

**AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA
ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI
AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE
ESISTENTE**

PROGETTO DEFINITIVO

Cod. UC 16

**PROGETTAZIONE: R.T.I. PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
CREW Cremonesi Workshop S.r.l. – ART Ambiente Risorse Territorio S.r.l.
ECOPLAME S.r.l. – InArPRO S.r.l.**

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Michele Curiale (Progin S.p.A.)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Antonio CITARELLA

CAPOGRUPPO

MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Paolo IORIO

MANDANTI:



Direttore Tecnico
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Pasquale Pisano



Direttore Tecnico
Dott. Ing. Massimo T. DE IORIO

PROTOCOLLO

DATA

201

GEOLOGIA E GEOTECNICA
RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE PROGETTO:

NOME FILE:

REVISIONE

PROGETTO: L0411X LIV. PROG: D COD. PROG: 1201

T00GE00GEORE01

B

| | | | | | |
|------|-------------|---------------|-------------|------------|-----------|
| B | Emissione | Novembre 2021 | M. Galletti | G. Carra | P. Iorio |
| A | EMISSIONE | 04/05/2020 | GALLETTI | CARRA | IORIO |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

| | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 2 DI 37 |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|

I N D I C E

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | RIFERIMENTI NORMATIVI | 4 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE | 5 |
| 3.1 | ASSETTO GEOLOGICO GENERALE..... | 5 |
| 3.2 | FAGLIE ATTIVE E CAPACI | 9 |
| 4 | CARATTERIZZAZIONE GEOLITOLOGICA | 11 |
| 4.1 | MODELLO GEOLOGICO DEL TRACCIATO..... | 12 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA | 16 |
| 6 | ASSETTO IDROGEOLOGICO | 19 |
| 7 | INDAGINI GEOGNOSTICHE | 22 |
| 8 | CARATTERIZZAZIONE SISMICA | 24 |
| 8.1 | SISMICITÀ STORICA E RECENTE DELL'AREA | 24 |
| 8.2 | SORGENTI SISMOGENETICHE | 26 |
| 8.3 | ZONAZIONE SISMOGENETICA | 28 |
| 8.4 | AZIONI SISMICHE | 30 |
| 8.4.1 | Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali | 34 |
| 8.4.2 | Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali..... | 35 |
| 8.5 | LIQUEFAZIONE | 35 |

| | | |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: right;">Pag.</p> <p style="text-align: right;">3 DI 37</p> |
|--|---|--|

1 INTRODUZIONE

L'intervento in progetto prevede l'adeguamento funzionale dello svincolo di Eboli lungo la A2 "Autostrada del Mediterraneo", all'altezza della progressiva 30+000 presso il centro abitato.

L'intervento agisce tanto sulle rampe di svincolo quanto sui raccordi con la viabilità esistente: lo svincolo è infatti racchiuso tra la linea ferroviaria a nord, la provinciale SP195 a sud e la provinciale SP426; quest'ultima risulta strategica direttrice nord-sud tra l'autostrada e l'importante sito Unesco di Paestum.

L'elevata densità antropica che circonda l'area di svincolo limita notevolmente le scelte progettuali.

Dal punto di vista amministrativo il progetto ricade interamente nel territorio del comune di Eboli, in provincia di Salerno.

La presente relazione, accompagnata dagli elaborati grafici di pertinenza, definisce gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici del territorio all'interno del quale si prevede la realizzazione dell'opera.



Figura 1: Inquadramento da ortofoto dello svincolo di Eboli.

| | | |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">4 DI 37</p> |
|--|---|--|

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»”.
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 – Testo Unitario – Norme tecniche per le costruzioni (G.U. del 20.02.2018) e Circolare 21 gennaio 2019 n. 7” Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- D.G.R. 7/11/2002, n. 5447. Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania;
- D.P.G.R. 24/1/2003, n. 248. Deliberazione della Giunta Regionale n. 5447 del 7 novembre 2002 recante "Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania". Circolare applicativa relativa alla strumentazione urbanistica;
- O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274. “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.” (Ordinanza n. 3274);
- O.P.C.M. 28 aprile 2006. “Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone“ (Ordinanza 3519);
- D.G.R. del 28/10/2006, n. 1701. Linee guida per la mitigazione del rischio sismico per le infrastrutture pubbliche e per il patrimonio edilizio pubblico e privato;
- D. Lgs. n.163 del 12 aprile 2006: “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”.

| | | |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">5 DI 37</p> |
|--|---|--|

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE

3.1 Assetto geologico generale

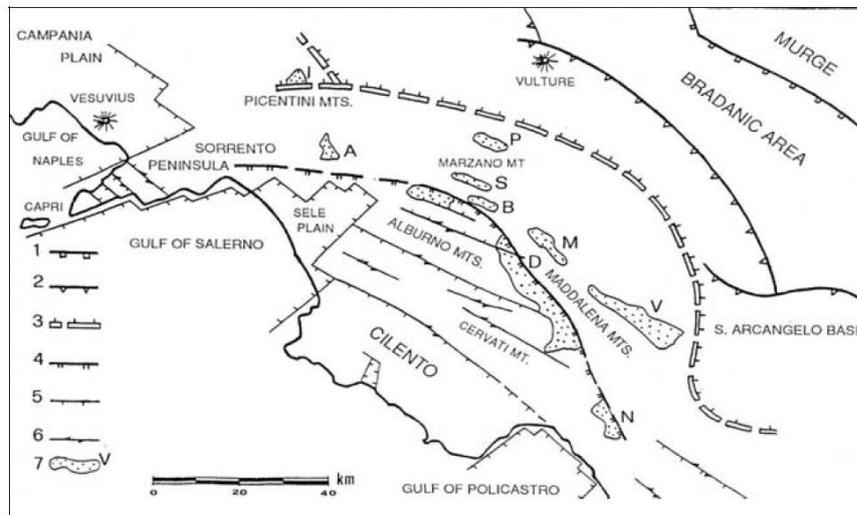
Il territorio comunale di Eboli ricade nella parte centro settentrionale della pianura alluvionale del Fiume Sele, estendendosi dalle zone pedemontane del Monte Raione a nord-est e dalla fascia collinare delle Colline di Eboli a nord-ovest, verso la piana terrazzata e l'alveo del F. Sele.

Dal punto di vista geologico, è caratterizzato dalla presenza di diverse unità litostratigrafiche, con un assetto strutturale molto complesso. La pianura alluvionale in esame occupa un'area di cerniera tra la catena Sud-Appenninica ed il Bacino Tirrenico, il cui assetto strutturale si è determinato in seguito all'evoluzione geodinamica del sistema Bacino di Retroarco-Catena Appenninica-Sistema di Avanfossa, durante il Neogene Superiore – Quaternario. La migrazione del sistema verso est, iniziata a partire dal Cretaceo superiore in seguito al processo di convergenza tra i paleo-margini africano ed europeo, determina un accorciamento dell'originario sistema paleogeografico. In conseguenza di tale raccorciamento i domini paleogeografici vengono deformati ed inclusi nel prisma di accezione generando una complessa struttura a pieghe e sovrascorrimenti che risulta successivamente smembrata da faglie plio-quadernarie ad alto angolo con diverse orientazioni e cinematiche.

L'Appennino meridionale rappresenta un segmento della catena appenninica che si estende dalla Campania fino alla Calabria settentrionale. La porzione tirrenica dell'Appennino campano lucano è caratterizzata dalla presenza di ampie zone depresse (Piana di Garigliano, Piana Campana, Piana del Sele) legate geneticamente all'evoluzione del dominio estensionale tirrenico (DOGLIONI et alii, 1990; CINQUE et alii, 1993; CAIAZZO et alii, 2006). A questa sono associate sia la genesi di faglie normali con andamento antiappenninico che la riattivazione, con movimento trascorrente, di faglie preesistenti, caratterizzate da andamento NO-SE.

Dal punto di vista strutturale la Piana del Sele corrisponde alla parte continentale di una depressione (graben peri-tirrenico), rappresentando un'ampia morfo-struttura negativa e subsidente di età plio-quadernaria, che si prolunga all'interno del Golfo di Salerno, circondata a monte da unità terrigene terziarie e da unità carbonatiche mesozoiche. In Figura 2 si può osservare che a nord, la piana è delimitata dagli alti strutturali dei Monti Lattari e dei Monti Picentini e a sud-est dai rilievi compresi tra i Monti Alburni ed il Cilento.

| | | |
|--------------------------------|--|---------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 6 DI 37 |
|--------------------------------|--|---------------------|



Legenda

- 1) Scarpata occidentale dell'avanfossa apula.
- 2) Limite orientale della catena.
- 3) Limite ipotetico tra zona assiale e zona esterna della catena.
- 4) Limite ipotetico tra zona assiale e zona interna della catena.
- 5
- 6) Principali scarpate di faglia.
- 7) Bacini intramontani.

Figura 2 Schema morfostrutturale dell'Appennino meridionale (modificato da CINQUE et alii, 1993)

Mentre la porzione occidentale di questa morfostruttura è rimasta sostanzialmente sommersa a partire dalla sua individuazione nel Miocene superiore, la porzione orientale è caratterizzata da emersione e conseguente erosione che perdura fino al Pliocene medio e che porta alla formazione di una estesa paleo-superficie riconoscibile sui rilievi circostanti. Con il successivo sollevamento e smembramento della paleo-superficie la porzione orientale del graben diviene sede di accumulo dei Conglomerati di Eboli, derivante essenzialmente dall'erosione dei circostanti rilievi carbonatici. Ulteriori movimenti tettonici provocano il sollevamento e la deformazione dei Conglomerati di Eboli e l'individuazione dell'attuale piana. (BRANCACCIO et alii, 1987). Questi ultimi mostrano le fasi dislocative, con formazione di versanti di faglia che bordano la piana.

La fascia esterna della piana è invece colmata da sedimenti fluviali e marini del Pleistocene medio- superiore ed Olocene, soggetti a sollevamento nel Pleistocene superiore, secondo CINQUE et alii (1988), in considerazione delle quote relativamente elevate alle quali si rinvennero i coevi depositi litorali.

Nel settore della catena sud-appenninica in cui ricade il territorio del Comune di Eboli, è possibile quindi distinguere un substrato pre-quadernario, costituito da unità tettoniche derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici differenti (di piattaforma carbonatica e di bacino pelagico), su cui si depongono unità silico-clastiche plio-quadernarie. Le prime sono rappresentate, dalla più alta geometricamente, da successioni riferibili alla Unità tettonica sicilide e dalla Unità tettonica dei M.ti Lattari – M.ti Picentini. Le seconde da successioni riferibili ai supersintemi di Eboli e di Battipaglia-Persano, ed ai sintemi di Gromola e Campolongo.

| | | |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">7 DI 37</p> |
|--|---|--|

Da un punto di vista strutturale si possono quindi distinguere le seguenti unità:

- **Unità tettonica sicilide:** Questa unità, che rappresenta l'elemento strutturale geometricamente più elevato, è costituita da depositi prevalentemente emipelagici con intercalazioni torbiditiche. Vi appartengono successioni riferibili al Gruppo delle Argille Variegate;
- **Unità tettonica dei Monti Lattari – Monti Piacentini:** Questa unità è rappresentata da successioni di piattaforma. L'età è compresa tra il Triassico ed il Cretaceo;
- **Supersintema Eboli (Conglomerati Eboli):** I sedimenti di questo Supersintema rappresentano i depositi dell'antica piana alluvionale del Fiume Sele (CINQUE et alii, 1988, RUSSO, 1990). Sono rappresentati da facies ghiaiose prevalentemente di genesi alluvionale e detritica e sono presenti, a quote variabili, lungo tutta la fascia pedemontana e collinare dei M.onti Piacentini. Lo spessore è di alcune centinaia di metri, con caratteristiche litologiche variabili da punto a punto (da brecce ben cementate, anche da concrezioni travertinose e spesso carsificate a ghiaie piuttosto sciolte con elevata matrice sabbiosa), intervallati a più altezze stratigrafiche da lenti di argille, sabbie e paleosuoli. Tali depositi sono dislocati dalla tettonica con sollevamenti di alcune centinaia di metri lungo i margini della Piana e ribassamenti "a gradinata" verso il suo centro. L'età è riferibile al Pleistocene inferiore;
- **Supersintema Battipaglia-Persano:** Comprende depositi di conoide alluvionale e piana alluvionale ed è formato da ghiaie sabbiose e travertinose, da sabbie e da subordinate peliti sabbiosi. Tali depositi sono compresi stratigraficamente tra i conglomerati del Supersintema Eboli alla base e i depositi tirreniani del sintema Gromola al top. L'età è riferibile al Pleistocene medio.
- **Sintema Gromola:** Comprende depositi di ambiente lagunare, eolico, marino e alluvionale rappresentati da argille, argille limose, limi e sabbie, limi torbosi, da sabbie eoliche medie e fini, sabbie di spiaggia sommersa, ghiaie fluviali, e da sabbie limose e limi bruno rossastri costituenti coltri eluvio-colluviali. L'età è riferibile al Pleistocene superiore;
- **Sintema Campolongo:** I depositi di questo sintema costituiscono un prisma di sedimenti trasgressivi e progradazionali deposti sul fronte della piana del Fiume Sele nel corso dell'Olocene. Comprende i cordoni dunari costieri di Laura e Sterpina,

| | | |
|--------------------------------|---|----------------------------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p>ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p>Pag.</p> <p>8 DI 37</p> |
|--------------------------------|---|----------------------------|

rappresentati da sabbie eoliche medie e fini, sabbie ghiaiose, di spiaggia, da argille, argille limose, limi e sabbie limose, argille e limi torbosi. L'età è riferibile all' Olocene.

Alla scala locale l'area in esame (cerchietto rosso in Figura 3) ricade principalmente in corrispondenza dei termini appartenenti al Supersistema Battipaglia-Persano (BP_a), costituito da depositi di ambiente di conoide alluvionale, lacustre, eolico, transizionale e marino-costiero. Tali depositi sono compresi stratigraficamente tra i conglomerati del Supersistema di Eboli (CE), alla base, e i depositi tirreniani del sistema Gromola al tetto.

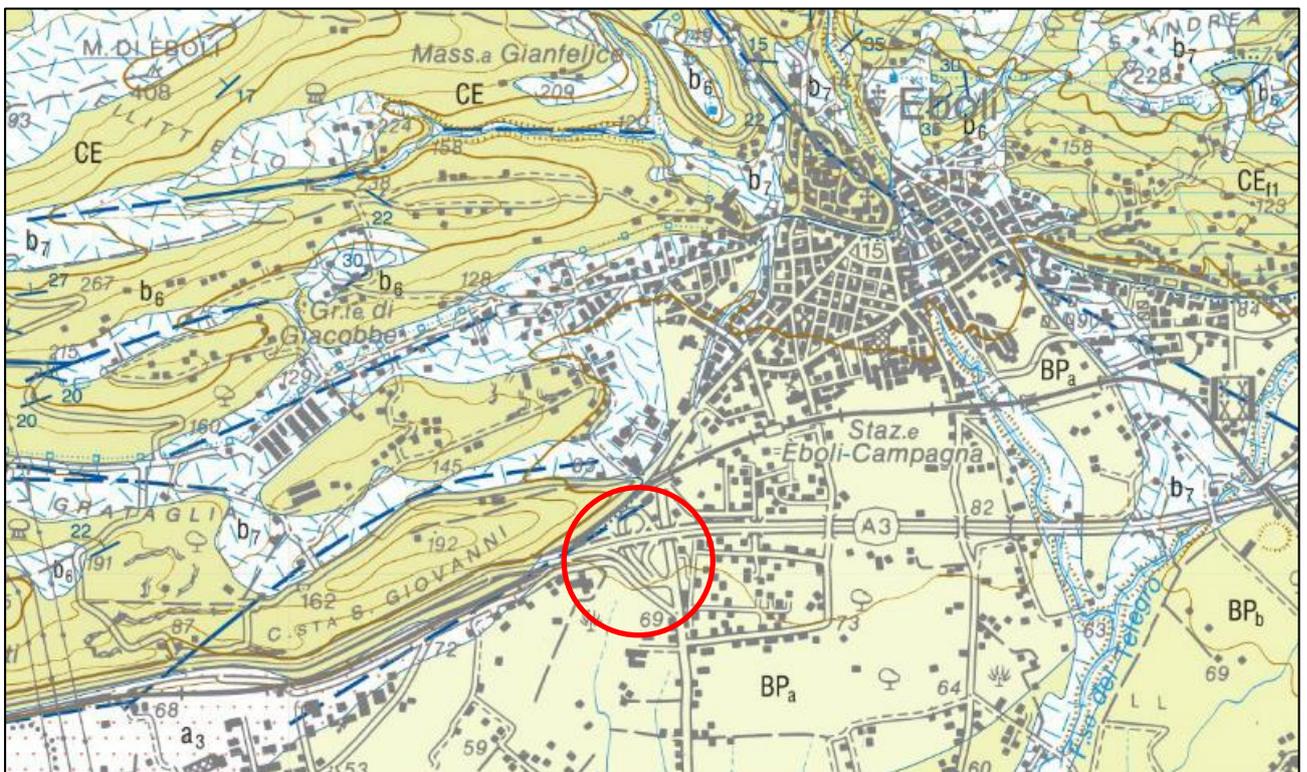


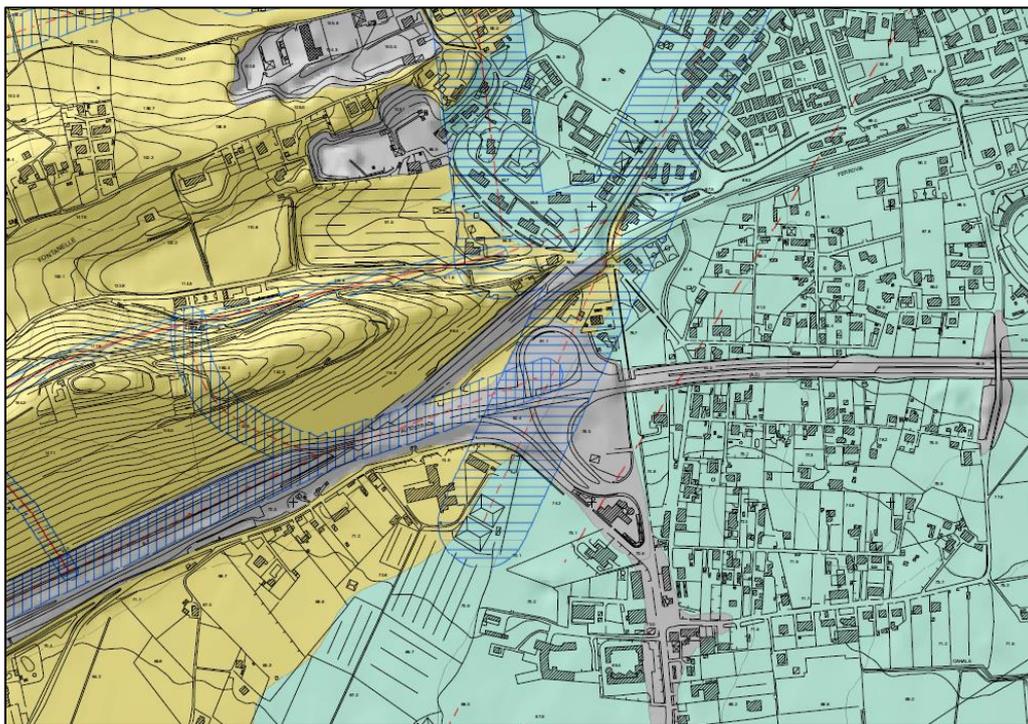
Figura 3 Estratto della Carta Geologica D'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio-468 Eboli

| | | |
|------------------------|---|---------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 9 DI 37 |
|------------------------|---|---------------------|

3.2 Faglie attive e capaci

In corrispondenza dell'area in esame è stata individuata la presenza di faglie in diverse fonti bibliografiche. Tra queste, la carta di microzonazione sismica presente nel P.U.C. del comune di Eboli (Figura 4) evidenzia la presenza di faglie attive capaci "presunte" interferenti con l'area in progetto. Il portale ITHACA – Catalogo delle faglie capaci non riporta al contrario l'indicazione di nessuna tipologia di faglia capace (Figura 5). Inoltre, studi specifici circa la distribuzione spazio-temporale e le caratteristiche della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale indicano, a nord della area in esame (in corrispondenza della faglia individuata sul portale ITHACA), la presenza di sistemi di faglie ad attività tardo quaternaria (Figura 6).

Come confermato dagli eventi sismici registrati e le informazioni indicate dal Database delle zone sismogenetiche DISS3.2.1 (Figura 7), si ritiene che la considerazione delle faglie, presenti nella carta di microzonazione sismica, come "capaci" sia eccessivamente cautelativa e non trovi riscontro negli elementi rilevati sul campo e sulla documentazione bibliografica consultata.



| | | | | |
|-------|---------------|---------------------------------|----------------|--|
| FAGLE | Faglie capaci | Rilevata | Fascia 15+15m | |
| | | Presunta | Fascia 30+30m | |
| | | Prosecuzione di faglia rilevata | Fascia 75+75 m | |
| | | Presunta | Fascia 15+15m | |

Figura 4 Estratto della Carta della Microzonazione in prospettiva sismica del P.U.C. di Eboli (Elaborato 53/4 – Scala 1:5.000)

| | | |
|---|---|---|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">10 DI 37</p> |
|---|---|---|

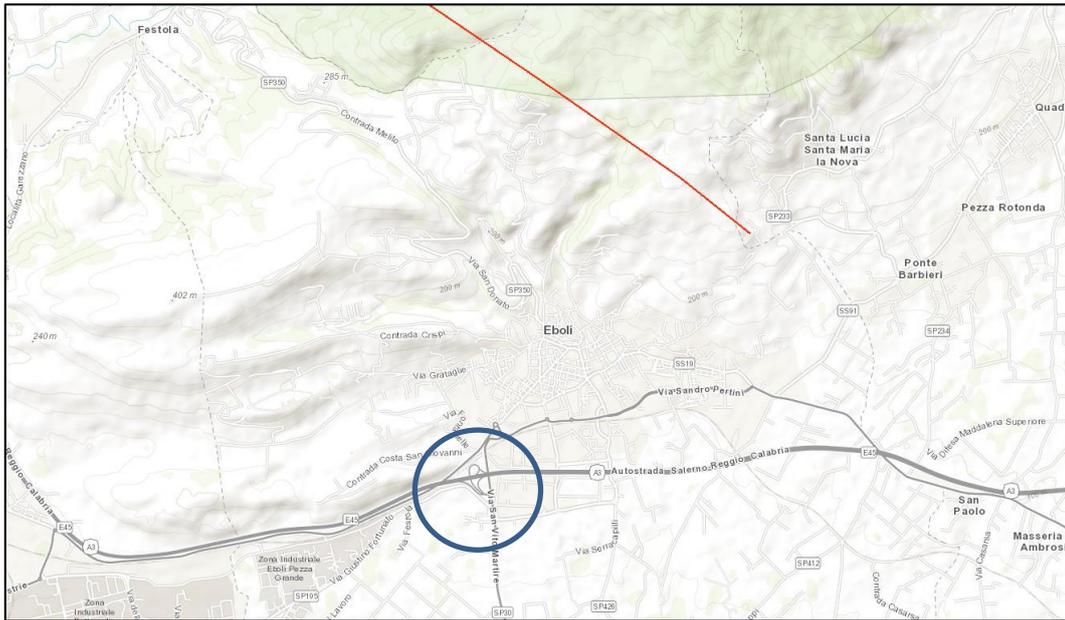


Figura 5 Estratto del "Catalogo delle faglie capaci – ITHACA" (ISPRA – Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia)

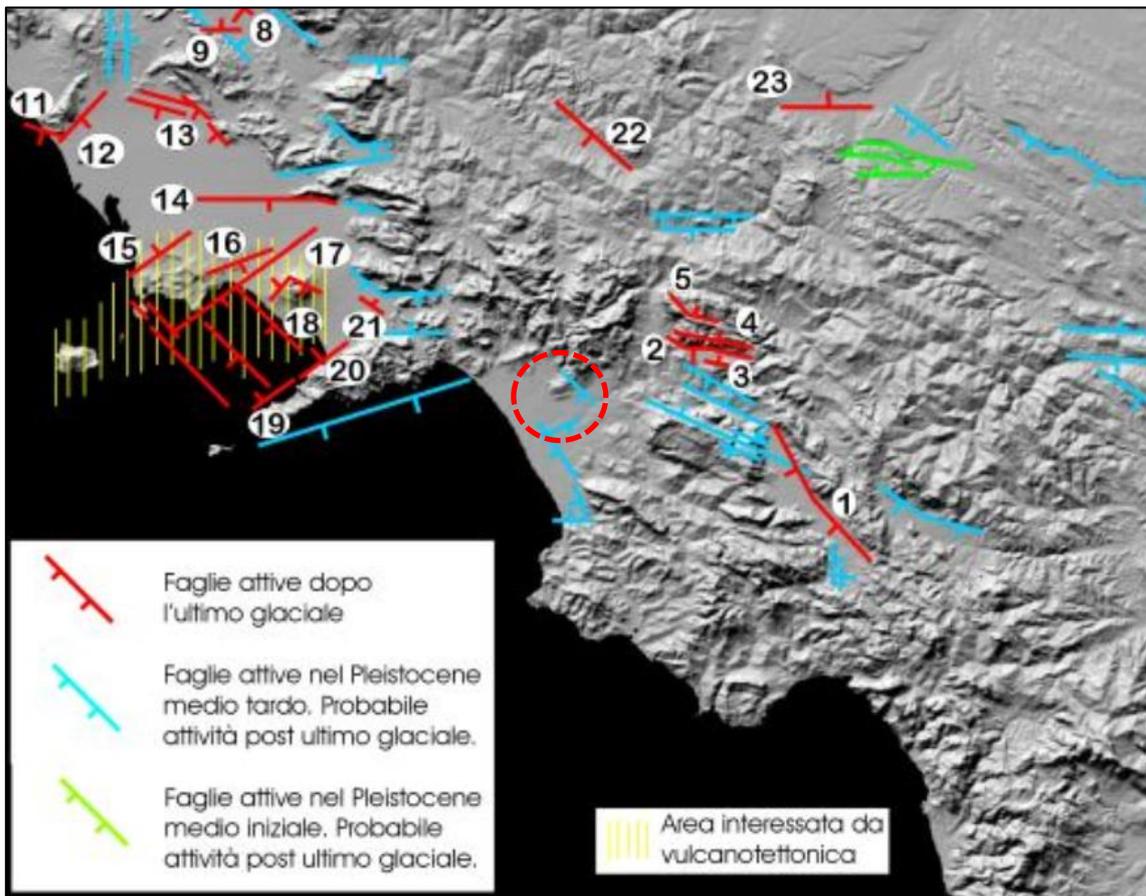


Figura 6 Carta delle faglie tarso-quaternarie dell'Appennino meridionale (da A. Cinque et alii - 2001)

| | | |
|--|---|---|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">11 DI 37</p> |
|--|---|---|

4 CARATTERIZZAZIONE GEOLITOLOGICA

Il tracciato oggetto della seguente progettazione interessa prevalentemente depositi continentali quaternari e i depositi olocenici attuali. Caratterizzano l'area pedemontana dei M. Picentini che affaccia sul settore della piana alluvionale in destra del F. Sele attraversato dei fiumi Tenza e Tusciano.

Di seguito vengono riportate le descrizioni sintetiche delle Unità litologico-deposizionali quaternarie/oloceniche (depositi alluvionali, di versante, etc), e delle Unità litostratigrafiche di appartenenza cui sono stati riferiti i terreni affioranti nell'area di studio.

SUPERSINTEMA DI EBOLI

Rappresentano i depositi del raccordo con l'antica pianura del Sele e presentano facies ghiaiose prevalentemente di origine fluviale e detritica. Composto da ghiaie da grossolane a medie in corpi lenticolari interdigeriti, da addensate a cementate, con crostoni travertinosi. Conglomerati poco cementati a scarsa matrice fine. Possono essere presenti livelli di origine piroclastica nelle litofacies più fini.

Poggiano in discordanza netta e angolare su un substrato eterogeneo costituito da unità pre-quaternarie deformate. Al tetto sono limitati oltre che dalla superficie topografica anche da una evidente superficie di discordanza angolare frutto della loro dislocazione tettonica del Pleistocene inferiore.

SUPERSINTEMA BATTIPAGLIA-PERSANO

Nell'area in esame sono presenti alternanze di sabbie e argille limose e in subordine ghiaie, ghiaie sabbiose (con occasionali componenti piroclastiche), attribuibili a depositi di conoide alluvionale. Hanno età riferibile al Pleistocene medio.

DEPOSITI QUATERNARI E ATTUALI

Depositi detritici alluvionali: Composti da ghiaie eterometriche con clasti arrotondati, in abbondante matrice limo sabbiosa, talora prevalente

Depositi di versante detritico colluviali e detritico alluvionali: Ghiaie eterometriche a clasti spigolosi e smussati, in matrice limoso sabbiosa, talora prevalente. Presenza di materiale piroclastico alterato.

Depositi colluviali ed eluviali: Depositi di crinale alterati e di versante rimaneggiati da coperture eluviali costituenti orizzonti regolitici o pedogenetici. A luoghi, presenza di "stone lines". Vengono

| | | |
|------------------------|---|----------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 12 DI 37 |
|------------------------|---|----------------------|

distinti in base alla litologia prevalente relativamente al substrato in cui insiste. Possono essere costituiti da argille limose o da limi sabbiosi argillosi clinostratificati con clasti allineati

Riporti: Depositi eterogenei ed eterometrici a struttura generalmente disordinata a meno dei rilevati stradali e terrapieni.

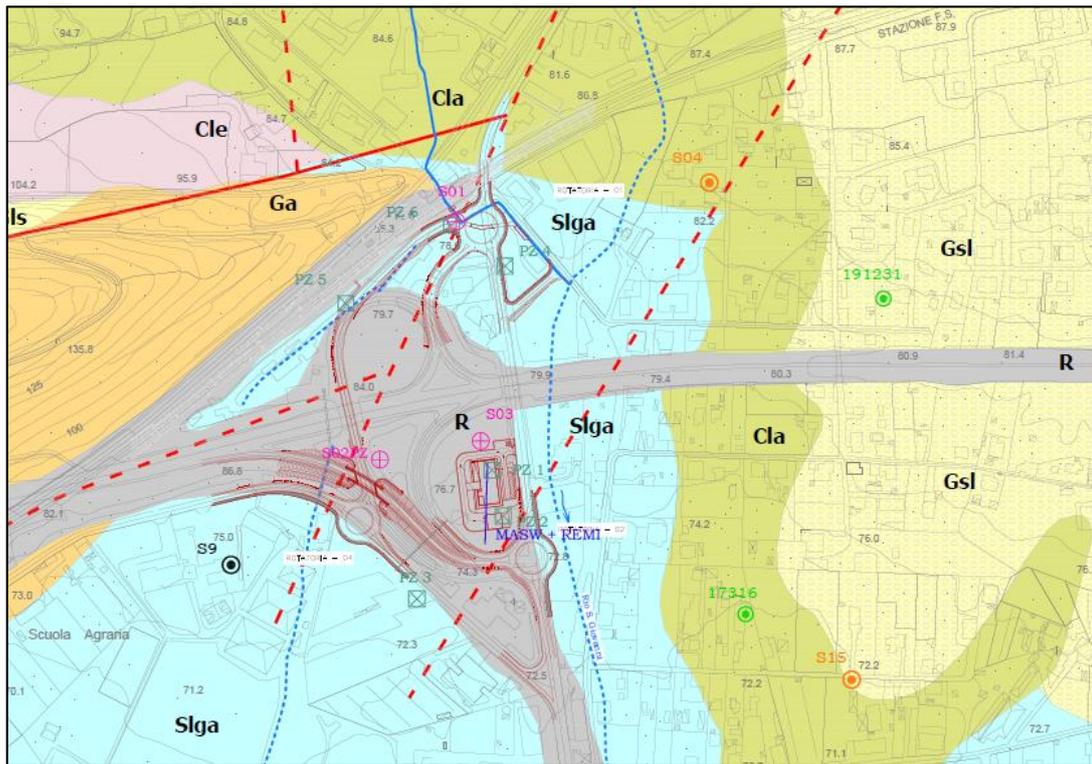


Figura 7 Stralcio della carta geologica (immagine non in scala)

4.1 Modello geologico del tracciato

Per definire la stratigrafia di dettaglio e per ricostruire il modello geologico di riferimento per l'area di progetto si è fatto riferimento ai 3 sondaggi geognostici appositamente eseguiti integrati con le informazioni di indagini pregresse.

La stratigrafia di riferimento può essere sinteticamente descritta come segue, dall'alto verso il basso:

- da 0 a 2 m (e fino 10 m): la porzione più superficiale dell'area in esame è caratterizzata dalla presenza di materiale di riporto facente parte dell'attuale sede stradale e dei rilevati presenti. Questi ultimi possono avere spessore massimo di circa 10 m.

| | | |
|--|---|---|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">13 DI 37</p> |
|--|---|---|

- da 2 a 7 ÷ 30 m: depositi di conoide alluvionale riferibili al Sintema di Battipaglia-Persano. Sono costituiti da materiale prevalentemente fine da limo argilloso ad argillo limoso di color marrone scuro intercalata con sottili orizzonti di sabbie con limo e argilla. In subordine sono presenti livelli di ghiaie in matrice sabbiosa. Gli spessori variano da circa 7 metri in corrispondenza della Rotatoria 1 (vedi sondaggio S01) fino ad oltre 25 m spostandosi verso le Rotatorie 4 e 2. Sono inoltre presenti sottili livelli organici (Figura 8) di colore nerastro individuati nel sondaggio pregresso S09 (realizzato a corredo del P.U.C. di Eboli)
- da 7 ÷ 30 m in poi: depositi di piana alluvionale attribuibili al Supersintema di Eboli e costituiti da ghiaie da grossolane a medie in matrice sabbiosa in corpi lenticolari interdigitati. Sono presenti livelli conglomeratici parzialmente cementati con ciottoli mediamente arrotondati e di origine carbonatica (Figura 9). La diversa profondità dei corpi ghiaiosi è confermata anche dalle analisi a di sismica passiva effettuate nell'area in esame le quali evidenziano alte frequenze in prossimità del sondaggio S01 in cui le ghiaie si trovano a circa 7/8 metri di profondità; mentre spostandosi verso valle il valore di frequenza si abbassa.

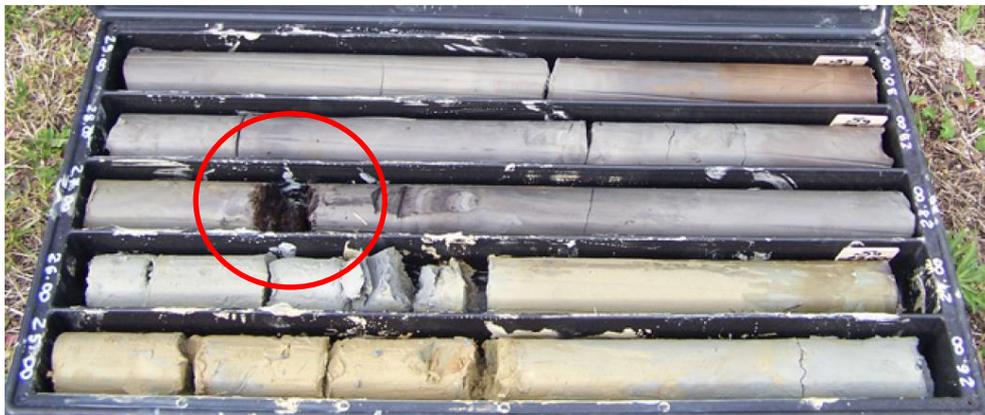


Figura 8

Particolare delle argille a tratti siltose (Siga) carotate nel sondaggio S09 tra 25 e 30 m di profondità in cui si evidenzia la presenza di materiale organico

| | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p>ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p>Pag.</p> <p>14 DI 37</p> |
|--------------------------------|---|-----------------------------|



Figura 9 Particolare delle ghiaie in matrice sabbiosa (Ga) carotate nel sondaggio S01 tra 10 e 15 m di profondità

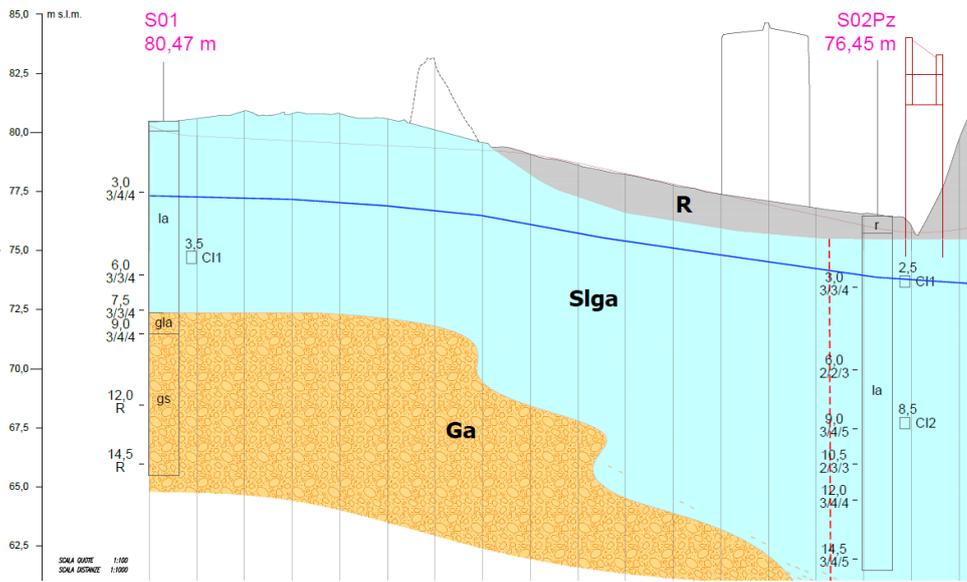


Figura 10 Profilo geologico della tratto di bypass

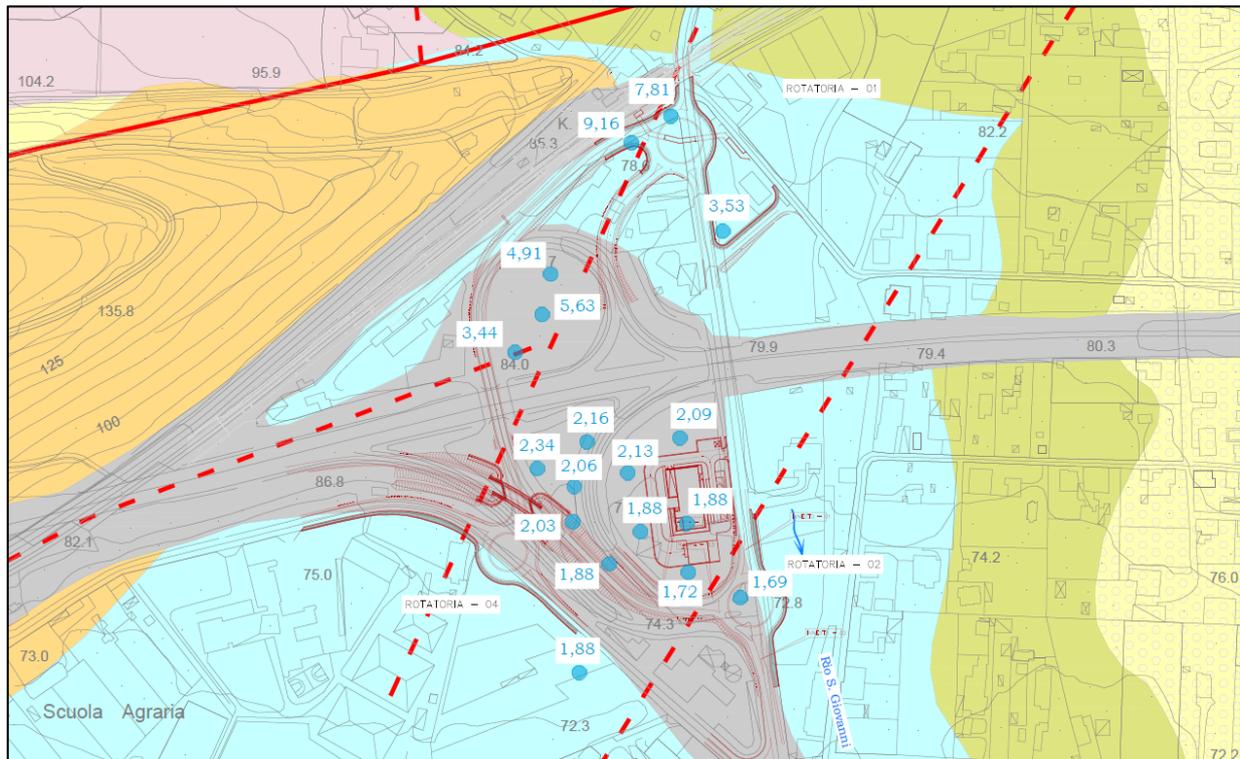


Figura 11 Valori di frequenze di risonanza del terreno espressi in Hz nei diversi punti di indagine HVSR

| | | |
|--|---|---|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">16 DI 37</p> |
|--|---|---|

5 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA

Il territorio comunale si estende in destra idrografica rispetto al corso del Fiume Sele, e si distingue nei seguenti settori:

- fondovalle: rappresentato dalla piana alluvionale, marginalmente terrazzata, del Fiume Sele ed è caratterizzato da basse pendenze e piccole scarpate in prossimità dei terrazzi del I e II ordine;
- collinare: in cui sorge il centro storico di Eboli, è caratterizzato da pendenze modeste e crinali appiattiti con una rete drenante mediamente sviluppata che si infittisce in corrispondenza delle formazioni detritiche pedemontane. Le quote sono comprese tra 600 e 800 m;
- montano: caratterizzato da versanti poco evoluti ed attualmente in evoluzione modellati da agenti morfogenetici differenziati, i quali rappresentano principali elementi determinanti di evoluzione dei versanti in roccia attraverso i fenomeni gravitativi.

L'area in esame si presenta pressoché pianeggiante con un dislivello massimo di circa 20 m. La sua evoluzione morfodinamica è legata, oltre alle esondazioni che provocano il dilavamento e/o la deposizione di materiale alluvionale, a fenomeni erosivi che si innescano solo localmente e laddove si ritrovano litotipi con una forte componente limo-argillosa.

I corsi d'acqua più importanti, F. Sele e Tusciano, nel settore esaminato, drenano verso il mare il contributo dei numerosi fossi drenanti, per lo più artificiali, che attraversano l'area. Durante eventi piovosi importanti si è riscontrata comunque una certa difficoltà di drenaggio del territorio, imputabile oltre che alla scarsa pendenza del piano campagna che, in vari settori, denota plaghe morfologicamente depresse anche al disordine idraulico delle opere e canali in ambito urbano.

Le diverse aste fluviali e torrentizie che incidono i depositi alluvionali della piana e che confluiscono verso sud ovest, assumono uno sviluppo tortuoso, talora meandriforme, soprattutto a causa delle modeste pendenze in rapporto alle portate idriche mediamente smaltite e dell'incostante tipo e grado di permeabilità dei terreni attraversati. Queste caratteristiche sono tipiche di una morfologia fluviale materializzata da simultanei fenomeni di erosione e deposizioni che si verificano rispettivamente lungo la sponda esterna ed interna degli alvei; questi ultimi subiscono, quindi, nel tempo, vistosi spostamenti laterali a cui si accompagnano cambiamenti di forma delle singole anse ed in più una migrazione generale, lenta, di quest'ultime, verso valle.

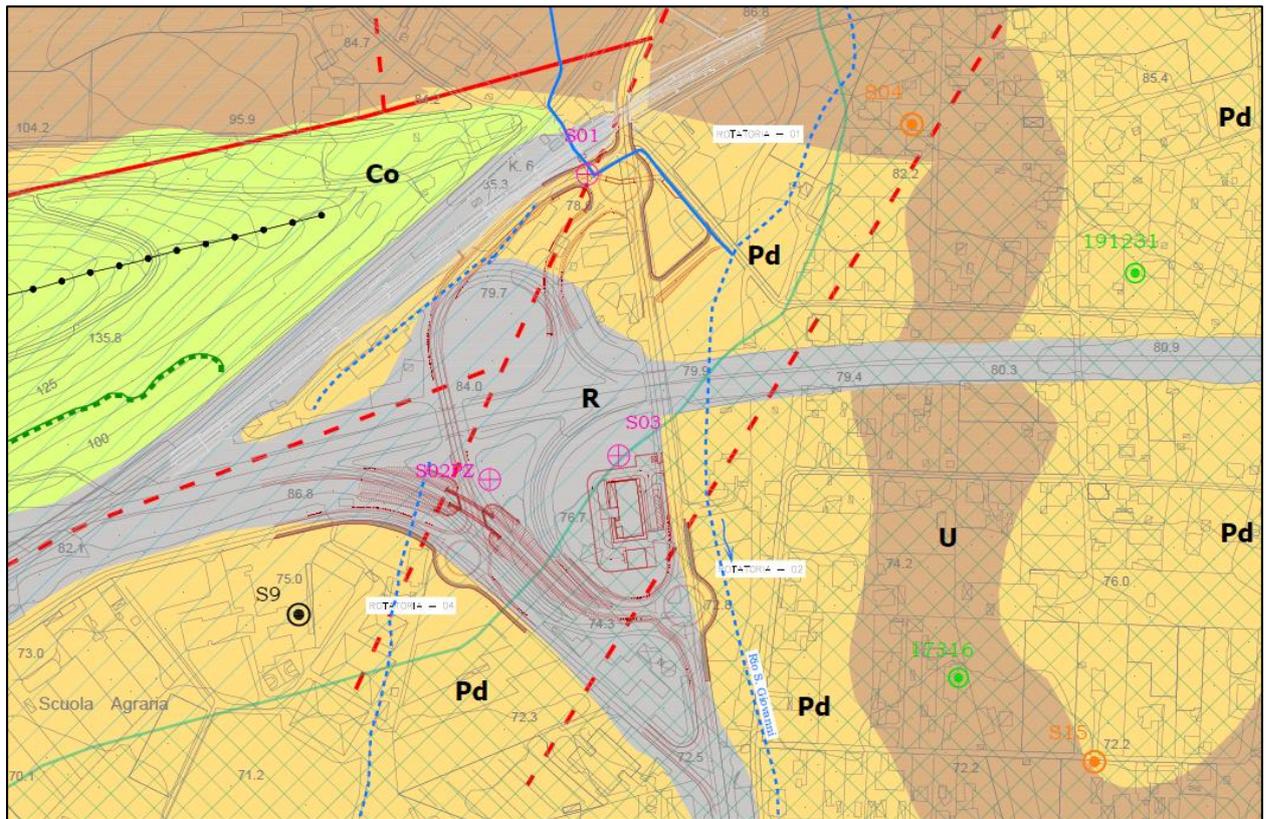
Nella figura, oltre ad essere rappresentati i canali artificiali sopracitati, si nota come l'opera in progetto ricada parzialmente all'interno di un'area a pericolosità potenziale indicata dal PAI

| | | |
|---|---|---|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">17 DI 37</p> |
|---|---|---|

(Elaborato H6 – Carta delle pericolosità da frana - AdB) come “P_utr5: propensione all’innescotransito-invasione per frane da approfondire tramite uno studio geologico di dettaglio”.

A tal proposito, nell’area in esame è presente una cresta morfologica in cui affiora il supersintema di Eboli, costituito da ghiaie grossolane da addensate e cementate. Questi conglomerati, a scarsa matrice fine, sono caratterizzati da una sottile coltre superficiale (non sempre presente) in sommità della cresta, e non presentano evidenze di frane o piccoli crolli lungo tutto l’affioramento. Lungo le pareti affioranti, da verticali a sub verticali, in adiacenza alla SS19, è presente una rete paramassi in aderenza e a protezione della linea ferroviaria Potenza-Battipaglia sono presenti recinzioni con un piccolo argine alla base.

A conclusione di quanto osservato, si ritiene che, anche in corrispondenza di intense precipitazioni, si possa escludere l’innescotransito di fenomeni franosi potenzialmente interferenti con l’area in progetto.



Ambiti geomorfologici

| | |
|----|-------------|
| R | Riperti |
| U | Ubiquitario |
| Pd | Pedemontano |
| Co | Collinare |

Ambiti geomorfologici

Pericolosità potenziale

| | |
|--------|--|
| P_utr1 | Moderata propensione all'innesco-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento |
| P_utr5 | Propensione all'innesco-transito-invasione per frane da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio |

Figura 12 Stralcio della carta geomorfologica rappresentante i diversi ambiti e la pericolosità potenziale (immagine non in scala)

| | | |
|------------------------|---|----------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 19 DI 37 |
|------------------------|---|----------------------|

6 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area sono strettamente correlate alla presenza predominante di depositi e substrato che presentano permeabilità piuttosto variabili.

Nella tabella seguente sono indicati i depositi in esame in base alle differenti permeabilità.

Tabella 1 Classi di permeabilità delle diverse unità geologiche presenti nell'area in esame

| Permeabilità | Deposit |
|---------------------|--|
| bassa/impermeabile | Complesso a permeabilità per porosità da bassa a nulla che raggruppa depositi da argille limose su substrato marnoso-argilloso e materiali eterogenei eterometrici antropici. |
| bassa | Complesso a bassa permeabilità per porosità, costituito da da limi sabbiosi argillosi. |
| media | Complesso comprendente depositi a permeabilità da alta a media per porosità, in cui si alternano sabbie ed argille limose e ghiaie in matrice limo sabbiosa (Sintema di Battipaglia-Persano) |
| alta | Complesso ad alta permeabilità per porosità costituito da ghiaie da grossolane a medie. (Supersintema di Eboli) |

Il deflusso idrico della falda, verso la piana, avviene secondo due direttrici preferenziali, orientate NE-SW, coincidenti con due antichi con di deiezione sepolti del Tusciano e del Sele, che drenano le limitrofe strutture carbonatiche. Quest'ultima rappresenta la sede della falda di base, localizzata nel settore di fondovalle a oltre 100 da p.c..

L'articolazione litologica dell'area porta le acque sotterranee a interdigitarsi e ad occupare gli orizzonti clastici più grossolani. I complessi rapporti stratigrafico-strutturali fra i complessi e le serie a diversa permeabilità descritte in precedenza consentono la formazione di strutture idrogeologiche, che pur non avendo i recapiti nell'area hanno un'importanza a livello regionale. In Figura 13 è rappresentato lo schema idro-strutturale del comune di Eboli e le aree limitrofe.

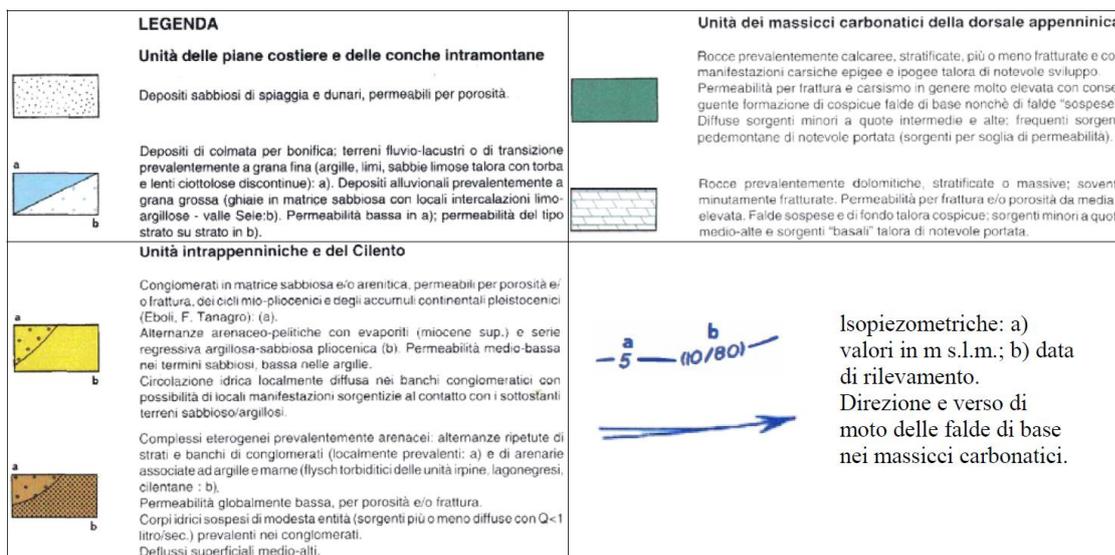
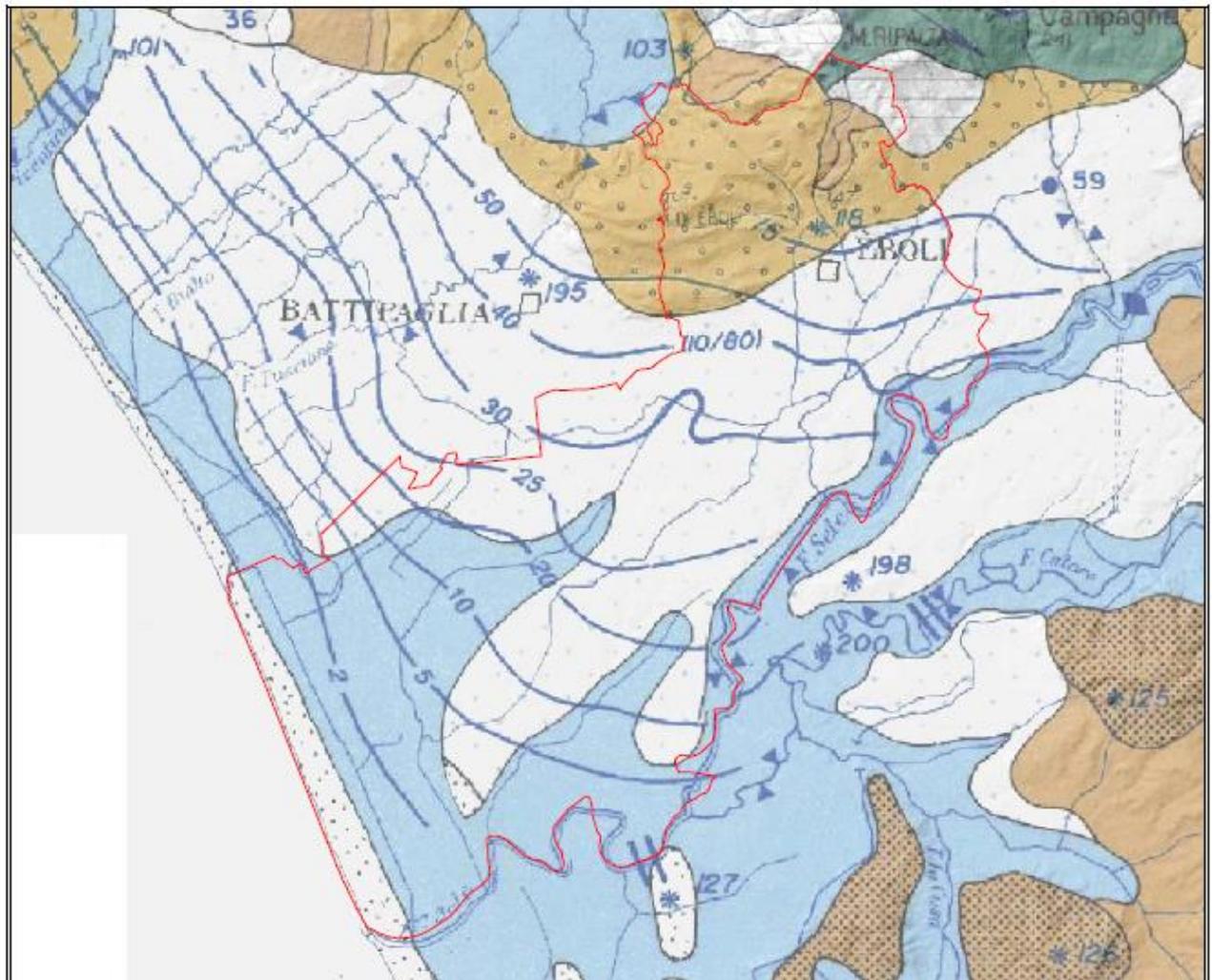


Figura 13

Schema di circolazione idrica sotterranea della falda di base dell'acquifero carbonatico ed Alluvionale (Fonte: Relazione Geologica PUC Eboli)

| | | |
|---|---|---|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">21 DI 37</p> |
|---|---|---|

Il complesso assetto stratigrafico-strutturale si riflette in un acquifero multistrato, con una circolazione idrica sotterranea articolata, in prima approssimazione, in una falda superficiale ed in almeno una falda confinata, profonda.

Localmente la circolazione idrica connessa alla falda profonda si esplica prevalentemente nel supersistema indistinto di Battipaglia-Persano, costituito da alternanze di sabbie ad argille limose e in subordine da ghiaie. Questo complesso presenta una continuità idrogeologica con i conglomerati del supersistema Eboli i quali, a loro volta, ricevono locali travasi sotterranei dal massiccio carbonatico dei monti Picentini.

Per quanto riguarda la soggiacenza della falda, nei sondaggi effettuati nell'area in esame è stata riscontrata la presenza di falda nei primi 2,6 metri di profondità (Sondaggio S02PZ). Considerando le permeabilità dei depositi, in presenza di eventi piovosi intensi e continui, si può verificare una rapida saturazione dei depositi formando falda superficiale temporanea con una soggiacenza prossima al piano campagna (1 m da p.c.).

| | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 22 DI 37 |
|--------------------------------|--|------------------------------------|

7 INDAGINI GEOGNOSTICHE

I dati acquisiti sono stati integrati e confrontati con quelli derivanti dalla analisi ed interpretazione delle colonne stratigrafiche relative a una campagna di indagine per il presente progetto e indagini relative al Piano Urbanistico Comunale di Eboli e a campagne geognostiche pregresse.

La campagna d'indagine, ad hoc eseguita dalla Società Socotec Italia S.r.l., nell'ambito della presente fase progettuale è consistita in:

- n. 3 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo spinti ad una profondità di 15 m, di cui 1 condizionato a piezometro;
- n. 15 prove penetrometriche SPT;
- n. 4 prelievi di campioni da sottoporre a prove di laboratorio;
- n. 6 pozzetti esplorativi spinti alla profondità massima di 2,0 m da p.c. con prelievo di 12 campioni rimaneggiati;
- n. 6 prove di carico su piastra;
- n. 1 stendimento sismico di tipo MASW per la caratterizzazione sismica dei terreni ai sensi delle NTC18;
- n. 18 misure di sismica passiva a stazione singola HVSR;

Nella tabella seguente sono indicate le codifiche dei sondaggi realizzati ex-novo.

Tabella 2 *Principali caratteristiche dei sondaggi eseguiti*

| Sond. | Lungh. [m] | C.I. | C. Rim. | S.P.T. | Piez. |
|--------------|------------|------|---------|--------|-------|
| S01 | 15,00 | 1 | - | 6 | - |
| S02PZ | 15,00 | 2 | - | 6 | X |
| S03 | 15,00 | 1 | - | 3 | - |

Riguardo alle campagne pregresse sono stati prese in esame le prove riepilogate nelle seguenti tabelle.

Tabella 3 *Principali caratteristiche dei sondaggi relativi alla campagna di indagine per la redazione del P.U.C. (anno 2011)*

| Sigla ID | Profondità (m dal p.c.) | Quota (m s.l.m.) | N. SPT | n. campioni | Piez. | D.H. |
|----------|----------------------------|---------------------|-----------|-------------|-------|------|
| S1 | 30,0 | 97,0 | 5 | 1 | - | - |
| S9 | 34,5 | 75,0 | 4 | 3 | - | X |

| | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 23 DI 37 |
|--------------------------------|--|------------------------------------|

Tabella 4 *Principali caratteristiche dei sondaggi e pozzi pregressi*

| Sigla ID | Tipologia | Profondità (m dal p.c.) | Quota (m s.l.m.) | N. SPT | n. campioni |
|-----------------|------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| S04 | Sondaggio a c.c. | 22,0 | - | 3 | 1 |
| S15 | Sondaggio a c.c. | 22,0 | - | 3 | 1 |
| 191231 | Pozzo per acqua | 70,0 | 85,0 | - | - |
| 17316 | Pozzo per acqua | 35,0 | 70,0 | - | - |

Per l'ubicazione e le specifiche caratteristiche delle stesse si rimanda agli appositi elaborati.

| | | |
|--|---|---|
| <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p style="text-align: center;">Pag.</p> <p style="text-align: center;">24 DI 37</p> |
|--|---|---|

8 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

8.1 Sismicità storica e recente dell'area

La sismicità rappresenta uno strumento indispensabile per le analisi sismotettoniche e un utile supporto alla geologia strutturale, in quanto varie tipologie di dati sismici, ottenuti attraverso differenti metodologie, possono fornire indicazioni per l'identificazione e la caratterizzazione delle strutture geologicamente attive.

L'insieme delle informazioni disponibili sui terremoti avvenuti in passato, ottenute secondo metodi di analisi di tipo sia strumentale che non, consistono essenzialmente in registrazioni del moto del terreno dalle quali è possibile ricavare l'ipocentro (in termini di latitudine, longitudine, profondità e relative incertezze), così come la dimensione (in termini di magnitudo o momento sismico) e la tipologia del meccanismo del terremoto (in termini di parametri di faglia o di tensore momento). I dati strumentali sono integrati da informazioni sulla distribuzione spaziale degli effetti indotti dal terremoto sulle persone, sulle cose e sull'ambiente, dalle quali, attraverso la codifica di una scala macrosismica, è possibile ricavare la localizzazione, la magnitudo equivalente, le dimensioni fisiche ed anche l'orientazione della struttura sismogenetica.

Le informazioni riguardanti gli eventi sismici avvenuti nell'area in esame sono state ricavate dall'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata "DBMI15" v.3.0 (Locati et alii, 2021) (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>), rilasciata nel luglio 2016 la quale aggiorna e sostituisce la precedente DBMI11, e dal Bollettino Sismico Italiano elaborato da ISIDe Working Group (<http://iside.rm.ingv.it/>).

In Tabella 5 è rappresentata la storia sismica della zona oggetto di studio con elencati i terremoti più significativi che hanno coinvolto il territorio; il termine "Is" è riferito all'intensità al sito per ogni evento sismico e per ognuno di essi è indicata l'ora, il giorno, l'area e l'intensità macrosismica epicentrale, e la magnitudo del momento sismico (MMS – Moment Magnitude Scale). Quest'ultima è stata sviluppata come aggiornamento della scala Richter.

Considerando i valori esposti in Tabella 5 si può notare come il terremoto che più significativo produsse effetti fino al settimo grado della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), la quale considera gli effetti distruttivi su persone e cose per misurare l'intensità del sisma.

| | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 25 DI 37 |
|--------------------------------|--|------------------------------------|

Tabella 5 Elenco degli eventi sismici che hanno influenzato l'area in esame (nella prima colonna, in alcuni casi, è presente la sigla NF, ovvero, "non percepito")

| Storia sismica di | | Eboli | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|--|---|-----------------------------|
| Numero di eventi | | 24 | | | |
| Effetti | Data | Area epicentrale | Punti di osservazione macrosismiche | Intensità macrosismica epicentrale | Magnitudo momento Mw |
| Is (MCS) | | | | | |
| 6-7 | 1853 04 09 12 45 | Irpinia | 47 | 8 | 5,6 |
| 7 | 1857 12 16 21 15 | Basilicata | 340 | 11 | 7,12 |
| NF | 1897 05 28 22 40 02.00 | Ionio | 132 | 6 | 5,46 |
| 4 | 1905 03 14 19 16 | Avellinese | 94 | 6-7 | 4,9 |
| 4-5 | 1905 09 08 01 43 | Calabria centrale | 895 | 10-11 | 6,95 |
| 2 | 1905 11 26 | Irpinia | 122 | 7-8 | 5,18 |
| 5 | 1907 12 18 19 21 | Monti Picentini | 35 | 5-6 | 4,52 |
| 4 | 1908 12 28 04 20 27.00 | Stretto di Messina | 772 | 11 | 7,1 |
| 4-5 | 1910 06 07 02 04 | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 | 5,76 |
| 3 | 1923 11 08 12 28 | Appennino campano-lucano | 28 | 6 | 4,73 |
| 5 | 1930 07 23 00 08 | Irpinia | 547 | 10 | 6,67 |
| 3 | 1980 05 14 01 41 | Alta Val d'Agri | 26 | 5-6 | 4,83 |
| 7 | 1980 11 23 18 34 52.00 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6,81 |
| NF | 1984 04 29 05 02 59.00 | Umbria settentrionale | 709 | 7 | 5,62 |
| 4 | 1984 05 07 17 50 | Monti della Meta | 911 | 8 | 5,86 |
| 3 | 1984 05 11 10 41 49.27 | Monti della Meta | 342 | 7 | 5,47 |
| NF | 1986 07 23 08 19 50.87 | Potentino | 48 | 6 | 4,61 |
| 4 | 1988 01 08 13 05 46.75 | Pollino | 169 | 7 | 4,7 |
| 5 | 1990 05 05 07 21 29.61 | Potentino | 1375 | | 5,77 |
| 3-4 | 1991 05 26 12 25 59.42 | Potentino | 597 | 7 | 5,08 |
| NF | 2004 02 23 19 48 45.19 | Appennino lucano | 107 | 4-5 | 3,82 |
| 4 | 2004 02 24 05 21 26.53 | Appennino lucano | 140 | 5 | 4,21 |
| NF | 2004 09 03 00 04 12.75 | Potentino | 156 | 5 | 4,41 |
| NF | 2005 05 21 19 55 19.00 | Area Nolana | 271 | 5 | 4,07 |

| | | |
|------------------------|---|----------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 26 DI 37 |
|------------------------|---|----------------------|

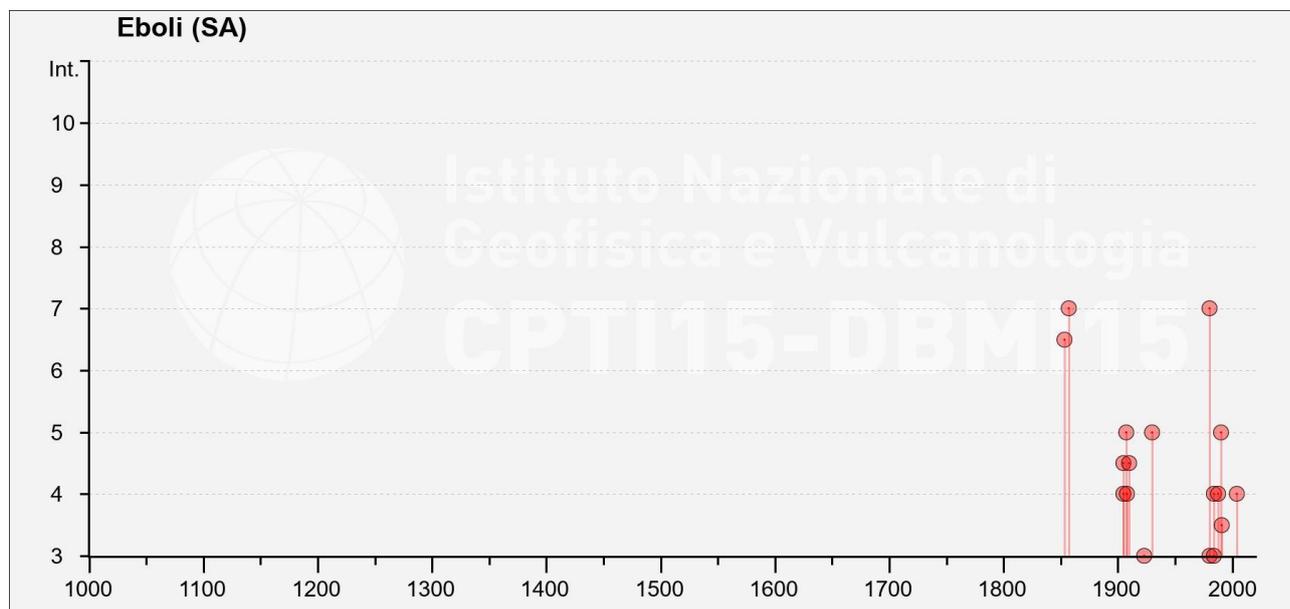


Figura 14 Rappresentazione degli eventi sismici significativi avvenuti nell'area in esame negli anni compresi tra 1000 – 2019 (fonte: DBMI15)

8.2 Sorgenti sismogenetiche

L'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia ha diffuso, nell'ambito del Progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources), le informazioni riguardanti la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico-tettoniche delle Sorgenti Sismogenetiche presenti sul territorio nazionale. La Figura 15 mostra le aree riferite alla versione più aggiornata DISS 3.2.0 "A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas" del 2015 (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>).

L'area oggetto di studio non si trova in corrispondenza di nessuna Sorgente Sismogenetica Composita (CSS).

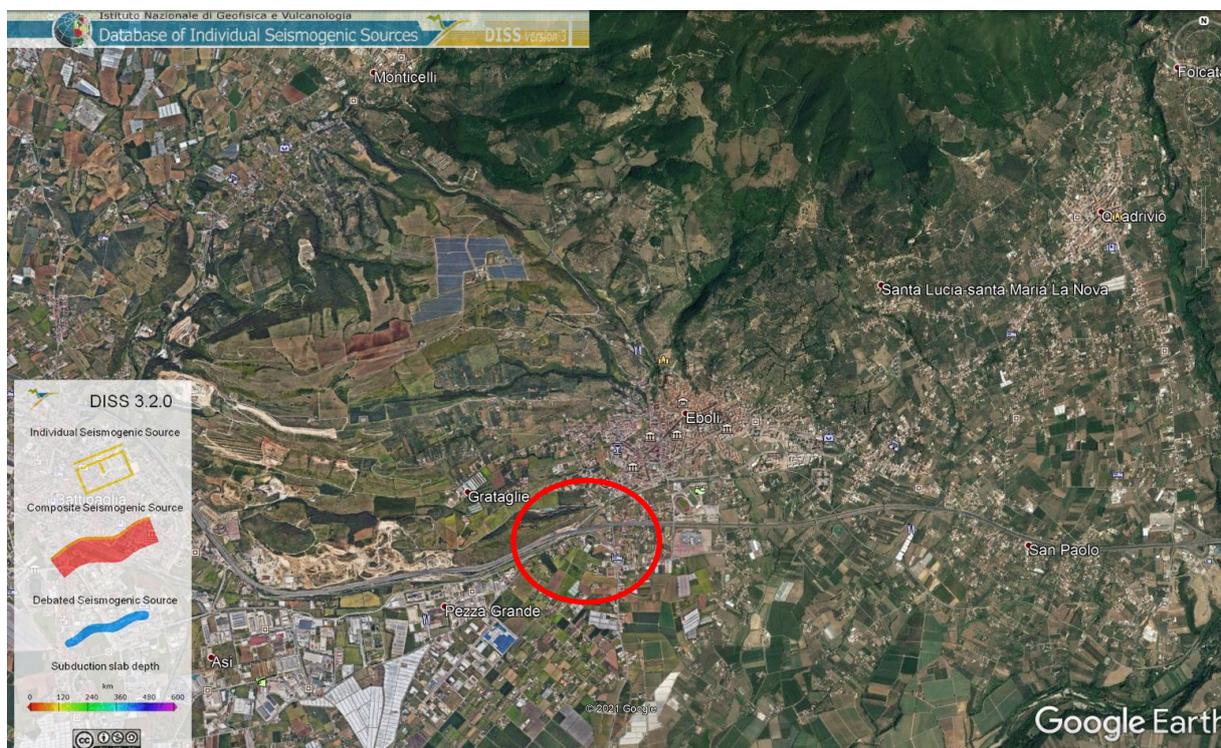


Figura 15 Database zone sismogenetiche INGV (DISS3.2): rappresentazione cartografica delle CSS (Composite Seismogenic Source) e delle ISS (Individual Seismogenic Source) (Google Earth)

La sorgente sismogenetica composta è essenzialmente una struttura identificata sulla base dell'analisi di dati geologici di superficie e sotterranei, ed in particolare sulla base dell'identificazione delle tracce e delle caratteristiche delle faglie attive. La lunghezza della rottura attesa in conseguenza del terremoto, tuttavia, è scarsamente definibile in quanto, normalmente, le sorgenti sismogenetiche composite derivano da un numero imprecisato di singole fonti vicine tra loro ma sostanzialmente discontinue. Ad una CSS non è possibile attribuire una specifica dimensione del terremoto atteso per il futuro, ma il loro potenziale sismico è stimato dai cataloghi terremoto esistenti.

Da un punto di vista geometrico rappresenta la proiezione sulla superficie terrestre della superficie di faglia. Nella Figura 16 è riportato uno schema di lettura delle caratteristiche geometriche della CSS.

| | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p>ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p>Pag.</p> <p>28 DI 37</p> |
|--------------------------------|---|-----------------------------|

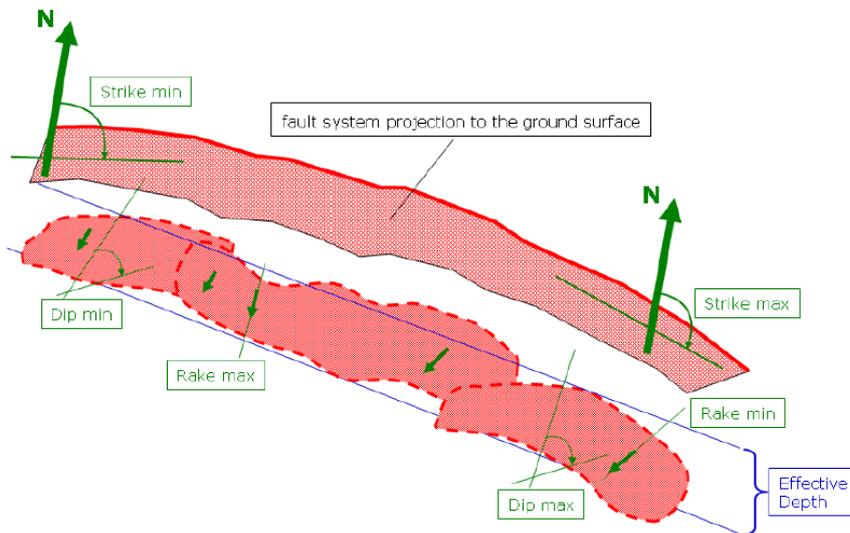


Figura 16 Schema geometrico di una sorgente sismogenetica composta (CSS)

8.3 Zonazione Sismogenetica

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato una zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale per soddisfare diversi requisiti, ed in particolare per recepire le conoscenze più recenti sulla tettonica attiva della penisola e sulla distribuzione delle sorgenti sismogenetiche, fornire per ogni zona una stima della profondità efficace dei terremoti (ovvero l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti) e un meccanismo di fagliazione prevalente attraverso l'analisi cinematica di eventi geologici importanti che interessano la crosta superficiale e anche strutture profonde (INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile, 2004).

La ZS9 rappresenta la più recente zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale ed è stata elaborata tenendo in considerazione i principali riferimenti informativi sui terremoti: progetto DISS e il Database Macrosismico Italiano (DBMI11) che contiene i dati di intensità utilizzati per la compilazione dei parametri del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani rilasciato nel dicembre 2011 (CPTI11).

Il territorio italiano è suddiviso in 36 aree differenti numerate da 901 a 936 cui vanno aggiunte 6 zone non utilizzate in quanto non contribuiscono alla pericolosità del territorio italiano o hanno un numero di eventi interno molto basso. Si possono distinguere le seguenti porzioni (vedi Figura 17):

- Arco alpino: 901 ÷ 910
- Appennino settentrionale e centrale: 911 ÷ 923

| | | |
|----------------------------|---|--|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE</p> | <p>Pag.</p> <p style="text-align: right;">29 DI 37</p> |
|----------------------------|---|--|

- Appennino meridionale e avampaese apulo: 924 ÷ 928 e 931
- Calabria: 929 – 930
- Sicilia: 932 ÷ 936

Se si osserva Figura 18 l'area in esame non ricade all'interno di nessuna zona sismogenetica. La più vicina, zona 927, appartenente al settore dell'Appennino meridionale e avampaese apulo, include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, a partire da ca. 0,7Ma, ha interessato l'Appennino meridionale. Tale zona comprende tutte le precedenti zone di ZS4 coincidenti con il settore assiale della catena, fino al confine calabro-lucano (massiccio del Pollino).

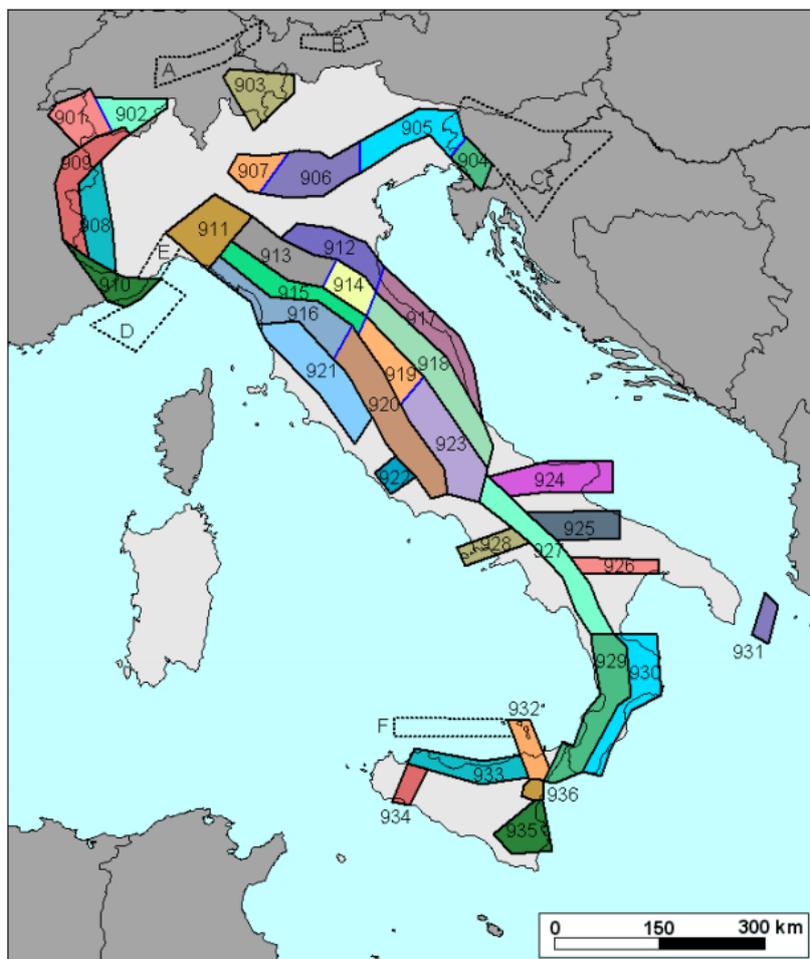


Figura 17 Zonazione sismogenetica ZS9. I limiti blu separano zone con analogo significato cinematico ma diverse caratteristiche sismiche (fonte: INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile, 2004)

| | | |
|------------------------|---|----------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 30 DI 37 |
|------------------------|---|----------------------|

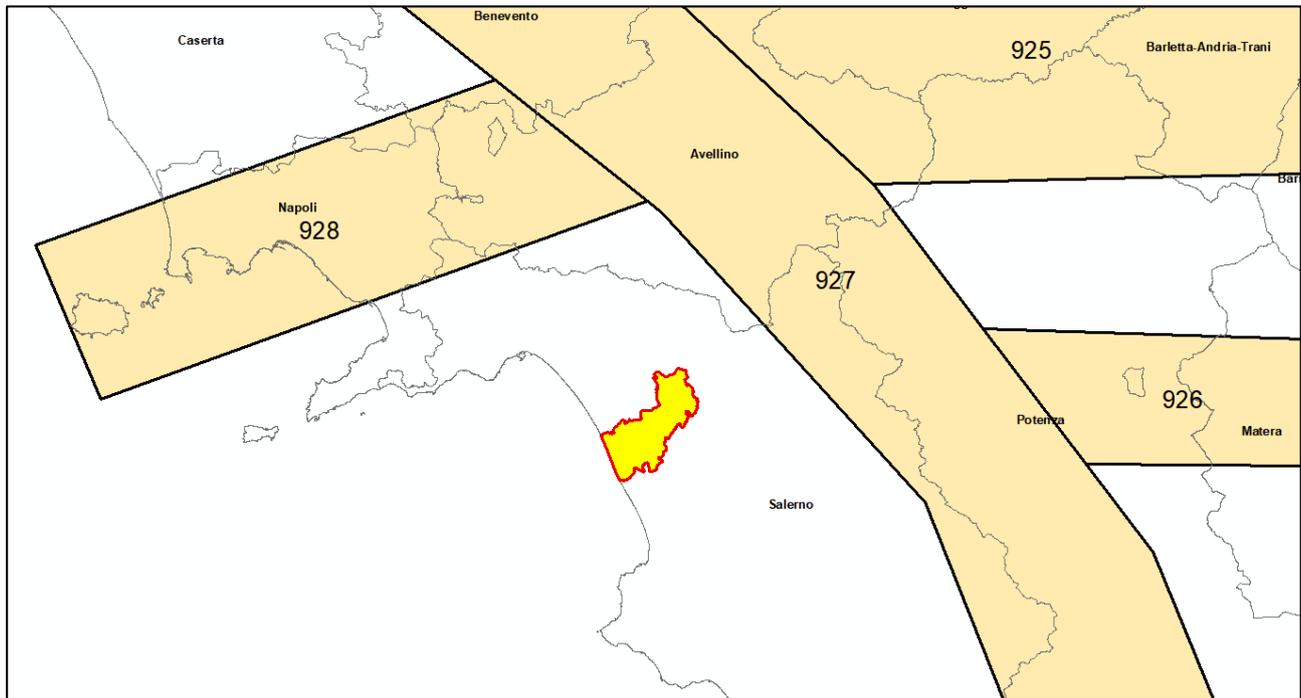


Figura 18 Particolare di Figura 17 in cui viene evidenziato il comune di Eboli

8.4 Azioni sismiche

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati dalle NTC 2018, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l’uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le NTC 2018 stabiliscono che le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- 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.

| | | |
|------------------------|---|----------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 31 DI 37 |
|------------------------|---|----------------------|

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

L'area di studio è individuata dalle coordinate (ED50) Lat: 40,6081200° Long: 15,0481396° e ricade pertanto all'interno del reticolo di riferimento tra i 4 vertici indicati nella Figura 19 per i quali le NTC definiscono i parametri necessari per definire l'azione sismica.

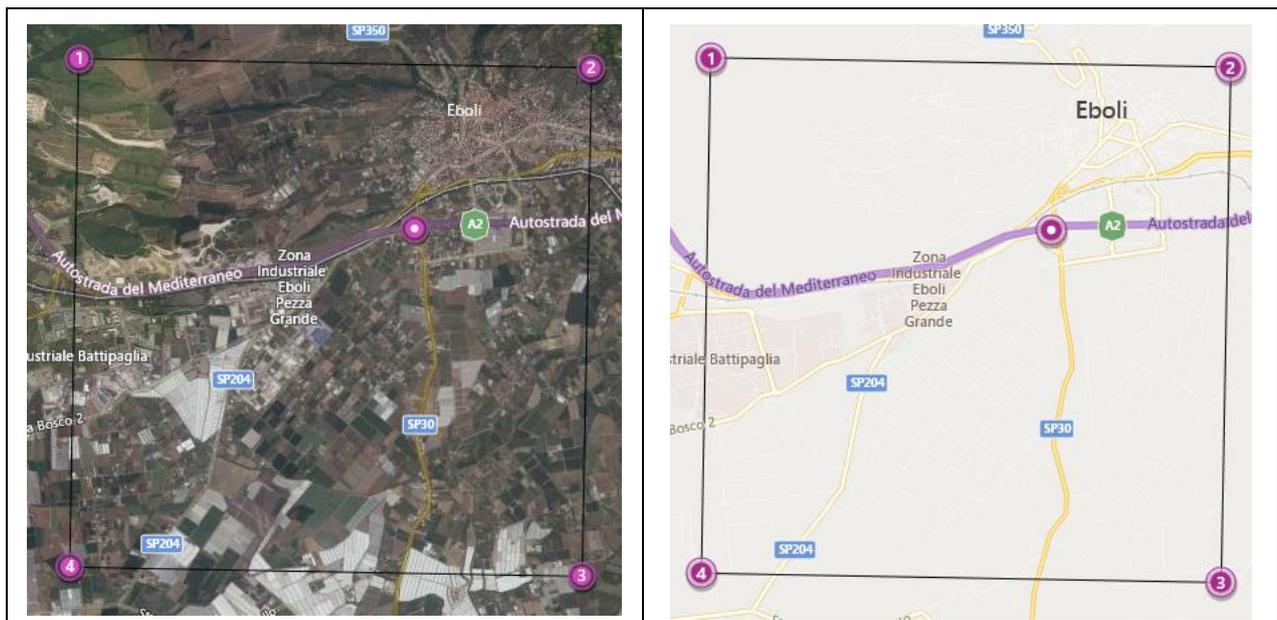


Figura 19 Rappresentazione dei punti della maglia del reticolo di riferimento riportati nella Tab.1 allegata alle NTC 2018

La classificazione dell'area rispetto alle zone sismiche, ai sensi dell'Ord. 3519/2006, individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale su terreno rigido (a_g) con probabilità di superamento del 10% (SLV) in 50 anni (periodo di riferimento VR), è attribuibile alla **Zona 2**.

La seguente Tabella 6 riporta i parametri sismici relativi all'area di intervento, così come definiti dalle NTC 2018:

Tabella 6 Parametri sismici dell'area di intervento (Tabella 1 allegata alle NTC 2018)

| Stato limite | Tr [anni] | A_g [g] | F_0 [-] | T_c^* [s] |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| SLO | 60 | 0,051 | 2,465 | 0,336 |
| SLD | 101 | 0,063 | 2,533 | 0,366 |
| SLV | 949 | 0,142 | 2,622 | 0,474 |
| SLC | 1950 | 0,175 | 2,690 | 0,510 |

Per quanto riguarda inoltre la definizione dei coefficienti sismici sono state operate a livello preliminare le seguenti classificazioni tipologiche sia per quanto concerne l'opera in progetto, sia per quanto riguarda la stratigrafia del sito di edificazione.

| | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 32 DI 37 |
|--------------------------------|--|------------------------------------|

In primo luogo, è stata definita a livello preliminare la classe prevalente delle opere, facendo riferimento alla **IV Classe**, così come definita dalle NTC 2018 (Tabella 7).

Tabella 7 Classi degli edifici secondo le NTC 2018

| Classe | Descrizione |
|---------------|---|
| Classe | Descrizione |
| I. | Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. |
| II. | Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. |
| III. | Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. |
| IV. | Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. |

È stata quindi definita la "Vita nominale" dell'opera, facendo riferimento al valore di **50 anni**, così come definito dalle NTC 2018 (Tabella 8).

Tabella 8 Vita nominale delle opere secondo le NTC 2018

| Tipo opera | Vita Nominale |
|-------------------|----------------------|
| Opere provvisorie | <=10, |
| Opere ordinarie | >=50, |
| Grandi opere | >=100 |

È stata inoltre definita, sempre con riferimento ai criteri classificativi introdotti dalle NTC, e alle caratteristiche stratigrafiche individuate, la categoria di sottosuolo del sito, facendo riferimento alla **Categoria C**, così come definita dalle NTC (Tabella 9).

Tabella 9 Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018

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

| | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 33 DI 37 |
|--------------------------------|--|------------------------------------|

Per quanto riguarda infine la definizione della categoria topografica dell'area in esame è stato fatto riferimento alla categoria **T1** in ragione della morfologia dell'area e così come definita dalle NTC 2018 (Tabella 10).

Tabella 10 *Categorie topografiche secondo le NTC 2018*

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

Sulla base delle classificazioni sopra riportate è stato possibile calcolare i coefficienti sismici che permetteranno di definire gli spettri di accelerazione sia orizzontali che verticali, così come definiti dalle relazioni riportate nel paragrafo 3.2.3.2 delle NTC.

La seguente Tabella 11 riporta i coefficienti sismici necessari per la definizione dello spettro relativo all'area di intervento.

Tabella 11 *Calcolo dei coefficienti sismici*

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni:

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| kh | 0,015 | 0,019 | 0,050 | 0,060 |
| kv | 0,008 | 0,009 | 0,025 | 0,030 |
| amax [m/s ²] | 0,753 | 0,924 | 2,059 | 2,436 |
| Beta | 0,200 | 0,200 | 0,240 | 0,240 |

Coefficienti sismici per fronti di scavo e rilevati:

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| kh | -- | 0,044 | 0,080 | -- |
| kv | -- | 0,022 | 0,040 | -- |
| amax [m/s ²] | 0,753 | 0,924 | 2,059 | 2,436 |
| Beta | -- | 0,470 | 0,380 | -- |

Coefficienti sismici per muri di sostegno:

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| kh | -- | 0,044 | 0,080 | -- |
| kv | -- | 0,022 | 0,040 | -- |
| amax [m/s ²] | 0,753 | 0,924 | 2,059 | 2,436 |
| Beta | -- | 0,470 | 0,380 | -- |

Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| kh | 0,077 | 0,094 | 0,210 | 0,248 |
| kv | 0,038 | 0,047 | 0,105 | 0,124 |
| amax [m/s ²] | 0,753 | 0,924 | 2,059 | 2,436 |
| Beta | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

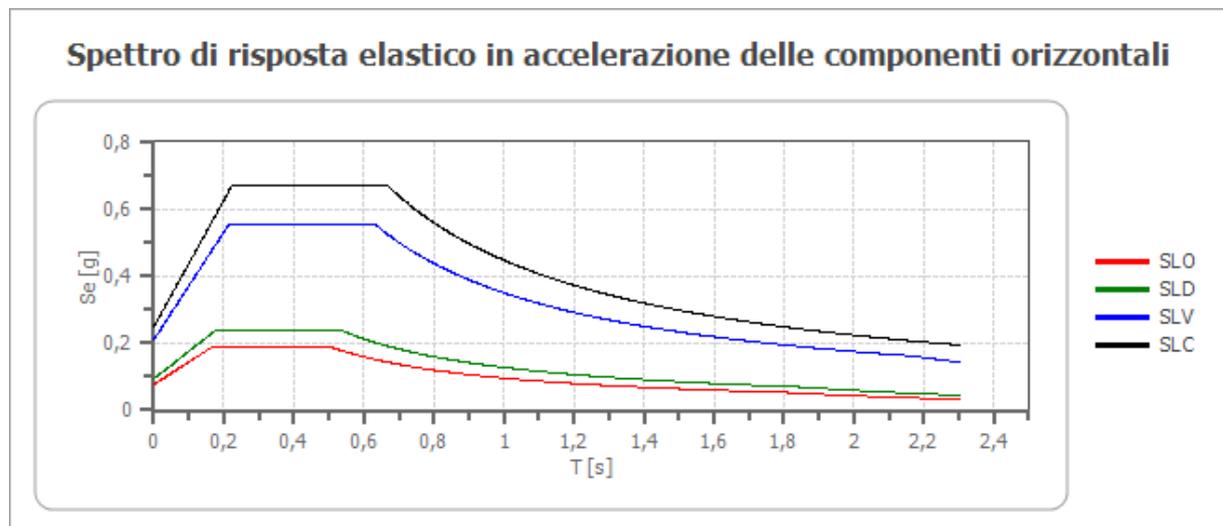
| | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 34 DI 37 |
|--------------------------------|--|------------------------------------|

Coefficienti sismici per paratie:

Altezza paratia 3 m
Spostamento ammissibile 0,015 m

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0,060 | 0,073 | 0,163 | 0,193 |
| kv | -- | -- | -- | -- |
| amax [m/s ²] | 0,753 | 0,924 | 2,059 | 2,436 |
| Beta | 0,776 | 0,776 | 0,776 | 0,776 |

8.4.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



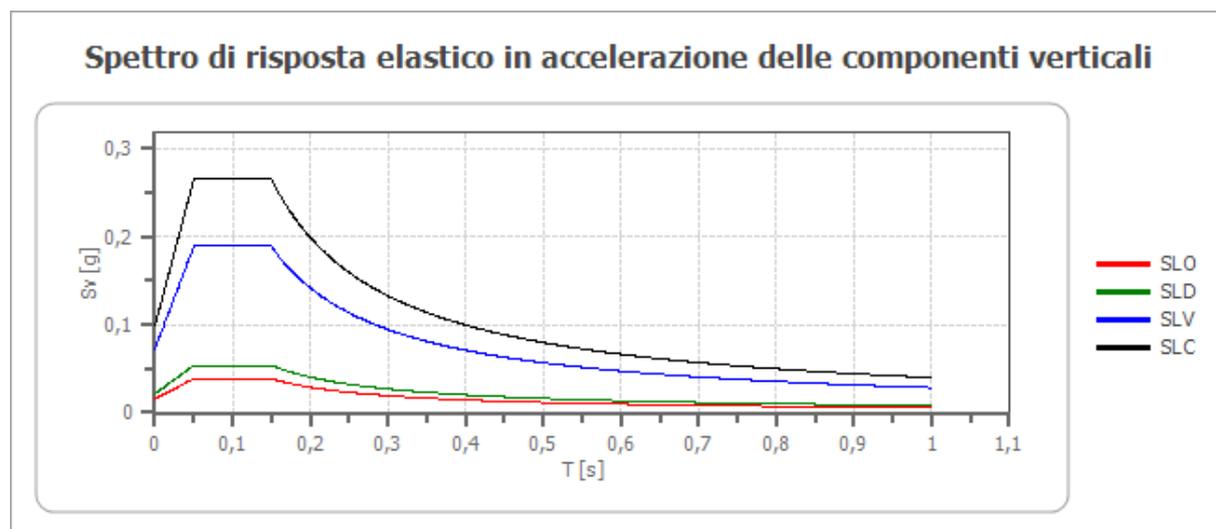
| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|------------|-----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-----------|------------|
| SLO | 2,0 | 0,051 | 2,465 | 0,336 | 1,500 | 1,500 | 1,000 | 1,500 | 1,000 | 0,168 | 0,504 | 1,805 | 0,077 | 0,189 |
| SLD | 2,0 | 0,063 | 2,533 | 0,366 | 1,500 | 1,460 | 1,000 | 1,500 | 1,000 | 0,178 | 0,534 | 1,851 | 0,094 | 0,239 |
| SLV | 2,0 | 0,142 | 2,622 | 0,474 | 1,480 | 1,340 | 1,000 | 1,480 | 1,000 | 0,212 | 0,635 | 2,167 | 0,210 | 0,550 |
| SLC | 2,0 | 0,175 | 2,690 | 0,510 | 1,420 | 1,310 | 1,000 | 1,420 | 1,000 | 0,223 | 0,669 | 2,300 | 0,248 | 0,668 |

| | | |
|------------------------|---|----------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 35 DI 37 |
|------------------------|---|----------------------|

8.4.2 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:1,0



| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|------------|-----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|------------|--------|--------|--------|-----------|------------|
| SLO | 2,0 | 0,051 | 2,465 | 0,336 | 1 | 1,500 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,016 | 0,039 |
| SLD | 2,0 | 0,063 | 2,533 | 0,366 | 1 | 1,460 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,021 | 0,054 |
| SLV | 2,0 | 0,142 | 2,622 | 0,474 | 1 | 1,340 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,072 | 0,189 |
| SLC | 2,0 | 0,175 | 2,690 | 0,510 | 1 | 1,310 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,099 | 0,266 |

8.5 Liquefazione

La liquefazione rappresenta lo stato raggiunto da terreni sabbiosi sciolti saturi quando perdono la loro resistenza al taglio come conseguenza di un incremento delle pressioni interstiziali. Tali fenomeni possono verificare grandi deformazioni del terreno, comportando danni sia lievi che catastrofici.

Secondo le NTC18 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

| | | |
|------------------------|---|----------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 36 DI 37 |
|------------------------|---|----------------------|

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 34(a), nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 34 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

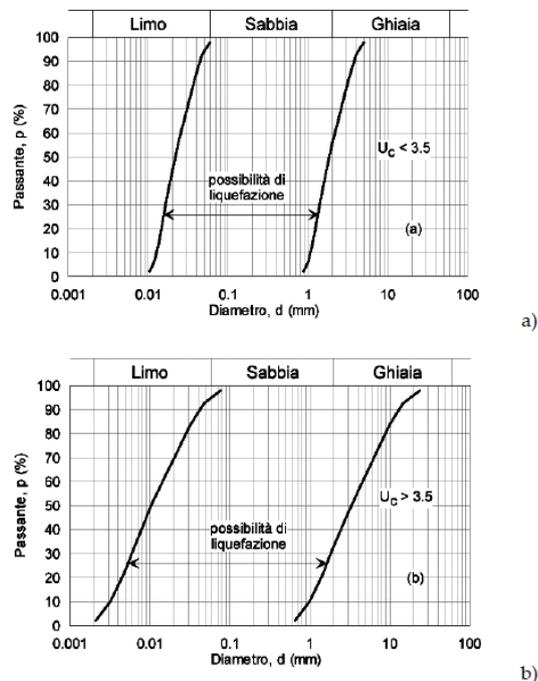


Figura 20 Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno a differente coefficiente di uniformità: a) $U_c < 3,5$; b) $U_c > 3,5$ (fonte: NTC 2018)

Altre considerazioni possono essere fatte sull'età del deposito, sulla storia sismica, sul grado di addensamento e sulla granulometria. Un terreno con un basso grado di addensamento (indice dei vuoti elevato e bassa densità relativa) per esempio avrà maggiore probabilità che raggiunga lo stato di liquefazione; di conseguenza un deposito antico, a parità di condizioni, sarà meno soggetto a liquefazione perché nella sua storia avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti.

Il verificarsi o meno della liquefazione viene verificato utilizzando metodi semplificati, calcolando il fattore di sicurezza F_s , inteso come rapporto tra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico (CRR – Cyclic Resistance Ratio) e la domanda sismica corrispondente al terremoto atteso di progetto, espressa come sollecitazione di taglio massimo indotta dal sisma (CSR – Cyclic

| | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|
| RELAZIONE GEOLOGICA | AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA ADEGUAMENTO FUNZIONALE SVINCOLO DI EBOLI AL KM 30+000 E SISTEMAZIONE VIABILITA' LOCALE ESISTENTE | Pag. 37 DI 37 |
|--------------------------------|--|------------------------------------|

Stress Ratio), e valutando se esso sia minore di uno (liquefazione) o maggiore di uno (non liquefazione). È da osservare che anche quando $F_s > 1$ si possono avere dopo il terremoto cedimenti permanenti del terreno.

$$F_s = \frac{CRR}{CSR} MSF$$

Secondo le normative europea (EC8) e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico ($CSR > 0.80CRR$) che ha provocato liquefazione durante terremoti passati e quindi deve risultare $F_s < 1,25$ perché ciò avvenga. Pertanto, il valore minimo del Fattore di sicurezza alla liquefazione è $F_s > 1.25$.

Le analisi granulometriche effettuate sui campioni prelevati nei fori di sondaggio, evidenziano come ci sia una prevalenza di materiali fini. Infatti, considerando il grafico sottostante, si può notare come tutte le curve fuoriescano dai fusi granulometrici limite per le condizioni di liquefazione con una percentuale di materiale fine significativa.

Quindi considerata la natura prevalentemente coesiva dei terreni superficiali e con granulometrie grossolane (ghiaie in matrice sabbiosa) a maggiori profondità è possibile escludere a priori la possibilità del verificarsi fenomeni di liquefazione dei terreni nel sito in oggetto.

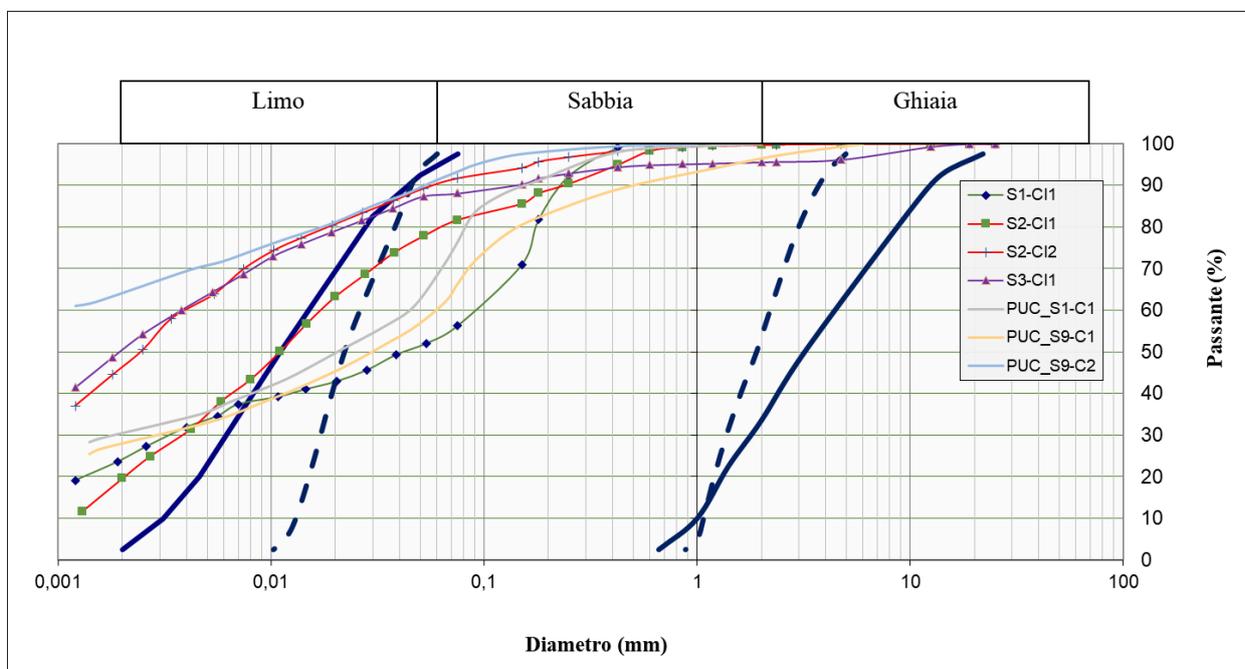


Figura 21 Fusi granulometrici dei campioni indisturbati prelevati