

COMMITTENTE:



RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.

DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI BOLOGNA

PROGETTAZIONE:



VIA INGEGNERIA S.R.L.
Via Flaminia Vecchia, 999
00189 Roma (RM) Italia
Tel.: +39 06 3327441 - Fax: +39 06 33219798
Email: via@via.it



Innovazioni territoriali e ricerche ambientali

INTERA S.R.L.
Viale Castrense, 8
00139 Roma (RM) Italia
Tel.: +39 06 70613211 - Fax: +39 0670399382
Email: segreteria@interasrl.it

A.A.SOGGETTO TECNICO: S.O. INGEGNERIA - DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE BOLOGNA

PROGETTO DEFINITIVO

Linea di Cintura di Bologna
Ponte sul fiume Reno al Km 8+383
Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento

Elaborati Generali

SCALA

-

Relazione Geotecnica

Foglio

1

di

1

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.
NO SISTEMA

NUMERAZ.

1 8 2 4 1 7

I 0 1

P D

T G - -

1 5

0 4

E 0 0 6

Revis.	Descrizione	Progettista	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Prima emissione	M. DI Girolamo	08/11/2019	C. Minoli	08/11/2019	M. Uccellatori	08/11/2019	E. Lolli	08/11/2019
-	-	-		-		-		-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

POSIZIONE
ARCHIVIO

LINEA

L 1 0 1

SEDE TECN.


T R 4 2 3 7

NOME DOC.

T G - -


NUMERAZ.

Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

	<p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO </p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO	3
2.1 Localizzazione, geomorfologia	3
2.2 Geologia	5
2.3 Idrogeologia	7
2.4 Sismicità	8
3. INDAGINI GEOTECNICHE	9
4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	13
5. TABULATI LABORATORIO, SPT	20

	<p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO </p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

1. PREMESSA


La presente relazione esamina gli aspetti geotecnici in relazione alla Progettazione Esecutiva degli interventi previsti di realizzazione di una soglia in corrispondenza del ponte ferroviario sul Fiume Reno, al km 8+383 della linea ferroviaria di cintura di Bologna, e di risagomatura dell'alveo.

Il presente rapporto, relativo al progetto esecutivo, viene sviluppato in base ad indagini appositamente eseguite.

Il presente rapporto analizza e discute i seguenti argomenti:

- inquadramento idro-geo-morfologico generale dell'area;
- descrizione delle indagini geotecniche eseguite;
- analisi delle caratteristiche geotecniche dei terreni;

Gli aspetti geologici, stratigrafici, geomorfologici ed idrogeologici sono analizzati nella Relazione Geologica, mentre gli aspetti sismici sono esaminati nella Relazione Sismica.

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

2. INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO

Si riassumo i principali caratteri geomorfologici, geologici ed idrogeologici dell'area, utili ai fini della caratterizzazione geotecnica dei terreni.


2.1 Localizzazione, geomorfologia

L'area in esame è localizzata a nord-ovest della città di Bologna, nell'ambito del settore sud-orientale della pianura padana ed in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario del Fiume Reno, come mostra la Figura 1.



Figura 1 – ubicazione area in esame

Dal punto di vista della evoluzione geomorfologica l'area in esame si trova entro la zona di influenza dei corsi d'acqua di origine appenninica che hanno dato origine alla pianura padana e dei settori prossimi alla costa, con sviluppo di ambienti fluviali-palustri-lacustri lagunari e deltaici.

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Più precisamente si fa riferimento al bacino del Fiume Reno, il cui attraversamento ferroviario si realizza con un ponte in muratura con 17 pile e 2 spalle.

Il sito è pertanto localizzato nell'ambito di una morfologia sub-pianeggiante e quote intorno a 32-34 m slm, con larghezza del fiume di circa 500 metri (Figura 2)

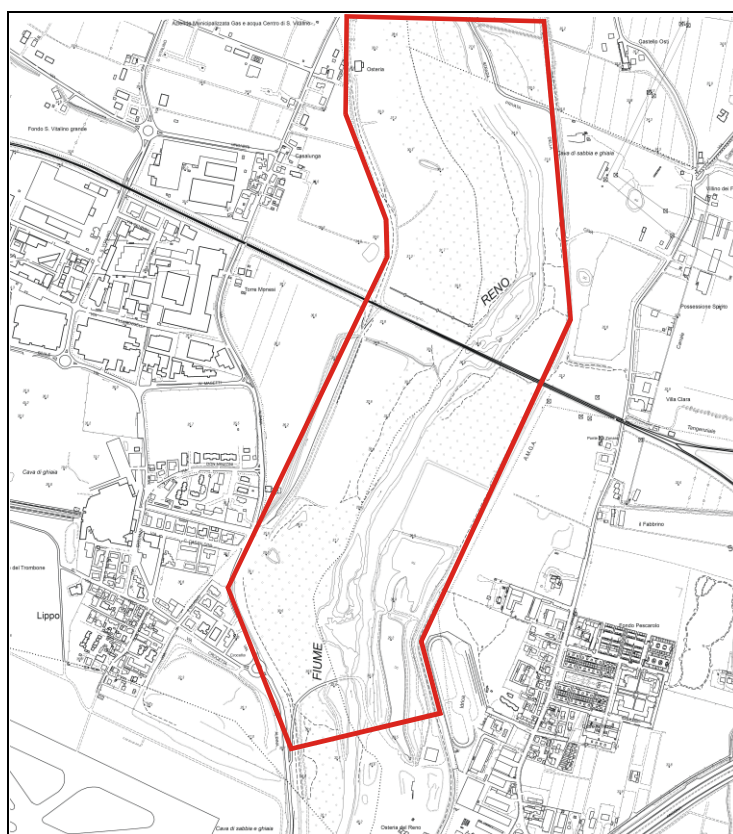



Figura 2 – morfologia dell'area (CTR 220081)

Il fiume Reno in questo settore si sviluppa in un alveo soraelevato (quota 32-34 m slm), delimitato da argini con quote intorno a 38-39 m slm, a fronte delle aree pianeggianti circostanti intorno a 28-30 m slm.

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

2.2 Geologia

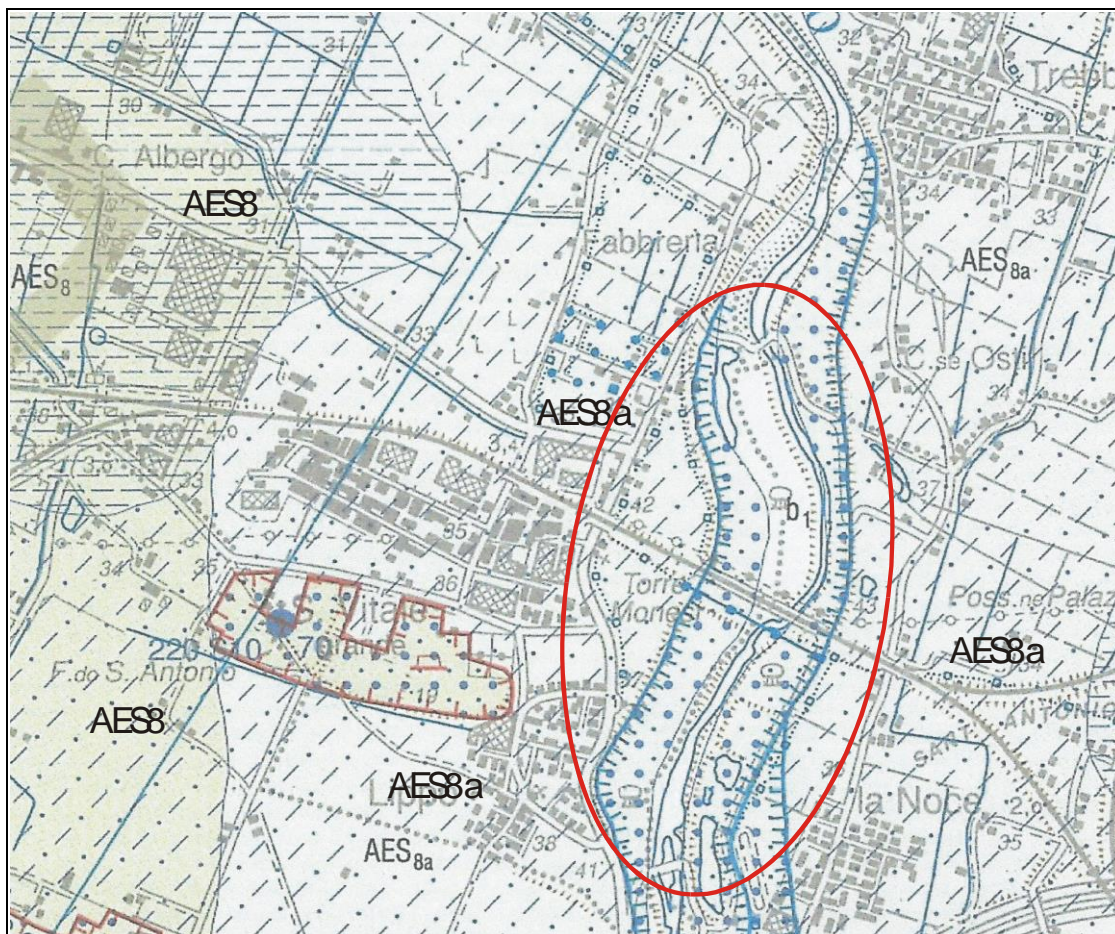
Il territorio oggetto d'intervento è situato entro i settori sud-orientali della pianura romagnola, ove ha agito l'azione deposizionale di un ambiente fluviale, di transizione e deltizio.

L'esame del Foglio 220-Casalecchio di Reno della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 evidenzia che l'area in esame insiste su terreni caratterizzati da granulometrie da limo-argillose a sabbiose di ambiente fluviale, di età pleistocenica sup.-olocenica-recente.

Dalla carta geologica CARG emerge che l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi con estrema variabilità granulometrica sia stratigrafica che areale, appartenenti all'*Unità di Modena* (AES8a), datati dal IV-VI secolo d.C. all'attuale (datazioni a ^{14}C).

Nell'ambito dell'Unità AES8a, in corrispondenza dell'alveo del Fiume Reno sono presenti ghiaie e sabbie oloceniche-recenti

Più ad ovest dell'area in esame sono invece presenti depositi relativamente più antichi afferenti al Subsistema Ravenna (AES8) datati al Pleistocene sup.-olocene- < 14.000 Bp. (Figura 3).



AES - Sntema Emiliano-Romagnolo

AES8 - Subsistema Ravenna

Depositi limo-argillosi e sabbiosi fluvio-lacustri (Pleistocene sup.-14.000 BP)



Granulometrie limose argillose



Granulometrie sabbiose e sabbiose-limose

AES8a - Unità di Modena

Altezza di sabbie limi e argille (IV-VI sec. AC. - attuale)




Granulometrie sabbiose e sabbiose-limose



Granulometrie sabbiose e sabbiose ghiaiose

**Figura 3 – Rielaborazione da Foglio 220-Casalecchio di Reno
(scala 1:50.000 - Progetto CARG – fonte sito ISPRA)**

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Nel contesto geologico-strutturale locale il substrato pliocenico è localizzato a circa 2000 m di profondità.

2.3 Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico si individua la presenza di un livello piezometrico a limitata profondità dal piano campagna, con livello direttamente legato alle dinamiche idrauliche del Fiume Reno.

La circolazione idrica sotterranea è condizionata dalla complessa alternanza fra depositi relativamente più permeabili (sabbie) e poco a nulla permeabili (limi, argille) caratterizzati anche da frequenti eteropie di facies.

Si individua una piezometrica intorno a 28-30 m slm, per cui il livello è a circa 2-3 m dal p.c.

Dal punto di vista del rischio idraulico non sono presenti nell'area condizioni di alta probabilità di esondazione; la Figura 4 mostra la delimitazione dell' area di alveo attivo e della fascia di pertinenza fluviale (PF.V) (PAI - Autorità di bacino del Reno).

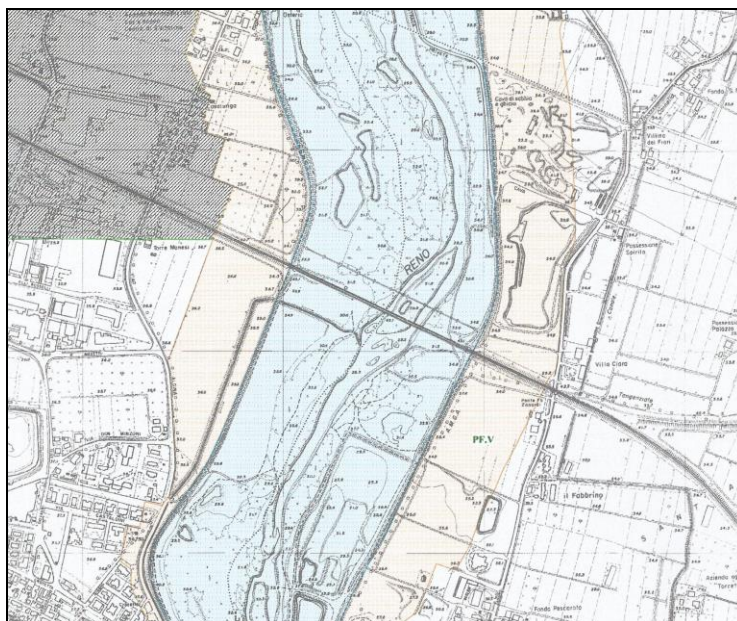



Figura 4 – Zone idrauliche del Fiume Reno (Autorità di bacino del Reno – TAV 2.17 – m2)

	<p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO </p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB


2.4 Sismicità

In base all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale n.1435 del 21 luglio 2003 e successivamente con la n.1164 del 23 luglio 2018, il comune di Bologna (ove è localizzato il Ponte sul Reno al Km 8+383) appartiene alla Zona Sismica 3, caratterizzata da accelerazione sismica al suolo $PGA = a/g = 0,15$ (PGA – Peak Ground Acceleration)

Si sono rilevati valori del parametro $V_{s30} = 273-303$ m/sec, a cui corrisponde una **Categoria di Sottosuolo C**.

Nel caso in esame sono presenti morfologie con pendenze inferiori a 15° e pertanto si può assumere una Categoria Topografica T1, con **Coefficiente di Amplificazione Topografica $St = 1,0$** .

Si **esclude la potenzialità alla liquefazione** nei terreni granulari per motivi granulometrici e di resistenza penetrometrica.

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

3. INDAGINI GEOTECNICHE

L'indagine geotecnica è consistita nella esecuzione di sondaggi geognostici e prove geofisiche.

.

Sondaggi geognostici


Sono stati eseguiti n. 6 sondaggi geognostici a c.c. spinte sino alla profondità di 30 m, con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove penetrometriche in foro SPT.

La tabella seguente riassume le quantità relative alla suddetta indagine geognostica.

SONDAGGIO	PROF.	CAMPIONI IND.	SPT
n.	(m)	n.	n.
1	30	2	6
2	30	2	6
3	30	2	6
4	30	2	6
5	30	2	6
6	30	2	6

Le prove SPT hanno dato i seguenti valori:


S/spt	Litotipo	z (m)	Nspt
1/1	Ghiaia	6,45	45,0
1/2	Argilla limosa	11,95	15,0
1/3	Argilla limosa	15,95	15,0
1/4	Ghiaia	20,45	45,0
1/5	Ghiaia	24,45	50,0
1/6	Ghiaia	27,45	64,0
2/1	Ghiaia	4,45	42,0
2/2	Limo argilloso	10,05	5,0
2/3	Limo argilloso	14,45	7,0
2/4	Ghiaia	19,05	43,0
2/5	Ghiaia	21,45	47,0
2/6	Ghiaia	27,45	58,0
3/1	Ghiaia	4,95	39,0
3/2	Limo argilloso	9,05	8,0

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

3/3	Ghiaia	15,45	34,0
3/4	Ghiaia	18,45	37,0
3/5	Ghiaia	21,45	45,0
3/6	Ghiaia	25,45	46,0
4/1	Ghiaia	4,05	37,0
4/2	Limo argilloso	9,45	9,0
4/3	Argilla limosa	14,95	15,0
4/4	Ghiaia	17,45	38,0
4/5	Ghiaia	21,45	43,0
4/6	Ghiaia	26,45	33,0
5/1	Sabbia	4,65	12,0
5/2	Argilla limosa	12,45	15,0
5/3	Ghiaia	15,45	42,0
5/4	Ghiaia	18,45	45,0
5/5	Ghiaia	21,45	56,0
5/6	Ghiaia	24,45	51,0
6/1	Ghiaia	3,45	50,0
6/2	Ghiaia	8,95	48,0
6/3	Argilla limosa	18,45	18,0
6/4	Ghiaia	21,45	60,0
6/5	Ghiaia	24,45	43,0
6/6	Ghiaia	27,45	67,0

I 3 campioni indisturbati sono stati sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

S/C	PROFONDITA' (m da p.c.)	LITOLOGIA	PROVE DI LABORATORIO
S1-C1	2,50-3,00	sabbia	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD
S1-C2	11,00-11,50	Limo argilloso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU
S2-C1	1,50-2,00	Sabbia ghiaiosa	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD
S2-C2	13,50-14,00	Limo argilloso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD
S3-C1	1,00-1,50	Limo sabbioso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD
S3-C2	11,60-12,10	Limo argilloso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg,

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

			Taglio Diretto CD, TriaxCU
S4-C1	2,00-2,50	Limo sabbioso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD
S4-C2	10,70-11,20	Limo argilloso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU
S5-C1	3,70-4,20	Sabbia limosa	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD
S5-C2	8,70-9,20	Limo argilloso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU
S6-C1	5,00-5,30	Limo sabbioso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD
S6-C2	12,50-13,00	Limo sabbioso	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg, Taglio Diretto CD, TriaxCU


Indagine geofisica

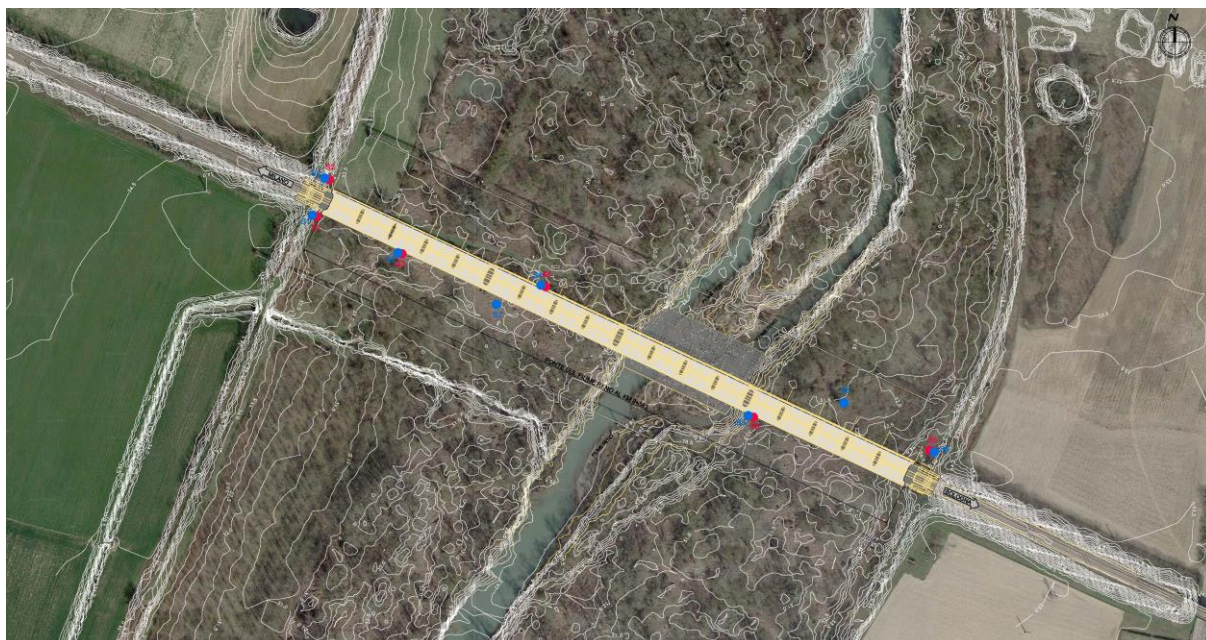
Per eseguire valutazioni circa la risposta sismica locale si sono eseguite n. 6 prove Down-Hole associate a 6 prove a sismica passiva HVSR.

oooooooooooo

Gli elaborati relativi alle indagini geognostiche, eseguite da STUDIO MATTIOLI, sono riportati nell'elaborato 182417-I01-PE-TG-15-01-E013A.


La Figura 5 mostra l'ubicazione delle indagini geognostiche.

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB



LEGENDA	
SX	Sondaggio geognostico
SX	Sondaggio ambientale
—	Progetto

Figura 5 – ubicazione indagini geognostiche

	<p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO </p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

In base ai dati rilevati nei sondaggi geognostici si individuano depositi alluvionali-fluviali a granulometria essenzialmente ghiaiosa-sabbiosa, con passaggi stratigrafici verso litologie limo-argillose e localmente sabbiose.

Si analizzano qui di seguito le caratteristiche geotecniche dei terreni, mantenendo la medesima successione stratigrafica della Relazione Geologica.

Ghiaie sabbiose superiori


In superficie sono presenti depositi fluviali ghiaiosi, con elementi medio-grossolani, in matrice sabbiosa.

Sono presenti fino a 5-7 m dal p.c. (tranne nelle pile 3, 4, 5 ove sono presenti sabbie)

Le prove penetrometriche dinamiche in foro individuano valori di $N_{spt} = 45-65$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri geomeccanici:

- Densità Relativa - $D_r = 70-90 \%$
- Angolo di attrito - $\varphi = 36-40^\circ$
- Modulo di Elasticità - $E' = 55-70 \text{ MPa}$

Dal punto di vista granulometrico le frazioni ghiaiose e sabbiose sono intorno al 70%, con limo e argilla subordinate (25-30%) (Figura 6).

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

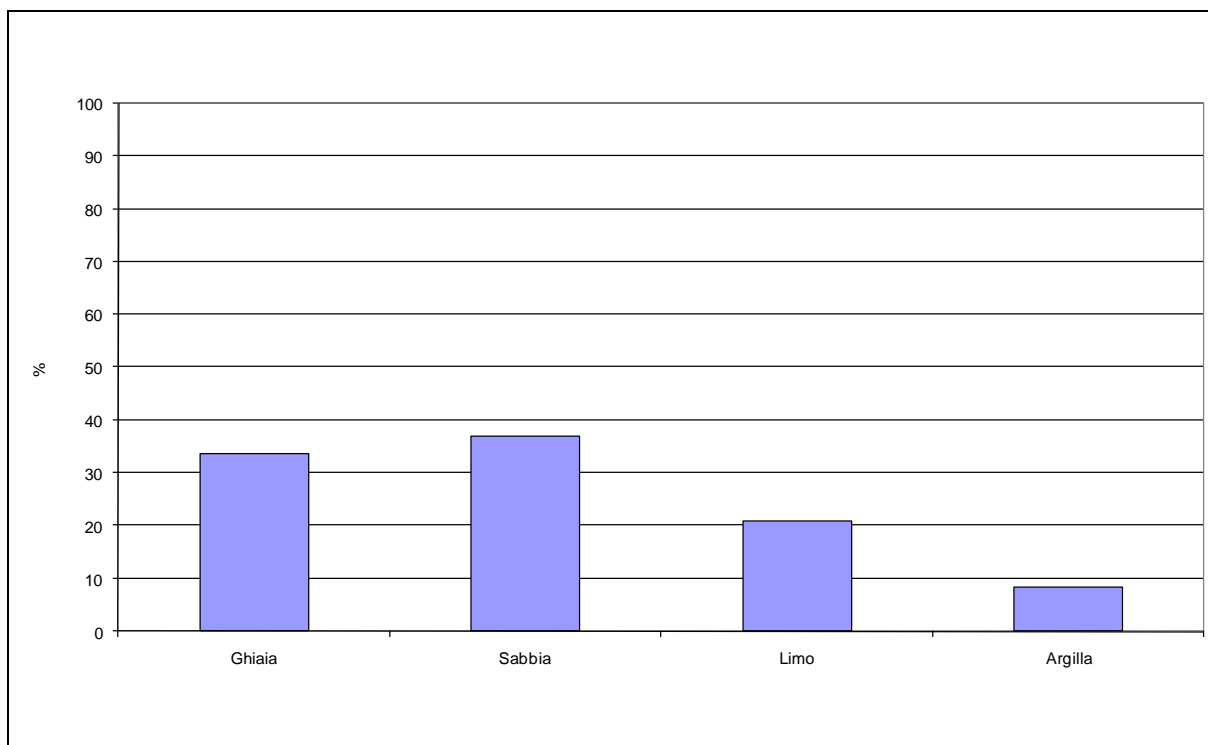


Figura 6 – frazioni granulometriche delle ghiaie sabbiose superiori

Dai valori penetrometrici dinamici e dai risultati delle prove di laboratorio, si stimano i seguenti parametri fisico-meccanici:


Peso di Volume - γ (kN/m ³)	19,5-20,5
Angolo di attrito - ϕ (°)	34-38
Coesione drenata - C' (kPa)	0-10
Modulo di Elasticità - E' (MPa)	55-70

Si sottolinea che i campioni sono stati prelevati alle profondità massime di 5-6 m ed in livelli in abbondante matrice sabbiosa

Il comportamento geomeccanico è frizionale con medio-bassa deformabilità.

Sabbie superiori (solo S5 e S6)

Sabbia a granulometria fine-media, localmente limosa.

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Sono presenti localmente fino a circa 5-7 m di profondità dal p.c., soltanto in corrispondenza delle pile 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Dal punto di vista granulometrico le frazioni sabbiose e limose sono prevalenti (80-90%) con ghiaia e argilla subordinate (Figura 7).

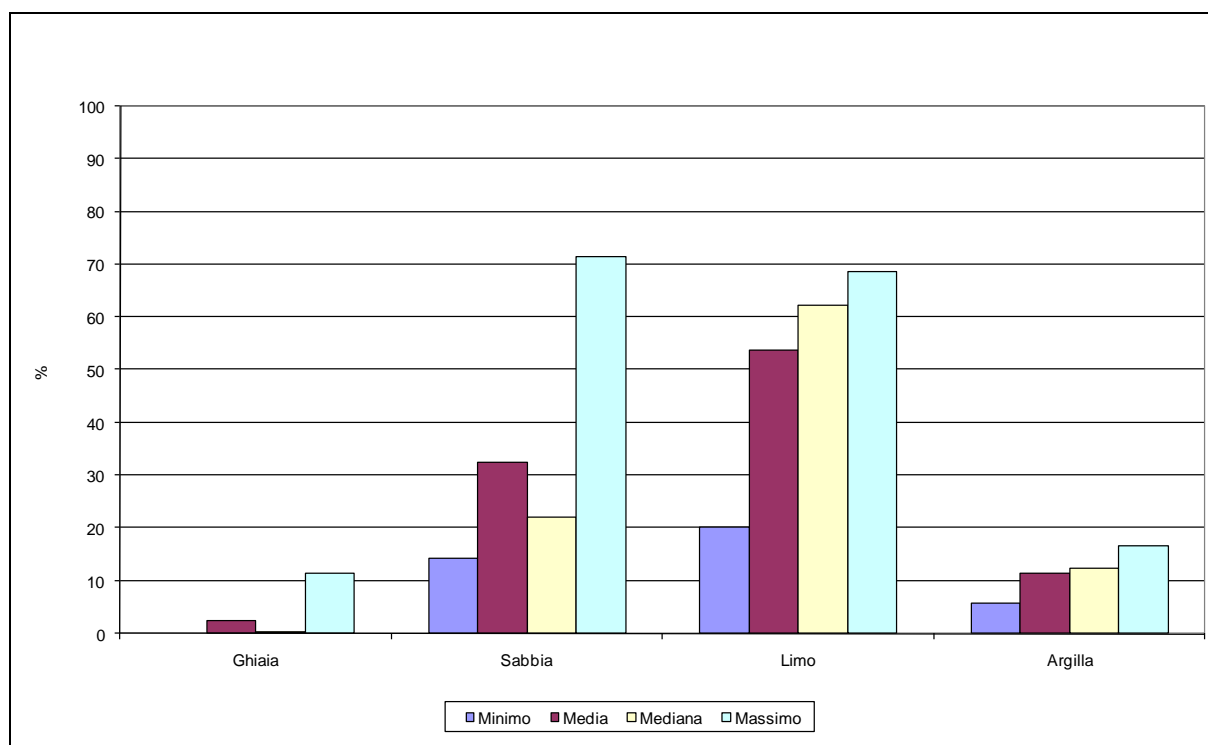



Figura 7 – frazioni granulometriche delle sabbie superiori

L'unica prova penetrometrica dinamica ha dato un valore di $N_{spt} = 17$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri:

- Densità Relativa - $D_r = 45\%$
- Angolo di attrito - $\varphi = 35^\circ$
- Modulo di Elasticità - $E' = 35$ MPa

Dai valori penetrometrici dinamici e dai risultati delle prove di laboratorio, si stimano i seguenti parametri fisico-meccanici:

:

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	19
Angolo di attrito - φ (°)	32-35
Coesione drenata - C' (kPa)	0
Modulo di Elasticità - E' (MPa)	35

Il comportamento geomeccanico è prevalentemente frizionale con media deformabilità.

Argille limose e limi argillosi

Argille limose e limi argillosi, localmente debolmente sabbiose, di colore grigio-verdastro.

Sono presenti da circa 6-7 m dal p.c. a fino a 18-19 m dal p.c.

Le prove penetrometriche dinamiche hanno dato un valore di $N_{spt} = 5-16$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri:

- Coesione non drenata - $C_u = 65-110$ kPa
- Modulo Edometrico - $E_{ed} = 5-8$ MPa

Dal punto di vista granulometrico prevale la frazione limosa (65%) con argilla intorno al 25%; la frazione sabbiosa è decisamente subordinata (< 10 %) (Figura 8).

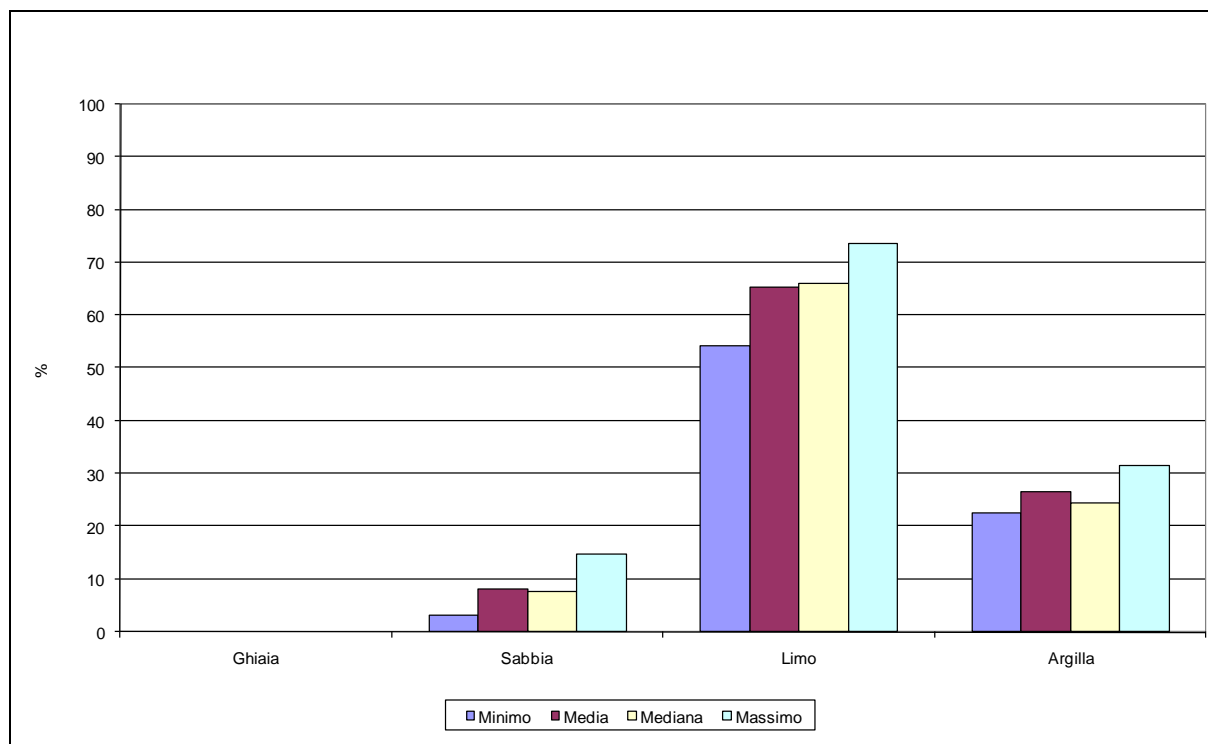



Figura 8– frazioni granulometriche delle argille limose

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Dai pocket si valutano i seguenti valori di C_u per i vari sondaggi e i valori medi (Figura 9).

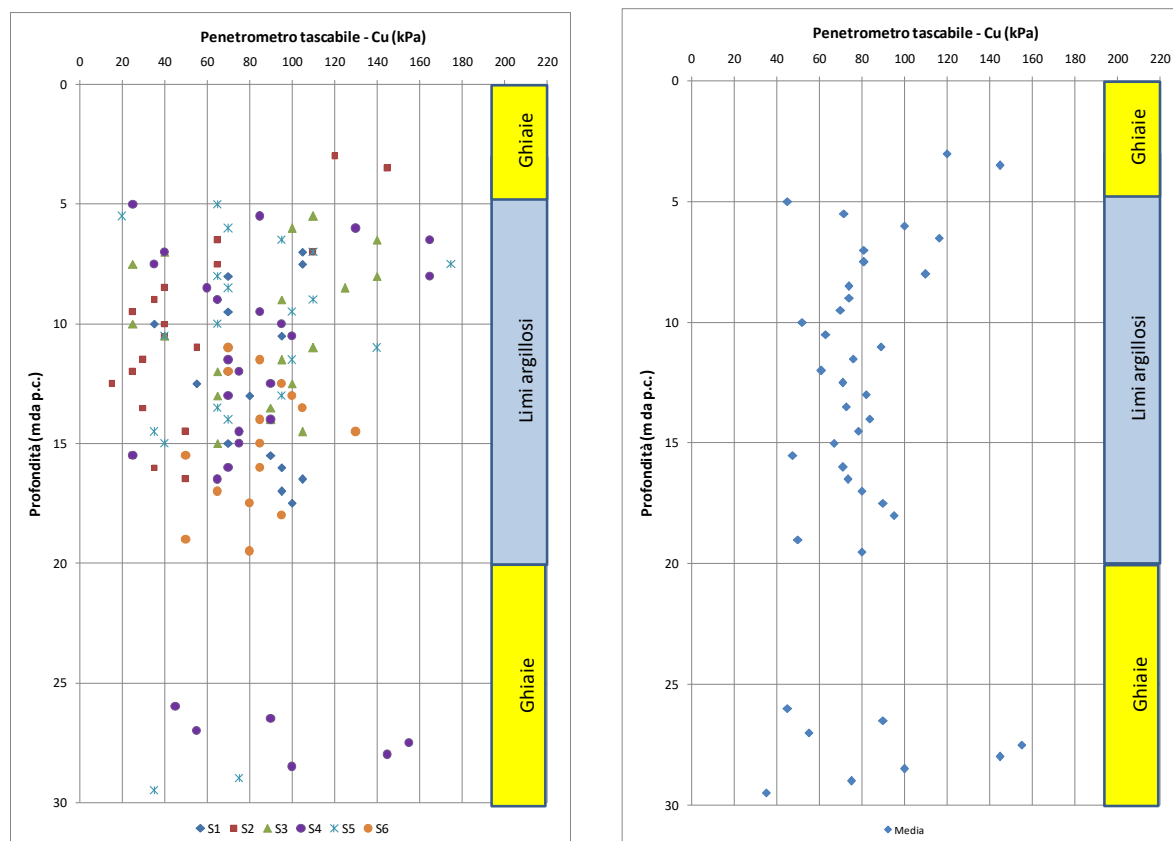



Figura 9 – Andamento dei valori di C_u (da penetrometro tascabile)

Dai valori penetrometrici dinamici e dai risultati delle prove di laboratorio, si stimano i seguenti parametri fisico-meccanici:

:

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	19,5-20,0
Limite Liquido – LL (%)	29-42
Indice Plastico - IP	11-21
Indice di Consistenza - Ic	0,5-0,9
Angolo di attrito – φ (°)	23-27
Coesione drenata – C' (kPa)	8-16
Coesione non drenata – C_u (kPa)	70-100
Modulo di Deformazione Confinata – E_{ed} (MPa)	5-8

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Il comportamento geomeccanico è prevalentemente coesivo con medio-elevata deformabilità.

Ghiaie sabbiose inferiori (substrato)

Il substrato locale, fino a circa 30 m dal p.c., è costituito da ghiaie sabbiose, presenti con continuità oltre 15-17 m d al p.c.

Dalle prove SPT si sono ricavati valori di $N_{spt} = 30-50$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri:

- Densità Relativa - $D_r = 45-65 \%$
- Angolo di attrito - $\varphi = 36-38^\circ$
- Modulo di Elasticità - $E' = 45-55$ MPa

Non si sono prelevati campioni nelle ghiaie del substrato oltre i 18-20 m dal p.c.


Si assumono i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

Peso di volume - γ (kN/mc)	20
Angolo di attrito - φ (°)	34-36
Coesione drenata - C' (kPa)	0
Modulo di Deformazione - E' (MPa)	45-55

oooooooo

Alla fine del presente rapporto sono allegati i tabulati dei risultati delle prove di laboratorio e e CPTU.

Come richiesto dalle NTC/2018 sulla base delle indagini effettuate si definisce il Modello geologico-tecnico del sottosuolo (Figura 10).

	<p align="center">Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

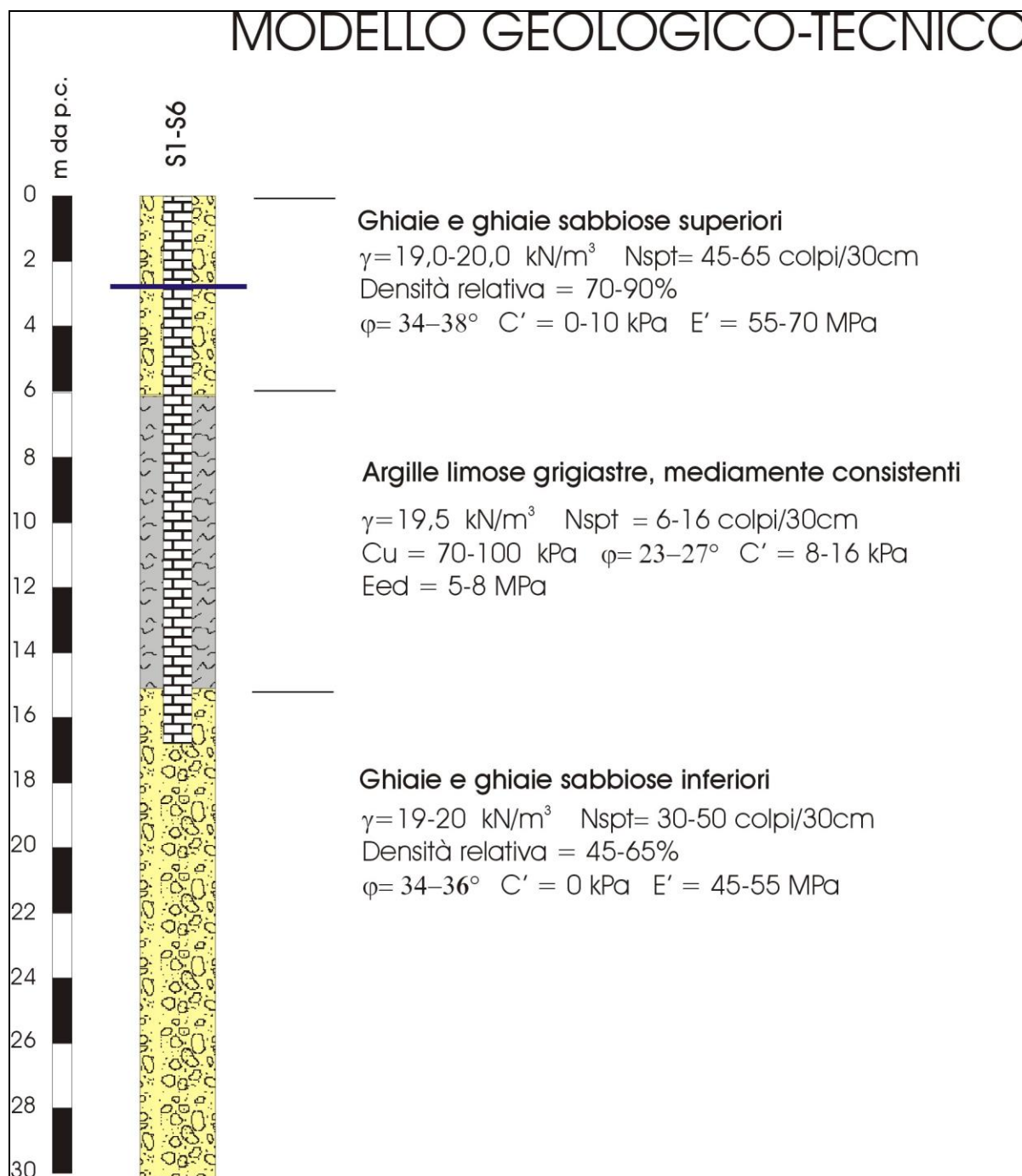



Figura 10 – Modello geologico-tecnico

	<p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO </p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB


5. TABULATI LABORATORIO, SPT

laboratorio-Reno-argilloso-limoso

PONTE SUL RENO - PROVE DI LABORATORIO - Unità limo argillose														
CARATTERISTICHE FISICHE														
S/C	Lito	qsond m slm	pcamp m	Wn %	γ kN/mc	γ_s kN/mc	e	Sr %	n %	LL %	IP	Ic	G %	S %
1/2	Limo argilloso	39	11,5	23,84	19,8	26,9	0,6825	95,82	40,56	35	16	0,70	0	3,1
2/2	Limo argilloso	36	14	25,82	19,5	26,9	0,7357	96,27	42,39	36	19	0,54	0	14,7
3/2	Limo argilloso	32	12,1	21	20,4	26,7	0,5837	97,95	36,86	29	11	0,73	0	11,5
4/2	Limo argilloso	31	11,2	23,42	19,7	27	0,6915	93,24	40,88	42	21	0,88	0	3,5
5/2	Limo argilloso	33	9,2	22,92	19,7	26,9	0,6785	92,66	40,42	35	15	0,81	0	7,6
CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE														
S/C	Lito	qsond m slm	pcamp m	FI °	C' kPa	FI °	C' kPa	TXCU						
1/2	Limo argilloso	39	11,5	27,8	12	27,6	13,2							
2/2	Limo argilloso	36	14	25,9	13									
3/2	Limo argilloso	32	12,1	29,9	8	30,2	8,2							
4/2	Limo argilloso	31	11,2	23,8	15	23,2	16,1							
5/2	Limo argilloso	33	9,2	27,6	12	28,8	9,1							

laboratorio-Reno-sabbioso-ghiaioso

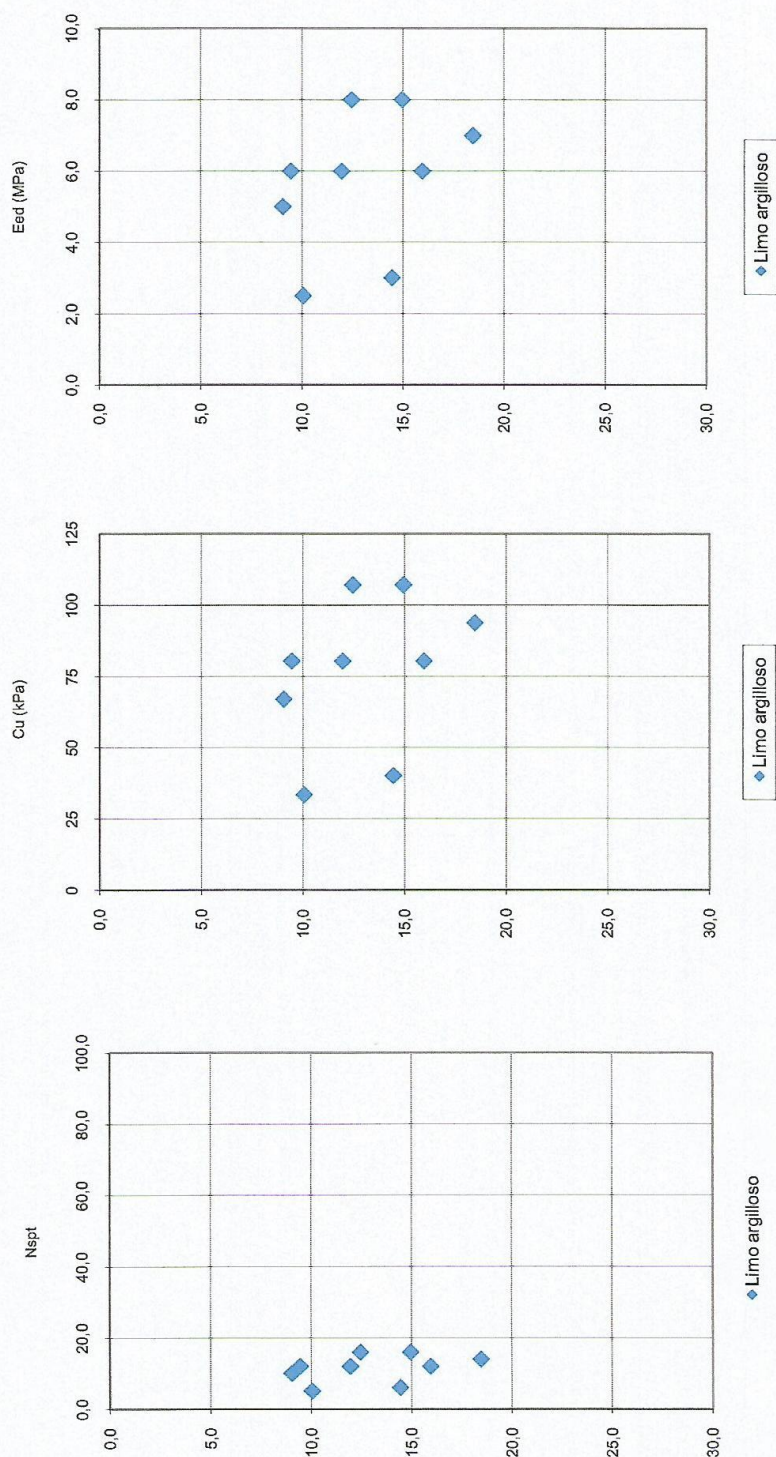
PONTE SUL RENO - PROVE DI LABORATORIO - Unità sabbiose-ghiaiose																	
CARATTERISTICHE FISICHE																	
S/C	Lito	qsond m slm	pcamp m	Wn %	γ kN/mc	γ _s kN/mc	e	Sr %	n %	LL %	IP	Ic	G %	S %	L %	A %	
1/1	Sabbia	39	3	15,4	19,7	26,1	0,5289	77,49	34,59	20	0	-	2,3	71,4	20,16	6,14	
2/1	Sabbia ghiaiosa	36	2	16,83	19,7	26,2	0,5538	81,19	35,64	23	8	0,77	33,8	37	20,91	8,29	
3/1	Limo sabbioso	32	1,5	17,83	19,5	26,3	0,5892	81,15	37,08	29	9	1,24	11,5	15,3	60,55	12,75	
4/1	Limo sabbioso	31	2,5	19,52	19,5	26,6	0,6304	83,99	38,66	33	12	1,12	0	20,2	64,77	15,03	
5/1	Sabbia limosa	33	4,2	20,33	19,6	26,4	0,6208	88,16	38,30	23	0	-	0	50,2	44,09	5,71	
6/1	Limo sabbioso	38	5,3	23,56	19,6	26,7	0,6832	93,89	40,59	32	13	0,65	0	23,8	64,07	12,13	
6/2	Limo sabbioso	38	13	26,24	19,6	26,7	0,7197	99,26	41,85	33	13	0,52	0,5	14,2	68,74	16,66	
CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE																	
S/C	Lito	qsond m slm	pcamp m	FI °	C' kPa	FI °	C' kPa	TXCU									
1/1	Sabbia	39	3	32	0	-	-										
2/1	Sabbia ghiaiosa	36	2	30,7	4	-	-										
3/1	Limo sabbioso	32	1,5	29,6	6	-	-										
4/1	Limo sabbioso	31	2,5	28,8	10	-	-										
5/1	Sabbia limosa	33	4,2	30,9	2	-	-										
6/1	Limo sabbioso	38	5,3	29,1	9	-	-										
6/2	Limo sabbioso	38	13	29,4	10	29,8	9,9										


	<p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO </p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Ponte sul Reno - Km 8+383

SPT - TERRENI COESIVI

litotipo Alluvioni limo argillose



	<p align="center"> Linea di Cintura di Bologna Ponte sul fiume Reno al Km 8+383 Messa in sicurezza con risagomatura, impermeabilizzazione e risanamento INTERVENTI DI RISAGOMATURA ALVEO E REALIZZAZIONE SOGLIA IN C.A. PROGETTO ESECUTIVO </p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geotecnica	VB

Nspt-elaborazioni-I-Reno, Grafici-terreni incoerenti, 11/02/2019

Ponte sul Reno - Km 8+383

PROVE SPT - TERRENI INCOERENTI

litotipo Alluvioni sabbiose e ghiaiose

