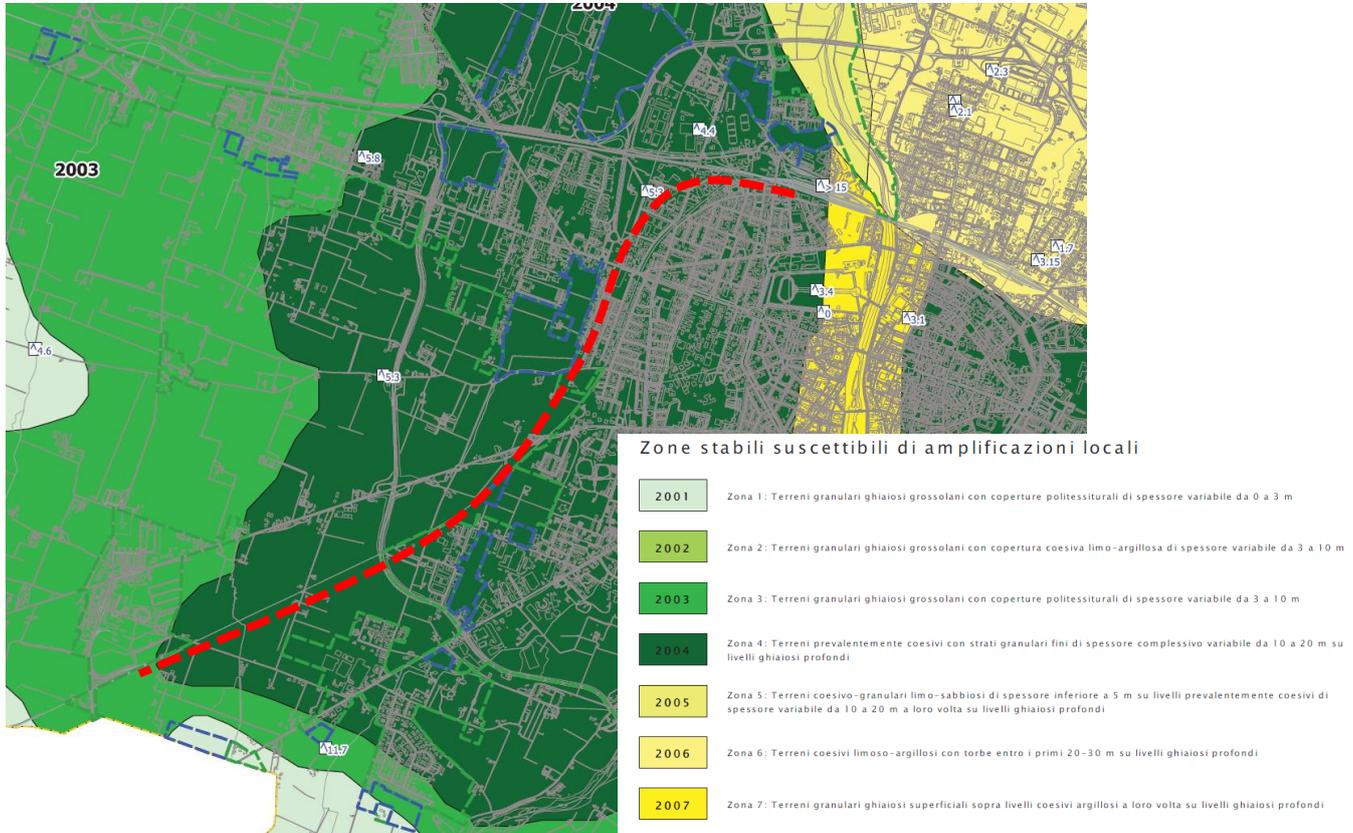


Figura 9-17. Stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), a corredo dello studio di Microzonazione sismica di III livello del Comune di Parma (scala 1:1000), con individuazione del tracciato di progetto (tratteggio rosso).

Le Carte di microzonazione sismica di Livello 3 fanno parte degli elaborati grafici conclusivi dello studio di Microzonazione Sismica. In esse sono differenziate le aree oggetto di approfondimenti di terzo livello realizzati all'interno della città di Parma e nella zona orientale del territorio comunale, laddove l'analisi di secondo livello aveva evidenziato zone di attenzione per instabilità legate alla liquefazione.

L'amplificazione è stata calcolata in termini di rapporto di Intensità di Housner ( $SI/SI_0$ ) per prefissati intervalli di periodi attraverso analisi approfondite di risposta sismica locale, per le aree oggetto di approfondimento di livello 3, o attraverso metodi semplificati per le aree oggetto di approfondimenti di livello 2. Il calcolo del fattore di amplificazione di sito è quindi definito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudovelocità ( $FA_{IS}$ ) calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido negli intervalli 0.1-0.5 s, 0.5-1.0 s e 0.5-1.5 s.

La cartografia realizzata in merito alla Microzonazione sismica di Livello 3 è costituita dai seguenti elaborati:

- Carta di microzonazione sismica Livello 3 -  $FA_{IS,0,1-0,5\text{ s}}$ ;
- Carta di microzonazione sismica Livello 3 -  $FA_{IS,0,5-1,0\text{ s}}$ ;
- Carta di microzonazione sismica Livello 3 -  $FA_{IS,0,5-1,5\text{ s}}$ .

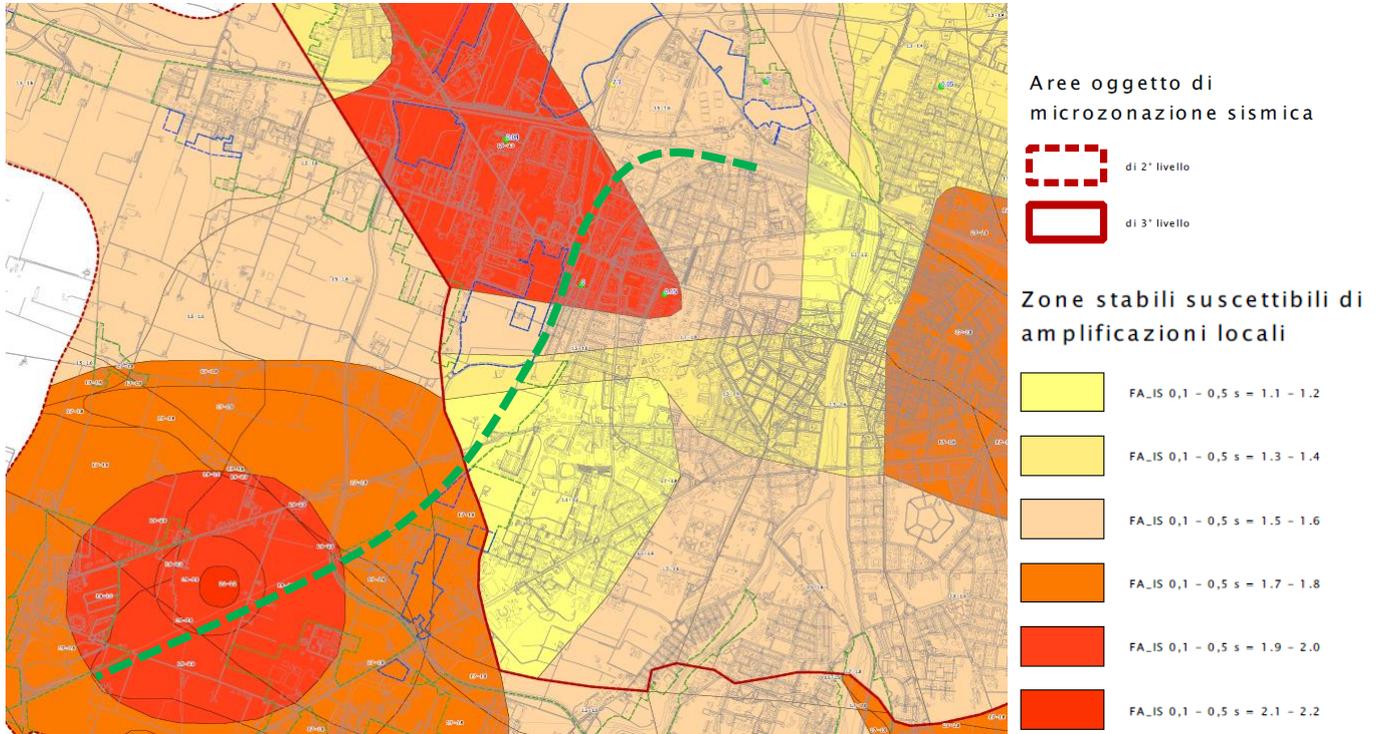


Figura 9-18. Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica di III livello del Comune di Parma (scala 1:10000) per l'intervallo 0.1-0.5 s, con individuazione del tracciato di progetto (tratteggio verde).

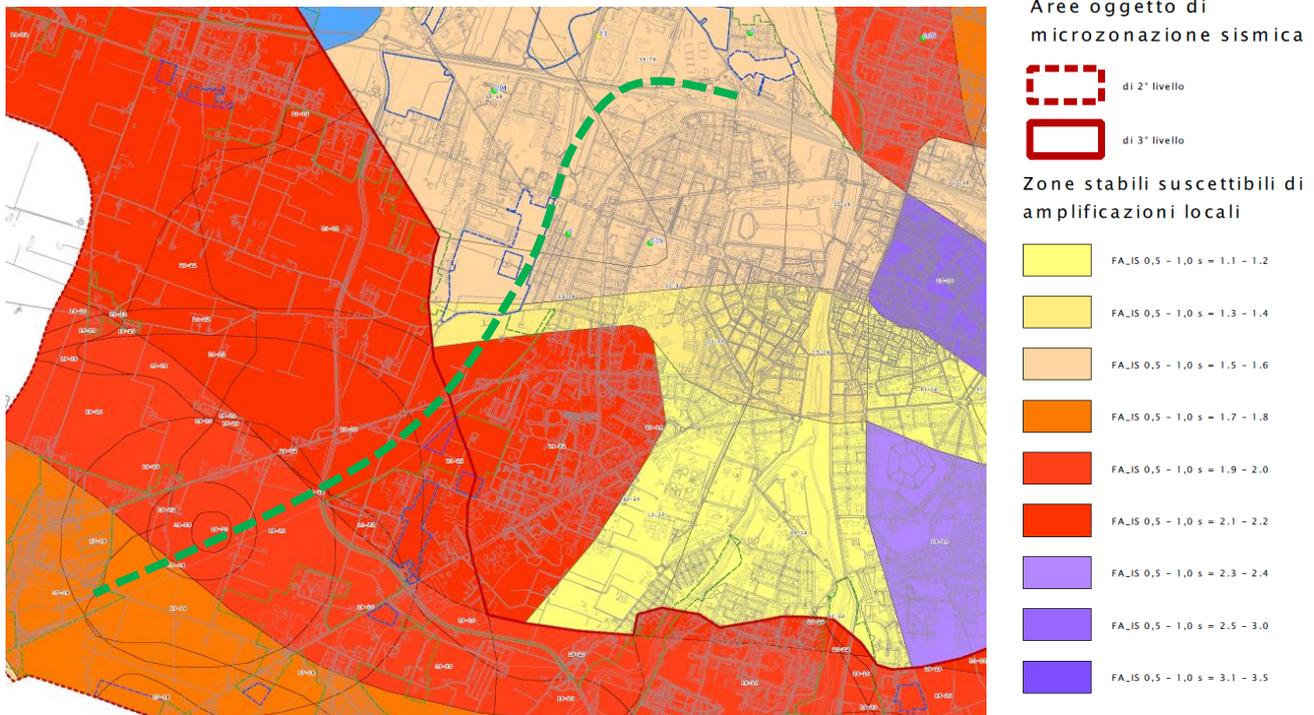
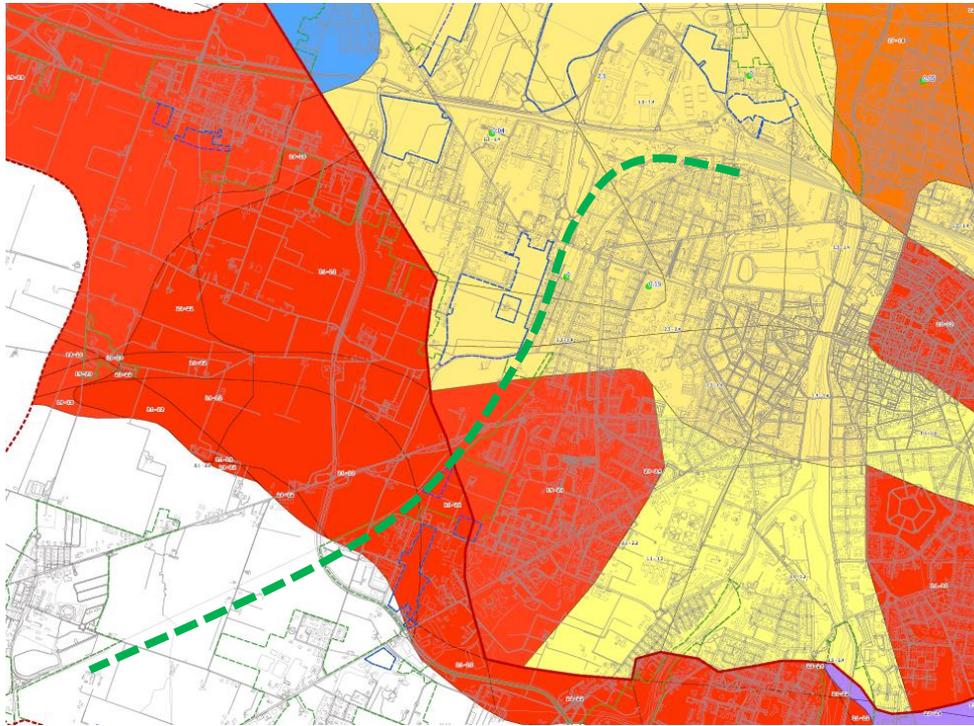
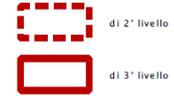


Figura 9-19. Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica di III livello del Comune di Parma (scala 1:10000) per l'intervallo 0.5-1.0 s, con individuazione del tracciato di progetto (tratteggio verde).



Aree oggetto di  
microzonazione sismica



Zone stabili suscettibili di  
amplificazioni locali

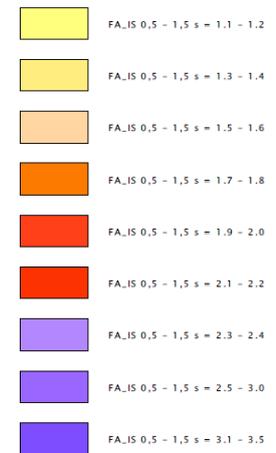


Figura 9-20. Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica di III livello del Comune di Parma (scala 1:10000) per l'intervallo 0.5-1.5 s, con individuazione del tracciato di progetto (tratteggio verde).

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 83 di 92

## 10 CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di fornire il quadro dei caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici nell'ambito della progettazione definitiva del completamento del raddoppio della linea Parma – La Spezia, limitatamente alla tratta Parma – Vicofertile.

L'area oggetto di studio si colloca nella parte occidentale dell'Emilia-Romagna, a nord del versante emiliano dell'Appennino settentrionale. Il tracciato ferroviario in progetto si sviluppa nel settore sud-occidentale del Comune di Parma e collega il centro cittadino con la stazione di Vicofertile, in prossimità del confine con il Comune di Collecchio. L'estensione complessiva della tratta in progetto è di circa 8.1 km. Da un punto di vista altimetrico, il progetto si sviluppa da una quota di circa 55 m s.l.m. a Parma fino ad una quota di circa 85 m s.l.m. in prossimità di Vicofertile. Il principale corso d'acqua che interessa l'area è il Torrente Parma.

L'area di intervento, sulla base di quanto riportato nella Carta Geologica dell'Emilia-Romagna, si caratterizza per la presenza del sub-sistema di Ravenna (AES8), dell'Unità di Modena (AES8a) e dei depositi alluvionali recenti ed in evoluzione del Torrente Parma (b<sub>1</sub>). Si tratta sempre di terreni prevalentemente ghiaioso sabbiosi con intervalli limoso argillosi all'interno. Geneticamente sono depositi di origine alluvionale, terrazzati o di conoide.

Per la definizione dell'assetto geologico di sottosuolo è stata eseguita una specifica campagna di indagini e sono state raccolte e analizzate tutte le indagini geognostiche disponibili già realizzate nell'area interessata dagli interventi in progetto, sia da Italferr, che da RFI. L'intero set di dati ha permesso una ricostruzione adeguata alla presente fase progettuale dell'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale delle unità di sottosuolo. Pertanto, preliminarmente e congiuntamente alle attività di campagna è stata condotta anche una ricerca bibliografica finalizzata alla raccolta di studi di letteratura e cartografie tematiche riguardanti l'area di interesse.

Il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di due principali corpi ghiaiosi. Il primo, superficiale, si trova all'estremità NE del tracciato, in prossimità della città di Parma, e rappresenta con ogni probabilità un deposito alluvionale grossolano legato all'attività del Torrente Parma. Il secondo corpo ghiaioso è un potente orizzonte di 20-30 m di spessore, continuo lungo l'asse del tracciato, costituito da ghiaie a luoghi intercalate da lenti limoso-argillose. Le lenti limoso-argillose compaiono indicativamente verso la pk. 2+900 e mantengono la loro presenza fino a Vicofertile. Il tetto e la base di questo corpo ghiaioso sono delimitati da due importanti orizzonti limoso-argillosi.

Nel tratto compreso tra la pk 1+300 e la pk 4+500 il tracciato si sviluppa in trincea e in galleria artificiale. Sulla base della ricostruzione stratigrafica derivante dalle indagini geognostiche a disposizione il tracciato, in prossimità della galleria artificiale, attraversa materiali prevalentemente coesivi costituiti da argille limose e limi argillosi (litofacies L), a luoghi sabbiose, con sporadiche e locali intercalazioni ghiaioso-sabbiose (litofacies G). In prossimità della galleria il tetto dei depositi ghiaiosi si colloca a profondità variabili tra 18 e 4 metri dal piano campagna; in particolare, in base alle stratigrafie elaborate, lo scavo della galleria lambisce il tetto delle ghiaie dalla pk 2+550 fino all'imboccato Vicofertile.

L'approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo. Le analisi sono state basate, in particolare, sui dati geologici e idrogeologici acquisiti durante le attività di perforazione e sulle informazioni idrogeologiche disponibili da letteratura. Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato con i dati provenienti dal monitoraggio

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA IP00</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 84 di 92</p>

piezometrico delle strumentazioni installate nei fori di sondaggio e dalle prove di permeabilità condotte in fase di perforazione. Inoltre si è fatto riferimento ai dati piezometrici e alle informazioni idrogeologiche provenienti da studi di letteratura.

In riferimento alla natura dei terreni e alle prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio nel corso delle diverse campagne di indagine, nell'area sono stati individuati tre distinti complessi idrogeologici principali di cui quello ghiaioso-sabbioso è quello che prevale in tutto il settore.

Il Complesso ghiaioso-sabbioso (CGS) è costituito da ghiaia sabbiosa medio fine, ghiaia con sabbia limosa e ghiaia con limo sabbioso medio fine, da umida a molto umida, molto addensata, di colore avana e grigiastro con livelli verdastri. La frazione ghiaiosa si presenta poligenica, eterometrica, da angolare ad arrotondata. Presenti ciottoli, generalmente di diametro massimo fino a 10 cm, livelli decimetrici in cui la frazione ghiaiosa diminuisce e livelli da centimetrici a decimetrici di argilla limosa e livelli limoso sabbiosi. Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche rilevanti. La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo:  $1 \cdot 10^{-5}$  –  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s.

Il complesso sabbioso-limoso (CSL) è costituito da sabbia medio fine da debolmente limosa a limosa, debolmente umida, poco addensata, di colore avana. A volte presente rara ghiaia poligenica e livelli limoso sabbiosi. La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo:  $5 \cdot 10^{-7}$  -  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Il Complesso limoso-argilloso è costituito da Limo argilloso e argilla limosa con sabbia, limo da debolmente sabbioso a sabbioso e argilla, a luoghi debolmente sabbiosa, medio fine, da debolmente umida a umida, generalmente consistente, di colore marrone avana, avana nocciola, marrone nocciola e grigiastra con livelli rossastri e verdastri. A luoghi sono presenti patine nerastre o puntature nerastre di materiale organico e livelli debolmente sabbiosi e livelli di torba. La permeabilità è per porosità, indicativamente variabile nell'intervallo:  $1 \cdot 10^{-8}$  -  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Il complesso ghiaioso-sabbioso è sede di una falda oggetto di monitoraggio. Dalle osservazioni disponibili emerge che, soprattutto nei periodi di alto piezometrico, verso Parma la falda risulta confinata, mentre verso Vicofertile è in condizioni freatiche. Dalle due ricostruzioni di inviluppo dei massimi e dei minimi piezometrici si osserva che tendenzialmente la quota di falda aumenta spostandosi verso sud, avvicinandosi al margine appenninico. Emerge inoltre che in prossimità della città di Parma l'acquifero contenuto nelle ghiaie è in condizioni confinate e passa gradualmente a condizioni freatiche spostandosi verso Vicofertile. Il punto di passaggio fra le condizioni confinate e le condizioni freatiche si colloca fra la pk 2+600 e la pk 3+600.

L'analisi dei fori attrezzati con coppie di piezometri sovrapposti tende a confermare l'ipotesi che le lenti limoso-argillose intercalate all'interno del corpo ghiaioso non interrompono la continuità dell'acquifero.

Le aree oggetto dell'intervento non sono sottoposte a vincolo idrogeologico. Per quello che riguarda il Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) relativo al Fiume Po, l'area di intervento è esterna sia alla fascia A, sia alla B sia alla C.

Dai dati del Piano Strutturale Comunale (PSC) del Comune di Parma risulta che sono interessate dal tracciato le seguenti fasce:

- zona di tutela dei caratteri ambientali dei corsi d'acqua e corsi d'acqua meritevoli di tutela;
- settori di ricarica della falda di tipo A (ricarica diretta) e B (ricarica indiretta);

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA IP00</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 85 di 92</p>

- zona di riserva n.1 istituita con l’ordinanza del MM.LL.PP. 1937-1966 (definita tramite un raggio di 3 chilometri dal centro di Piazza Garibaldi);
- zone di rispetto allargata dei pozzi idropotabili (zone definite e normate dall’art. 94, comma 4 del DLgs. n.152/2006 e s.m.i., delimitata tramite il criterio cronologico adottando il tempo di sicurezza di 180 o 365 giorni a seconda dell’entità del rischio o della vulnerabilità della risorsa);
- zone a vulnerabilità a sensibilità attenuata (relativa alla vulnerabilità da nitrati di origine agricola).

Per quanto riguarda la Carta del Rischio Idraulico, anch’essa parte integrante della “Tavola dei Vincoli”, l’unico tematismo che interessa il tracciato è identificato con la descrizione “alluvioni poco frequenti”.

La classificazione sismica attualmente in vigore in Emilia-Romagna è quella richiamata nella DGR n. 1164 del 23/07/2018, che riprende quanto già individuato dalla precedente DGR n. 1435 del 2003, aggiornandone la classificazione. L’allegato B della DGR 1164/2018 illustra la suddivisione della regione nelle zone sismiche di riferimento: la totalità dei comuni ricade all’interno delle zone 2 e 3. Come stabilito dalla DGR 1164/2018, il comune di Parma risulta essere classificato in zona 3.

Rispetto alla classificazione sismica del comune di Parma 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 0.125 g e 0.175 g.

Dall’esame del DISS (*Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3.3.0, INGV*) l’area in esame ricade all’interno della sorgente ITCS009 “Busseto-Cavriago”. Nei pressi del territorio di Parma sono poi presenti altre sorgenti sismogenetiche composite: la sorgente sismogenetica ITCS045 “San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro”, la sorgente sismogenetica ITCS046 “Langhirano-Sassuolo” e la sorgente sismogenetica ITCS049 “Campegine-Correggio”.

Gli studi sulla pericolosità sismica condotti dall’INGV hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9 (Meletti e Valensise, 2004). Secondo questa zonazione il territorio nazionale è stato diviso in 36 zone-sorgente, individuate mediante l’osservazione delle caratteristiche della sismicità storica/attuale (massima magnitudo, frequenza degli eventi in catalogo, distribuzione nelle classi di magnitudo) e dallo studio delle geometrie delle sorgenti sismotettoniche. Il territorio in oggetto ricade all’interno della zona 913, caratterizzata da  $M_w = 6.14$ ; pertanto non risulta necessaria l’analisi magnitudo-distanza e può pertanto essere definita la magnitudo di riferimento  $M = 6.14$ .

Dall’esame delle prove sismiche si osserva che la categoria di sottosuolo C è quella che ricorre con maggiore frequenza lungo il tracciato, risultando in categoria B solo nella porzione terminale del tracciato (DH S5, MASW6, MASW7), a partire cioè dalla pk 6+000 circa sino a fine intervento.

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo l’area in oggetto localizzata in ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, la morfologia dell’area può essere ricondotta ad una delle configurazioni superficiali semplici previste nel D.M. 17/01/2018 in Tabella 3.2.IV. In particolare, l’area in oggetto può essere classificata di categoria T1, “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ”, caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica  $ST = 1,0$ .

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA</b> <b>(PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 86 di 92

In riferimento alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche del sito, nonché sulla base delle risultanze delle indagini geotecniche di laboratorio disponibili è emerso che in sede di analisi geotecniche dovrà essere effettuata una verifica del fenomeno di liquefazione in condizioni sismiche.

Dall’osservazione della carta delle M.O.P.S. (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) del comune di Verona, emerge che buona parte del sito in esame è inserito nelle Zone Stabili Suscettibili di Amplificazione Locale, in particolare: “Zona 2004” caratterizzata da terreni prevalentemente coesivi con strati granulari fini di spessore complessivo variabile da 10 a 20 m su livelli ghiaiosi profondi.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 0001 001</td> <td>A</td> <td>87 di 92</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	87 di 92
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	87 di 92								

## 11 BIBLIOGRAFIA

- Bigi, G., G. Bonardi, R. Catalano, D. Cosentino, F. Lentini, M. Parotto, R. Sartori, P. Scandone, and E. Turco, eds. 1983. “Modello Strutturale Tridimensionale (Foglio 6).” In *Structural Model of Italy, Scale 1:500.000 - Consiglio Nazionale Delle Ricerche - Progetto Finalizzato Geodinamica*, SELCA 1991.
- Di Dio, G. Di, S. Lasagna, A. Martini, and G. Zanzucchi. 2005. “Note Illustrative Della Carta Geologica d’Italia Alla Scala 1: 50.000. Foglio 119, Parma Sud.”
- Di Dio G., Lasagna S., Preti D. & Sagna M. (1997). Stratigrafia dei depositi quaternari della provincia di Parma. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 35, 181-189.
- DISS Working Group. 2021. “Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A Compilation of Potential Sources for Earthquakes Larger than M 5.5 in Italy and Surrounding Areas.. Istituto Nazionale Di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/Diss3.3>.”
- ITHACA Working Group. 2019. “ITHACA (ITaly HAZard from CAPable Faulting), A Database of Active Capable Faults of the Italian Territory. Version December 2019. ISPRA Geological Survey of Italy.”
- Locati, M., R. Camassi, A. Rovida, E. Ercolani, F. Bernardini, V. Castelli, C.H. Caracciolo, et al. 2021. “Database Macrosismico Italiano (DBMI15), Versione 3.0. Istituto Nazionale Di Geofisica e Vulcanologia (INGV).” <https://doi.org/https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.3>.
- Meletti, C., and G. Valensise. 2004. “Zonazione Sismogenetica ZS9 – App.2,” no. marzo.
- Pieri M. & Groppi G. (1975). The structure of the Pliocene-Quaternary sequence in the subsurface of the Po and Veneto Plains, the pedepenninic Basin and the Adriatic Sea. *Quad. Ric. Scient.*, 90, pp. 409-415.
- PSC Parma. 2019. “Piano Strutturale Comunale, Norme Di Attuazione.”
- PTA Emilia Romagna. 2005. “Piano Di Tutela Delle Acque, Norme.”
- PTCP Parma. 2003. “Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale, Norme Di Attuazione.”
- . 2008. “Piano Territoriale Di Coordinamento Provinciale, Norme Di Attuazione - Allegato 4.”
- RFI Rete Ferroviaria Italiana. n.d. “L05311D69RGGE0005001A - Ralazione in Merito Agli Effetti Sulla Falda Prodotti Dalla Realizzazione Della Galleria Artificiale in Zona Parma.” In *Progetto Definitivo Lina Parma La Spezia - Completamentop Raddoppio Linea Pontremolese, Tratta Parma Vicofertile*.
- Rovida, A., M. Locai, R. Camassi, B. Lolli, P. Gasperini, and A. Antonucci. 2021. “Catalogo Parametrico Dei Terremoti Italiani (CPTI15), Versione 3.0. Istituto Nazionale Di Geofisica e Vulcanologia (INGV).” <https://doi.org/https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>.
- RUE Parma. 2010. “Regolamento Urbanistico Edilizio, Norme Tecniche Di Attuazione.”
- Valensise, G., and D. Pantosti. 2001. “The Investigation of Potential Earthquake Sources in Peninsular Italy: A Review.” *Journal of Seismology* 5: 287–306. <https://doi.org/10.1023/A:1011463223440>.



Sigla	XL051G010	
Inf - Norton (da -18 a -30 m da p.c.)		
Profondità piez	30	m da p.c.
Quota Piano Camp.	50.00	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
07/02/2003	7.85	42.15
21/02/2003	7.55	42.45
14/03/2003	7.40	42.60
27/03/2003	7.20	42.80
10/04/2003	6.95	43.05
28/04/2003	6.60	43.40
15/05/2003	6.80	43.20
30/05/2003	7.20	42.80
12/06/2003	7.50	42.50
27/06/2003	8.05	41.95
11/07/2003	8.50	41.50
28/07/2003	9.00	41.00
04/09/2003	10.75	39.25
07/10/2003	11.75	38.25
08/11/2003	12.10	37.90
13/12/2003	11.85	38.15
17/01/2004	10.95	39.05
29/07/2008	7.86	42.14
24/09/2008	9.05	40.95
02/10/2008	9.26	40.74
23/10/2008	9.96	40.04
17/03/2009	4.84	45.16
31/03/2009	4.32	45.68
24/04/2009	3.80	46.20
12/05/2009	3.36	46.64
19/10/2021	9.10	40.90
31/12/2021	9.12	40.88

Sigla	XL051G010	
Sup - Norton (da -12 a -15 m da p.c.)		
Profondità piez	15	m da p.c.
Quota Piano Camp.	50.00	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
07/02/2003	7.85	42.15
21/02/2003	7.55	42.45
14/03/2003	7.40	42.60
27/03/2003	7.20	42.80
10/04/2003	6.95	43.05
28/04/2003	6.60	43.40
15/05/2003	6.70	43.30
30/05/2003	7.10	42.90
12/06/2003	7.40	42.60
27/06/2003	7.95	42.05
11/07/2003	8.40	41.60
28/07/2003	8.85	41.15
04/09/2003	10.55	39.45
07/10/2003	11.55	38.45
08/11/2003	12.25	37.75
13/12/2003	11.65	38.35
17/01/2004	10.80	39.20
29/07/2008	6.94	43.06
24/09/2008	8.03	41.97
02/10/2008	8.24	41.76
23/10/2008	8.89	41.11
17/03/2009	4.15	45.85
31/03/2009	3.55	46.45
24/04/2009	3.20	46.80
12/05/2009	2.77	47.23
19/10/2021	9.10	40.90
31/12/2021	9.12	40.88

Sigla	PCL053B01	
Inf - Norton (da -16.5 a -37.0 m da p.c.)		
Profondità piez	37	m da p.c.
Quota Piano Camp.	51.10	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
10/09/08	9.05	42.05
23/09/08	9.05	42.05
24/09/08	9.45	41.65
02/10/08	9.65	41.45
23/10/08	10.35	40.75
17/03/09	5.27	45.83
18/03/09	5.10	46.00
31/03/09	4.31	46.79
09/04/09	4.40	46.70
24/04/09	4.20	46.90
12/05/09	3.78	47.32

Sigla	PCL053B01	
Sup - Cas (da -10,5 a -11.7 m da p.c.)		
Profondità piez	11.7	m da p.c.
Quota Piano Camp.	51.10	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
10/09/08	8.50	42.60
23/09/08	8.57	42.53
24/09/08	9.35	41.75
02/10/08	9.38	41.72
23/10/08	10.17	40.93
17/03/09	5.04	46.06
18/03/09	4.95	46.15
31/03/09	4.28	46.82
09/04/09	4.12	46.98
24/04/09	4.03	47.07
12/05/09	3.68	47.42

Sigla	PCL053B02	
Sup - Norton (da -1.0 a -5.0 m da p.c.)		
Profondità piez	4.7	m da p.c.
Quota Piano Camp.	52.30	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
03/09/2008	4.70	47.60
10/09/2008	4.70	47.60
23/09/2008	4.70	47.60
24/09/2008	4.70	47.60
02/10/2008	4.70	47.60
23/10/2008	4.70	47.60
17/03/2009	1.70	50.60
18/03/2009	1.65	50.65
31/03/2009	1.59	50.71
09/04/2009	1.60	50.70
24/04/2009	1.78	50.52
12/05/2009	1.58	50.72
23/11/2021	1.49	50.81
31/12/2021	1.57	50.73

Sigla	PCL053B02	
Inf - Cas (da -33.0 a -34.5 m da p.c.)		
Profondità piez	34.5	m da p.c.
Quota Piano Camp.	52.30	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
03/09/2008	9.70	42.60
10/09/2008	9.70	42.60
23/09/2008	9.72	42.58
24/09/2008	10.22	42.08
02/10/2008	10.52	41.78
23/10/2008	11.21	41.09
18/03/2009	5.60	46.70
31/03/2009	5.10	47.20
09/04/2009	3.80	48.50
24/04/2009	4.60	47.70
12/05/2009	3.80	48.50
23/11/2021	10.83	41.47
31/12/2021	10.55	41.75

Sigla	PCL053B03	
<b>Norton (da -17.5 a -25.2 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	25.2	m da p.c.
Quota Piano Camp.	56.20	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
	Livello	Quota
Data	m da p.c.	m.s.l.m.
10/09/08	12.52	43.68
23/09/08	13.00	43.20
02/10/08	13.40	42.80
23/10/08	14.42	41.78
17/03/09	8.25	47.95
31/03/09	7.70	48.50
09/04/09	7.20	49.00
24/04/09	6.95	49.25
12/05/09	6.63	49.57

Sigla	PCL053B04	
<b>Sup - Norton (da -8.0 a -13.1 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	13.1	m da p.c.
Quota Piano Camp.	57.80	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
	Livello	Quota
Data	m da p.c.	m.s.l.m.
13/09/08	10.85	46.95
23/09/08	13.50	44.30
02/10/08	13.50	44.30
23/10/08	13.50	44.30
17/03/09	8.98	48.82
31/03/09	8.48	49.32
09/04/09	7.95	49.85
24/04/09	7.65	50.15
12/05/09	6.88	50.92

Sigla	PCL053B04	
<b>Inf - Cas (a 32 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	32.7	m da p.c.
Quota Piano Camp.	57.80	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
	Livello	Quota
Data	m da p.c.	m.s.l.m.
13/09/08	13.50	44.30
23/09/08	14.05	43.75
02/10/08	14.60	43.20
23/10/08	15.45	42.35
17/03/09	9.05	48.75
31/03/09	8.43	49.37
09/04/09	7.90	49.90
24/04/09	7.60	50.20
12/05/09	6.82	50.98

Sigla	PCL053B05	
<b>Sup - Norton (da -15.5 a -25 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	25	m da p.c.
Quota Piano Camp.	61.00	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
	Livello	Quota
Data	m da p.c.	m.s.l.m.
13/09/08	15.60	45.40
23/09/08	16.20	44.80
02/10/08	16.66	44.34
23/10/08	15.90	45.10
17/03/09	10.85	50.15
31/03/09	10.17	50.83
09/04/09	9.70	51.30
24/04/09	9.26	51.74
12/05/09	8.48	52.52

Sigla	PCL053B05	
<b>Inf - Cas (a - 39 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	40	m da p.c.
Quota Piano Camp.	61.00	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
	Livello	Quota
Data	m da p.c.	m.s.l.m.
13/09/08	15.70	45.30
23/09/08	16.20	44.80
02/10/08	16.75	44.25
23/10/08	17.92	43.08
17/03/09	11.80	49.20
31/03/09	10.24	50.76
09/04/09	9.75	51.25
24/04/09	9.25	51.75
12/05/09	8.41	52.59

Sigla	PCL053A09	
<b>Norton (da 10.0 a 36.0 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	36	m da p.c.
Quota Piano Camp.	50.40	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
	Livello	Quota
Data	m da p.c.	m.s.l.m.
23/10/08	9.93	40.47
17/03/09	4.93	45.47
31/03/09	4.42	45.98
09/04/09	7.17	43.23
24/04/09	3.98	46.42
12/05/09	3.65	46.75

Sigla	PCL053A10	
Norton (da 6.0 a 35.0 m da p.c.)		
Profondità piez	35	m da p.c.
Quota Piano Camp.	51.70	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
23/10/2008	10.08	41.62
18/03/2009	4.45	47.25
31/03/2009	4.03	47.67
24/04/2009	3.44	48.26
12/05/2009	3.00	48.70
31/12/2021	9.25	42.45

Sigla	PCL053A11	
Norton (da 19.20 a 30 m da p.c.)		
Profondità piez	30	m da p.c.
Quota Piano Camp.	55.40	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
23/10/08	13.60	41.80
17/03/09	7.69	47.71
31/03/09	7.18	48.22
09/04/09	6.70	48.70
24/04/09	6.50	48.90
12/05/09	6.15	49.25

Sigla	PCL053A12	
Norton (da 12.0 a 35.0 m da p.c.)		
Profondità piez	35	m da p.c.
Quota Piano Camp.	54.40	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
23/10/2008	12.24	42.16
17/03/2009	6.40	48.00
31/03/2009	5.84	48.56
09/04/2009	5.45	48.95
24/04/2009	5.20	49.20
12/05/2009	4.55	49.85
23/11/2021	11.90	42.50
31/12/2021	11.48	42.92

Sigla	PCL053B13	
Norton (da 15 a 35 m da p.c.)		
Profondità piez	35	m da p.c.
Quota Piano Camp.	51.10	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
23/11/2021	9.96	41.14
31/12/2021	9.72	41.38

Sigla	BH1	
Norton (da 12 a 27 m da p.c.)		
Profondità piez	27	m da p.c.
Quota testa tubo	49.864	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
22/11/21	9.27	40.59

Sigla	BH2	
Norton (da 18 a 27 m da p.c.)		
Profondità piez	27	m da p.c.
Quota testa tubo	49.610	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
19/11/2021	9.25	40.36
31/12/2021	8.94	40.67

Sigla	BH3	
Norton (da 5 a 27 m da p.c.)		
Profondità piez	27	m da p.c.
Quota testa tubo	59.066	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
09/11/2021	16.38	42.69
31/12/2021	16.46	42.61

Sigla	BH4	
Norton (da 6 a 24 m da p.c.)		
Profondità piez	24	m da p.c.
Quota testa tubo	70.738	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
07/11/2021	25.55	45.19
23/11/2021	25.37	45.37
31/12/2021	25.27	45.47

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D 69 RG	GE 0001 001	A	92 di 92

Sigla	BH6	
<b>Norton (da 9 a 32 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	32	m da p.c.
Quota testa tubo	77.031	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
17/11/2021	29.27	47.76
23/11/2021	29.24	47.79
31/12/2021	27.81	49.22

Sigla	BH7	
<b>Norton (da 9 a 27 m da p.c.)</b>		
Profondità piez	27	m da p.c.
Quota testa tubo	82.575	m.s.l.m.
Quota Piano Ferro	999.00	m.s.l.m.
Data	Livello	Quota
	m da p.c.	m.s.l.m.
07/11/2021	20.56	62.02
23/11/2021	20.72	61.86
31/12/2021	23.55	59.03