

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO

dott.ing. **ROBERTO BOSETTI**

INSCRIZIONE ALBO N° 1027

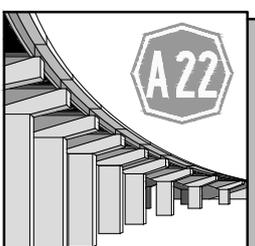
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. *Roberto Bosetti*

autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

1	ELABORATI GENERALI
2.3.1	STUDI GEOLOGICI E GEOTECNICI Regione Emilia Romagna Relazione geologica

1	SETT. 2023	RICHIESTE INTEGRAZIONI M.A.S.E.	ENGE0 s.r.l.	G. BERRERA	C. COSTA
0	MAR. 2021	EMISSIONE	ENGE0 s.r.l.	G. BERRERA	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO: LUGLIO 2009			DIREZIONE TECNICA GENERALE		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 31/09					

INDICE

1	Premesse.....	2
1.1	Inquadramento geografico.....	2
1.2	Normativa di riferimento.....	3
1.3	Principali informazioni pregresse.....	4
1.3.1	Studio geologico a supporto del Progetto Definitivo.....	4
1.3.2	Dati forniti da Autostrada del Brennero S.p.A.....	5
1.3.3	Studi a supporto di piani territoriali.....	6
1.3.4	Altre fonti informative.....	6
1.4	Elaborati grafici prodotti.....	7
1.5	Report indagini geognostiche.....	8
2	Geologia.....	9
2.1	Quadro geologico di riferimento.....	9
2.2	Carte geolitologiche.....	13
2.2.1	Depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi.....	13
2.2.2	Depositi prevalentemente sabbiosi, talora sabbioso limosi.....	14
2.2.3	Depositi prevalentemente limosi, talora limoso sabbiosi.....	14
2.2.4	Depositi prevalentemente argillosi e limosi.....	14
2.2.5	Depositi prevalentemente argillosi o limosi con elevati tenori di sostanza organica, torbe.....	14
3	Geomorfologia.....	15
3.1	Quadro geomorfologico di riferimento.....	15
3.2	Carte geomorfologiche.....	17
3.2.1	Elementi morfologici naturali.....	17
3.2.1.1	Asse di dosso fluviale.....	17
3.2.1.2	Traccia di paleoalveo incassato o a livello della pianura.....	17
3.2.1.3	Orlo di terrazzo alluvionale.....	18
3.2.2	Idrografia.....	18
3.2.2.1	Fiume Secchia.....	18
3.2.2.2	Corso d'acqua principale.....	18
3.2.2.3	Lago di cava.....	19
4	Indagini geognostiche pregresse.....	20
4.1	Sondaggi a carotaggio continuo.....	20
4.2	Trincee o pozzetti esplorativi.....	22
4.3	Prove penetrometriche statiche con punta meccanica.....	23
4.4	Prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono.....	25
5	Indagini integrative.....	27
6	Sezioni litostratimetriche.....	28

1 PREMESSE

La presente relazione descrive lo studio geologico effettuato a supporto della progettazione definitiva per la realizzazione della terza corsia dell'autostrada A22, "del Brennero", prevista tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314), relativamente al tratto ricadente nella sola Regione Emilia Romagna.

Detto studio è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente, richiamata nel paragrafo 1.2, e, in particolare del D.M. 17/01/2018, Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Esso ha comportato lo svolgimento delle seguenti attività:

1. raccolta di tutta la documentazione esistente relativa all'area oggetto d'intervento, quali, carte tematiche, dati stratigrafici, studi geologici precedenti, in gran parte, citati nel paragrafo 1.3 (in particolare, va sottolineata la vasta mole di informazioni fornite dalle indagini effettuate dopo la redazione del progetto definitivo dell'intervento in esame);
2. definizione delle caratteristiche litostratimetriche mediante analisi critica ed elaborazione della documentazione di cui al punto precedente;
3. pianificazione di un programma di analisi integrative alla luce delle necessità progettuali e di quanto ricostruito grazie alle prime 2 fasi di studio;
4. aggiornamento del modello geologico coi dati derivanti dalla nuova campagna d'indagini;
5. definizione geologica e geomorfologica dell'area d'imposta dell'infrastruttura in esame e di un suo discreto intorno.

1.1 Inquadramento geografico

Il tratto emiliano dell'autostrada A22 "del Brennero", ha una lunghezza di una trentina di chilometri, collegando all'incirca la chilometrica 284 con l'intersezione con l'autostrada A1, nei pressi del km 314.

Come rappresentato nell'immagine aerea di Fig. 1, nella porzione settentrionale ricade in provincia di Reggio Emilia, interessando i comuni di Reggiolo e Rolo; mentre, più a sud attraversa i comuni di Carpi e Campogalliano, in provincia di Modena.

In questo tratto, l'infrastruttura attraversa una porzione di pianura padana in cui gli unici elementi geografici significativi sono due corsi d'acqua artificiali: il cavo Lama e il canale della Bonifica Parmigiana Moglia.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	2 di 30

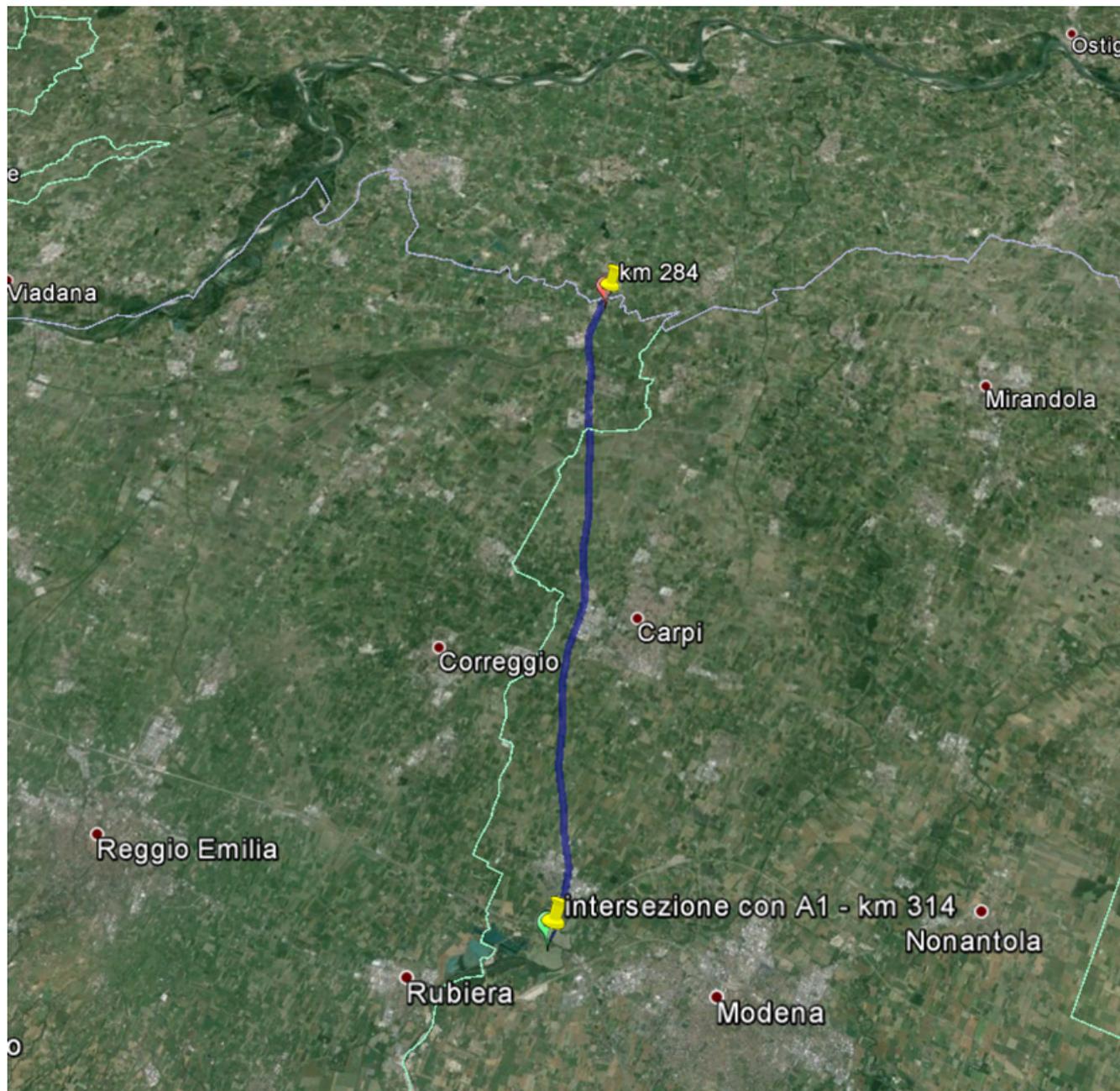


FIG. 1 – IMMAGINE AEREA DEL TRATTO DI AUTOSTRADA EMILIANO OGGETTO D'INTERVENTO
 (DA GOOGLE EARTH)

1.2 Normativa di riferimento

- Circolare 21-1-2019 n° 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17/1/2018.
- Decreto ministeriale 17-01-2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	3 di 30

- Decreto ministeriale 14-01-2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni – Allegato A;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (UNI-EN 1998-5:2005);
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole Generali – UNI-EN 1997-1:2013;
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo UNI EN 1997-2:2007;
- O.P.C.M. n° 3274 (2003) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- L.R. n. 19 del 30/10/2008 “Norme per la riduzione del rischio sismico”;
- D.G.R 23 luglio 2018 n.1164 “Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei Comuni dell'Emilia-Romagna”;
- Ordinanza P.C.M n° 24 del 12 maggio 2017 del Commissario del Governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016 – Allegato 1 -Criteri generali per l'utilizzo dei risultati degli studi di Microzonazione Sismica di livello 3 per la ricostruzione nei territori colpiti dagli eventi sismici a far data dal 24 agosto 2016;
- Ordinanza P.C.M n° 55 del 24 aprile 2018 del Commissario del Governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.

1.3 Principali informazioni pregresse

Come indicato nelle premesse, la prima fase dello studio è consistita nella ricerca e raccolta di tutta la documentazione esistente relativa all'area oggetto d'intervento.

Di seguito sono citate tutte le fonti informative utilizzate.

1.3.1 Studio geologico a supporto del Progetto Definitivo

La Relazione Geologica a supporto del Progetto Definitivo dell'intero intervento di realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) è stata redatta, nel dicembre 2009, da parte dello Studio Associato Geologia Applicata di Mezzocorona (Tn).

Per la redazione di tale elaborato, ci si è avvalsi dei dati originali ottenuti dal rilievo di campagna, che hanno integrato i dati bibliografici disponibili. In considerazione della mole di indagini e/o prove esistenti, infatti, gli autori non hanno ritenuto necessario eseguire ulteriori approfondimenti, ma hanno articolato lo studio nelle seguenti fasi:

1. Acquisizione dei dati bibliografici disponibili
2. Acquisizione di prove ed indagini geologiche/geotecniche effettuate lungo l'asse autostradale e nelle zone ad esso adiacenti
3. Definizione di un modello geomorfologico preliminare da interpretazione aereofotogrammetrica
4. Verifica e correzione del modello preliminare mediante un'analisi dello stato dei luoghi, tramite rilievi e sopralluoghi

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	4 di 30

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Emilia-Romagna	<i>Progetto definitivo</i>

5. Analisi e confronto critico tra i dati bibliografici raccolti, indagini e prove esistenti con il rilievo geomorfologico effettuato

Lo studio ha consentito di elaborare un modello geologico e litostratigrafico, per l'intero tratto compreso tra Verona e l'intersezione con l'autostrada A1, riportato graficamente nelle tavole:

- Carta geolitologica e geomorfologica (Tavole da A₁₋₂₆ a A₂₆₋₂₆)
- Sezioni litostratigrafiche ed idrogeologiche (Tavole da D₁₋₁₅ a D₁₅₋₁₅)

1.3.2 Dati forniti da Autostrada del Brennero S.p.A.

I dati forniti da Autostrada del Brennero S.p.A. sono relativi alla progettazione sia dell'intera autostrada che di interventi locali, come: sottopassi, sovrappassi, svincoli, stazioni di accesso, piazzole, ecc.

Il più delle volte, si tratta di intere relazioni geologiche, relative alla singola opera oggetto di studio, con uno spazio temporale che spazia tra il 1993 e il 2015; dunque, comprendendo anche gli approfondimenti d'indagine effettuati per la realizzazione della terza corsia. Invece, per quanto riguarda la progettazione dell'autostrada si hanno a disposizione dei sondaggi effettuati negli anni 1966 e 1967.

La consultazione e il recepimento di tali dati è stato possibile grazie al lavoro di raccolta, riorganizzazione, analisi, razionalizzazione e georeferenziazione delle stesse informazioni, effettuato dal dott. geol. Matteo Baisi, sempre su incarico di Autostrada del Brennero S.p.A.

Per il tratto in esame sono disponibili i dati relativi alle indagini di campagna riepilogate nella seguente tabella (cfr. Tab. 1):

Provincia	Tipo di indagine	Quantità
Reggio Emilia	Sondaggio a carotaggio continuo (SC)	11
	Trincea o pozzetto esplorativo (T)	14
	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)	4
	Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU)	1
Modena	Sondaggio a carotaggio continuo (SC)	34
	Trincea o pozzetto esplorativo (T)	44
	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)	7
	Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU)	22

TAB. 1 – INDAGINI GEOGNOSTICHE FORNITE DA AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. RELATIVE AL TRATTO AUTOSTRADALE IN ESAME

A questi vanno aggiunti quelli forniti dalle prove di laboratorio effettuate su 22 campioni, prelevati in provincia di Reggio Emilia, e 286 campioni, prelevati in provincia di Modena.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	5 di 30

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Emilia-Romagna	<i>Progetto definitivo</i>

1.3.3 Studi a supporto di piani territoriali

Fonti informative di particolare interesse, in considerazione della scala a cui sono stati redatti, sono gli elaborati appartenenti al Quadro Conoscitivo dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) vigenti, ovvero:

- il nuovo P.T.C.P. della provincia di Reggio Emilia, approvato dal Consiglio Provinciale con delibera n. 124 del 17/06/2010
- il nuovo P.T.C.P. della provincia di Modena, approvato dal Consiglio Provinciale con delibera n. 46 del 18/03/2009

Dati di maggior dettaglio vengono, inoltre, forniti dagli studi geologici a supporto della pianificazione dei comuni attraversati dall'infrastruttura in esame. Di seguito, sono elencati quelli che si sono potuti consultare:

- D. Barani (1999) – Piano Regolatore Generale del Comune di Reggiolo (RE). Variante generale al P.R.G., “Relazione Illustrativa”
- G.M. Mazzetti (2003) – Studio geologico ambientale a supporto del Piano Strutturale del Comune di Rolo (RE)
- G. Gasperini (1993) – Piano Regolatore Generale del Comune di Carpi (MO) P.R.G. 2000, “Relazione geologica generale”
- G. Gasperini (2010) – Studio geologico ambientale a supporto del Piano Strutturale di Campogalliano (Mo)

1.3.4 Altre fonti informative

Tra le altre fonti informative va, innanzitutto, considerata la consultazione on-line della cartografia tematica e della documentazione relativa alle banche dati territoriali curate e aggiornate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna¹.

Di particolare ausilio per la redazione del presente studio è stata, anche, la rilettura della “Relazione geologica, idrogeologica e sismica, parte integrante del progetto preliminare dell'Autostrada Regionale Cispadana dal casello di Reggiolo-Rolo, sulla A22, al casello di Ferrara Sud, sulla A13”, datata giugno 2010, a firma del dott. Carlo Caleffi di Engeo s.r.l.

Per quanto riguarda le cartografie, oltre a quelle redatte nel corso degli studi precedentemente citati, si è fatto riferimento a:

- AA.VV (1999) - Carta Geomorfologica della Pianura Padana, alla scala 1:250.000. M.U.R.S.T. Ed. Selca, Firenze
- Regione Emilia Romagna (1999): Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna, scala 1:250.000. Ed. Selca, Firenze
- Servizio Geologico d'Italia - “Foglio 201 – Modena – della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 50.000”

¹ Cfr. https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	6 di 30

Infine, sono, di seguito, elencati i principali testi scientifici consultati:

- AA.VV. (2004) – Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna 1:250.000. Note illustrative. S.ELCA. Firenze.
- Cremaschi M. & Alii (1980) – Evoluzione della Pianura Padana durante l'età del Bronzo, l'età romana e il alto Medio Evo: geomorfologia e insediamenti. 16, fasc. 1 - 2 - 3 - 4, pp. 106.
- Gasperi G. & Pellegrini M. (1984) – Struttura geologica ed idrografica della bassa pianura modenese. Atti Conv. Mirandola e le terre del basso corso del Secchia, pp. 76-114.
- Martelli L. (2011) - Quadro sismotettonico dell'Appennino emiliano-romagnolo e della Pianura Padana centrale. Atti del 30° convegno nazionale GNGTS, Trieste 14-17 novembre 2011, sessione 1.2, 152-156
- Panizza M. (1975) – Neotectonic and lithologic implication in the course of the Secchia and Panaro rivers (Northern Italy). St. Geomorph. Carp. Balc., 9, pp. 149-157.
- Panizza M. (1976) – Relazione illustrativa della carta geomorfologica dell'area tra Reggio Emilia e Ferrara. Geoexpert ENEL, rapporto interno, 9.
- Pellegrini M. (1969) – La pianura del Secchia e del Panaro. Atti della Soc. Nat. Mat. di Modena, 100, pp. 51.
- Pieri M., Groppi G. (1981): Subsurface geological structure of the Po plain, Italy. Progetto Finalizzato Geodinamica- Agip n. 414.
- Ricci Lucchi F. (1980) – Sedimentologia, parte III, Ambienti Sedimentari e Facies. Ed. CLUEB.

1.4 Elaborati grafici prodotti

A supporto della presente relazione sono stati redatti gli elaborati grafici indicati nella seguente tabella (cfr. Tab. 2– Elaborati grafici prodotti):

Codice	Codice	Scala
ER-GE.2.1	Carta geolitologica con ubicazione indagini (Tav. 1/4)	1:5.000
ER-GE.2.2	Carta geolitologica con ubicazione indagini (Tav. 2/4)	1:5.000
ER-GE.2.3	Carta geolitologica con ubicazione indagini (Tav. 3/4)	1:5.000
ER-GE.2.4	Carta geolitologica con ubicazione indagini (Tav.4/4)	1:5.000
ER-GE.3.1	Carta geomorfologica (Tav. 1/4)	1:5.000
ER-GE.3.2	Carta geomorfologica (Tav. 2/4)	1:5.000
ER-GE.3.3	Carta geomorfologica (Tav. 3/4)	1:5.000
ER-GE.3.4	Carta geomorfologica (Tav. 4/4)	1:5.000
ER-GE.4.1	Sezione litostratimetrica (Tav. 1/4)	D=1:5.000, H=1:500
ER-GE.4.2	Sezione litostratimetrica (Tav. 2/4)	D=1:5.000, H=1:500

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Emilia-Romagna	Progetto definitivo

Codice	Codice	Scala
ER-GE.4.3	Sezione litostratimetrica (Tav. 3/4)	D=1:5.000, H=1:500
ER-GE.4.4	Sezione litostratimetrica (Tav. 4/4)	D=1:5.000, H=1:500

TAB. 2– ELABORATI GRAFICI PRODOTTI

1.5 Report indagini geognostiche

I risultati delle indagini geognostiche utilizzati nel presente studio sono riportati negli allegati elencati nella seguente tabella (cfr. Tab. 3– Allegati con report delle indagini geognostiche):

Codice	Titolo
ER-GE.5.1	Report indagini geognostiche - Stratigrafie sondaggi
ER-GE.5.2	Report indagini geognostiche - Prove penetrometriche
ER-GE.5.3.1	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 1/7
ER-GE.5.3.2	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 2/7
ER-GE.5.3.3	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 3/7
ER-GE.5.3.4	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 4/7
ER-GE.5.3.5	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 5/7
ER-GE.5.3.6	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 6/7
ER-GE.5.3.7	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 7/7
ER-GE.5.4	Report indagini geognostiche - Sismica
ER-GE.5.5	Report indagini geognostiche - Sondaggi con escavatore

TAB. 3– ALLEGATI CON REPORT DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Va chiarito che nell'elaborato ER-GE.5.4 sono riportati i risultati delle indagini sismiche la cui ubicazione è raffigurata nella Carta geolitologica con ubicazione indagini (cfr. elaborati ER-GE.3.1, ER-GE.3.2, ER-GE.3.3 e ER-GE.3.4), ma che questi dati non saranno analizzati nella presente relazione. Per la trattazione di tale argomento si rimanda alla Relazione sismica.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	8 di 30

2 GEOLOGIA

2.1 Quadro geologico di riferimento

Il settore di territorio in esame ricade nella porzione di Pianura Padana a sud del fiume Po. Si tratta di 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.

Detto ambiente, dal punto di vista strutturale, risulta strettamente connesso all'Appennino Settentrionale. Infatti, il fronte della catena appenninica non coincide con il margine appenninico-padano (limite morfologico catena-pianura), ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi, sepolte dai sedimenti quaternari. Quindi, il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta. Si può così schematizzare che l'evoluzione del territorio dell'Emilia-Romagna coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord-appenninica.

Il quadro stratigrafico del sottosuolo padano (cfr. Fig. 2), ricostruito sulla base di profili sismici e di sondaggi risulta caratterizzato da una potente successione terrigena del Quaternario, suddivisibile, in senso stratigrafico, in un'unità inferiore d'ambiente marino (Qm) e in un'unità superiore, affiorante, d'ambiente continentale (Qc).

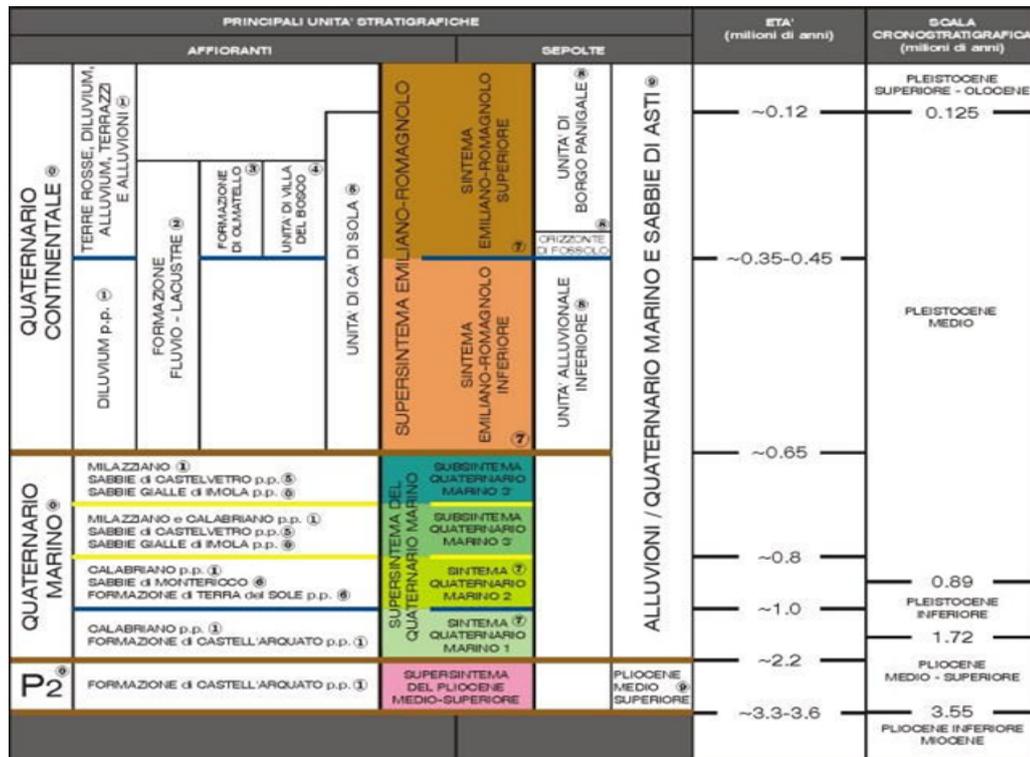


FIG. 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRATIGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO (DAL SITO DEL SERVIZIO GEOLOGICO REGIONALE)

I sedimenti di origine marina (Qm) si sono depositi a partire da poco dopo la fine del Pliocene (1,73 Ma BP), fino a 0,65 Ma BP (Pleistocene medio). In essi sono riconoscibili tre distinti cicli progradazionali (Qm1, Qm2 e Qm3) ben individuabili nei profili sismici AGIP.

Per quanto riguarda i depositi continentali, i tecnici del Servizio cartografico e geologico della Regione Emilia Romagna hanno riconosciuto due unità stratigrafiche principali: Unità Emiliana Inferiore e Unità Emiliana Superiore.

L'Unità Emiliano-Romagnola Inferiore (AEI), depositatasi presumibilmente tra circa 0,65 e 0,45÷0,35 Ma BP (pleistocene medio), rappresenta la fase iniziale della sedimentazione continentale del Quaternario con limite inferiore e superiore di tipo erosivo. L'unità è sedimentata in un ambiente di piana alluvionale durante un periodo di subsidenza regionale, costituita in prevalenza da depositi fini con intercalazioni di corpi ghiaiosi e sabbiosi nastriformi, riferibili ad antichi paleoalvei fluviali, i quali diventano preponderanti in corrispondenza dell'apertura dei principali bacini vallivi sull'antistante pianura alluvionale.

L'unità Emiliana Superiore (AES) ha avuto origine, dopo un'importante fase tettonica di sollevamento regionale, con la quale ebbe inizio la rapida progradazione dei sistemi di conoide alluvionale nella zona antistante ai rilievi appenninici e dei sistemi fluvio-deltizi lungo la fascia del Po.

Nei profili geologici (cfr. Fig. 3) i depositi del AES sono indicati con la sigla a; mentre, con la sigla b sono stati accorpati Sabbie gialle, Sabbie di Imola e depositi del AEI.

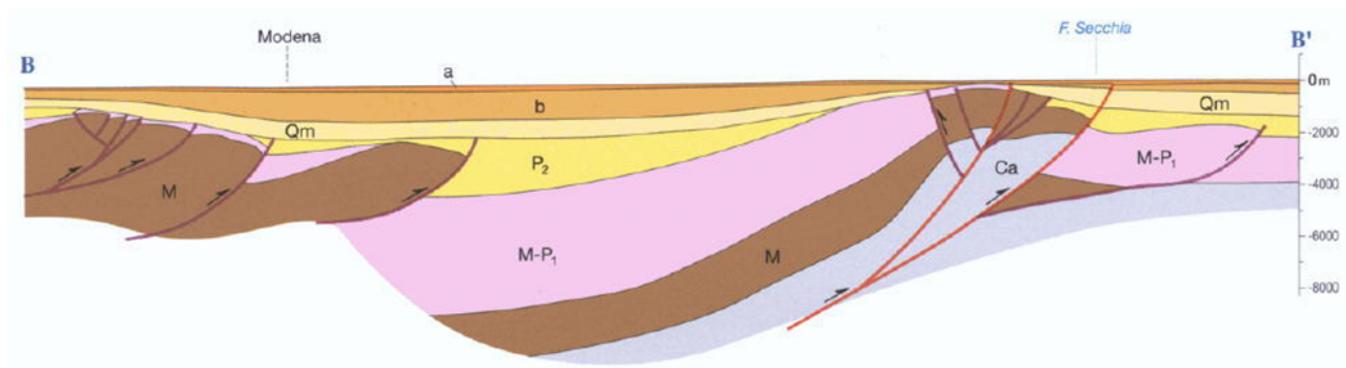


FIG. 3- SEZIONE GEOLOGICA PARALLELA ALL'AUTOSTRADA A22 UNA DECINA DI CHILOMETRI AD EST DELLA STESSA INFRASTRUTTURA (DA AA. VV., 2004, "CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA")

In Fig. 4 è rappresentata la quota della base del AES, con sfumature di colore corrispondenti ad intervalli di 50 metri. Si osserva che, nella porzione di pianura attraversato dal tratto di autostrada un esame, essa passa dagli oltre -300 m del settore più meridionale a quote molto più superficiali (inferiori a -50) in prossimità del confine settentrionale.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	10 di 30

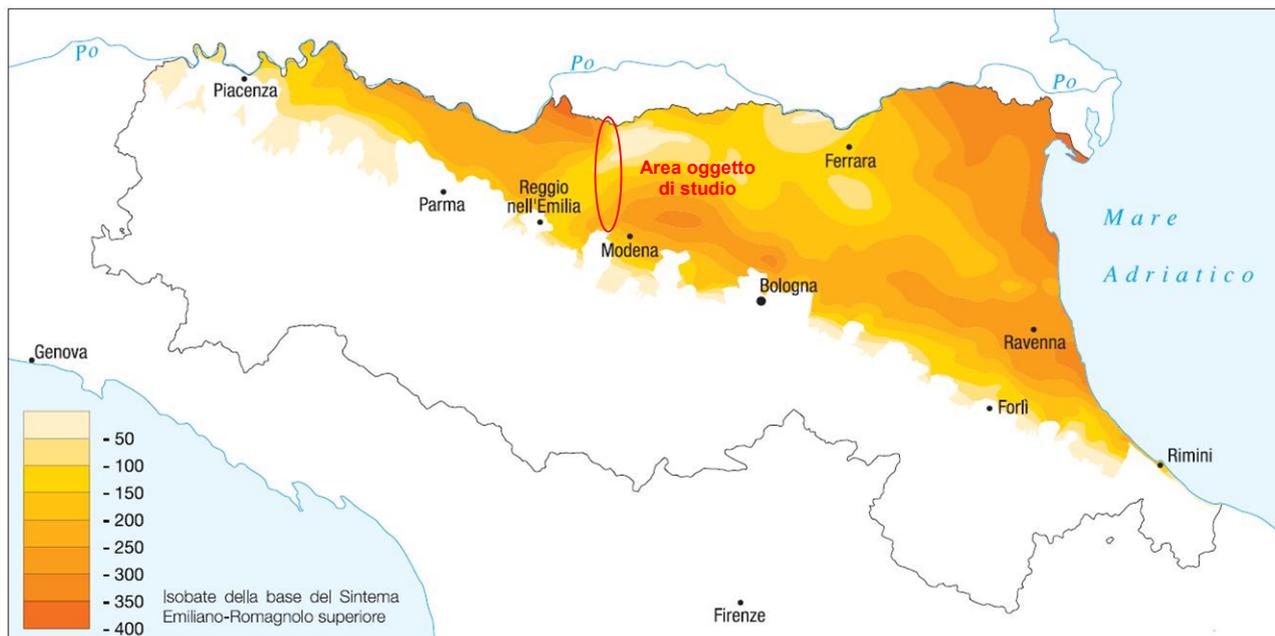


FIG. 4 - RAPPRESENTAZIONE DELLA BASE DEL SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE (DA "NOTE ALLA CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA")

Tale assetto è dovuto alla presenza delle già citate Pieghe Ferraresi, struttura appartenente al fronte di accavallamento esterno (E.T.F) che definisce il limite settentrionale dell'Appennino sepolto (cfr. Fig. 5).

Le Pieghe Ferraresi sono un sistema di pieghe-faglie che hanno dato origine a due dorsali sepolte che nell'insieme descrivono, in pianta, un arco vergente verso nord, esteso tra Reggio Emilia e la costa adriatica, che si spinge fino ed oltre il Po tra Ferrara e Occhiobello (RO). In particolare, sono distinguibili una dorsale più interna, che ha il massimo sollevamento tra Novi di Modena e Medolla, nota come struttura o alto di Mirandola, e una più esterna che ha il culmine tra Bondeno e Ferrara.

La strutturazione di queste dorsali sepolte è il risultato dell'attività di faglie inverse (*thrust*) la cui attività è iniziata nel Pliocene medio-superiore, con vergenza settentrionale e piano di scorrimento immergente verso sud; di attivazione più recente sono le strutture retrovergenti con piano di scorrimento immergente verso nord (*backthrust*) che interessano soprattutto gli orizzonti più superficiali.

Nelle aree di sinclinale lo spessore delle alluvioni supera i 500 m mentre nelle zone di alto strutturale, si riduce fino a meno di 100 m, con grandi lacune stratigrafiche e, talora, anche il substrato risulta fortemente eroso.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	11 di 30

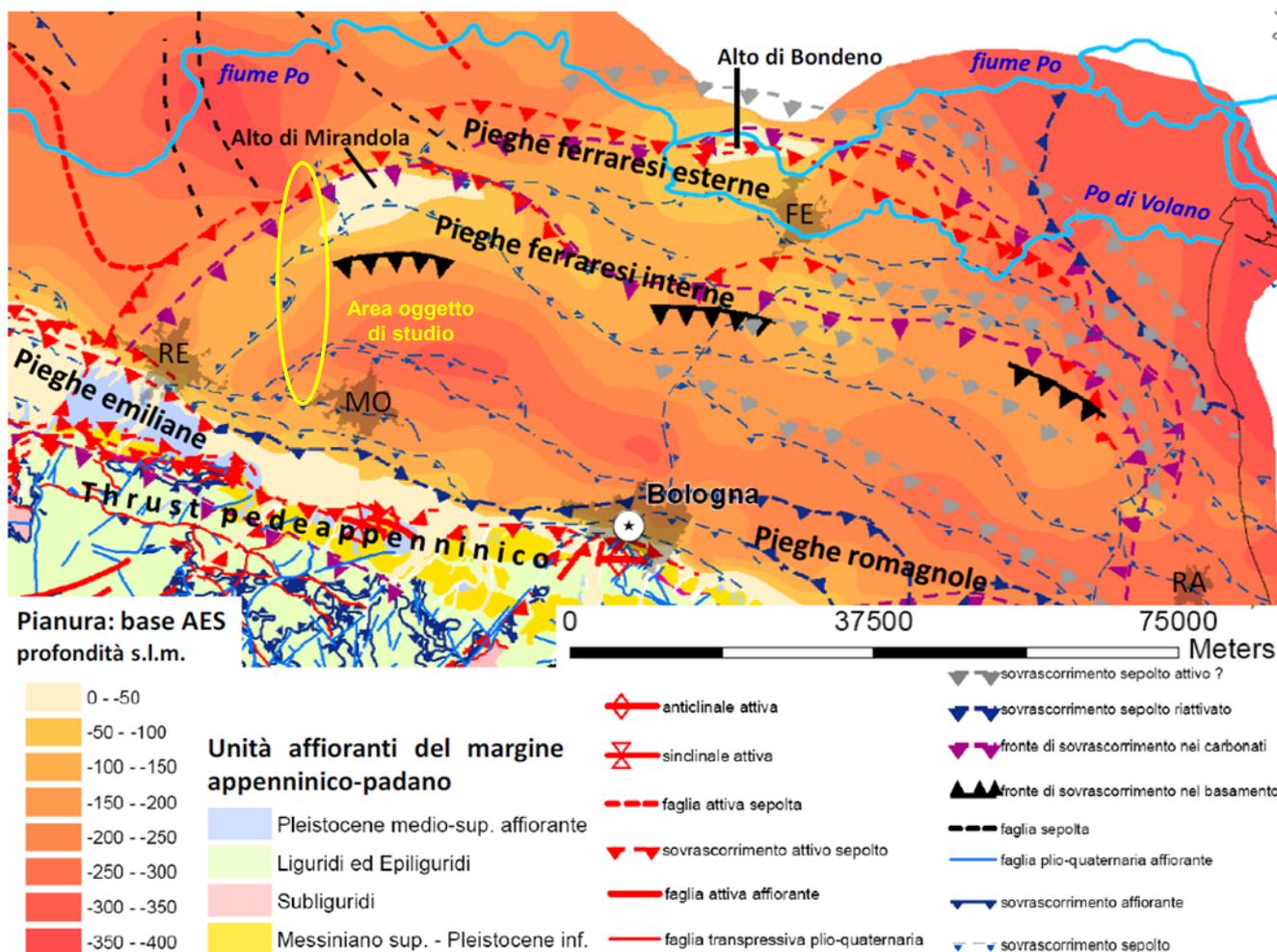


FIG. 5 - SCHEMA TETTONICO DELLA PORZIONE DI PIANURA IN CUI RICADE L'AREA OGGETTO D'INTERVENTO (TRATTO DA "QUADRO SISMOTETTONICO DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO E DELLA PIANURA PADANA CENTRALE" DI L. MARTELLI, 2011)

Nel complesso, i depositi affioranti nel territorio in esame sono relativi alla sottounità più recente del Supersistema Emiliano-Romagnolo, definita, in letteratura geologica, come Subsistema di Ravenna, costituita da una successione sedimentaria la cui deposizione è inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali verificatisi dal Pleistocene superiore ad oggi.

Con l'eccezione dell'estremità meridionale del tratto oggetto di studio, ubicato in corrispondenza dell'unghia della conoide del fiume Secchia, si tratta di depositi di piana alluvionale. Più precisamente, in provincia di Reggio Emilia, sono presenti solo depositi di piana a meandri, mentre, all'incirca, a sud del confine con la provincia di Modena alternano, in ordine di tessitura decrescente, depositi di canale, di argine prossimale, di argine distale, di area interfluviale e di palude.

Lo spessore massimo dell'unità è di inferiore a 20 metri. Il profilo di alterazione varia da poche decine di centimetri a 1 metro.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	12 di 30

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Emilia-Romagna	<i>Progetto definitivo</i>

Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche.

2.2 Carte geolitologiche

Ai fini del presente lavoro, riveste particolare interesse l'analisi delle caratteristiche litologiche dei terreni superficiali. La litologia permette, infatti, di dare un primo orientamento per la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei depositi sui quali saranno impostate le infrastrutture in progetto.

A tale scopo, è stato svolto uno studio che ha comportato, innanzitutto, la raccolta dei dati disponibili, quali, in particolare, studi geologici a scala comunale e provinciale, stratigrafie d'indagini geognostiche e carte tematiche (cfr. paragrafo 1.3).

Inoltre, si è proceduto all'acquisizione di nuove informazioni tramite un rilevamento di campagna, che ha comportato l'analisi diretta delle litologie affioranti e di quelle messe a giorno dagli scavi.

I risultati dello studio sono stati cartografati, alla scala 1:5.000, nelle Carte geolitologiche con ubicazione indagini di cui agli elaborati ER-GE.2.1, ER-GE.2.2, ER-GE.2.3 e ER-GE.2.4.

Esse rappresentano la distribuzione areale dei depositi del primo sottosuolo, fino a -2 m da piano campagna.

Poiché i dati raccolti non sono riferiti ad un comune sistema di classificazione, si è dovuto individuarne uno nuovo che, con semplicità, consentisse di dare una buona panoramica della situazione litologica superficiale, in accordo con la suddivisione in ambienti deposizionali e la situazione morfologica del territorio.

Per distinguere adeguatamente i terreni incontrati sono state, pertanto, individuate cinque classi.

L'attribuzione di ogni area ad una specifica classe è stata basata sul criterio della prevalenza tessiturale nell'ambito della verticale indagata.

I limiti tra le diverse classi sono stati tracciati a seguito di un'analisi di carattere morfologico e geologico che ha consentito di valutare i processi evolutivi responsabili dalla distribuzione spaziale delle singole unità litologiche.

Di seguito, vengono sinteticamente descritte le cinque classi individuate.

2.2.1 Depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi

Ricadono in questa classe i depositi di conoide, costituiti da le ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari amalgamati, intercalate a sabbie limose, in strati di spessore decimetrico.

Tali depositi sono stati cartografati solo nella tavola relativa al settore più meridionale del territorio in esame (cfr. elaborato ER-GE.2.4), dove si può osservare che non interessano direttamente l'autostrada A22.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	13 di 30

2.2.2 Depositi prevalentemente sabbiosi, talora sabbioso limosi

Si tratta di depositi tipici dell'ambiente deposizionale di canale e argine prossimale, costituiti, prevalentemente, da sabbie medie e fini, organizzate in strati di spessore decimetrico, intercalate a sabbie fini e finissime limose; subordinatamente, sono presenti limi argillosi. Localmente si trovano anche sabbie medie e grossolane, in corpi lenticolari e nastriformi.

L'infrastruttura oggetto di studio è impostata su questa classe litologica in vari tratti, sempre inferiori al chilometro, in corrispondenza delle progressive km 286, km, km 287,5, km 289, km 300, km 310 e all'intersezione con l'autostrada A1.

2.2.3 Depositi prevalentemente limosi, talora limoso sabbiosi

Si presentano come alternanze di sabbie finissime, spesso limose, limi, limi-sabbiosi e limi-argillosi, intercalate in strati di spessore decimetrico.

Sono depositi collocati in corrispondenza degli argini fluviali distali: le condizioni che ne causano la sedimentazione sono legate ad una diminuzione dell'energia di trasporto delle acque, tale da determinare la sedimentazione della frazione limosa, dopo che la frazione sabbiosa, più grossolana, è stata già depositata.

L'A22 interessa questa tipologia di depositi nel primo chilometro, subito a sud del confine con la Regione Lombardia, in 2 tratti, di poche centinaia di metri, in corrispondenza delle chilometriche 287 e 297, oltre che per un lungo tratto compreso tra la progressiva 304,5 e 309,5.

2.2.4 Depositi prevalentemente argillosi e limosi

Appartengono a questa classe i sedimenti di area interfluviale, ubicati nelle aree depresse della piana inondabile, interposte ai depositi di argine. Questi si sedimentano in condizioni di "stanca" quando l'energia del fiume che esonda è quasi totalmente esaurita e l'ultima frazione granulometrica che ancora viene portata in sospensione è quella più fine, argillosa.

Dunque, si tratta di argille, argille limose e limi argillosi laminati, deposti in strati medi e spessi, con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose, in strati da molto sottili a medi.

E' la tipologia di litotipi che più interessa la porzione emiliana dell'A22, in particolare, nel settore centrale, compreso all'incirca tra il km 290,5 e il km 304,5.

2.2.5 Depositi prevalentemente argillosi o limosi con elevati tenori di sostanza organica, torbe

Sono depositi con caratteristiche tessiturali analoghe a quelle della classe precedente ma in cui sono presenti anche livelli di argille e limi ricchi in sostanza organica, prevalentemente decomposta, tipici dell'ambiente di palude.

Si rinvengono come terreni d'imposta dell'infrastruttura in esame in 2 brevi tratti, in corrispondenza delle progressive 286,5 e 288, oltre che per un tratto di circa 1 chilometro, tra le progressive 289,5 e 290,5.

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	14 di 30

3 GEOMORFOLOGIA

3.1 Quadro geomorfologico di riferimento

L'area interessata dal tratto di autostrada in esame ricade all'interno della bassa pianura padana, in un contesto territoriale in cui il paesaggio, dal punto di vista morfologico, è caratterizzato dalla presenza di forme poco evidenti con quote comprese tra circa 18 m s.l.m., sul confine tra regione Emilia-Romagna e Lombardia e gli oltre 40 m s.l.m., in corrispondenza dell'intersezione con l'A1 nei pressi di Modena.

Nel complesso il territorio si presenta come una pianura monotona. Le morfologie naturali, che in zona si sviluppano a piccola scala, conferiscono all'area un aspetto debolmente ondulato, movimentato da forme allungate talora convesse e talora concave.

Lo studio dell'assetto morfologico è stato svolto sulla base della documentazione biblio-cartografica riguardante, principalmente, i più recenti studi geologici per la pianificazione territoriale di tutti i comuni interessati dal passaggio dell'infrastruttura in progetto, integrata da rilevamenti diretti di campagna.

Gli agenti morfogenetici che hanno svolto un ruolo predominante nel modellamento della pianura sono i corsi d'acqua: quelli appenninici, che l'attraversano in senso SW-NE, e il fiume Po, che presenta direzione est-ovest.

Altri elementi molto importanti nel modellamento del territorio sono le strutture tettoniche. Infatti, come già descritto nel paragrafo 2.1, questa regione, risulta estremamente attiva dal punto di vista tettonico (cfr. Dorsale Ferrarese); attività che ha fortemente condizionato la dinamica fluviale quaternaria.

Sempre sotto il profilo morfologico l'area in esame è da considerarsi integralmente antropizzata. Infatti, nei secoli, la comunità umana ha compiuto continue modifiche al territorio per renderlo compatibile all'insediamento e all'utilizzo agricolo.

L'aspetto più evidente di tale attività è la suddivisione del territorio attraverso una rete di collettori artificiali, pressoché ortogonali tra di loro, che consentono a periodi alterni lo scolo e la distribuzione irrigua delle acque. Questa rete, in relazione al prevalere di depositi superficiali a bassa permeabilità e alla morfologia pianeggiante della zona, risulta essere molto sviluppata.

Esigenze antropiche hanno portato all'edificazione di argini artificiali a fianco dei corsi d'acqua: sia del fiume Po, che dei torrenti appenninici, che dei principali canali. Detti argini, per le aree di pianura extragolenali, hanno provocato una sorta di congelamento dello stato di fatto morfologico antecedente la loro realizzazione (con eccezione di quanto possa derivare dall'attività antropica), mentre l'attività morfodinamica fluviale resta attiva all'interno delle golene.

Considerato il ruolo di primo piano svolto dalla dinamica fluviale nel plasmare la porzione di pianura in esame è interessante ricostruire il processo evolutivo dei principali corsi d'acqua che attraversano e/o hanno attraversato la zona, con riferimento agli ultimi millenni.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	15 di 30

A riguardo, è noto che il fiume Po ha sempre divagato per la pianura padana e, nel corso di queste migrazioni, ha raggiunto latitudini molto più meridionali rispetto a quelle dell'alveo attuale. Ad esempio, sedimenti del Po riscontrabili a profondità superiori a 100 m da piano campagna testimoniano un antico tracciato lungo la direttrice che congiunge le località di Carpi, Nonantola, S. Giovanni in Persiceto, Lugo e Cervia.

Per quanto concerne i tracciati che hanno condizionato l'attuale assetto morfologico della bassa pianura, gli studi consultati sono concordi nell'indicare che, durante l'età del bronzo, nel tratto compreso tra Guastalla e la piana del Po, il Po scorreva in due o più rami circa paralleli tra loro.

Quelli principali erano rappresentati dal Po di Adria, più a nord, e dal Po di Spina, che transitava lungo la fascia limitata a sud dalle attuali località di Gualtieri, Novi, Concordia sul Secchia, Bondeno e Ferrara, per poi sfociare presso la città etrusca di Spina, non lontana dall'attuale Comacchio.

A testimonianza di questo antico percorso, l'andamento della superficie topografica evidenzia la presenza di un dosso fluviale ad andamento meandreggiante, orientato est-ovest, a partire all'incirca da Guastalla sul quale sono stati edificati gli abitati di Brugneto, Villarotta, Reggiolo e Villanova, in asse al quale, attualmente, è impostato il Cavo Tagliata.

Secondo alcuni autori, un ulteriore ramo è possibile che passasse per l'area valliva su cui si trova l'attuale corso del Cavo Parmigiana-Moglia.

Il processo evolutivo dell'idrografia della zona ha avuto uno sviluppo significativo verso l'VIII sec. a.C.. A tale periodo vengono, infatti, attribuite due importanti rotture fluviali:

- la rottura nella zona di Brescello e Guastalla a seguito della quale il Po si dirigerà verso nord immettendosi nell'attuale Po Vecchio, che lambisce gli abitati di Suzzara, Gonzaga, Pegognaga fin verso Quistello.
- la rottura per sovralluvionamento del Po di Adria nei pressi di Sermide, che ne causò la decadenza e, praticamente fece sì che tutta la portata del fiume fosse convogliata nel ramo più meridionale, all'incirca in corrispondenza dell'attuale abitato di Bondeno.

A quanto sopra descritto consegue che, fino all'Alto Medioevo, il Po passava a Sud di Ferrara. Percorso che fu abbandonato nel XII secolo (1152 per alcuni autori), quando una piena storica causò la rotta di Ficarolo.

In tale occasione il corso del fiume si raddrizzò dirigendosi più a nord e nei secoli successivi il tratto terminale del Po, andò via via estendendosi in quella direzione. Il ramo di nord-est si ingrossò riducendo sempre più l'afflusso delle acque verso quello più meridionale. Nonostante l'intervento degli Estensi che deviarono il Reno nel vecchio alveo del Po, fu inevitabile il progressivo interrimento del Po di Ferrara.

Le diverse forme naturali rilevate nel territorio in esame appaiono strettamente correlate alle caratteristiche litologiche dei depositi che le costituiscono; tanto che, si può parlare di vere e proprie unità morfolitologiche.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	16 di 30

Le tracce di argini prossimali e di ventagli di rotta dei percorsi fluviali, attuali e antichi, sono associabili ai depositi più grossolani, prevalentemente sabbiosi. Allontanandosi da essi si individuano sedimenti sempre più fini: a dominanza limosa, in corrispondenza degli argini distali, e argillosa nelle aree interfluviali.

3.2 Carte geomorfologiche

Le caratteristiche geomorfologiche individuate per il territorio in esame sono riportate, congiuntamente alle informazioni relative all'idrografia superficiale, nelle Carte geomorfologiche di cui agli elaborati ER-GE.3.1, ER-GE.3.2, ER-GE.3.3, e ER-GE.3.4, tutte redatte alla scala 1:5.000.

In tali carte è stata rappresentata, innanzitutto, la zonazione descritta nel paragrafo precedente, distinguendo la bassa pianura, con depositi prevalentemente argillosi e limosi, dalla conoide del F. Secchia, caratterizzata da depositi più grossolani.

In tali carte è stato rappresentato, innanzitutto l'andamento delle isoipse, distinguendo, quelle principali, con equidistanza di 5 m, da quelle secondarie, con equidistanza di 1 m, e che evidenziano un generale, debole gradiente topografico verso nord, dell'ordine dell'1‰.

Quindi, sono stati riportati i principali elementi idrografici e morfologici identificati come elencati nei seguenti paragrafi, rispettando la suddivisione adottata nella legenda della Carta geomorfologica.

3.2.1 Elementi morfologici naturali

3.2.1.1 Asse di dosso fluviale

Grazie all'analisi delle carte altimetriche, della documentazione pregressa e dei sopralluoghi di campagna, è stato possibile individuare la presenza dei dossi fluviali.

In carta, le curve di livello, in corrispondenza dei dossi descrivono forme convesse e allungate, delimitate da zone a maggiore pendenza della superficie topografica, in cui le isoipse si ravvicinano. In campagna sono visibili solo quelli più pronunciati che contrastano con il paesaggio circostante, presentandosi come degli "alti" morfologici.

Negli elaborati redatti a corredo del presente studio, per evitare sovrapposizioni di tematismi e rendere più agevole la consultazione degli stessi elaborati, si è optato per rappresentare non l'intero dosso, ma solo il suo asse.

3.2.1.2 Traccia di paleoalveo incassato o a livello della pianura

Sono altre forme connesse con vecchi letti fluviali ora abbandonati. Detto abbandono, avviene di regola durante episodi di tracimazioni, facilitati dal dislivello esistente tra letto fluviale, spesso pensile, e la pianura circostante.

Si tratta di elementi difficilmente individuabili, sia in carta che durante i sopralluoghi: infatti la loro morfologia non entra in netto contrasto con il paesaggio circostante e anche sulle tavole le isoipse non

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	17 di 30

descrivono forme particolarmente evidenti, sotto l'aspetto altimetrico, in quanto detti elementi si trovano a livello della pianura o, al limite, leggermente incassati.

Le tracce cartografate sono, pertanto, state rilevate esaminando gli andamenti planimetrici del territorio in esame, unitamente alle informazioni biblio-cartografiche relative agli antichi percorsi fluviali.

3.2.1.3 Orlo di terrazzo alluvionale

Si tratta di una forma raffigurata solo nell'elaborato ER-GE.3.4, in cui compare una scarpata d'erosione fluviale, in sponda sinistra del fiume Secchia.

Questa rappresenta il limite tra il terrazzo delle alluvioni antiche e la valle in cui scorre attualmente il corso d'acqua.

3.2.2 Idrografia

Quali elementi idrografici sono stati distinti:

3.2.2.1 Fiume Secchia

E' l'unico corso d'acqua naturale che interessa la zona in esame.

Non interseca il tracciato autostradale, ma lo lambisce sul lato orientale, tra l'intersezione con l'A1 e l'abitato di Campogalliano, per poi spostarsi più ad est, fuori dai tagli cartografici degli elaborati redatti per il presente studio.

3.2.2.2 Corso d'acqua principale

In questa classe sono stati accorpati tutti gli elementi idrografici lineari principali, con eccezione del fiume Secchia già visto nel paragrafo precedente.

Si tratta di una fitta rete di canali, quasi sempre, artificiali, realizzati per assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio durante i periodi piovosi e un adeguato apporto idrico durante i mesi asciutti.

Tra questi meritano di essere citati:

- canale Parmigiana Moglia: o cavo Fiuma è un canale artificiale scavato in un vecchio alveo del fiume Po, già alla metà del XVI secolo, dal marchese di Gualtieri Cornelio Bentivoglio, e ampliato, per poter sopportare una quantità d'acqua maggiore, nei grandi lavori del 1919-1926, curati dall'ingegner Natale Prampolini; in esso, in autunno-inverno, sono convogliate le acque provenienti dai territori più alti (attraverso i cavi Bondeno, Naviglio, Tresinaro e Lama) che, a sua volta scarica, a caduta libera, nel Secchia, in località Bondanello (Comune di Moglia); nei periodi secchi (da maggio a settembre), invece, è utilizzato al contrario, per convogliare verso monte, per la destinazione agricola, l'acqua derivata dal Po, attraverso il canale Deviatore;
- cavo Lama: è il canale collettore delle acque alte per il modenese che svolge, per quasi tutto il suo corso, funzione di drenaggio dei terreni; si congiunge al canale Parmigiana-Moglia poco prima dello sbocco in Secchia, tant'è che, quando il fiume è in piena, le chiaviche di Bondanello

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	18 di 30

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Emilia-Romagna	Progetto definitivo

si chiudono e le acque, convogliate nel tratto terminale del cavo Lama, possono comunque venire smaltite dall'impianto idrovoro di Mondine di Moglia.

3.2.2.3 Lago di cava

Nella Carta geomorfologica, sono state rappresentate a parte le aree in cui l'attività estrattiva ha intercettato la falda freatica, che in zona presenta una soggiacenza particolarmente bassa. portando alla formazione di laghetti.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	19 di 30

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Emilia-Romagna	Progetto definitivo

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

Per ricostruire le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni dell'area oggetto di studio, sono stati considerati, innanzitutto, i dati pregressi già citati nel paragrafo 1.3.

In particolare, va sottolineata la vasta mole di informazioni fornite dalle campagne geognostiche effettuate dopo la redazione del progetto definitivo dell'intervento in esame.

Nei successivi paragrafi, sono descritte le varie tipologie di indagini di cui si sono potuti esaminare i risultati.

4.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Per la conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti lungo il tratto di infrastruttura oggetto d'intervento sono stati eseguiti 45 sondaggi a carotaggio continuo: 34 in provincia di Modena e 11 in provincia di Reggio Emilia.

In Tab. 4, per ciascun sondaggio sono riportati:

- provincia
- codice
- quota in m s.l.m.
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- eventuale prova *down-hole* effettuata nel foro di sondaggio
- eventuale piezometro installato nel foro di sondaggio
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	Codice	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	down hole	piezometro	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
RE	RE-SC1-PZ	20,0	285+456	25,00		X	4975173,72	645757,47
RE	RE-SC2-DH	20,3	285+852	45,00	X		4974711,15	645914,10
RE	RE-SC3-PZ	19,73	287+000	25,00		X	4973550,30	645987,44
RE	RE-SC4-PZ	20,8	288+410	-33,60		X	4972164,72	646126,32
RE	RE-SC5-DH	20,8	290+732	45,00	X		4969849,76	646206,14
RE	RE-SC6-DH	18,5	290+783	45,00	X		4969795,91	646187,93
RE	RE-SC7	18,8	285+450	27,70			4975104,83	646052,44
RE	RE-SC8	19,0	286+700	21,30			4973873,00	645933,10
RE	RE-SC9	19,0	288+240	20,60			4972353,19	646125,92
RE	RE-SC10	19,6	288+560	32,30			4972029,37	646124,48

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	20 di 30

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) <i>Tratto Regione Emilia-Romagna</i>	<i>Progetto definitivo</i>

provincia	Codice	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	down hole	piezometro	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
RE	RE-SC11	20,0	290+720	25,40			4969878,23	646201,61
MO	MO-SC1-PZ	20,5	290+827	45,00		X	4969755,54	646218,08
MO	MO-SC2-PZ	20,2	291+993	-45,00		X	4968603,06	646349,19
MO	MO-SC3-DH	20,2	292+025	45,00	X		4968558,78	646259,96
MO	MO-SC4-PZ	20,8	294+039	60,00		X	4966552,43	646444,69
MO	MO-SC5-DH	21,0	294+068	60,00	X		4966518,28	646379,97
MO	MO-SC6-PZ	22,2	295+000	25,00		X	4965575,64	646455,01
MO	MO-SC7-PZ	23,7	296+626	60,00		X	4963968,87	646370,94
MO	MO-SC8-DH	23,0	296+658	60,00	X		4963937,98	646304,81
MO	MO-SC9-DH	29,0	300+893	60,00	X		4959757,60	646132,11
MO	MO-SC10-PZ	29,0	300+890	60,00		X	4959775,17	646079,29
MO	MO-SC11-DH	29,7	302+141	45,00	X		4958529,98	645923,99
MO	MO-SC12-PZ	29,7	302+177	45,00		X	4958488,72	645986,80
MO	MO-SC13-PZ	31,0	304+403	60,00		X	4956270,41	646006,19
MO	MO-SC14-DH	31,1	304+464	60,00	X		4956210,63	646087,00
MO	MO-SC15-PZ	33,1	305+200	25,00		X	4955474,25	646028,59
MO	MO-SC16-DH	36,0	308+503	55,00	X		4952202,43	646402,29
MO	MO-SC17-PZ	36,0	308+514	55,00		X	4952186,35	646348,94
MO	MO-SC18	36,3	309+019	25,00			4951671,77	646348,92
MO	MO-SC19	36,3	309+044	22,00			4951652,15	646379,12
MO	MO-SC20	36,3	309+102	15,00			4951590,46	646372,44
MO	MO-SC21	41,1	312+030	35,00			4948699,30	646492,09
MO	MO-SC22-DH	42,0	312+611	30,00	X		4948166,89	646291,84
MO	MO-SC23	20,0	294+150	27,70			4966457,06	646420,97
MO	MO-SC24	23,0	296+540	22,30			4964075,44	646340,62
MO	MO-SC25	26,0	297+940	28,30			4962678,81	646457,89
MO	MO-SC26	28,5	299+700	22,30			4960938,13	646412,95
MO	MO-SC27	33,8	307+080	40,30			4953625,90	646172,72
MO	MO-SC28	36,5	309+470	23,70			4951259,57	646521,37
MO	MO-SC29-PZ	35,5	307+333	55,00		X	4953349,53	646167,05
MO	MO-SC30-DH	35,1	307+347	55,00	X		4953350,83	646255,51
MO	MO-SC31-DH	40,2	310+467	55,00	X		4950259,70	646682,36
MO	MO-SC32-PZ	40,2	310+505	55,00		X	4950226,40	646617,66
MO	MO-SC33-PZ	40,4	311+205	50,00		X	4949523,85	646609,23
MO	MO-SC34-DH	40,9	311+207	50,00	X		4949529,62	646535,69

TAB. 4– TABELLA RIEPILOGATIVA DEI SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO PREGRESSI

I report con le stratigrafie rilevate nel corso dei sondaggi e risultati delle prove in foro sono riportati nell'elaborato ER-GE.5.1.

Per le analisi dei campioni prelevati si rimanda, invece, agli elaborati ER-GE.5.3.1, ER-GE.5.3.2, ER-GE.5.3.3, ER-GE.5.3.4, ER-GE.5.3.5, ER-GE.5.3.6 e ER-GE.5.3.7.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	21 di 30

4.2 Trincee o pozzetti esplorativi

Per l'approfondimento delle conoscenze dei soli terreni più superficiali, in corrispondenza della fascia di spartitraffico, è stata eseguita una campagna di trincee e pozzetti che, nel tratto in esame ha previsto la realizzazione di 58 indagini: 44 in provincia di Modena e 14 in provincia di Reggio Emilia.

In Tab. 5 per ciascun saggio sono riportati:

- provincia
- codice
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	codice	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
RE	RE-T1	284+200	2,3	4976293,44	646431,55
RE	RE-T2	284+700	2,5	4975820,94	646276,89
RE	RE-T3	285+200	2,5	4975340,22	646137,51
RE	RE-T4	285+700	2,5	4974860,37	646000,96
RE	RE-T5	286+200	2,3	4974372,44	645927,56
RE	RE-T6	286+650	2,3	4973927,06	645945,38
RE	RE-T7	287+200	2,3	4973385,79	646033,49
RE	RE-T8	287+700	2,4	4972891,61	646114,78
RE	RE-T9	288+150	2,6	4972440,69	646148,82
RE	RE-T10	288+700	2,6	4971890,79	646139,72
RE	RE-T11	289+200	2,4	4971391,35	646131,87
RE	RE-T12	289+700	2,8	4970891,44	646124,09
RE	RE-T13	290+230	2,5	4970365,07	646161,31
RE	RE-T14	290+600	3,4	4969997,98	646205,48
MO	MO-T1	291+200	2,3	4969402,72	646279,51
MO	MO-T2	291+700	2,3	4968902,59	646308,15
MO	MO-T3	292+200	2,3	4968402,91	646330,88
MO	MO-T4	292+700	2,3	4967903,78	646355,77
MO	MO-T5	293+200	2,2	4967404,97	646382,73
MO	MO-T6	293+720	2,3	4966886,02	646412,93
MO	MO-T7	294+200	2,3	4966406,61	646441,19
MO	MO-T8	294+700	2,4	4965907,68	646468,23
MO	MO-T9	295+200	2,2	4965406,85	646466,42
MO	MO-T10	295+600	2,4	4965007,48	646435,31
MO	MO-T11	296+200	2,4	4964409,68	646381,58
MO	MO-T12	296+700	2,5	4963912,55	646352,52

provincia	codice	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MO	MO-T13	297+200	2,1	4963415,58	646393,67
MO	MO-T14	297+700	2,3	4962918,13	646450,25
MO	MO-T15	298+200	2,4	4962421,55	646504,20
MO	MO-T16	298+700	2,3	4961923,34	646550,92
MO	MO-T17	299+200	2,0	4961422,33	646531,50
MO	MO-T18	299+700	2,3	4960931,64	646427,85
MO	MO-T19	300+200	2,4	4960447,64	646303,11
MO	MO-T20	300+700	2,4	4959963,32	646178,73
MO	MO-T21	301+200	2,3	4959479,58	646061,47
MO	MO-T22	301+700	2,0	4958983,20	646006,78
MO	MO-T23	302+200	2,4	4958485,74	645961,55
MO	MO-T24	302+700	2,4	4957986,57	645936,03
MO	MO-T25	303+200	2,5	4957488,57	645971,23
MO	MO-T26	303+700	2,3	4956990,70	646014,28
MO	MO-T27	304+200	2,3	4956491,33	646049,58
MO	MO-T28	304+700	2,4	4955990,92	646056,39
MO	MO-T29	305+200	2,5	4955490,91	646046,13
MO	MO-T30	305+700	2,3	4954990,74	646035,95
MO	MO-T31	306+200	2,3	4954492,02	646042,02
MO	MO-T32	306+700	2,4	4953999,52	646119,40
MO	MO-T33	307+200	2,0	4953508,29	646213,98
MO	MO-T34	307+700	2,3	4953016,02	646303,33
MO	MO-T35	308+200	2,4	4952517,92	646358,33
MO	MO-T36	308+700	2,4	4952020,13	646405,49
MO	MO-T37	309+200	2,2	4951528,74	646481,87
MO	MO-T38	309+700	2,0	4951038,75	646582,45
MO	MO-T39	310+200	2,3	4950544,89	646668,88
MO	MO-T40	310+700	2,3	4950041,98	646663,91
MO	MO-T41	311+200	2,4	4949544,82	646600,44
MO	MO-T42	311+700	2,2	4949047,89	646540,82
MO	MO-T43	312+200	2,2	4948565,54	646408,02
MO	MO-T44	312+700	2,0	4948088,66	646243,71

TAB. 5– TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE TRINCEE O POZZETTI ESPLORATIVI PREGRESSI

Le stratigrafie rilevate nel corso dei sondaggi sono riportate nel report di cui all'elaborato ER-GE.5.5.

4.3 Prove penetrometriche statiche con punta meccanica

Le prove penetrometriche statiche, o CPT (*Cone Penetration Test*), sono delle indagini, eseguite in situ, per poter determinare la stratificazione e le proprietà meccaniche del terreno.

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	23 di 30

Sviluppate negli anni cinquanta in Olanda, sono oggi, in Italia, uno dei più usati ed accettati test di campagna. Sono indicate per tutte la tipologie di terreni, a parte in presenza di orizzonti ghiaiosi o di sabbie molto addensate, che non si riescono ad attraversare.

Uno dei principali vantaggi delle prove penetrometriche è la possibilità di ottenere dei dati in continuo. Esse, infatti, consistono nell'infissione all'interno del terreno, a velocità standardizzata costante, pari a $2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$, di una punta.

Per separare la resistenza alla punta da quella dovuta all'attrito lungo la batteria di aste, si agisce su una serie di aste interne ed indipendenti da quelle principali: esse agiscono direttamente solo sulla punta che può, così, penetrare di qualche centimetro prima di trascinare anche le aste esterne.

Abitualmente si fa uso della punta meccanica "di *Begemann*" (dal nome dell'ingegnere che l'ha progettata e realizzata), dotata di un manicotto cilindrico, posto sopra la punta stessa.

Anche le dimensioni della punta e del manicotto sono standardizzate, come di seguito elencato:

- diametro di base del cono $\phi = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $\beta = 60^\circ$

Spingendo sulle aste interne si fa penetrare dapprima la punta e si effettua la prima lettura; dopo circa 40 mm di penetrazione, viene agganciato anche il manicotto cilindrico e si misura pertanto la resistenza alla punta più quella dovuta all'attrito sul manicotto (seconda lettura). Per differenza si può ottenere, pertanto, anche il valore dell'attrito laterale (adesione terreno-acciaio). Infine spingendo sulle aste esterne, si ricompatta dapprima la punta precedentemente estesa (senza nessuna misura) e, insistendo, si può misurare lo sforzo totale necessario per far avanzare la punta, il manicotto e la batteria di aste esterne.

Nel tratto in esame sono state realizzate 11 prove CPT: 7 in provincia di Modena e 4 in provincia di Reggio Emilia.

In Tab. 6, per ciascuna prova, sono riportati:

- provincia
- codice
- quota in m s.l.m.
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	24 di 30

provincia	codice PROVA	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
RE	RE-CPT1	18,9	284+457	7,80	4976038,31	646354,30
RE	RE-CPT2	20,3	285+464	25,00	4975159,89	645772,05
RE	RE-CPT3	20,0	285+510	25,00	4975117,88	645751,53
RE	RE-CPT4	20,1	288+828	9,80	4971748,71	646075,45
MO	MO-CPT1	20,0	291+945	7,80	4968638,97	646262,64
MO	MO-CPT2	21,0	295+224	8,80	4965363,85	646483,68
MO	MO-CPT3	26,5	298+035	9,80	4962563,59	646437,94
MO	MO-CPT4	28,6	301+258	8,80	4959402,90	646058,53
MO	MO-CPT5	31,3	304+227	9,80	4956449,60	646057,41
MO	MO-CPT6	32,5	305+850	8,80	4954825,48	645985,66
MO	MO-CPT7	35,5	307+372	9,80	4953316,82	646207,09

TAB. 6– TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PROVE CPT PREGRESSE

I report con i risultati delle prove CPT sono riportati nell'elaborato ER-GE.5.2.

4.4 Prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono

Queste prove consistono nella misurazione della resistenza alla penetrazione di una punta elettrica dotata di piezocono, di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($V = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$). La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta, che agisce su una batteria di aste (aste cave con il cavo di trasmissione dati all'interno), alla cui estremità inferiore è collegata la punta con piezocono.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura estensimetrico collegato alla punta ed al manicotto dell'attrito laterale, e da un trasduttore di pressione per la misura della pressione interstiziale dei pori, cioè il carico idraulico istantaneo presente nell'intorno della punta, attraverso un setto poroso opportunamente saturato e disareato.

I dati delle resistenze alla punta, al manicotto laterale, della pressione dei pori e dell'inclinazione della punta vengono registrate su supporti magnetici e successivamente elaborati.

Nel tratto in esame sono state realizzate 23 prove CPTU: 22 in provincia di Modena e 1 in provincia di Reggio Emilia.

In Tab. 7, per ciascuna prova, sono riportati:

- provincia
- codice
- quota in m s.l.m.
- progressiva chilometrica

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	25 di 30

- massima profondità raggiunta in m
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	codice PROVA	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
RE	RE-CPTU1	19,7	287+000	1,71	4973540,00	645989,05
MO	MO-CPTU1	20,0	291+985	32,00	4968598,29	646367,45
MO	MO-CPTU2	20,2	292+032	29,00	4968552,28	646272,38
MO	MO-CPTU3	20,8	294+039	30,00	4966554,06	646468,51
MO	MO-CPTU4	21,0	294+068	30,00	4966516,00	646341,99
MO	MO-CPTU5	22,2	295+000	25,00	4965561,26	646455,01
MO	MO-CPTU6	23,7	296+626	35,00	4963968,56	646394,73
MO	MO-CPTU7	23,0	296+658	40,50	4963938,04	646278,54
MO	MO-CPTU8	29,0	300+890	41,50	4959778,07	646059,99
MO	MO-CPTU9	29,0	300+893	43,00	4959752,08	646153,35
MO	MO-CPTU10	31,0	304+420	45,00	4956253,57	646006,47
MO	MO-CPTU11	31,1	304+464	41,60	4956210,33	646067,01
MO	MO-CPTU12	33,1	305+200	1,43	4955462,25	646028,58
MO	MO-CPTU13	36,0	308+484	45,00	4952216,01	646345,71
MO	MO-CPTU14	36,0	308+503	43,50	4952204,83	646424,23
MO	MO-CPTU15	35,5	307+339	27,96	4953342,31	646163,58
MO	MO-CPTU16	35,1	307+340	29,94	4953358,59	646257,04
MO	MO-CPTU17	26,0	298+935	30,00	4961669,45	646557,85
MO	MO-CPTU18	28,8	299+500	35,00	4961154,47	646450,92
MO	MO-CPTU19	40,2	310+455	43,88	4950271,74	646682,86
MO	MO-CPTU20	40,2	310+517	43,30	4950214,68	646619,41
MO	MO-CPTU21	40,4	311+193	32,86	4949535,90	646609,74
MO	MO-CPTU22	40,9	311+195	39,22	4949541,67	646536,19

TAB. 7– TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PROVE CPTU PREGRESSE

Analogamente a quanto fatto per le prove CPT, i report con le tabelle e i grafici dei valori di resistenza, rilevati nel corso delle prove CPTU, sono riportati nell'elaborato ER-GE.5.2.

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Emilia-Romagna	<i>Progetto definitivo</i>

5 INDAGINI INTEGRATIVE

Alla luce delle necessità progettuali e, soprattutto, di quanto ricostruito grazie alla raccolta e analisi critica della documentazione esistente, relativa all'area oggetto d'intervento, descritta nel capitolo 4, all'interno del presente studio, è stato pianificato un programma di indagini integrative.

Dette indagini sono state eseguite dalla ditta Intergeo s.r.l. di Modena tra l'ottobre e il dicembre 2015.

Come indicato in Tab. 8, nel tratto emiliano sono state realizzate 6 prove CPTU: 2 in provincia di Modena e 4 in provincia di Reggio Emilia. 2 di esse non hanno raggiunto la profondità prevista, pari a 30 m, riuscendo comunque a indagare un discreto spessore di sottosuolo: rispettivamente, 10,94 e 25,00 m.

In 3 casi, per l'attraversamento dell'orizzonte più superficiale, è stato necessario realizzare un preforo tramite sondaggio a carotaggio continuo.

provincia	codice prova	sondaggio di preforo	quota (m)	progressiva (km)	eseguita nel	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
RE	RE-CPTU2	si	19,16	287+223	ott-15	- 30,00 m	4973341,84	646003,51
RE	RE-CPTU3	si	21,80	289+234	ott-15	- 25,00 m	4971342,04	646130,13
RE	RE-CPTU4	si	21,00	290+352	ott-15	- 30,00 m	4970224,38	646137,18
RE	RE-CPTU5		19,40	288+407	dic-15	- 30,00 m	4972168,54	646092,99
MO	MO-CPTU23		41,00	311+729	dic-15	- 30,00 m	4949010,37	646494,24
MO	MO-CPTU24		41,80	312+612	dic-15	- 10,94 m	4948183,21	646212,73

TAB. 8 – INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE RELATIVE AL TRATTO AUTOSTRADALE IN ESAME

Anche i report con le tabelle e i grafici dei valori di resistenza rilevati nel corso delle prove CPTU rintegrative sono riportati nell'elaborato ER-GE.5.2.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	27 di 30

6 SEZIONI LITOSTRATIMETRICHE

Le indagini pregresse e di nuova esecuzione hanno consentito di ricostruire l'assetto litostratimetrico dell'area oggetto di studio.

In particolare, alla luce di quanto emerso nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo e delle prove penetrometriche, si sono potute redigere le sezioni, in scala L=1:5.000 H=1:500, raffigurate negli elaborati ER-GE.4.1, ER-GE.4.2, ER-GE.4.3, ER-GE.4.4.

In tali elaborati, le singole indagini sono state posizionate in relazione dell'ubicazione planimetrica fornita, determinandone la quota di inizio sulla base dei dati altimetrici al contorno.

Sotto ogni sezione sono rappresentate le distanze, progressive e parziali, e la quota del terreno sul livello del mare (s.l.m.).

Per ogni sondaggio sono indicati:

- il codice
- la profondità in m
- la quota assoluta di bocca foro in m s.l.m.
- l'ubicazione rispetto all'asse del tracciato con distanza espressa in m
- l'anno in cui è stato realizzato
- se è stato o meno traslato dalla posizione originale (ai fini di consentirne la lettura)
- l'eventuale effettuazione di campionamenti, indisturbati, rimaneggiati e/o di prove SPT
- il livello massimo raggiunto dalla falda
- se è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto, rappresentando il tratto fenestrato

Inoltre, è stata raffigurata la successione litostratimetrica incontrata, distinguendo le seguenti classi:

- R = materiale di riporto
- V = terreno vegetale
- C = ciottoli
- G = ghiaia
- S = sabbia
- L = limo
- A = argilla
- T = torba
- ASF = asfalto
- O = materiale organico

e seguenti condizioni di copresenza o alternanza:

- XY = deposito misto con parti uguali di X e di Y

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	28 di 30

- X-Y = deposito misto con X molto più abbondante di Y
 - X/Y = alternanze paritetiche di X e Y
- e rappresentando, sulla colonna stratigrafica, le profondità (in m) sia dei cambi litologici che dei multipli di 5 m.

Anche per le prove penetrometriche sono stati indicati:

- il codice
- la profondità in m
- la quota assoluta di bocca foro in m s.l.m.
- l'ubicazione rispetto all'asse del tracciato con distanza espressa in m
- l'anno in cui è stata realizzata
- se è stata o meno traslata dalla posizione originale (ai fini di consentirne la lettura)

Inoltre sono rappresentati i grafici, al variare della profondità, rispettivamente:

- del Rapporto di Begemann, Rp/RI, per le prove penetrometriche statiche con punta meccanica
- del coefficiente di attrito, Fr (%), e della pressione interstiziale dei pori, u (MPa), per le prove penetrometriche statiche con punta elettrica dotata piezocono

I dati delle indagini sono stati correlati nelle sezioni utilizzando 7 differenti classi di terreni:

1. Depositi prevalentemente ghiaiosi in matrice sabbiosa, ghiaie con sabbie
2. Depositi prevalentemente sabbioso ghiaiosi, sabbie con ghiaie e ciottoli
3. Depositi prevalentemente sabbiosi, talora sabbioso limosi
4. Depositi prevalentemente limosi o limoso sabbiosi
5. Depositi prevalentemente argillosi, argilloso limosi o limoso argillosi
6. Depositi prevalentemente argillosi o limosi con elevati tenori di sostanza organica, torbe
7. Rilevato autostradale esistente

Dalla lettura di questi elaborati si evince che la classe più presente nel sottosuolo in esame, considerando uno spessore una cinquantina di metri, è quella dei "Depositi prevalentemente argillosi, argilloso limosi o limoso argillosi" che domina tutta la porzione di pianura a sud della chilometrica 292.

In questo tratto, le altre tipologie di depositi formano solo delle lenti di dimensioni variabili.

Quelle di "Depositi prevalentemente ghiaiosi in matrice sabbiosa, ghiaie con sabbie" e di "Depositi prevalentemente sabbioso ghiaiosi, sabbie con ghiaie e ciottoli" si trovano solo nel settore più meridionale a rappresentare le diramazioni più avanzate della conoide del fiume Secchia.

Per quanto riguarda i "Depositi prevalentemente limosi o limoso sabbiosi" un importante livello, spesso quasi 20 m, è stato rappresentato tra la chilometrica 309 e la chilometrica 310.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	29 di 30

Da segnalare è anche la lente di “Depositi prevalentemente argillosi o limosi con elevati tenori di sostanza organica, torbe”, dunque, con caratteristiche geotecniche scadenti, che domina il primo sottosuolo tra le chilometriche 297 e 300.

Differente è, invece, l’assetto litostratigrafico del settore più settentrionale, a nord della chilometrica 292, dove si nota che, a partire da una profondità variabile, compresa tra i 7 e i 17 m dal piano d’indagine, si incontra un potente banco, pluridecimetrico di “Depositi prevalentemente sabbiosi, talora sabbioso limosi”, riconducibile alla sedimentazione del fiume Po, quando scorreva molto più a sud rispetto all’attuale posizione.

In conclusione, ponendo a confronto il modello geologico, ricostruito nel presente studio, con quello realizzato per il progetto definitivo, basato su una quantità di dati assai minore, è emerso che, in quest’ultimo, è stata operata una sovrastima di quella che era stata definita come “UNITA’ D: depositi fluvioglaciali e/o alluvionali costituiti da depositi torbosi – palustri”. Infatti, tale tipologia di depositi, che si riteneva caratterizzare il sottosuolo a sud della chilometrica 295, per oltre una decina di chilometri, e tra la chilometrica 286 e il confine regionale, ora, come sopradescritto, è stata raffigurata in orizzonti di estensione e potenza significativa solo tra le chilometriche 297 e 300.

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	ER-GE.1 - Relazione geologica	Agosto 2023	1	30 di 30