

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

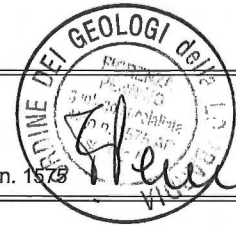
Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.
Il Direttore Tecnico
Il Responsabile di Progetto
Dott. Ing. Luca Bondaneli

Il Geologo:

Dott. Geol. Fiorenza Pennino

Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1573



PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 621

Titolo Elaborato:

**Generale
Generale
Generale - Indagini in situ
Relazione sulle indagini indirette**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	R	GE	XX	01	S	RE	002	B

Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato
B	10/10/2014	Istruttoria RINA prot. 730 del 08/09/2014 (I indica le parti modificate con l'ultima rev.)	BELLARDO	PENNINO	MAZZOLI
A	27/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	BELLARDO	PENNINO	MAZZOLI
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato

SOMMARIO

1	Introduzione	5
2	Normative di riferimento.....	6
3	Documenti di riferimento.....	7
3.1	Progetto Definitivo.....	7
3.2	Progetto Esecutivo.....	8
4	Inquadramento generale.....	11
5	Descrizione dell'opera	13
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	14
6.1	Geologia.....	14
6.1.1	Area Emiliana in destra Po.....	14
6.1.2	Litologia di superficie.....	14
6.1.3	Successione litostratigrafica	14
6.2	Geomorfologia	18
6.3	Idrogeologia	20
7	Inquadramento Sismico	24
7.1	Macro-zonazione sismica	24
7.1.1	OPCM 3274/2003	24
7.1.2	OPCM 3519/2006	24
7.1.3	Delibera dell'Assemblea legislativa (DAL) n°112 (Emilia Romagna).....	25
7.1.4	NTC 2008	25
7.2	Micro-zonazione sismica	26
7.2.1	Categoria del suolo di fondazione	26
7.2.2	Condizioni topografiche.....	28
8	CAMPAGNE DI INDAGINI PREGRESSE	29
8.1	Campagna geognostica di Progetto Definitivo (2003 – 2005).....	30
8.1.1	Sondaggi a carotaggio continuo	30
8.1.2	Prove penetrometriche statiche.....	31
8.1.3	Pozzetti esplorativi	31
8.1.4	Analisi di laboratorio.....	31
9	Campagna geognostica integrativa (Progetto Esecutivo 2013-2014).....	33
9.1	FINALITA' DI CARATTERE GENERALE	33
9.2	FINALITA' DI CARATTERE SPECIFICO	33
9.2.1	VIADOTTO SUL TORRENTE RECCHIO	34
9.2.2	INTERCONNESSIONE A1-A15 – VIADOTTI RAMI DI SVINCOLO.....	35
9.2.3	INTERCONNESSIONE A1-A15 – GALLERIA ARTIFICIALE	35
9.2.4	PONTE SUL FIUME TARO	36

9.2.5	VIABILITA' ORDINARIA INTERFERITA – CAVALCAVIA ED OPERE DI SOSTEGNO.....	39
9.2.6	FONDAZIONE DEL CORPO STRADALE	39
9.3	Indagini geofisiche	39
9.3.1	Note generali	39
9.3.2	Prospezioni con metodi sismici a rifrazione	39
9.3.3	Prove Cross-Hole	40
9.3.4	Prospezioni con metodi elettrici.....	40
10	Conclusioni	41

1 Introduzione

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione delle indagini geognostiche integrative condotte nel periodo settembre 2013 – febbraio 2014, finalizzate alla definizione del modello geologico, geotecnico ed idrogeologico di riferimento nell'ambito della progettazione esecutiva del 1° lotto del Raccordo autostradale A15/A22.

Dopo un inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico generale dell'ambito di indagine ed una sintetica rassegna delle Campagne di Indagini pregresse, saranno illustrate le indagini geognostiche indirette svolte con particolare attenzione agli aspetti, sia di carattere generale che specifico, che sono stati affrontati negli approfondimenti progettuali condotti in sede di Progetto Esecutivo.

I risultati delle indagini indirette sono state inserite nell'elaborato "RAAA1ERGEXX01SRE003A Risultati campagna geognostica integrativa 2013".

Sono presentate le principali specifiche operative delle indagini geognostiche indirette.

La presente relazione, che fa parte integrante del Progetto Esecutivo, si rimanda ai seguenti documenti per una miglior comprensione dei temi trattati:

- RAAA1ERGEXX01SRE001A Relazione sulle indagini dirette
- RAAA1ERGEXX01SRE002A Relazione sulle indagini indirette
- RAAA1ERGEXX01SRE003A Risultati campagna geognostica integrativa 2013
- RAAA1ERGEXX01SRE004A Certificati delle prove di laboratorio CC01 – CC07
- RAAA1ERGEXX01SRE005A Certificati delle prove di laboratorio CC08 – CC13
- RAAA1ERGEXX01SRE006A Certificati delle prove di laboratorio CC14 – CC18
- RAAA1ERGEXX01SRE007A Certificati delle prove di laboratorio CC19 – CC23
- RAAA1ERGEXX01SRE008A Certificati delle prove di laboratorio CC24 – CC28
- RAAA1ERGEXX01SPL001A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 1/4
- RAAA1ERGEXX01SPL002A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 2/4
- RAAA1ERGEXX01SPL003A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 3/4
- RAAA1ERGEXX01SPL004A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 4/4

2 Normative di riferimento

Nel progetto si è fatto riferimento alle seguenti Normative ed Istruzioni.

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008).
- Circolare n°617 del 02.02.09 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008).
- D.M. 11/03/88 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Legge n. 109 del 11 febbraio 1994
- Circ. Min. 24/09/88 n.30483 - Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative del D.M. 11/3/1988.
- RAAA-AMM-PDG1-03-01-01: Capitolato speciale d'appalto del Progetto Definitivo – Allegato D: specifiche prestazionali per la redazione del Progetto Esecutivo (Cap. 3 – Indagini geognostiche)

3 Documenti di riferimento

3.1 Progetto Definitivo

- RAAA.ATST.PDG1.02.01.01.01 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE – SCALA 1:5.000 - TAV. 1/3
- RAAA.ATST.PDG1.02.01.01.02 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE – SCALA 1:5.000 - TAV. 2/3
- RAAA.ATST.PDG1.02.01.01.03 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE – SCALA 1:5.000 - TAV. 3/3
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.02 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: PROVE PENETROMETRICHE A PUNTA MECCANICA CAMPAGNA INDAGINI 1986
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.03 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: PROVE PENETROMETRICHE A PUNTA MECCANICA CAMPAGNA INDAGINI 1998
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.04 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: PROVE PENETROMETRICHE A PUNTA ELETTRICA CAMPAGNA INDAGINI 2003
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.05 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: PROVE PENETROMETRICHE A PUNTA ELETTRICA CAMPAGNA INDAGINI 2005
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.06 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: STRATIGRAFIE SONDAGGI CAMPAGNA INDAGINI 1986
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.07 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: STRATIGRAFIE SONDAGGI CAMPAGNA INDAGINI 2001
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.08 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: STRATIGRAFIE SONDAGGI CAMPAGNA INDAGINI 2003
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.09 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: STRATIGRAFIE SONDAGGI CAMPAGNA INDAGINI 2005
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.10 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: POZZETTI ESPLORATIVI CAMPAGNA INDAGINI 2003
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.11 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: POZZETTI ESPLORATIVI CAMPAGNA INDAGINI 2005
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.13 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: INDAGINI SISMICHE CAMPAGNA INDAGINI 2005
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.13.01 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2003 - 1/4
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.13.02 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2003 - 2/4
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.13.03 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2003 - 3/4
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.13.04 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2003 - 4/4
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.14.01 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2005 - 1/5
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.14.02 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2005 - 2/5
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.14.03 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2005 - 3/5
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.14.04 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2005 - 4/5
- RAAA/ATST/PDG1.02.01.14.05 - RISULTATI INDAGINE GEOGNOSTICA: ANALISI DI LABORATORIO CAMPAGNA INDAGINI 2005 - 5/5

- RAAA.ATST.PDG1.03.01.02 - CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA – SCALA 1:100.000
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.03 - CARTA IDROGEOLOGICA – SCALA 1:100.000
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.04.01 - CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE (TAV. 1/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.04.02 - CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE (TAV. 2/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.04.03 - CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE (TAV. 3/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.05.01 - PROFILO GEOLOGICO (TAV. 1/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.05.02- PROFILO GEOLOGICO (TAV. 2/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.05.03- PROFILO GEOLOGICO (TAV. 3/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.06.01 - CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. 1/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.06.02- CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. 2/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.06.03- CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. 3/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.07.01 - CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 1/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.07.02- CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 2/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.07.03- CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 3/3)
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.08.01 – INNESTO A1 – CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.08.02 – INNESTO A1 – PROFILO GEOLOGICO
- AAA.ATST.PDG1.03.01.09.01 – PONTE SUL TARO - CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.09.02 – PONTE SUL TARO – PROFILO GEOLOGICO
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.17 – VARIANTE SP10 ALL’ABITATO DI VIAROLO – PROFILO GEOLOGICO
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.18 – RACCORDO AUTOSTAZIONE TRECASALI-TERRE VERDIANE - ROTATORIA SP 10 – PROFILO GEOLOGICO
- RAAA.ATST.PDG1.03.01.19 – COLLEGAMENTO S.P. PADANA OCCIDENTALE – STRADA NUOVA DEI PRATI, VIABILITÀ DI SERVIZIO N.C. – PROFILO GEOLOGICO

3.2 Progetto Esecutivo

- RAAA1ERGEXX01SRE001A Relazione sulle indagini dirette
- RAAA1ERGEXX01SRE002A Relazione sulle indagini indirette
- RAAA1ERGEXX01SRE003A Risultati campagna geognostica integrativa 2013
- RAAA1ERGEXX01SRE004A Certificati delle prove di laboratorio
- RAAA1ERGEXX01SPL001A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 1/4
- RAAA1ERGEXX01SPL002A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 2/4
- RAAA1ERGEXX01SPL003A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 3/4
- RAAA1ERGEXX01SPL004A Planimetria con ubicazione indagini in sito - Tav. 4/4
- RAAA1ERGEXX01ORE001A Relazione Geologica
- RAAA1ERGEXX01ORE002A Relazione Idrogeologica
- RAAA1ERGEXX01OPL001A Carta Geologica - Litologica - Tav. 1/4
- RAAA1ERGEXX01OPL002A Carta Geologica - Litologica - Tav. 2/4
- RAAA1ERGEXX01OPL003A Carta Geologica - Litologica - Tav. 3/4
- RAAA1ERGEXX01OPL004A Carta Geologica - Litologica - Tav. 4/4
- RAAA1ERGEXX01OPL005A Carta Geomorfologica - Tav. 1/4
- RAAA1ERGEXX01OPL006A Carta Geomorfologica - Tav. 2/4
- RAAA1ERGEXX01OPL007A Carta Geomorfologica - Tav. 3/4

- RAAA1ERGEXX01OPL008A Carta Geomorfologica - Tav. 4/4
- RAAA1ERGEXX01OPL009A Carta Idrogeologica - Tav. 1/4
- RAAA1ERGEXX01OPL010A Carta Idrogeologica - Tav. 2/4
- RAAA1ERGEXX01OPL011A Carta Idrogeologica - Tav. 3/4
- RAAA1ERGEXX01OPL012A Carta Idrogeologica - Tav. 4/4
- RAAA1ERGEXX01OPG001A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 1/8
- RAAA1ERGEXX01OPG002A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 2/8
- RAAA1ERGEXX01OPG003A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 3/8
- RAAA1ERGEXX01OPG004A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 4/8
- RAAA1ERGEXX01OPG005A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 5/8
- RAAA1ERGEXX01OPG006A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 6/8
- RAAA1ERGEXX01OPG007A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 7/8
- RAAA1ERGEXX01OPG008A Profilo Geologico - Asse principale - Tav. 8/8
- RAAA1ERGEXX01OPG009A Profilo Geologico - Interconnessione ramo A
- RAAA1ERGEXX01OPG010A Profilo Geologico - Interconnessione ramo B
- RAAA1ERGEXX01OPG011A Profilo Geologico - Interconnessione ramo C1
- RAAA1ERGEXX01OPG012A Profilo Geologico - Interconnessione ramo C2
- RAAA1ERGEXX01OPG013A Profilo Geologico - Interconnessione ramo CF
- RAAA1ERGEXX01OPG014A Profilo Geologico - Interconnessione ramo D
- RAAA1ERGEXX01OPG015A Profilo Geologico - Interconnessione ramo E
- RAAA1ERGEXX01OPG016A Profilo Geologico - Interconnessione ramo F1
- RAAA1ERGEXX01OPG017A Profilo Geologico - Interconnessione ramo F2
- RAAA1ERGEXX01OPG018A Profilo Geologico - Interconnessione ramo G
- RAAA1ERGEXX01OPG019A Profilo Geologico - Interconnessione ramo H
- RAAA1ERGEXX01OSZ001A Sezioni geologiche interpretative - Tav. 1/5
- RAAA1ERGEXX01OSZ002A Sezioni geologiche interpretative - Tav. 2/5
- RAAA1ERGEXX01OSZ003A Sezioni geologiche interpretative - Tav. 3/5
- RAAA1ERGEXX01OSZ004A Sezioni geologiche interpretative - Tav. 4/5
- RAAA1ERGEXX01OSZ005A Sezioni geologiche interpretative - Tav. 5/5
- RAAA1ERAPGS01EPG001A Profilo Geologico - Carreggiata NORD - Tav. 1/2
- RAAA1ERAPGS01EPG002A Profilo Geologico - Carreggiata NORD - Tav. 2/2
- RAAA1ERAPGS01EPG003A Profilo Geologico - Carreggiata SUD - Tav. 1/2
- RAAA1ERAPGS01EPG004A Profilo Geologico - Carreggiata SUD - Tav. 2/2
- RAAA1ERAPGA01EPG001A Galleria artificiale e strutture di imbocco - Profilo geologico
- RAAA1ERAPPV01EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPPV02EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPPV03EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPPV04EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA01EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA02EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA03EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA04EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA05EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA06EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA07EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERAPCA08EPG001A Profilo geologico

- RAAA1ERAPCA09EPG001A Profilo geologico
- RAAA1ERGEXX01DRE001A Relazione sismica
- RAAA1ERGEXX01DPL001A Planimetria con classificazione sismica del territorio - Tav. 1/4
- RAAA1ERGEXX01DPL002A Planimetria con classificazione sismica del territorio - Tav. 2/4
- RAAA1ERGEXX01DPL003A Planimetria con classificazione sismica del territorio - Tav. 3/4
- RAAA1ERGEXX01DPL004A Planimetria con classificazione sismica del territorio - Tav. 4/4

4 Inquadramento generale

Il progetto del "Raccordo autostradale A15/A22 Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero Raccordo autostradale tra l'Autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR) – I Lotto" s'inserisce nell'ambito del Raccordo tra la A15 "Autostrada della Cisa" e la A22 "Autostrada del Brennero" della lunghezza complessiva di circa Km 85, con inizio nel Comune di Fontevivo (PR) e termine nel Comune di Nogarole Rocca (VR), e ne costituisce esattamente il primo tratto.

Con deliberazione n° 2 del 22 gennaio 2010 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana in data 8/11/2010, il C.I.P.E. (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica) ha approvato con prescrizioni e raccomandazioni il Progetto Definitivo presentato da Autocamionale della Cisa S.p.A. del <<Raccordo Autostradale Autostrada A15 della Cisa – Autostrada A22 del Brennero Fontevivo (PR) – Nogarole Rocca (VR)>>: 1^a lotto funzionale <<Fontevivo-Trecasali/Terre Verdiane>>.

Successivamente, Autocamionale della Cisa S.p.A. ha aggiornato il Progetto (Raccordo Autostradale Autostrada della Cisa A15- Autostrada del Brennero A22 Fontevivo (PR) – Nogarole Rocca (VR). I Lotto: da Fontevivo (PR) all'autostazione "Trecasali-Terre Verdiane" ed opere accessorie; PDG1 agg. novembre 2010), recependo le prescrizioni C.I.P.E., e lo ha trasmesso al Concedente ANAS S.p.A. per la relativa approvazione.

Il Progetto così aggiornato, è stato approvato da ANAS S.p.A., con prescrizioni e raccomandazioni, con provvedimento Prot. CDG-0074756-P del 24/5/2011, avente ad oggetto il "Raccordo autostradale A15/A22. Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero. Raccordo autostradale tra l'autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR) – I Lotto. Progetto Definitivo".

I lavori oggetto del presente appalto riguardano le opere di cui al Progetto PDG1 agg. novembre 2010 approvato dalla Concedente ANAS S.p.A., escluse le seguenti opere (o tratti di opere) del Protocollo di Intesa stipulato da Autocamionale della Cisa S.p.A. con la Provincia di Parma in data 11/7/2005.

- PR03:Collegamento S.P. Trecasali/Torrile – S.P. Padana Occidentale;
- PR05:Collegamento S.P: Padana Occidentale – Strada Nuova dei Prati;
- PR01:Raccordo S.P. 10 – Autostazione Trecasali – Terre Verdiane, limitatamente ai tratti non in affiancamento al Raccordo autostradale.

I lavori oggetto del presente appalto consistono sinteticamente in:

- a) Tratta autostradale compresa tra l'Autostrada della Cisa A15 in Comune di Fontevivo (PR) e l'Autostazione Trecasali-Terre Verdiane in Comune di Trecasali (PR), della lunghezza complessiva di km 9,500 circa, di cui km 2,350 circa consistenti nel risezionamento dell'Autostrada della Cisa A15 esistente a sud dell'interconnessione con l'Autostrada del Sole A1, comprensiva degli svincoli di:

- Interconnessione con l'Autostrada del Sole A1;
- Svincolo di autostazione "Trecasali-Terre Verdiane";

La tratta attraversa i seguenti Comuni in Provincia di Parma: Fontevivo, Fontanellato, Parma, Trecasali.

b) Opere di viabilità ordinaria e locale accessorie alla tratta autostradale:

- Variante S.P. 10 all'abitato di Viarolo in Provincia di Parma-Comuni di Parma e Trecasali;
- Raccordo Autostazione Trecasali-Terre Verdiane e Rotatoria S.P. 10 in Provincia di Parma-Comune di Trecasali;
- Opera prevista nel Protocollo di Intesa con la Provincia di Parma siglato in data 11/7/2005: PR01-Raccordo S.P. 10 – Autostazione Trecasali-Terre Verdiane in Provincia di Parma-Comune di Trecasali, limitatamente al tratto in affiancamento al Raccordo Autostradale;
- Varianti alla viabilità ordinaria (strade provinciali, strade comunali, strade poderali) interferita dal Raccordo autostradale, più specificatamente:
 - Strada Comunale di Bianconese – Variante sull'Autostrada A1 ;
 - Viabilità d'accesso Synthesis S.p.A. – Variante alla progr. 0+248.77;
 - S.P. n° 10 di Cremona – Variante alla progr. 3+378.07 ;
 - Via Grande (Strada Roncocampocanneto) – Variante alla progr. 4+000.00;
 - S.C. Edugara dei Ronchi (Via Fienil Bruciato) – Variante alla progr. 5+760.53;
 - Asse Viario Cispadano: Tratto di collegamento dal casello di Trecasali-Terre Verdiane – Variante alla progr. 6+652,00;

- Viabilità della larghezza di 4,00 m (controstrade) previste a lato dell'autostrada, che svolgono funzioni di piste di cantiere durante l'esecuzione dei lavori e successivamente rimarranno a servizio dell'Autostrada stessa ovvero della viabilità locale privata o pubblica.

5 Descrizione dell'opera

Il progetto del collegamento tra l'Autostrada del Brennero e l'Autostrada della Cisa interessa una vasta area pianeggiante che si sviluppa dall'interconnessione con l'A1, in località Fontevivo (PR), a quella del casello Autostradale Trecasali-Terre Verdiane nel territorio comunale di Trecasali, in Emilia-Romagna.

Di seguito si elencano i comuni interessati dai differenti interventi di progetto, ovvero il Raccordo Autostradale e gli Interventi di Compensazione ambientale.

Nella seguente tabella si elencano i comuni interessati dal Raccordo Autostradale e viabilità di servizio e di cantiere:

Comune	Provincia	Regione
Parma	Parma	Emilia Romagna
Fontevivo		
Fontanellato		
Trecasali		
Sissa		

I comuni interessati dalle Opere Complementari sono i seguenti:

Opere Complementari	Comune	Provincia	Regione
Variante S.P.10 all'abitato di Viarolo	Parma	Parma	Emilia Romagna
	Trecasali		
Raccordo Autostazione Trecasali –Terre Verdiane Rotatoria S.P.10	Trecasali		

I comuni interessati dalle Opere di Compensazione Ambientale sono i seguenti:

Opera	Ambito di compensazione	Comune	Provincia	Regione
Tracciato autostradale	Ambito fluviale del Taro	Trecasali	Parma	Emilia Romagna

La nuova autostrada si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa Km 9,5 di cui km 2+350 di adeguamento dell'attuale tracciato dell'autostrada A15, a sud dell'interconnessione con l'autostrada A1, e Km 7+150 di nuova realizzazione (tale valore è calcolato dall'asse d'intersezione con la A1); il raccordo autostradale ha inizio nel Comune di Fontevivo (PR), a sud dell'interconnessione con l'autostrada A1, e termina nel Comune di Trecasali (PR), includendo anche la viabilità di cantiere.

La sezione trasversale adottata è quella prevista per le Autostrade di categoria "A" dal Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001, la cui piattaforma comprende 2 corsie da m 3,75 e corsia di emergenza di m 3,00 per senso di marcia e margine interno di m 4,00. La geometria trasversale della sezione autostradale presenta una larghezza complessiva minima di 25 m ed è predisposta per un eventuale futuro ampliamento a 3+3 corsie di marcia. Ai lati dell'Autostrada sono previste, esternamente alle recinzioni che delimitano le fasce di pertinenza dell'Autostrada stessa, due strade di servizio di 4 m ciascuna, con funzione di piste di cantiere, nella fase di costruzione dell'infrastruttura e successivamente oggetto di potenziale riconversione funzionale a viabilità di servizio dell'Autostrada ovvero della rete interpodereale locale.

6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

6.1 Geologia

L'area interessata dal tracciato è compresa nel settore centrale della Pianura Padana, un esteso bacino subsidente che iniziò a delinarsi quando emersero prima la catena Alpina poi quella Appenninica, di cui la Pianura rappresenta le rispettive avanfosse. Strutturalmente il basamento di tale bacino presenta due situazioni differenti a N e a S del Po. Il settore meridionale è caratterizzato dal fronte Appenninico esterno che si esplica in tre grandi archi (Monferrato, Emiliano, Ferrarese). La parte settentrionale è rappresentata da un'ampia monoclinale che si approfondisce dal margine Alpino fino ai 7500 m del depocentro, posto poco a Nord di Reggio Emilia.

6.1.1 Area Emiliana in destra Po

Lo schema strutturale della pianura emiliana ed in particolare dell'area della bassa Parmense, è caratterizzato da due distinti fasci di thrusts a vergenza appenninica: il Fronte di accavallamento esterno (E.T.F.) definisce il limite della catena sepolta; il Fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.) definisce il limite della catena affiorante. Nella porzione di pianura Parmense considerata rientra la struttura anticlinale individuata dall'allineamento Monticelli Terme – Stradella – Fontevivo, struttura intersecata trasversalmente dalla linea tettonica del Taro che determina in pianta un incarcamento delle linee dei thrusts.

L'evoluzione della pianura Parmense risulta controllata sia dall'attività geodinamica che dalle variazioni climatiche del Pleistocene, tanto che la configurazione attuale dell'intera successione alluvionale deriva dalla deformazione di quella intercorsa durante la sedimentazione. Le più chiare testimonianze di questi processi, a cui è riconducibile la morfologia del margine appenninico in generale, sono costituite dalle geometrie terrazzate dei depositi continentali affioranti nella fascia pedecollinare. Nell'area in studio i terreni direttamente interessati dalle opere in progetto appartengono alle Alluvioni antiche e recenti del post glaciale (Olocene), i depositi del substrato marino sono rilevabili a profondità variabili tra 350 e 500 m.

6.1.2 Litologia di superficie

Il terreno superficiale interessato dal tracciato in progetto è caratterizzato da una notevole variabilità litologica, legata alla diversa competenza della corrente dei fiumi che hanno originato i depositi.

La zona distale della conoide del Taro è caratterizzata da depositi ghiaioso-sabbiosi, che successivamente divengono via via più fini verso Nord, tanto che da Viarolo (PR) fino al Po prevalgono i depositi argilloso-limosi; in questa zona in effetti si ha una sovrapposizione degli effetti deposizionali dal F. Taro e del F. Po.

6.1.3 Successione litostratigrafica

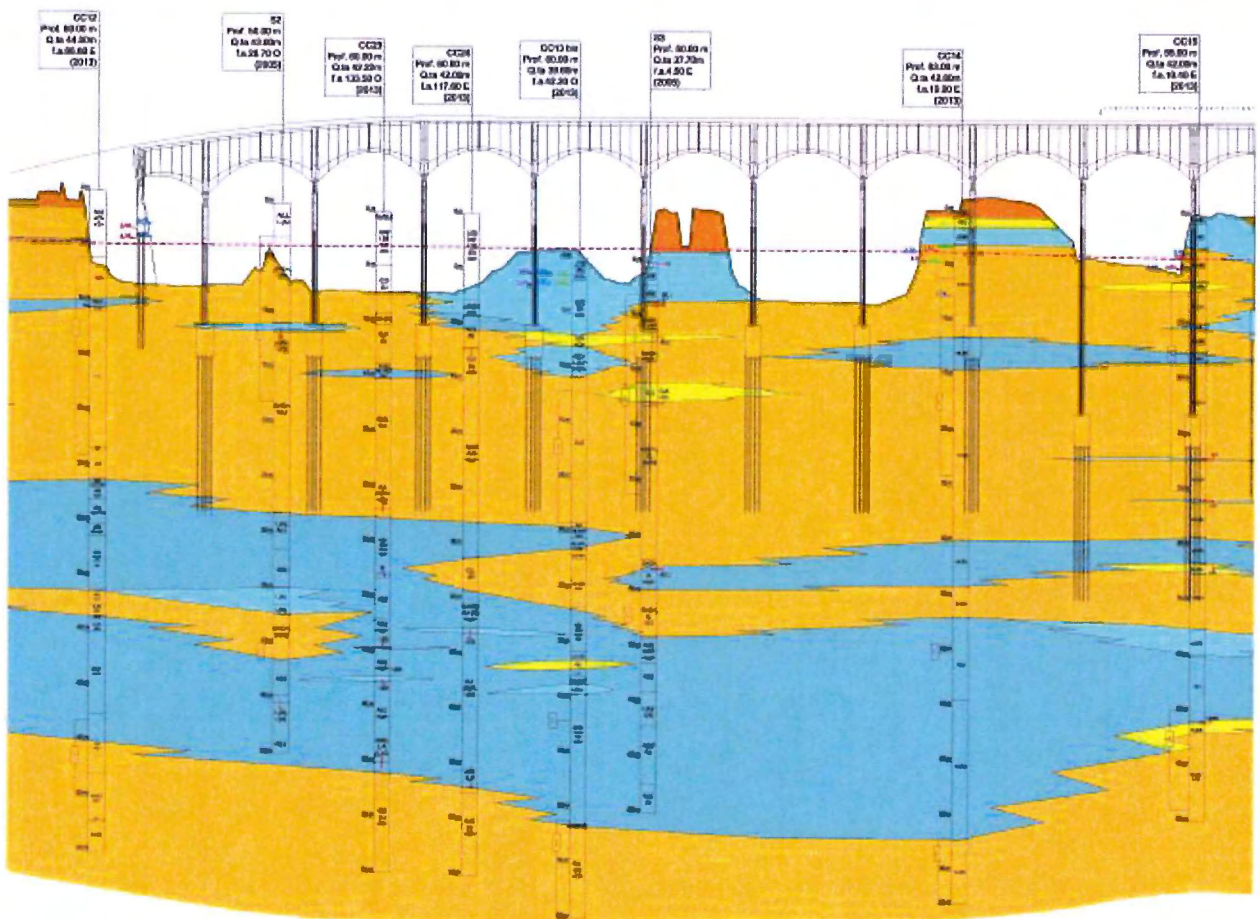
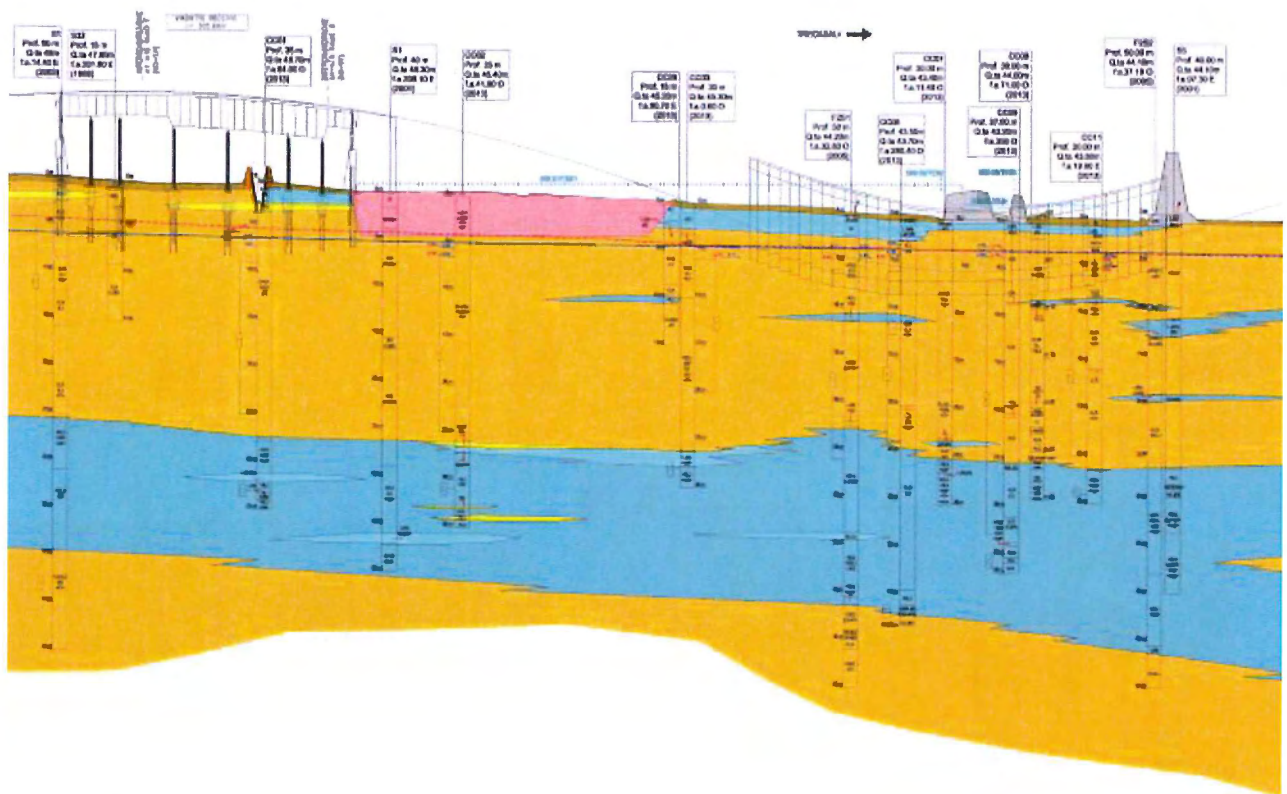
Nel tratto iniziale in sponda sinistra del Fiume Taro (si vedano gli stralci del profilo Geologico del Progetto Esecutivo, riportato nel seguito), al di sotto del suolo agrario e di eventuali livelli limosi spessi massimo 2.00m, si ha una netta prevalenza di depositi ghiaiosi 20-25 metri, al di sotto del quale si rinvia un livello prevalentemente argilloso di spessore variabile tra 13 e 20m, che separa il livello ghiaioso superficiale dal livello ghiaioso profondo, connesso ai palo alvei del Fiume Taro. La base del livello ghiaioso profondo non è stata raggiunta da alcun sondaggio geognostico

LEGENDA GEOLITOLOGICA TERRENO DI NATURA ANTROPICA

	Suolo agrario
	Argini e/o rilevati in terra
	Riepimenti e/o cumuli di cava
	Rilevati stradali

TERRENI ALLUVIONALI POSTGLACIALI (OLOCENE)

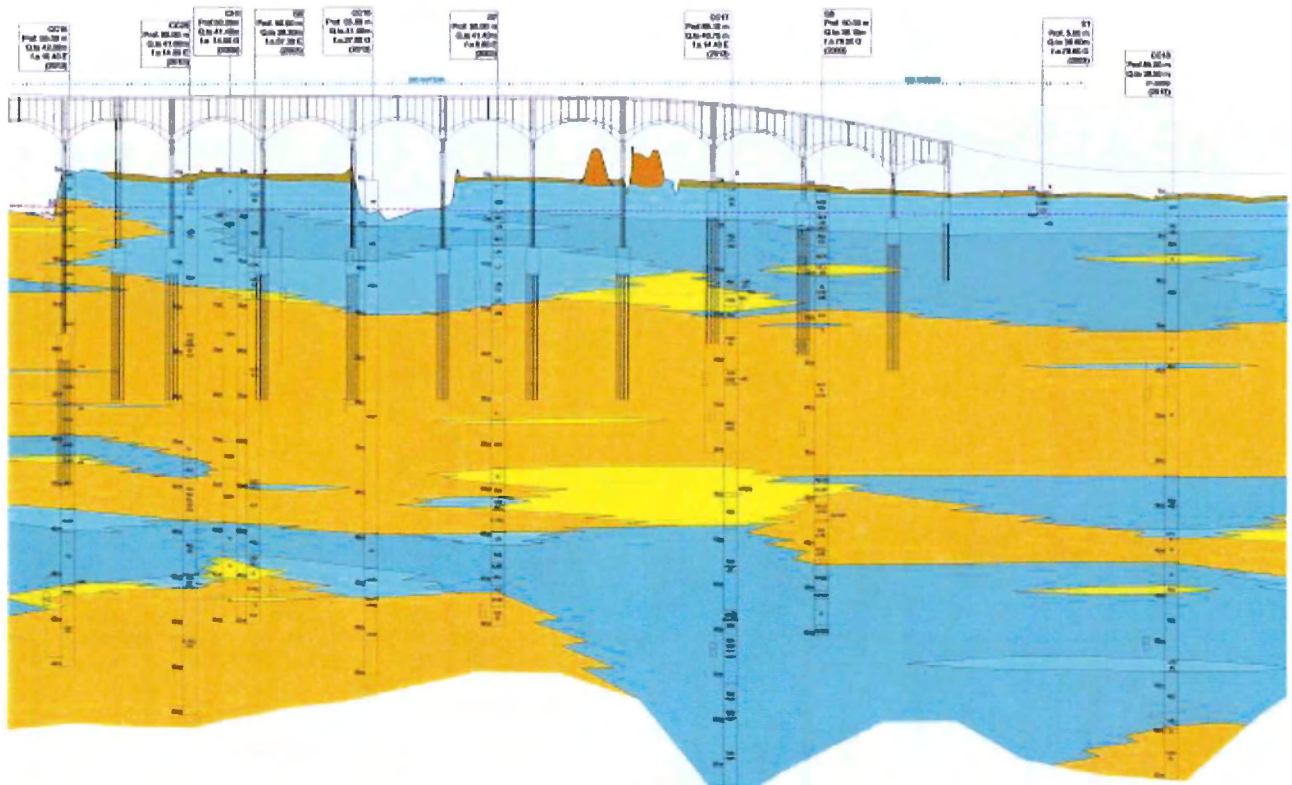
	Ghiaia prevalente, in matrice sabbioso e/o limosa, talora con sabbia
	Sabbia prevalente, limosa talora con ghiaia
	Limo prevalente, argilloso - debolmente sabbioso
	Argilla prevalente, limoso o debolmente limoso, talora con inclusi torbosi
	Torbe

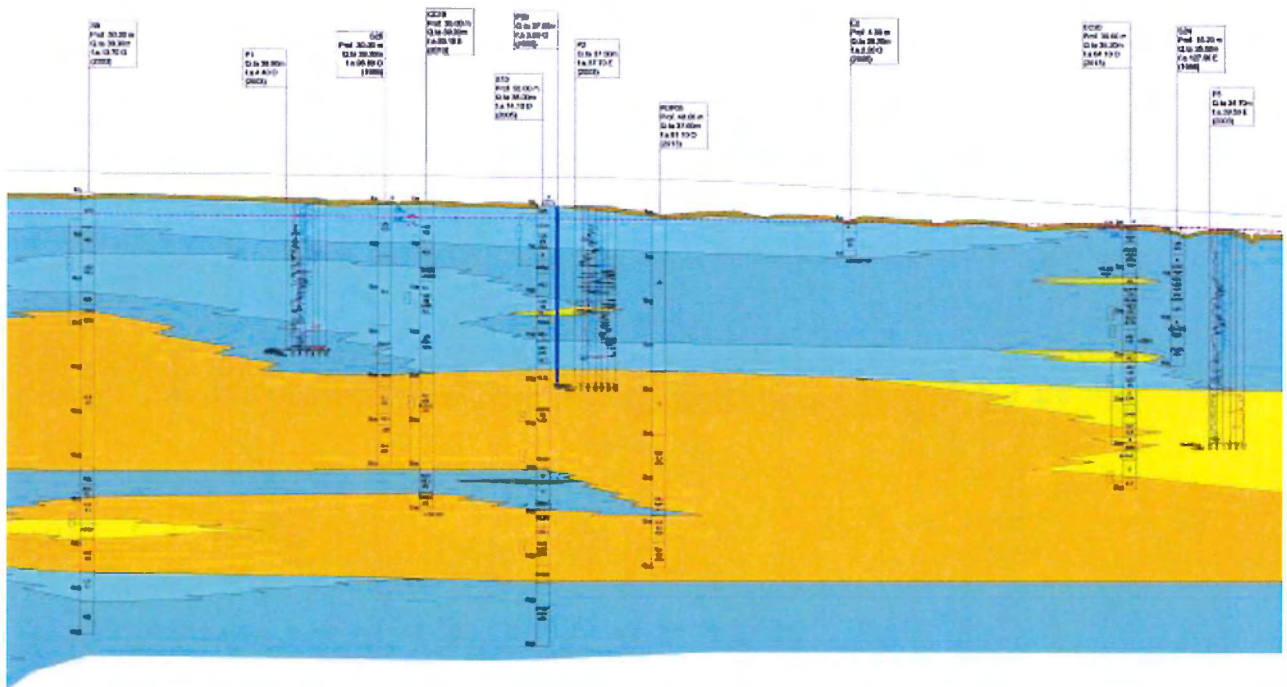


Passando dalla sponda sinistra alla sponda destra del Taro, proseguendo verso Nord, il livello delle ghiaie superficiali si approfondisce e nel contempo si assottiglia. Questa configurazione è legata al progressivo approfondimento della Conoide del Taro, che in quest'area è in prossimità del margine distale.

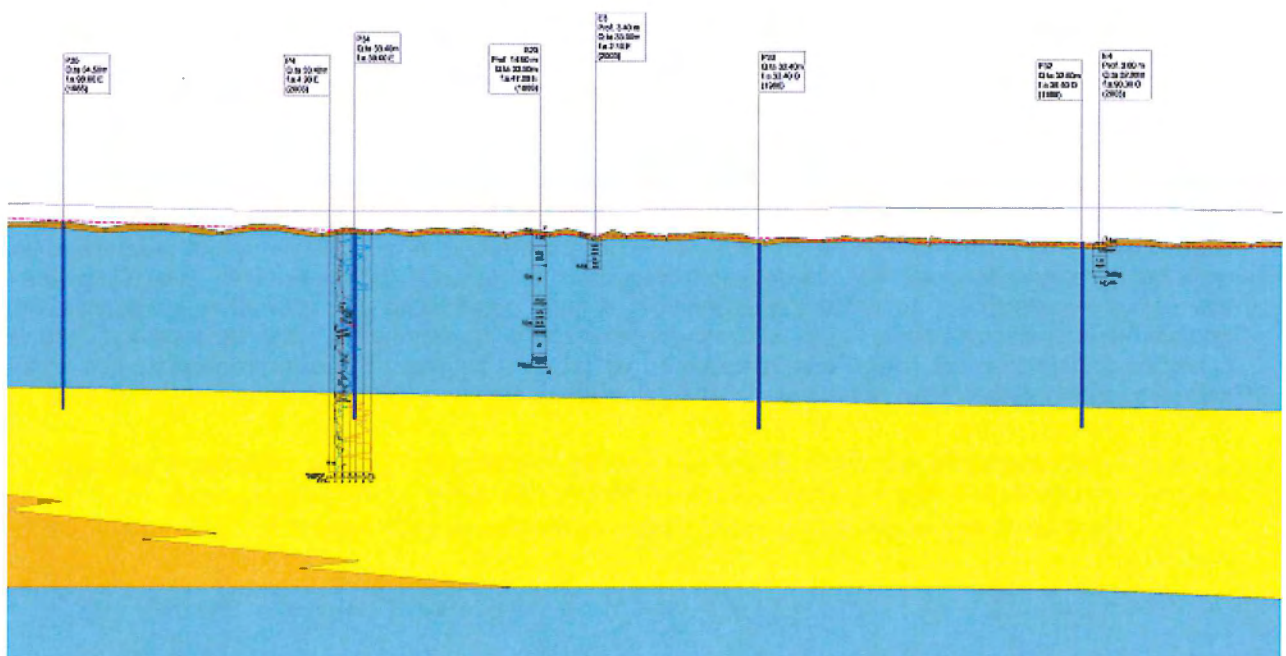
In questa tratta di fatto, la successione litologica prevede dall'alto verso il basso (vedi stralcio del Profilo Geologico di Progetto Esecutivo riportato di seguito):

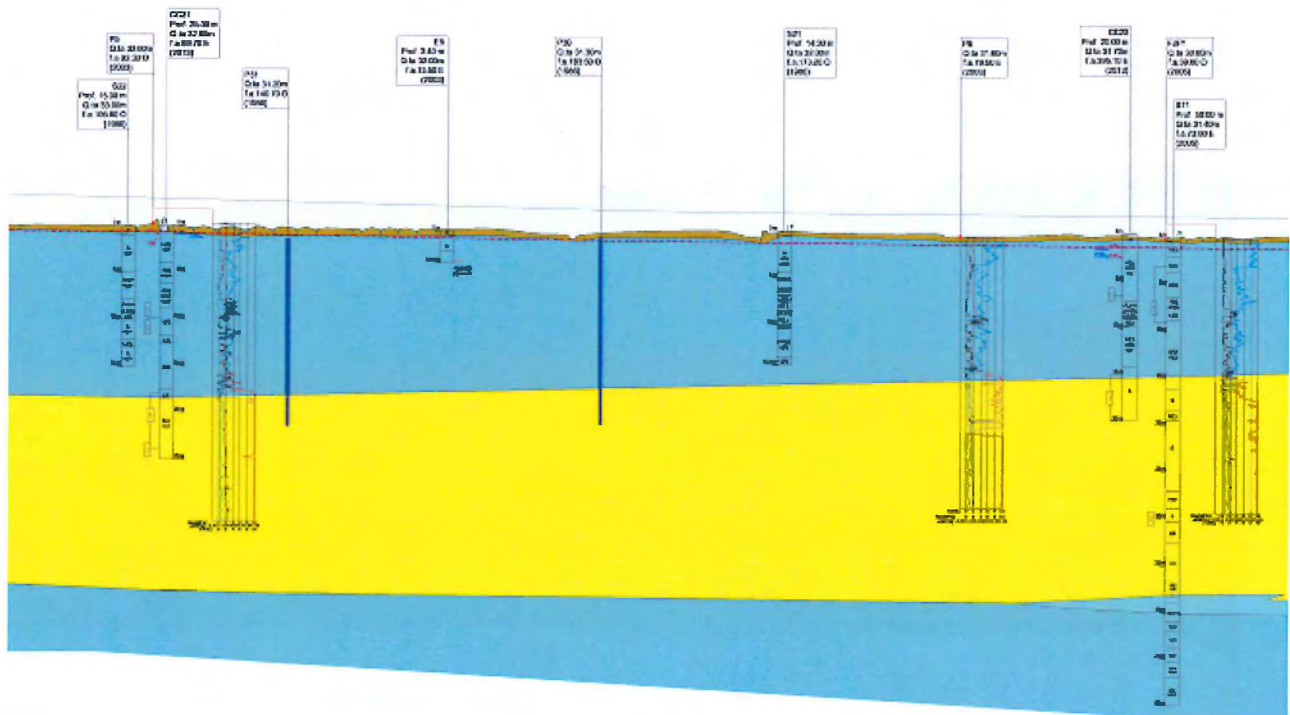
- un livello superficiale di limo ed argilla in alternanza di spessore medio compreso tra 13 e 17 metri;
- uno strato ghiaioso intermedio con lenti di argilla e limo, di spessore compreso tra 20 e 24 metri;
- un livello argilloso profondo





A partire dalla Pk 4+000 circa, si assiste anche ad una progressiva diminuzione della granulometria dei depositi, tanto che le ghiaie vengono progressivamente sostituite lateralmente (eteropia) dalle sabbie. Risulta tuttavia difficile, senza un'attenta dettagliata analisi petrografica distinguere le sabbie di origine appenninica da quelle del Po, anche se queste sembrano, prevalenti sulle prime. Tale livello sabbioso risulta compreso tra due livelli argillosi (vedi stralcio del Profilo Geologico di Progetto Esecutivo riportato di seguito).





6.2 Geomorfologia

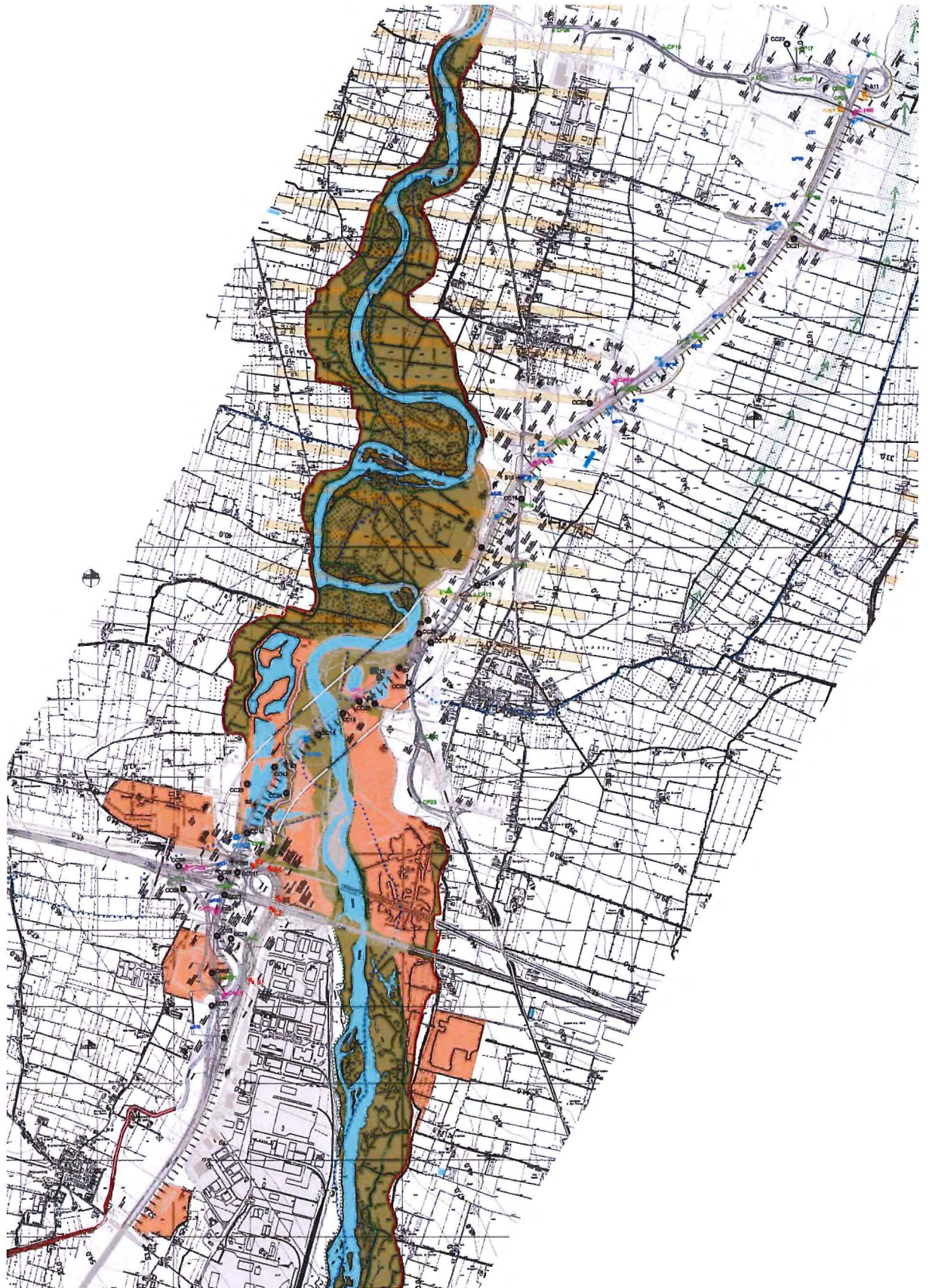
La dinamica fluviale è la principale responsabile della formazione di questo settore della Pianura Padana formatasi ad opera dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua ivi confluenti, pur con i significativi condizionamenti connessi con la neotettonica in ragione dei movimenti delle strutture sepolte. I depositi affioranti nell'area interessata dal Raccordo autostradale in progetto sono riconducibili prevalentemente alla deposizione fluviale del Fiume Taro, e marginalmente, nel settore terminale del tracciato, con il sistema del Fiume Po.

Il tracciato autostradale in progetto interessa esclusivamente la medio-bassa pianura parmense. Le principali forme rilevabili sono legate a processi dovuti all'azione delle acque superficiali ovvero all'azione di erosione, deposito e trasporto dei corsi d'acqua del Po e Taro.

In destra Po il colmamento della pianura si è avuto ad opera dei fiumi e torrenti appenninici che, allo sbocco dalle valli hanno depositato notevoli quantitativi di sedimenti, dando origine ad estese conoidi alluvionali interdigite tra loro. Una conoide è un corpo alluvionale composto in cui si osserva una graduale diminuzione della granulometria dei depositi e del gradiente topografico procedendo da monte verso valle. Tuttavia a seguito del regime incostante dei corsi d'acqua appenninici si sono determinate, per alternanze successive, depositi a granulometria grossolana e fine i quali costituiscono livelli che si anastomizzano sia in senso laterale che verticale. L'antica paleoconoide del Taro è caratterizzata da un dosso a leggera convessità trasversale che sottolinea la sopraelevazione della golena rispetto alla pianura circostante, con un andamento altimetrico orientato in direzione S-N con una correlata diminuzione del gradiente.

Sostanzialmente, dal punto di vista puramente morfologico, l'area di interesse è pianeggiante, sono presenti solo piccole scarpate in corrispondenza del letto del Fiume Taro, e delle aree di cava.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della planimetria geomorfologica.



6.3 Idrogeologia

Il settore interessato dalle opere in progetto, fino all'altezza di Trecasali (PR), è ricompreso nell'unità idrogeologica della conoide del F. Taro. Le falde hanno sede nei depositi ghiaiosi e sabbiosi della paleoconoide appenninica del F. Taro. Caratteristica dell'ambiente di conoide è la successione verticale delle granulometrie, variabili dalle argille alle ghiaie, data dalla presenza di numerose lenti alluvionali discontinue, originatesi in seguito al naturale divagare dei torrenti. L'area in studio rappresenta la parte terminale della conoide, dove prevalgono i depositi impermeabili e quindi le falde risiedono nelle intercalazioni sabbiose e ghiaioso sabbiose che rappresentano la prosecuzione verso Nord degli orizzonti grossolani posti più a monte, dai quali sono alimentati tramite deflussi sotterranei. Si tratta quindi di un acquifero di tipo freatico nel tratto iniziale del tracciato (sponda sinistra del F. Taro), a partire alla sponda destra del F. Taro, la presenza di un banco superficiale potente mediamente 20m di depositi a granulometria fine, limo e argilla, fa acquisire alla falda contenuta nel livello intermedio ghiaioso sabbioso il carattere di falda confinata in pressione. Sono stati installati numerosi piezometri, del tipo a tubo aperto nei depositi grossolani, e del tipo Casagrande anche nei livelli fini impermeabili, potendo rilevare la presenza di pressioni neutre per lo più con lo stesso livello piezometrico della falda contenuta nel livello ghiaioso sabbioso.

L'alveo del F. Taro nel regime di morbida risulta prevalentemente drenante, nel tratto in questione, nei confronti della prima falda sulla sponda sinistra, mentre in sponda destra risulta alimentante la falda. Tuttavia nel regime di piena il F. Taro risulta disperdente anche sulla sponda sinistra, acquisendo una quota maggiore rispetto al livello della falda circostante.

La soggiacenza presenta un valore massimo nel tratto iniziale del tracciato, nella zona di monte, con valori medi di 5-7 metri da p.c.

Nella parte terminale del tracciato, l'acquifero come detto è di tipo confinato, con sede nei depositi dapprima ghiaiosi che diventano con eteropia laterale sabbiosi confinati da una copertura fine. La soggiacenza è mediamente tra i 3 e i 4 m nell'area golenale, mentre risale fino a quasi la quota del piano campagna nella pianura extra golenale.

Nel corso delle indagini geognostiche integrative del Progetto Esecutivo sono stati installati piezometri per il controllo della falda freatica e della prima falda confinata ed in corrispondenza dei sondaggi più profondi anche della terza falda.

Negli acquiferi grossolani sono stati installati piezometri a tubo aperto, costituiti da tubi in PVC, microfessurati, rivestiti con una calza in geotessuto con la funzione di filtro. I tubi sono stati cementati in superficie per il primo metro, per evitare interferenze con le acque di scorrimento superficiale.

Nei livelli a granulometria fine è stata installata una cella di Casagrande. Come accennato precedentemente, per evitare problemi legati all'isolamento delle falde sovrapposte, piuttosto che installare più piezometri nello stesso foro di sondaggio, sono stati eseguiti ulteriori fori a distruzione realizzati appositamente per ospitare i piezometri. Dalle letture piezometriche si è potuto osservare che tutte le falde rilevate possiedono prevalentemente lo stesso potenziale piezometrico, solo nel tratto iniziale del tracciato si osserva una differenza tra la prima falda freatica e la seconda in pressione di circa 1.00m.

La campagna piezometrica si è svolta per un periodo piuttosto limitato, dicembre 2013 e gennaio 2014, senza pertanto ricoprire un'intera stagione. Tuttavia le ultime misure disponibili risultano significative poiché rappresentano il livello piezometrico massimo dell'area, maggiore di circa 2 metri rispetto al livello definito nel Progetto Definitivo, a causa della stagione invernale particolarmente mite e ricca di precipitazioni.

Il dato relativo alla soggiacenza delle falde, prima e seconda falda, è stato riportato anche su tutti i profili geologici e geotecnici dell'asse principale, dei rami di svincolo, delle opere accessorie e delle sezioni geologiche interpretative.

Nella seguente tabella si riportano le letture piezometriche svolte.

Sondaggio	PZ	quota [m s.l.m.]	filtri/cella [m da pc]	04/12/13		19/12/13		20/12/13		07/01/14		23/01/14	
				z_w	qta ass	z_w	qta ass	z_w	qta ass	z_w	qta ass	z_w	qta ass
				[m da pc]	[m slm]	[m da pc]	[m slm]	[m da pc]	[m slm]	[m da pc]	[m slm]	[m da pc]	[m slm]
PzA		42,50		4,65	37,85	4,73	37,77			4,28	38,22	4,98	37,52
SB		42,00		4,23	37,77	4,38	37,62			2,90	39,10	3,14	38,86
S2	T	43,00	3 ÷ 18	4,54	38,46	4,55	38,45			4,18	38,82	3,92	39,08
S2	C	43,00	40,00	4,52	38,48	4,60	38,40			4,12	38,88	3,78	39,22

Sondaggio	PZ	quota [m s.l.m.]	filtri/cella [m da pc]	04/12/13		19/12/13		20/12/13		07/01/14		23/01/14	
				z _w [m da pc]	q _{ta} ass [m slm]	z _w [m da pc]	q _{ta} ass [m slm]	z _w [m da pc]	q _{ta} ass [m slm]	z _w [m da pc]	q _{ta} ass [m slm]	z _w [m da pc]	q _{ta} ass [m slm]
MSOT0001	T	41,60	12,5 ÷ 20	4,59	37,01			4,77	36,83	3,77	37,83	3,55	38,05
MSOT0004	T	41,40	13,5 ÷ 20	4,52	36,88			4,68	36,72	3,83	37,57	3,59	37,81
MIDR0001	T	44,30	6 ÷ 21	4,50	39,80			4,40	39,90	4,05	40,25	3,54	40,76
MIDR0002	T	44,50	7 ÷ 22	6,15	38,35	6,28	38,22			5,48	39,02	5,12	39,38
MIDR0003	T	38,00	6 ÷ 25	2,10	35,90			2,15	35,85	1,72	36,28	1,33	36,67
MIDR0004	T	37,80	6 ÷ 24	2,95	34,85			3,01	34,79	2,40	35,40	2,19	35,61
F2S1	T	44,20	6 ÷ 26	4,80	39,40			4,70	39,50	4,30	39,90	3,75	40,45
F2S1bis		44,20						4,95	39,25	4,28	39,92	3,71	40,49
CC01	C	48,70	33,00	5,38	43,32			5,57	43,13	5,73	42,97	5,85	42,85
CC01bis	T	48,70	9 ÷ 25	7,11	41,59			7,27	41,43	6,87	41,83	6,45	42,25
CC02	C	45,40	31,00	6,08	39,32			6,36	39,04	5,93	39,47	5,45	39,95
CC02bis	T	45,40	6 ÷ 25	6,16	39,24			6,52	38,88	5,90	39,50	5,63	39,77
CC03	C	45,30	28,00	5,53	39,77			5,70	39,60	5,25	40,05	4,76	40,54
CC03bis	T	45,30	6 ÷ 20	5,59	39,71			5,71	39,59	5,30	40,00	4,83	40,47
CC06	C	43,70	42,00					4,45	39,25	4,06	39,64	3,65	40,05
CC06bis	T	43,70	6 ÷ 24					4,16	39,54	4,01	39,69	3,25	40,45
CC09	C	43,20	36,25			3,70	39,50			3,18	40,02	2,75	40,45
CC09bis	T	43,20	6 ÷ 33			3,65	39,55			3,23	39,97	2,65	40,55
CC11	C	43,80	29,00	4,93	38,87	5,03	38,77			4,55	39,25	4,02	39,78
CC11bis	T	43,80	6 ÷ 25	4,88	38,92	4,97	38,83			4,55	39,25	4,00	39,80
CC12	T	44,02	48 ÷ 55	3,95	40,07	4,38	39,64			3,43	40,59	3,40	40,62
CC12bis	T	44,02	6 ÷ 24	4,20	39,82	4,02	40,00			3,78	40,24	3,00	41,02
CC13bis	T	39,60	51 ÷ 60	2,35	37,25	2,45	37,15			1,95	37,65	1,63	37,97
CC13ter	T	39,60	12 ÷ 24	2,38	37,22	2,28	37,32			1,53	38,07	1,45	38,15
CC13quater	C	39,60	42,00	2,37	37,23	2,50	37,10			1,78	37,82	1,43	38,17
CC14	T	42,60	57 ÷ 63	4,70	37,90	4,72	37,88			3,65	38,95	3,35	39,25
CC14bis	C	42,60	40,00	4,55	38,05	4,50	38,10			3,95	38,65	3,64	38,96
CC14ter	T	42,60	6 ÷ 24	4,65	37,95	7,76	34,84			3,88	38,72	3,73	38,87
CC15	T	42,00	45 ÷ 54	4,72	37,28	4,85	37,15			4,20	37,80	3,96	38,04
CC15bis	T	42,00	6 ÷ 25	4,72	37,28	4,92	37,08			3,48	38,52	3,49	38,51
CC19	T	38,60	20 ÷ 30	2,60	36,00	2,75	35,85			2,22	36,38	1,90	36,70
CC19bis	C	38,60	11,00	2,12	36,48	2,28	36,32			1,80	36,80	1,20	37,40
CC20	T	35,20	15 ÷ 25	0,55	34,65	0,55	34,65			0,00	35,20	0,00	35,20
CC20bis	C	35,20	11,50	1,40	33,80	1,35	33,85			1,00	34,20	0,05	35,15
CC21	T	32,60	18 ÷ 24	1,65	30,95	1,44	31,16			1,15	31,45	0,90	31,70
CC21bis	C	32,60	10,00	1,30	31,30	1,23	31,37			1,13	31,47	1,00	31,60
CC22	T	31,70	15 ÷ 20	2,55	29,15	2,48	29,22			1,80	29,90	1,50	30,20
CC22bis	C	31,70	6,50	2,40	29,30	2,32	29,38			2,16	29,54	1,72	29,98

Per analizzare l'oscillazione del livello di falda nel tempo si riportano nel seguito i grafici delle misure piezometriche del progetto Definitivo che ricoprono il periodo compreso tra luglio 2003 e giugno 2005, ed i grafici delle misure piezometriche storiche, a partire dal 1977, ottenute dal servizio ambiente della Regione Emilia Romagna, relative ai punti del sistema di monitoraggio della Regione, ubicati nelle vicinanze del tracciato.

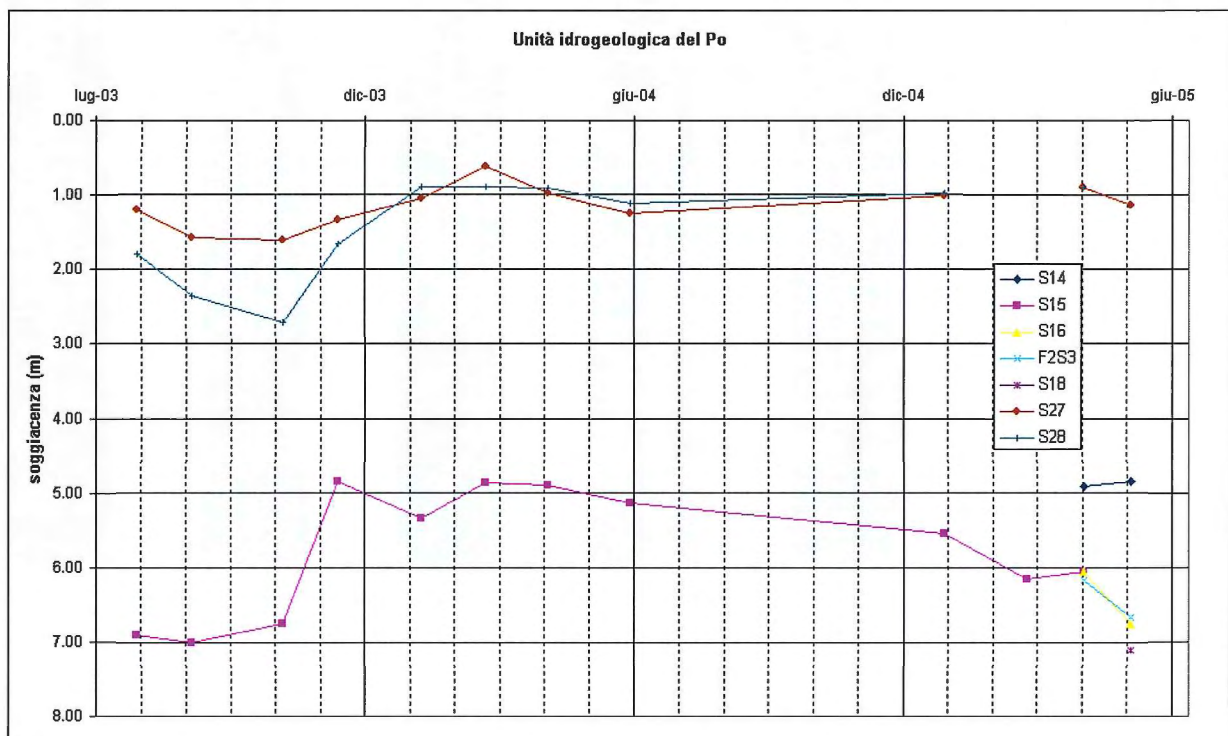
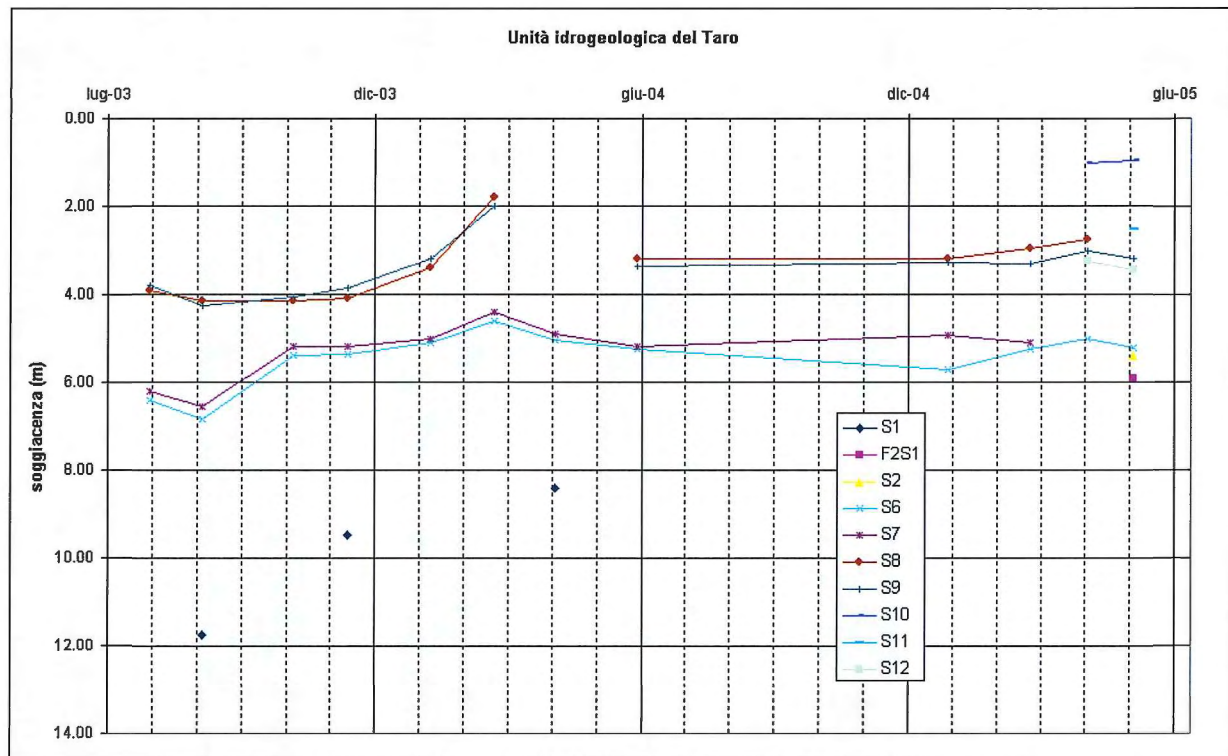


GRAFICO 1 - ANDAMENTO DELLA SOGGIACENZA NEI PIEZOMETRI DEL PROGETTO DEFINITIVO.

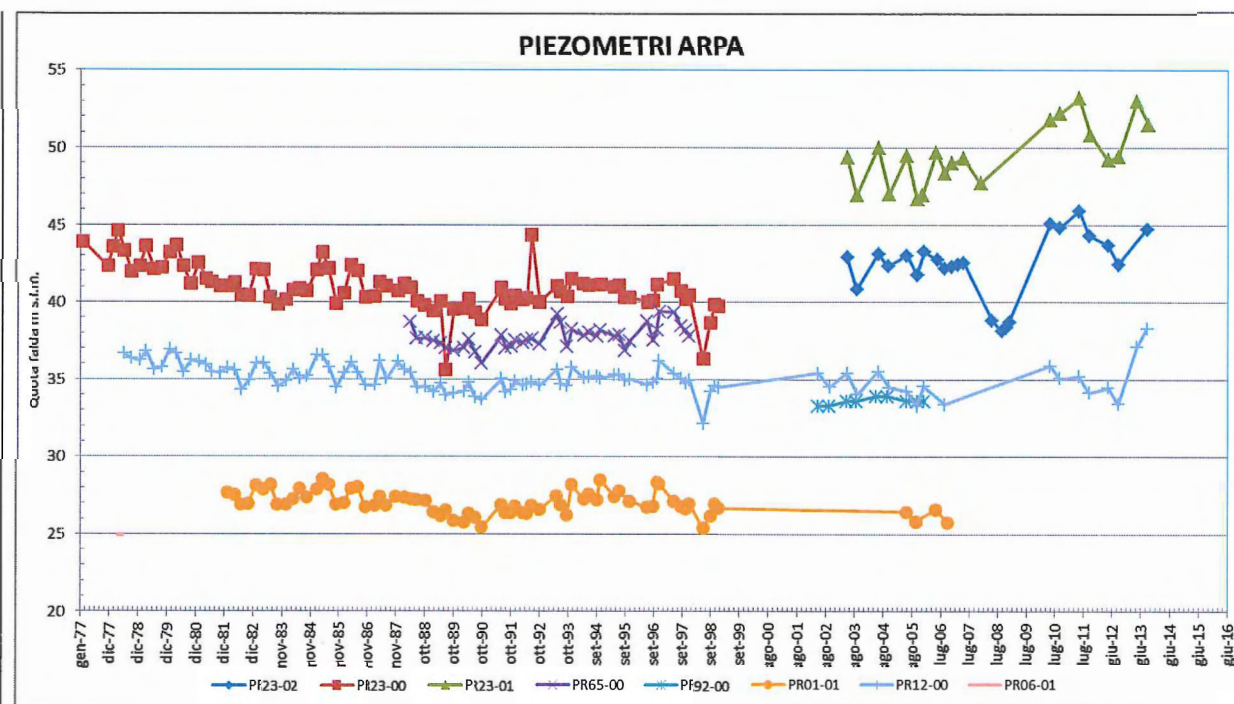


GRAFICO 2 - ANDAMENTO DEL LIVELLO PIEZOMETRICO DEI PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA – SERIE STORICA.

Dai grafici sopra esposti, si può notare come il livello piezometrico sia sostanzialmente stabile nel lungo periodo; dalla serie storica non si evince alcun gradiente significativo, ma solo alcuni picchi dovuti o al mal funzionamento del sistema di monitoraggio, o a situazioni naturali a carattere eccezionale.

In sponda sinistra del Taro (tratto iniziale del tracciato) la falda segue l'andamento del piano campagna, ovvero il livello statico diminuisce verso nord con livelli che variano da 46 m s.l.m. fino a 39 m s.l.m. Complessivamente il deflusso sotterraneo segue la direzione S-N e il ruolo del Taro in sponda sinistra è prevalentemente drenante ad eccezione dei periodi di piena, durante i quali risulta disperdente (ricarica la falda).

Quest'ultimo comportamento è legato alla presenza di uno spartiacque sotterraneo che risulta ubicato leggermente ad Est dell'asse del fiume.

Il territorio situato in destra idrografica del Taro è soggetto a numerosi fenomeni di risorgiva (fontanili). Tale fenomeno, si manifesta quando la trasmissività dell'acquifero diminuisce significativamente verso valle e la falda diviene sub-affiorante.

Complessivamente la direzione del deflusso sotterraneo nella porzione della Conoide del Taro è preferenzialmente orientata in direzione SE-NO dall'innesto A1-A15 fino all'altezza del centro urbano di Trecasali in accordo con la cadente topografica; da qui fino alla sponda destra del Po, l'influenza drenante che svolge a sua volta quest'ultimo, fa sì che le isopieze si dispongano via via sempre più ortogonalmente rispetto all'asse del Po.

Da monte a valle, in sponda destra del F. Taro fino ad est di Trecasali, il livello statico della falda presenta valori di 39 metri s.l.m. a monte fino a 29 m s.l.m. a valle in corrispondenza della futuro svincolo di Trecasali.

7 Inquadramento Sismico

In questo capitolo si riporta una sintesi della caratterizzazione sismica affrontata in modo approfondito nella relazione sismica di Progetto Esecutivo (elaborato RAAA1ERGEXX01DRE0010), alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

7.1 Macro-zonazione sismica

7.1.1 OPCM 3274/2003

Di seguito si riporta la lista dei comuni interessati dalle opere in progetto, con la relativa attribuzione della macro zonazione sismica ai sensi del OPCM 3274/2003:

Comune	Zona sismica (OPCM 3274/2003)
Fontevivo	3
Fontanellato	3
S. Secondo Parmense	3
Trecasali	3
Parma	3
Sissa	3

Come è evidente tutti i comuni interessati sono stati attribuiti alla zona sismica 3.

7.1.2 OPCM 3519/2006

Di seguito si riporta, e la tabella con i punti ricadenti nell'area in esame.

id	lon (dd.dddd°)	lat (dd.dddd°)	ag (50perc)	ag (16perc)	ag (84perc)
92123	10,2123	44,9034	0,1251	0,0949	0,1404
92124	10,2407	44,9041	0,1195	0,0917	0,1344
92125	10,2690	44,9049	0,1142	0,0884	0,1280
92677	10,2135	44,8833	0,1328	0,0992	0,1481
92678	10,2418	44,8840	0,1273	0,0964	0,1425
92679	10,2701	44,8848	0,1216	0,0934	0,1365
93231	10,2146	44,8632	0,1390	0,1031	0,1545
93232	10,2429	44,8639	0,1346	0,1006	0,1499
93233	10,2712	44,8647	0,1294	0,0980	0,1445
93787	10,2722	44,8446	0,1364	0,1021	0,1516

TAB. 1: VALORI DI a_g DEFINITI DAL OPCM 3519/2006 DEI PUNTI RICADENTI NELL'AREA INI ESAME

L'area in esame ricade in una zona a medio basso rischio sismico, in particolare dalla tabella si evincono accelerazioni massime del suolo comprese tra **0.1142g** e **0.1390g**.

7.1.3 Delibera dell'Assemblea legislativa (DAL) n°112 (Emilia Romagna)

La Regione Emilia Romagna, con

Nella tabella seguente sono riportati i valori di a_g , cioè i valori massimi di accelerazione sismica attesa per ciascun comune interessato dall'asse autostradale definiti nella Delibera dell'Assemblea legislativa n°112 (oggetto n°3121 del 2 maggio 2007. Come si può constatare, tali valori risultano leggermente superiori a quelli definiti nel OPCM 3519/2006

COMUNE	a_g
Fontevivo	0.145
Fontanellato	0.140
Parma	0.139
Trecasali	0.108
Sissa	0.097

TAB. 2: VALORI DI a_g DEFINITI DALLA DAL N°112 DEI COMUNI INTERESSATI DALLE OPERE IN PROGETTO

7.1.4 NTC 2008

Nella seguente tabella si riportano i punti ricadenti nell'area in esame con i parametri proposti nell'allegato A del Decreto Ministeriale 2008

- a_g : Accelerazione orizzontale massima al sito
- 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

	ID	14716	14717	14718	14938	14939	14940	15160	15161	15162
	LON	10,173	10,243	10,314	10,175	10,246	10,316	10,178	10,248	10,319
	LAT	44,939	44,941	44,943	44,889	44,891	44,893	44,839	44,841	44,843
TR=30	a_g	0,0387	0,0378	0,0368	0,0419	0,0404	0,0391	0,0454	0,044	0,0423
	F_0	2,54	2,55	2,56	2,51	2,54	2,55	2,46	2,49	2,52
	T_c^*	0,22	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24
TR=50	a_g	0,0491	0,0469	0,0449	0,0537	0,0514	0,0489	0,0576	0,0557	0,0533
	F_0	2,5	2,52	2,54	2,48	2,5	2,52	2,48	2,49	2,51
	T_c^*	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
TR=72	a_g	0,0568	0,054	0,0514	0,0627	0,0591	0,0561	0,0682	0,0652	0,0614
	F_0	2,52	2,54	2,56	2,49	2,52	2,54	2,46	2,48	2,52
	T_c^*	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	0,27
TR=101	a_g	0,0654	0,0609	0,0575	0,073	0,0684	0,0636	0,0788	0,0754	0,071
	F_0	2,51	2,56	2,58	2,47	2,5	2,55	2,46	2,47	2,5
	T_c^*	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27	0,28	0,27	0,27	0,27
TR=140	a_g	0,0746	0,0692	0,0643	0,0836	0,0777	0,0721	0,0912	0,0866	0,0804
	F_0	2,5	2,54	2,58	2,47	2,51	2,54	2,44	2,47	2,51
	T_c^*	0,28	0,28	0,29	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27	0,28

	ID	14716	14717	14718	14938	14939	14940	15160	15161	15162
	LON	10,173	10,243	10,314	10,175	10,246	10,316	10,178	10,248	10,319
	LAT	44,939	44,941	44,943	44,889	44,891	44,893	44,839	44,841	44,843
TR=201	ag	0,0859	0,0785	0,0727	0,0973	0,0897	0,0817	0,106	0,1003	0,0932
	Fo	2,5	2,55	2,59	2,46	2,49	2,55	2,45	2,46	2,49
	TC *	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,29	0,27	0,28	0,28
TR=475	ag	0,1183	0,1058	0,0953	0,1367	0,1238	0,1105	0,1483	0,1406	0,1294
	Fo	2,51	2,55	2,63	2,46	2,5	2,54	2,45	2,46	2,49
	TC *	0,29	0,3	0,31	0,28	0,29	0,3	0,28	0,28	0,29
TR=975	ag	0,1535	0,1337	0,118	0,176	0,1604	0,1408	0,1889	0,1802	0,167
	Fo	2,5	2,58	2,66	2,47	2,5	2,56	2,46	2,47	2,48
	TC *	0,29	0,31	0,32	0,29	0,29	0,31	0,28	0,29	0,29
TR=2475	ag	0,2064	0,1798	0,1533	0,2334	0,2146	0,1898	0,248	0,2381	0,2221
	Fo	2,51	2,6	2,7	2,49	2,51	2,57	2,5	2,49	2,5
	TC *	0,3	0,32	0,33	0,3	0,31	0,32	0,3	0,3	0,31

7.2 Micro-zonazione sismica

7.2.1 Categoria del suolo di fondazione

La definizione della categoria di suolo è stata condotta analizzando i numerosi dati delle campagne geognostiche svolte, in particolare elaborando le risultanze delle prove cross-hole. Nelle tabelle seguenti si riportano le categorie di suolo individuate per ogni opera d'arte compresa nel lotto per differenti quote di imposta della fondazione diretta e/o testa pali.

VIADOTTO RECCHIO - VIADOTTI E PONTI ZONA INTERCONNESSIONE - CAVALCAVIA						
Quota imposta fondazioni/testa pali da p.c. (m)						
Opera	WBS	0	1	2	4	6
Viadotto T. Recchio carreggiata Sud	PV01 A	C	B	B	B	B
Viadotto T. Recchio carreggiata Nord	PV01 B	C	B	B	B	B
Svincolo A1-A15 viadotto Ramo C su T. Recchio e Ramo E	PV02	C	C	B	B	B
Ponte svincolo A1 su T. Recchio (Ramo E)	PV03	C	C	B	B	B
Ponte svincolo A1 su T. Recchio (Ramo D)	PV04	C	B	B	B	B
Ponte svincolo A1 su T. Recchio (Ramo H)	PV05	C	C	B	B	B
Svincolo A1-A15 Viadotto Ramo C su A1	CA01 A	C	C	B	B	B
Svincolo A1-A15 Viadotto Ramo F su A1	CA01 B	C	C	B	B	B
Svincolo A1-A15 Viadotto Ramo H su A1	CA02	C	C	B	B	B
Svincolo A1-A15 Viadotto S.C. Bianconese su A1	CA03	C	C	B	B	B
Svincolo A1-A15 Cavalcavia strada Synthesis	CA04	C	C	B	B	B
Cavalcavia SP10	CA05	C	C	C	C	C
Cavalcavia Via Grande	CA06	C	C	C	C	C
Cavalcavia S.C. Edugara	CA07	C	C	C	C	C
Cavalcavia Cispadana	CA08	C	C	C	C	C
Cavalcavia Autostazione Treccasali - T. Verdiane SX	CA09 A	C	C	C	C	C
Cavalcavia Autostazione Treccasali - T. Verdiane DX	CA09 B	C	C	C	C	C

OPERE DI LINEA - TOMBINI SCATOLARI - POZZETTI - MURI					
Opera	Quota imposta fondazioni/testa pali da p.c. (m)				
	0	1	2	4	6
01 - Prolungamento sottopasso scatolare esistente IC A1-A15 (ramo D) – dim. 450x400	C	C	B	B	B
02 - Sottovia ramo D ai rami C ed F (interconnessione autostrada A1)	C	C	B	B	B
03 - Sottovia A T.A.V. ramo H - adeguamento	C	C	B	B	B
04 - Sottovia B T.A.V. - adeguamento	C	C	B	B	B
05 - Sottovia C T.A.V. ramo E - adeguamento	C	C	B	B	B
06 - Sottovia ramo D per il deflusso della piena e transito mezzi di servizio (IC A1-A15)	C	B	B	B	B
01 - Tombino scatolare ATST-BP-02 - 300x250 cm - progr. 3+340,45					
02 - Tombino scatolare P-06 - 150x150 cm - progr. 4+169,54					
03 - Tombino scatolare P-08 - 150x100 cm - progr. 4+297,91					
04 - Tombino scatolare ATST-BP-03 - 300x250 cm - progr. 5+208,08					
05 - Tombino scatolare ATST-BP-04 - 300x250 cm - progr. 5+713,83					
06 - Tombino scatolare P-13 - 150x150 cm - progr. 6+372,62					
07 - Tombino scatolare ATST-BP-05 - 300x220 cm - progr. 7+046,22					
08 - Tombino scatolare P2-BP-2 - 300x200 cm - cavalcavia P2-SP 10 di Cremona	C	C	C	C	C
09 - Tombino scatolare P2-BP-4 - 300x220 cm - cavalcavia P2-SP 10 di Cremona					
10 - Tombino scatolare P2-BP-6-aperto 200x150 cm - cavalcavia P2-SP 10 di Cremona					
11 - Tombino scatolare P2-BP-8-aperto 200x150 cm - cavalcavia P2-SP 10 di Cremona					
12 - Tombino scatolare P2-BP-9 - 200x200 cm - cavalcavia P2-SP 10 di Cremona					
13 - Tombino scatolare P2-BP-11 - 200x200 cm - cavalcavia P2-SP 10 di Cremona					
14 - Tombino scatolare P3-1 - 150x150 cm - cavalcavia P3 - Via Grande					
15 - Tombino scatolare P3-5 - 150x150 cm - cavalcavia P3 - Via Grande					
16 - Tombino scatolare P4-BP-1 - 300x250 cm - cavalcavia P4 - Via Fienil Bruciato					
01 - Muro di sostegno - corpo autostradale - da prog. -1+042,00 a prog. -0+968,00	C	B	B	B	B
02- Muro di sostegno - corpo autostradale - da prog. +2+668,56 a prog. 2+942,00	C	C	C	C	C
03 - Muro di sostegno - corpo autostradale - da prog. +3+118,00 a prog. 3+233,00	C	C	C	C	C
04 - Muro di sostegno - corpo autostradale - da prog. +4+005,40 a prog. +4+500,00	C	C	C	C	C
05 - Muro di sostegno - corpo autostradale - da prog. 5+481,00 a prog. 5+753,00	C	C	C	C	C

OPERE DI LINEA - TOMBINI SCATOLARI - POZZETTI - MURI					
Opera	Quota imposta fondazioni/testa pali da p.c. (m)				
	0	1	2	4	6
06 - Muro di sostegno - cavalcavia P2 rampa sx lato PR	C	C	C	C	C
07 - Muro di sostegno - cavalcavia P2 rampa sx lato MN	C	C	C	C	C
08 - Muro di sostegno - cavalcavia P2 rampa dx lato PR	C	C	C	C	C
09 - Muro di sostegno - cavalcavia P2 rampa dx lato MN	C	C	C	C	C
10- Muro di sostegno - cavalcavia P4 - rampa dx lato PR	C	C	C	C	C
11 - Muro di sostegno - interconnessione A1-A15 - rami C	C	C	B	B	B
12 - Muro di sostegno - interconnessione A1-A15 - rami F da sez. 1F-2 a sez. 1F-3	C	B	B	B	B
13 - Muro di sostegno - interconnessione A1-A15 - rami F da sez. 1F-17 a sez. 1F-23	C	B	B	B	B
21 - Tombino scatolare PV-3 - 200x200 cm – viabilità S.P.10 VIAROLO - progr. 0+234,87	C	C	C	C	C
22 - Tombino scatolare PV-4 - 200x200 cm – viabilità S.P.10 VIAROLO - progr. 0+657,10					
23 - Tombino scatolare PV-BP-10 - 200x200 cm – viabilità S.P.10 VIAROLO - progr. 2+106,49					
24 - Tombino scatolare PC-BP-2 - 400x200 cm - raccordo S.P.10 Cispadana - progr. 0+102,09					
25 - Tombino scatolare PC-BP-11 - 300x220 cm - raccordo S.P.10 Cispadana - progr. 1+478,67					

7.2.2 Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

L'area interessata dalle opere in progetto risulta in un contesto morfologico semplice sostanzialmente pianeggiante, pertanto ricade nella **categoria T1**.

8 CAMPAGNE DI INDAGINI PREGRESSE

Nel corso dell'iter progettuale del Raccordo autostradale A15/A22 tra l'Autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR) – I Lotto, l'area compresa fra l'interconnessione A15/A1 e la futura Autostazione Trecasali-Terre Verdiane è stata oggetto delle seguenti campagne geognostiche:

- Campagna 1986
- Campagna 1998
- Campagna 2001
- Campagna 2003
- Campagna 2005

Nello specifico, come descritto nella Relazione Geotecnica emessa in sede di Progetto Definitivo – agg. Giugno 2011, le campagne di indagini 2003 e 2005 sono state condotte dalle imprese INTERGEO GROUP S.r.l. di Modena (MO) e VICENZETTO S.r.l. di Villa Estense (PD). Le prove di laboratorio sui campioni prelevati nell'ambito delle campagne 2003 e del 2005 sono state eseguite dai laboratori geotecnici SINECO S.p.a. di Rivalta Scrivia (AL) e CGG S.r.l. di Pontecchio Marconi (BO).

Obiettivi principali delle Campagne 1986-2005 sono stati la ricostruzione della stratigrafia dei terreni presenti nell'area, la determinazione delle caratteristiche meccaniche degli stessi anche mediante il prelievo di campioni destinati ai laboratori di analisi, il monitoraggio del livello di falda sia in corso di indagine sia su intervalli temporali prolungati mediante l'installazione di piezometri. Nel seguito si riportano numero e tipologia di indagini condotte con riferimento alle singole campagne:

- Campagna 1986: 14 prove penetrometriche statiche CPT
13 sondaggi a carotaggio continuo
- Campagna 1998: 13 prove penetrometriche statiche CPT
- Campagna 2001: 28 prove penetrometriche statiche CPT
5 sondaggi a carotaggio continuo
- Campagna 2003: 23 prove penetrometriche statiche CPTU
31 sondaggi a carotaggio continuo
22 pozzetti esplorativi con prove di carico su piastra
- Campagna 2005: 44 prove penetrometriche statiche CPTU
31 sondaggi a carotaggio continuo
6 gruppi di 3 sondaggi a distruzione di nucleo (per prove cross-hole)
27 pozzetti esplorativi con prove di carico su piastra

In sede di Progettazione Definitiva, la caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata prevalentemente condotta sulla scorta dei dati emersi dalle campagne più complete in termini di verticali oggetto di indagine, ovvero le Campagne del 2003 e del 2005. Si è fatto ricorso alle informazioni desumibili dalle Campagne precedenti sia in presenza di aree significativamente estese non coperte dalle indagini più recenti, sia con funzione di verifica di queste ultime.

L'esito della caratterizzazione geotecnica, sviluppata in seguito all'elaborazione dei dati provenienti dalle indagini geognostiche e dalle prove di laboratorio, comprende la classificazione dei terreni presenti lungo il tracciato in progetto in categorie a comportamento meccanico uniforme. All'analisi incrociata dei dati di laboratorio, SPT, CPTU, descrizione litologica, pocket penetrometer, vane test ecc ha fatto dunque seguito l'individuazione delle suddette aree litologicamente omogenee, unitamente alla parametrizzazione meccanica dei terreni interessati.

Le differenti aree individuate nel dettaglio nei profili geologici-geotecnici emessi in sede di Progetto Definitivo, sono ascrivibili in linea generale alle seguenti categorie litologiche, frutto di un lavoro di sintesi delle

molteplici tipologie intermedie rinvenute:

- terreni coesivi (inclusi i limi sabbiosi);
- terreni granulari;
- terreni torbosi;
- alternanze di limi sabbiosi e argillosi con lenti torbose;
- depositi torbosi includenti sacche di gas;
- terre di origine antropica (rilevati stradali e ferroviari, argini fluviali, materiale di cava e riempimento delle cave esaurite).

Per completezza di rappresentazione, l'ubicazione delle indagini geognostiche pregresse è indicata negli elaborati grafici di progetto Esecutivo, precisamente nelle planimetrie (Ubicazione indagini, geologica, idrogeologica e sismica) e nei profili geologici e geotecnici. di planimetria.

Nel seguente paragrafo son elencate e descritte le indagini svolte per il Progetto Definitivo negli anni 2003 - 2005

8.1 Campagna geognostica di Progetto Definitivo (2003 – 2005)

Per il Progetto Definitivo è stata svolta negli anni 2003 – 2005 una campagna geognostica, costituita dalle indagini riassunte nei paragrafi seguenti.

- Campagna 2003 23 prove penetrometriche statiche CPTU
31 sondaggi a carotaggio continuo
22 pozzetti esplorativi con prove di carico su piastra
- Campagna 2005 44 prove penetrometriche statiche CPTU
31 sondaggi a carotaggio continuo
6 gruppi di 3 sondaggi a distruzione di nucleo (per prove cross-hole)
27 pozzetti esplorativi con prove di carico su piastra

8.1.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Prova	Progr. (km)	Quota (m s.l.m.)	Prof. (m)	Data	Tipologia di perforazione	Comune	Provincia
S1	-0+984	48.7	50	2003	Car. continuo	Fontevivo	PR
F2S1	-0+141	44.5	50	2005	Car. continuo	Fontevivo	PR
F2S2	0+180	43.5	50	2005	Car. continuo	Fontevivo	PR
S2	0+577	42.3	50	2005	Car. continuo	Fontevivo	PR
S3	0+916	42.2	50	2005	Car. continuo	Fontevivo	PR
CH1	1+550	41.4	50	2005	Distruzione	Trecasali	PR
S6	1+613	41.8	50	2003	Car. continuo	Trecasali	PR
S7	1+889	41.5	50	2003	Car. continuo	Trecasali	PR
S8	2+245	40.7	50	2003	Car. continuo	Trecasali	PR
S9	2+845	39.4	50	2003	Car. continuo	Trecasali	PR
S10	3+361	37.8	50	2005	Car. continuo	Trecasali	PR
S11	6+618	31.3	50	2005	Car. continuo	Trecasali	PR
S12	Opere connesse	29.8	50	2005	Car. continuo	Trecasali	PR
S13		28.8	50	2005	Car. continuo	Sissa	PR
S14		28.5	50	2005	Car. continuo	Sissa	PR

8.1.2 Prove penetrometriche statiche

Prova	Progressiva (km)	Quota (m s.l.m.)	Data	Comune	Provincia
P1	3+069	39.0	2005	Trecasali	PR
P2	3+400	37.5	2003	Trecasali	PR
P3	4+117	34.8	2005	Trecasali	PR
P4	4+556	33.7	2005	Trecasali	PR
P5	5+724	32.5	2005	Trecasali	PR
P6	6+590	31.4	2005	Trecasali	PR
F2P1	6+810	31.5	2005	Trecasali	PR
P7	Opere connesse	30.8	2005	Trecasali	PR
P8		29.6	2005	Trecasali	PR
P9		29.5	2005	Trecasali	PR
P10		29.2	2003	Trecasali	PR
F2P2		28.8	2005	Sissa	PR
P11		29.0	2005	Sissa	PR
P12		28.6	2005	Sissa	PR
F2P3		28.8	2005	Sissa	PR

La profondità di progetto per le prove penetrometriche statiche era prevista pari a 35 m da p.c., alcune indagini sono state interrotte a profondità inferiori per la presenza di strati ghiaiosi o di strati sabbiosi molto addensati.

Durante l'avanzamento delle perforazioni sono state eseguite prove di dissipazione per misurare la permeabilità dei terreni attraversati

8.1.3 Pozzetti esplorativi

Sono stati eseguiti pozzetti con escavatore spinti fino alla profondità massima di 4 m da p.c. con prelievo di campioni rimaneggiati e con esecuzione di prova di carico su piastra alla profondità media di 0.5 m da p.c. sotto al terreno di coltivo.

Prova	Progressiva (km)	Quota (m s.l.m.)	Data	Comune	Provincia
E1	2+486	40.0	2003	Trecasali	PR
E2	3+707	36.4	2005	Trecasali	PR
E3	4+845	33.2	2003	Trecasali	PR
E4	5+389	32.7	2003	Trecasali	PR
E5	6+036	32.2	2005	Trecasali	PR
E6	Opere connesse	30.3	2005	Trecasali	PR
E7		30.0	2005	Trecasali	PR
E8		28.9	2005	Sissa	PR
E9		28.8	2005	Sissa	PR
E10		28.7	2005	Sissa	PR

8.1.4 Analisi di laboratorio

Nel corso delle perforazioni, nelle campagne geognostiche del 2003 e 2005, sono stati prelevati campioni indisturbati negli strati argillosi e limosi e campioni rimaneggiati. Sui campioni indisturbati sono state eseguite prove

di laboratorio che hanno consentito di ottenere informazioni circa:

- natura e caratteristiche fisiche dei terreni;
- resistenza al taglio non drenata (c_u);
- parametri di resistenza al taglio drenata (Φ' e c');
- parametri di deformabilità e di consolidazione (modulo edometrico, E_{ed} ; indici di compressione; coefficienti di consolidazione primaria, c_v , e secondaria, c_α);
- parametri di permeabilità (coefficiente di permeabilità, k).

Sui campioni rimaneggiati sono state eseguite analisi granulometriche e la determinazione dei limiti di Atterberg per classificare i terreni

9 Campagna geognostica integrativa (Progetto Esecutivo 2013-2014)

In fase di pianificazione delle attività finalizzate alla redazione del Progetto Esecutivo, anche alla luce delle verifiche condotta nei riguardi delle specifiche problematiche di progettazione geotecnica contemplate dal Progetto Definitivo, si è ritenuto necessario programmare un'indagine geognostica integrativa avente come obiettivi sia elementi conoscitivi di carattere generale sia aspetti progettuali specificatamente associabili alle singole opere d'arte previste.

9.1 FINALITA' DI CARATTERE GENERALE

- **Affinamento della ricostruzione stratigrafica**, specie con riferimento alle quote di passaggio tra diverse formazioni, nei settori non sufficientemente coperti dalle verticali di indagini già eseguite.
- **Definizione del livello medio della quota di falda e le fluttuazioni stagionali** dello stesso, in corrispondenza delle opere d'arte comprese nell'infrastruttura.
- **Definizione delle proprietà sismiche dei terreni** di sedime delle opere d'arte e dei principali rilevati (definizione Vs30), funzionale all'attribuzione della categoria di sottosuolo per la determinazione dell'azione sismica di progetto.
- **Affinamento della conoscenza dei parametri di deformabilità** degli strati superficiali che costituiranno le fondazioni dei rilevati, in relazione alla progettazione esecutiva degli interventi di bonifica già preventivati in sede di Progetto Definitivo. Contestuale **caratterizzazione dei terreni** in situ in funzione di un possibile intervento di **stabilizzazione a calce/cemento** degli stessi onde limitare il ricorso a materiale da cave di prestito.
- **Affinamento della conoscenza della permeabilità dei terreni** in direzione verticale e orizzontale, in relazione alla necessità di predisporre dreni verticali a nastro, come indicato nel Progetto Definitivo, in corrispondenza dei rilevati il cui decorso dei cedimenti di consolidazione è apparso critico.

9.2 FINALITA' DI CARATTERE SPECIFICO

La definizione dei sondaggi e/o delle prove eseguite in corrispondenza delle opere d'arte in progetto, deriva dall'attività di analisi condotta sugli elaborati tecnici del Progetto Definitivo aventi come oggetto principalmente la progettazione geotecnica delle opere fondazionali di ponti, viadotti, rilevati etc...

Si indicano nel seguito i contesti e/o le condizioni progettuali per le quali è stato necessario un approfondimento del livello conoscitivo (per mezzo di un'integrazione delle campagne geognostiche pregresse), al fine di confermare le soluzioni ingegneristiche del progetto definitivo e procedere ad un'eventuale revisione delle scelte progettuali anche nell'ottica di una possibile ottimizzazione delle opere.

Si evidenzia che, in linea generale, l'integrazione delle verticali di indagine attualmente disponibili è stata dettata dall'esigenza di ottenere una più approfondita conoscenza della stratigrafia in corrispondenza della quota di base dei gruppi di pali costituenti la tipologia fondazionale adottata per tutte le opere di scavalco poste sia sull'asse principale che sui rami di svincolo e sulle viabilità interferite.

Sono pertanto stati eseguiti nuovi sondaggi e/o prove penetrometriche in corrispondenza di sottostrutture non interessate da indagini pregresse o con profondità di indagine superiori a quelle già raggiunte alla medesima posizione planimetrica nelle campagne passate.

Si riportano nel seguito, per ogni opera d'arte o area di intervento, gli elementi conoscitivi essenziali che rendono necessarie le indagini integrative, corredati da stralci del profilo geologico di progetto Esecutivo

**LEGENDA GEOLITOLÓGICA
 TERRENO DI NATURA ANTROPICA**

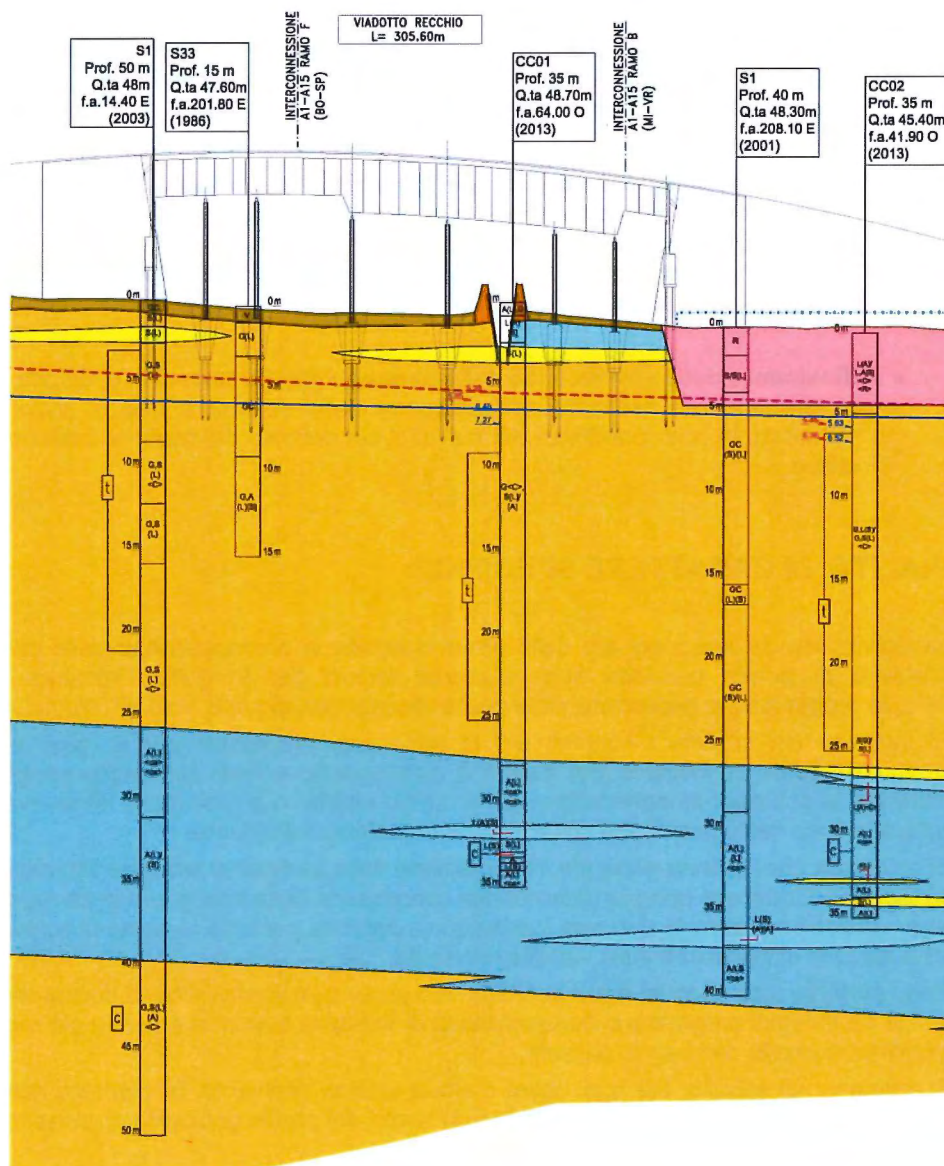
	Suolo agrario
	Argini e/o rilevati in terra
	Riepimenti e/o cumuli di cava
	Rilevati stradali

**TERRENI ALLUVIONALI
 POSTGLACIALI (OLOCENE)**

	Ghiala prevalente, in matrice sabbioso e/o limosa, talora con sabbia
	Sabbia prevalente, limosa talora con ghiala
	Limo prevalente, argilloso - debolmente sabbioso
	Argilla prevalente, limoso o debolmente limoso, talora con inclusi torboel
	Torbe

9.2.1 VIADOTTO SUL TORRENTE RECCHIO

FINALITA': verificare progressivo approfondimento in direzione Nord della quota della testa dello strato argilloso-limoso posto indicativamente a 25-35 m dal p.c.



9.2.2 INTERCONNESSIONE A1-A15 – VIADOTTI RAMI DI SVINCOLO

WBS07 - CA01 CA02 CA03

FINALITA': Accertamento della quota del tetto dello strato limoso-argilloso, in funzione della tipologia fondazione costituita da pali in gruppo portanti essenzialmente alla punta con intestazione in strato ghiaioso.

WBS06 - PV02

FINALITA': Accertamento della quota del tetto dello strato limoso- argilloso, in funzione della tipologia fondazione costituita da pali in gruppo portanti essenzialmente alla punta con intestazione nello strato ghiaioso.

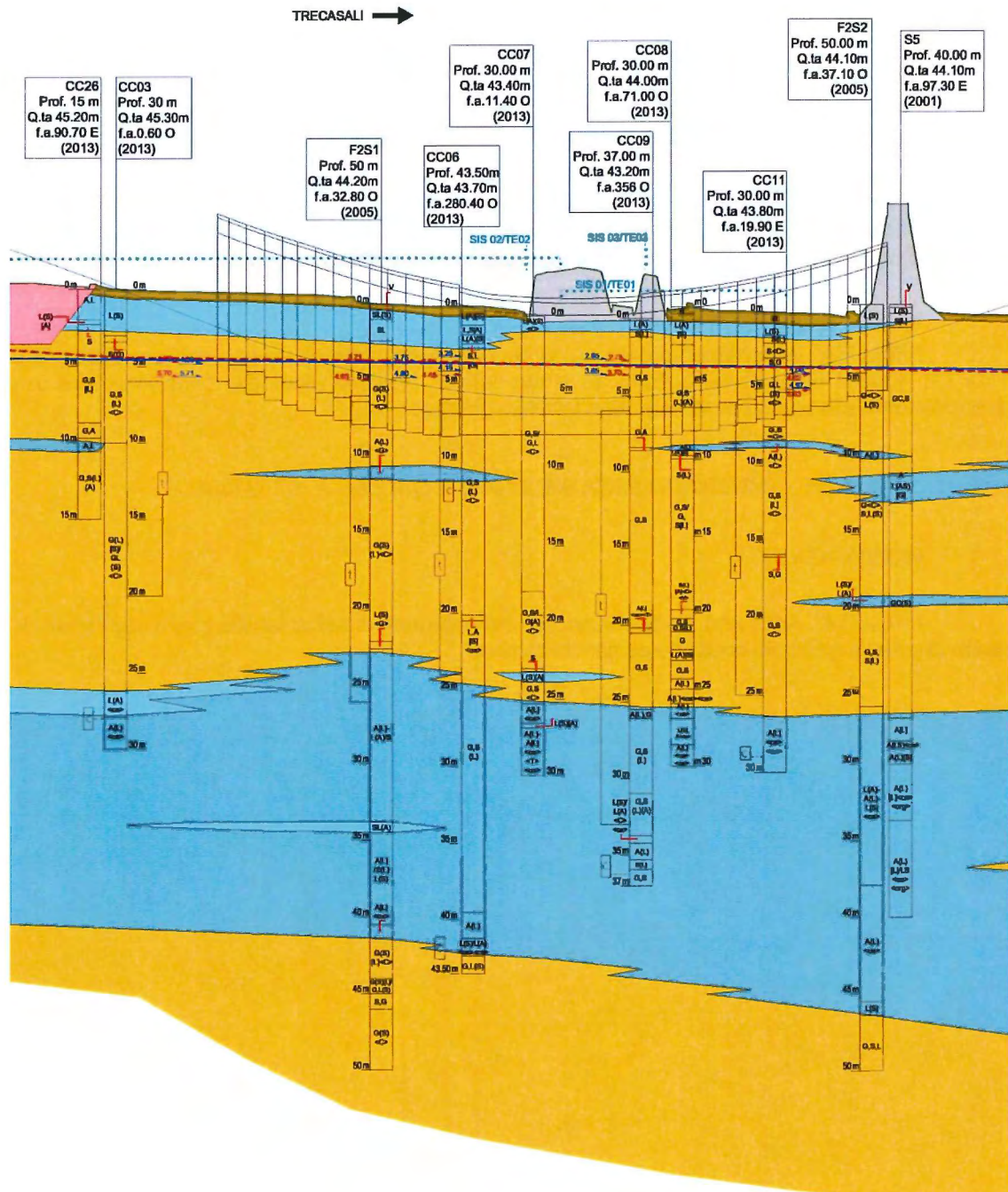
WBS06 - PV03 PV04 PV05

FINALITA': Accertamento della quota del tetto dello strato ghiaioso in matrice sabbiosa posto circa a 10 m da p.c. e della potenza del sottostante strato limoso- argilloso (tipologia fondazione: pali in gruppo portanti essenzialmente alla punta con intestazione in strato ghiaioso).

9.2.3 INTERCONNESSIONE A1-A15 – GALLERIA ARTIFICIALE

WBS05 - GA 01

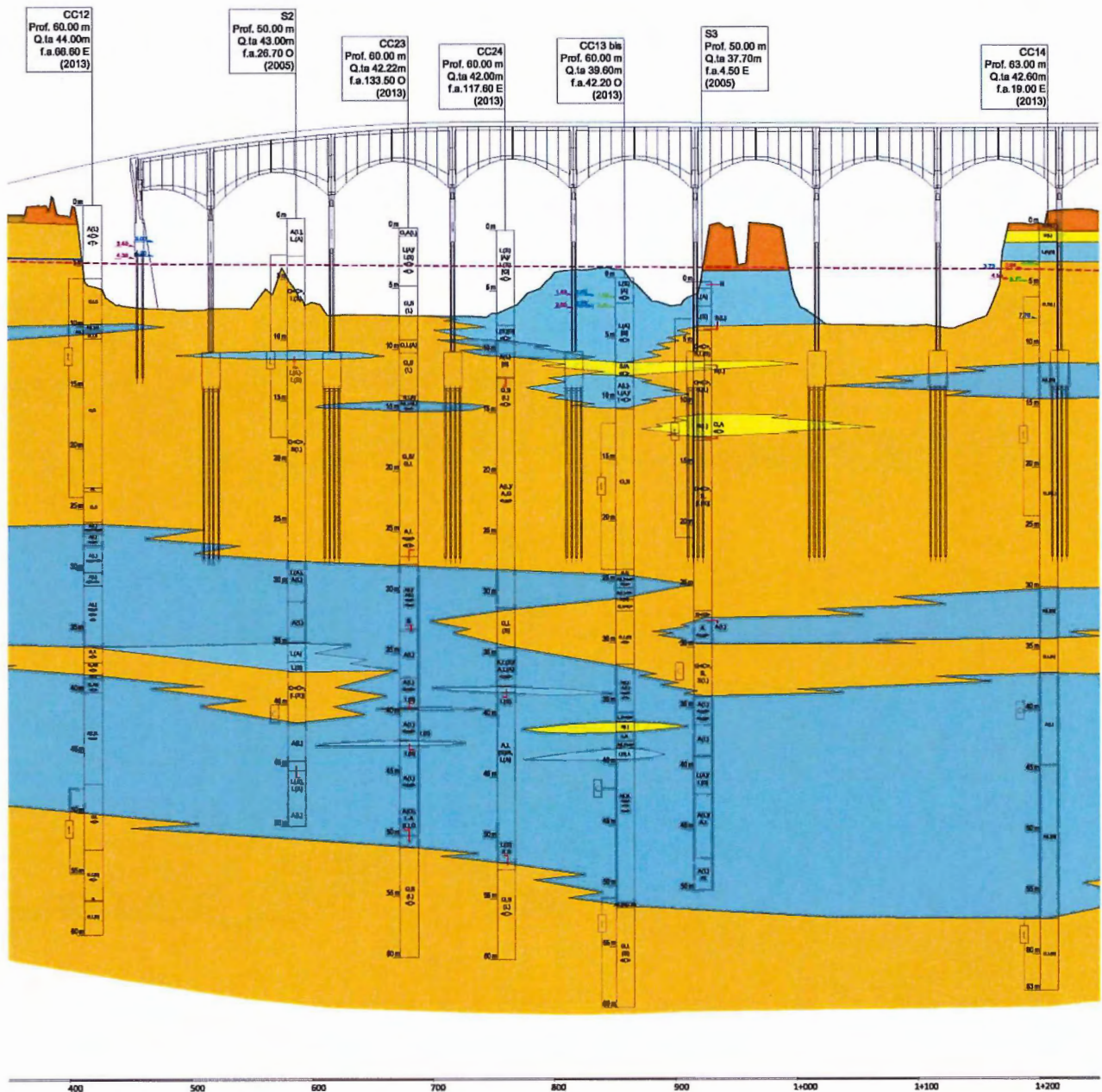
FINALITA': Adeguato livello conoscitivo dei parametri di deformabilità propri degli strati di fondazione per il tratto di galleria artificiale costituito da conci scatolari.



9.2.4 PONTE SUL FIUME TARO

AREA INDAGINE: da Spalla A a Pila P7

FINALITA': verificare l'esatta profondità dello strato ghiaioso (con tetto posto oltre i 50 m da p.c., massima profondità raggiunta nelle campagne precedenti) sul quale si intestano i pali delle sottostrutture da SPA a P7 (con incremento profondità indagata - da 50 a 60 m - dal sondaggio S3 già eseguito in corrispondenza della pila P5).



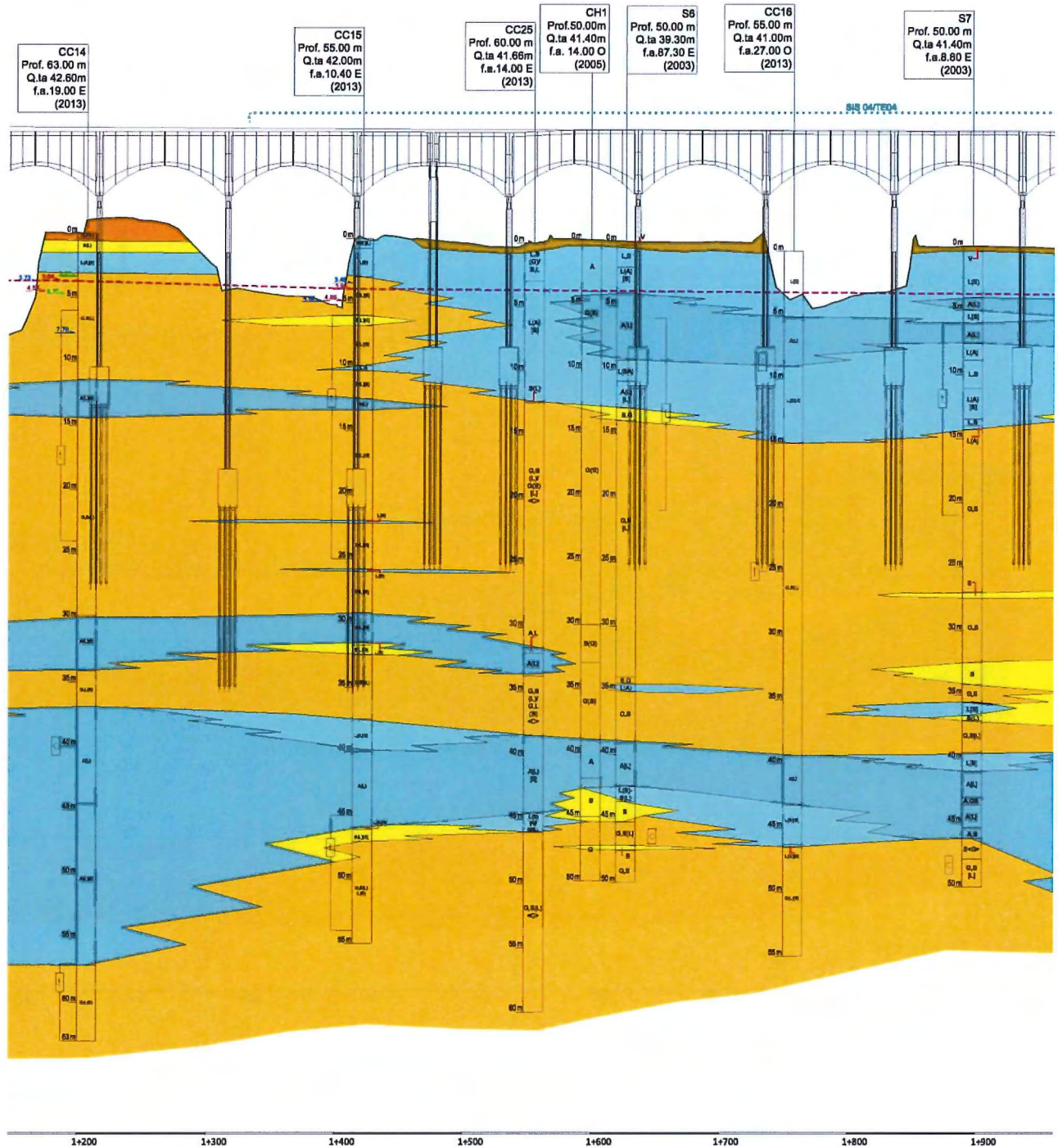
AREA INDAGINE: da Pila P8 a Pila P10

FINALITA': verificare la progressiva diminuzione dello spessore dello strato limoso-argilloso intermedio e la diminuzione della profondità della testa dello strato ghiaioso di base (entrambe le condizioni sono legate alla diminuzione della lunghezza dei pali ricadenti nella zona di riferimento, rispetto alla lunghezza media dei pali afferenti alle sottostrutture da Spalla A a Pila P7).

AREA INDAGINE: da Pila P11 a Pila P16

FINALITA': verificare la profondità della testa dello strato ghiaioso per garantire un'adeguata intestazione della punta dei pali.

L'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche statiche CPTU, unitamente a pozzetti esplorativi sino a 5 m di profondità, in destra Taro (Pile P10-P13) è inoltre funzionale all'individuazione di eventuali lenti limose/argillose, entro i 20-25 m di profondità.



AREA INDAGINE: da Pila P17 a SPB

FINALITA': verificare la profondità della testa dello strato argilloso-limoso (accertamento che tale quota non sia inferiore rispetto a quanto stimato nel Progetto Definitivo in relazione alla dipendenza delle caratteristiche di portanza di punta dei pali della spalla B.

9.2.5 VIABILITA' ORDINARIA INTERFERITA – CAVALCAVIA ED OPERE DI SOSTEGNO

WBS07 CA 04 - CA 05 - CA 06 - CA 07 - CA 08 - CA 09

FINALITA': in relazione alla comune tipologia fondazionale delle pile e/o spalle, costituita da pali in gruppo intestati in strati di natura ghiaiosa e portanti essenzialmente alla punta, le indagini integrative mirano alla individuazione dei passaggi stratigrafici fra gli strati portanti incoerenti e gli adiacenti strati con basse caratteristiche di portanza, onde verificare, con adeguato margine di sicurezza, che i pali siano sufficientemente intestati nella formazione cui è affidata la resistenza alla punta.

9.2.6 FONDAZIONE DEL CORPO STRADALE

PIANI DI POSA DEI RILEVATI

FINALITA': l'esecuzione di pozzetti esplorativi addizionali è funzionale alla determinazione dei parametri di deformabilità dei terreni in situ costituenti gli strati di fondazione dei futuri rilevati stradali. In particolare si rende necessario approfondire la conoscenza dei parametri di consolidazione (Cv) in corrispondenza delle opere sensibili al problema dei cedimenti differiti nel tempo, individuate dal PD.

9.3 Indagini geofisiche

9.3.1 Note generali

Lo scopo delle indagini geofisiche, condotte in affiancamento alle tradizionali metodologie di indagine diretta, è la ricostruzione in continuo della litostratigrafia.

Dalle prospezioni sismiche a rifrazione e dalle prove cross-hole discende l'individuazione delle proprietà sismiche dei terreni di sedime delle opere d'arte e dei principali rilevati (definizione Vs30), funzionale all'attribuzione della categoria di sottosuolo per la determinazione dell'azione sismica di progetto.

Con riferimento alle principali opere d'arte comprese nel lotto 1 del Corridoio Tirreno-Brennero, ovvero la Galleria artificiale di sottopasso dell'A1 ed il Viadotto sul Fiume Taro, l'affiancamento delle prospezioni geoelettriche alle prospezioni sismiche a rifrazione consente una migliore ricostruzione degli orizzonti stratigrafici, disponendo di elaborazioni ottenute con tecnica tomografica secondo metodologie di indagine indiretta alternative.

Il ricorso combinato alle due tecniche geofisiche discende dall'esigenza di individuare, con la precisione adeguata agli scopi progettuali, le transizioni fra litologie comunque caratterizzate da scarti nelle velocità di propagazione delle onde P/S e nei valori di resistività (Ohm/m) potenzialmente contenuti. La prospezione di natura geo-elettrica si presta inoltre all'individuazione su larga scala della superficie della falda freatica o di eventuali acquiferi interclusi (acquitardi).

L'ubicazione delle indagini geofisiche è riportata sulle planimetrie di Progetto Esecutivo.

9.3.2 Prospezioni con metodi sismici a rifrazione

Sono stati realizzati i seguenti n° 4 allineamenti geo-sismici con registrazione dei tempi di arrivo delle onde P ed S, al fine di ottenere le relative prospezioni sismiche a rifrazione:

Stendimento SIS01

- zona: interconnessione A1-A15
- direzione allineamento: sub-parallela futuro asse stradale del raccordo autostradale, in corrispondenza della zona di interconnessione A15-A1 (si veda RAAAIG040DWG - Piano indagini geognostiche - Planimetria - Tav. 1/6).
- Lunghezza indicativa: 250 m (lato nord rispetto A1) + 550 m (lato sud rispetto A1). L'allineamento sarà costituito da due stendimenti distinti e allineati, con interruzione posta in corrispondenza della sede autostradale A1.
- profondità massima di acquisizione dati: 25-30 m

Stendimenti SIS02 - SIS03

- direzione allineamenti: trasversale rispetto all'asse del raccordo autostradale, in corrispondenza della galleria artificiale (si veda RAAAI040DWG - Piano indagini geognostiche - Planimetria - Tav. 1/6).
- Lunghezza indicativa: 2 x 150 m (a cavallo della sede autostradale dell'A1). Gli stendimenti sono trasversali rispetto alla SIS01+TE01 e sono posti lateralmente alla sede autostrada A1. Si rendono necessari per garantire l'efficace copertura della zona interessata dal sotto attraversamento A1 (interruzione dello stendimento SIS01+TE01). Per mezzo degli stessi sarà possibile inoltre verificare la continuità del banco limoso potenzialmente utile ad isolare idraulicamente l'area di scavo GA fra diaframmi.
- profondità massima di acquisizione dati: 20-25 m

Stendimento SIS04:

- zona: Ponte sul fiume Taro – tratto compreso fra la Pila P10 e la Spalla B
- direzione allineamento: sub-parallela futuro asse stradale del raccordo autostradale (si veda RAAAI050DWG - Piano indagini geognostiche - Planimetria - Tav. 2/6).
- Lunghezza: 1200 m . L'allineamento sarà costituito da due stendimenti distinti, allineati con interruzione posta in corrispondenza del Canale 8 Mulini.
- profondità massima di acquisizione dati: 60 m

Si evidenzia che le lunghezze degli stendimenti (sensibilmente superiori alle zone strettamente oggetto di interesse progettuale), sono state definite considerando l'inevitabile rastremazione nelle fasce marginali delle velocità P e S restituite con tecnica tomografica, condizione intrinseca alla procedura operativa tipica delle prove in oggetto (assenza sovrapposizione delle postazioni dei geofoni, ai limiti dell'allineamento indagato).

I geofoni utilizzati sono di tipo tri-dimensionale al fine di rilevare sia le onde sismiche di compressione, sia le onde sismiche di taglio.

9.3.3 Prove Cross-Hole

Sono state condotte n° 7 prove cross-hole identificate con il codice **C-H01 – C-H08**. L'ubicazione planimetrica dei set di prova è rappresentata negli elaborati grafici di riferimento.

Per l'esecuzione di ciascuna prova sono stati necessari tre fori armati con tubo in PVC di profondità minima 30 m, posti ad una distanza compresa fra 3 e 7 m metri l'uno dall'altro. Sono quindi stati predisposti siti di prova, per un totale di 21 perforazioni di cui 7 a carotaggio continuo (sondaggi CC) e 14 a distruzione di nucleo.

Le registrazioni sono state condotte secondo la procedura operativa conforme alle specifiche normative di riferimento per la prova in oggetto: ASTM D 4428/D – 00 – *Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing*.

9.3.4 Prospezioni con metodi elettrici

L'indagine geofisica di tipo geo-elettrico è basata sull'immissione di una corrente continua tra due elettrodi, posti esternamente entro una configurazione minima di 4 elettrodi, e nella misurazione della differenza di potenziale che si genera nei due dispositivi elettrodi medi, funzione della resistività del terreno attraversato dalla corrente. Essendo ogni formazione caratterizzata da un proprio valore di resistività, l'esistenza di salti della stessa misura è utilizzata per individuare indirettamente le interfacce tra formazioni.

Le indagini in oggetto sono state condotte allo scopo di costruire i seguenti profili geo-elettrici collocati sui medesimi allineamenti già individuati per le 2 prospezioni sismiche a rifrazione. I profili sono individuati nelle planimetrie di ubicazione delle indagini con codici qui di seguito riportati.

- Profilo **TE 01** (allineamento SIS 01)
- Profili **TE 02 – TE 03** (allineamento SIS 02-03)
- Profilo **TE 04** (allineamento SIS 04)

Il numero e la tipologia dei dispositivi elettrodi costituenti la configurazione di prova (Wenner/Schlumberger) sono stati definiti sul campo in relazione alle locali condizioni di accessibilità del sito, della lunghezza del profilo geo-elettrico etc.

10 Conclusioni

In questa relazione dopo aver riassunto le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area interessata dall'esecuzione delle opere a progetto, sono state descritte tutte le attività svolte nell'ambito della campagna geognostica integrativa per il Progetto Esecutivo volta nel periodo settembre 20113 – febbraio 2014, specificando anche le motivazioni progettuali che hanno determinato la scelta della tipologia di indagine svolta. In particolare è stato fatto riferimento alle sole indagini di tipo indiretto, prospezioni geofisiche e geoelettriche, i cui risultati sono inseriti nel documento RAAA1ERGEXX01SRE003A "Risultati campagna geognostica integrativa 2013". Per le indagini di tipo diretto, sondaggi geognostici, prove in situ ed in laboratorio, si rimanda alla relativa relazione di Progetto Esecutivo (elaborato RAAA1ERGEXX01SRE001A).

