


COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI  
BRESCIA E MILANO

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE DI OTTEMPERANZA**  
**ISTRUTTORIA MATTM**  
(prot. CTVA-2015-3348 del 09/10/2015)

**ALLEGATO "SS2"**

	Doc. N. Allegato SS2.doc		REV.	FOGLIO 2 di 3
--	-----------------------------	--	------	------------------

In questo documento sono forniti i chiarimenti richiesti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota CTVA-2015-0003348 del 09/10/2015.

## 1 ANALISI DI LIQUEFAZIONE

Secondo quanto stabilito al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC-2008 la verifica a liquefazione può essere omessa "...quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. *eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;*
2. *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
3. *profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
4. *depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{cIN} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{cIN}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
5. *distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ ".*


Si riporta di seguito per ciascuna tratta del tracciato la descrizione dei litotipi in riguardo alla liquefazione e la scelta dei criteri che hanno condotto alla piena esclusione del potenziale di rischio di liquefazione stesso.

Nel tratto da pk 0+000 a 2+150 si riscontra la presenza di falda profonda, ovvero a quote di oltre 20,0 m rispetto a piano campagna. Inoltre il terreno di fondazione risulta caratterizzato nello strato soprafalda da ghiaie localmente sabbiose mediamente dense, mentre sottofalda da ghiaie molto addensate con valori di resistenza penetrometrica  $(N_1)_{60}$  prossimi al rifiuto.

Nel tratto da pk 2+150 a 4+000 non si riscontra la presenza di falda. Il terreno risulta caratterizzato da una matrice ghiaioso-sabbiosa dalle ottime proprietà meccaniche e elevato addensamento. Soltanto nella parte terminale della tratta, in corrispondenza del sondaggio S.011, si riscontra la presenza di sabbia limosa ma con valori di resistenza penetrometrica  $(N_1)_{60}$  superiori a 35 e quindi comunque addensata.

Nel tratto da pk 4+000 a 5+840 si riscontra soltanto in una verticale la presenza di falda al di sotto di 15,0 m, mentre nelle altre la falda si attesta al di sotto dei 20,0 m o addirittura è assente. Nella gran parte della tratta in oggetto il terreno risulta caratterizzato da ghiaia sabbiosa di buone proprietà meccaniche localmente cementata. Soltanto in corrispondenza della parte terminale della tratta si riscontra la presenza di sabbia limosa ma con valori di resistenza penetrometrica  $(N_1)_{60}$  prossimi a rifiuto e quindi molto addensata.

Nel tratto da pk 5+840 a 6+320 non si riscontra la presenza di falda, e il terreno presenta uno strato superficiale di materiale coesivo sovraconsolidato avente spessore massimo pari a circa 7,0 m. A seguire si incontra un livello ghiaioso-sabbioso, localmente cementato, dalle ottime proprietà meccaniche e di addensamento.

	Doc. N. Allegato SS2.doc		REV.	FOGLIO 3 di 3
--	-----------------------------	--	------	------------------

Nel tratto da pk 6+320 a 7+040 la falda si attesta a profondità comprese tra 10,50 m e 15,0 m da piano campagna. Il terreno soprafalda risulta caratterizzato da sabbie limose con addensamento da medio a elevato, mentre il terreno sottofalda presenta ghiaia localmente cementata o ghiaia sabbiosa con valori di resistenza penetrometrica  $(N_1)_{60}$  prossimi a rifiuto e quindi altamente addensata. Nella parte terminale della tratta il primo strato ritorna ad essere di tipologia coesiva ma intercalato a strati sabbiosi e comunque con valori di resistenza alla punta elevati.

Nel tratto da pk 7+040 a 7+913 si riscontra la presenza di falda a profondità comprese tra 9,50 m e 11,50 m ma il terreno presenta uno strato superficiale di materiale coesivo sovraconsolidato avente spessore massimo pari a circa 9,0 m. A seguire si incontra un livello ghiaioso-sabbioso dalle ottime proprietà meccaniche e elevato addensamento che si spinge fino a circa 16,5 m da piano campagna. Successivamente si incontra un secondo strato di materiali limosi-argillosi che si spinge fino a circa 30,0 m da piano campagna con valori mediamente elevati di resistenza alla punta.

Da quanto sopra esposto non si riscontra in nessuna tratta la presenza di orizzonti sabbiosi saturi e debolmente addensati, che possono quindi essere suscettibili di liquefazione.

Dalle pk 0+000 a pk 6+320 si riscontrano ghiaie o ghiaie sabbiose con proprietà meccaniche e addensamento elevate. Inoltre dalle pk 0+000 a pk 6+320 non si riscontra nemmeno la presenza di falda superficiale, ovvero nei primi 15,0 m da piano campagna.

Dalle pk 6+320 a fine tratta si riscontra in alcuni punti la presenza di falda al di sopra di 15,0 m, ma il terreno soprafalda non risulta sabbioso debolmente addensato, ma coesivo sovra consolidato o sabbioso-limoso con densità medio-elevata. Il terreno sottofalda risulta ghiaia sabbiosa altamente addensata.

In conclusione si evidenziano per ciascuna tratta almeno due criteri di esclusione per la verifica a liquefazione:

Dalle pk 0+000 a pk 6+320 vengono soddisfatti i punti 3, 4 e 5:

- 3 – Falda a profondità superiore a 15,0 m da piano campagna;
- 4 – Resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60}$  maggiore di 30;
- 5 – Distribuzione granulometrica esterna al fuso granulometrico riportato al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC-2008.

Dalle pk 6+320 a fine tratta vengono soddisfatti i punti 4 e 5:

- 4 – Resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60}$  maggiore di 30;
- 5 – Distribuzione granulometrica esterna al fuso granulometrico riportato al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC-2008.

Sulla base dell'analisi delle proprietà geotecniche dei terreni sopra riportate si può quindi affermare che per l'intera tratta in oggetto il terreno non risulta suscettibile a liquefazione, e di conseguenza la verifica a liquefazione può essere omessa.