



CONSIGLIO NAZIONALE DEI GEOLOGI



Rischi Geologici

15 Maggio 2014

CARATTERISTICHE DEI TERRENI RECENTI DELLE PIANURE COSTIERE DEL LAZIO ED USO DEL TERRITORIO

Dr. Geol. Stefano Serangeli

Dr.ssa Geol. Serena Scarano



ANAS S.p.A. – Direzione Centrale Progettazione

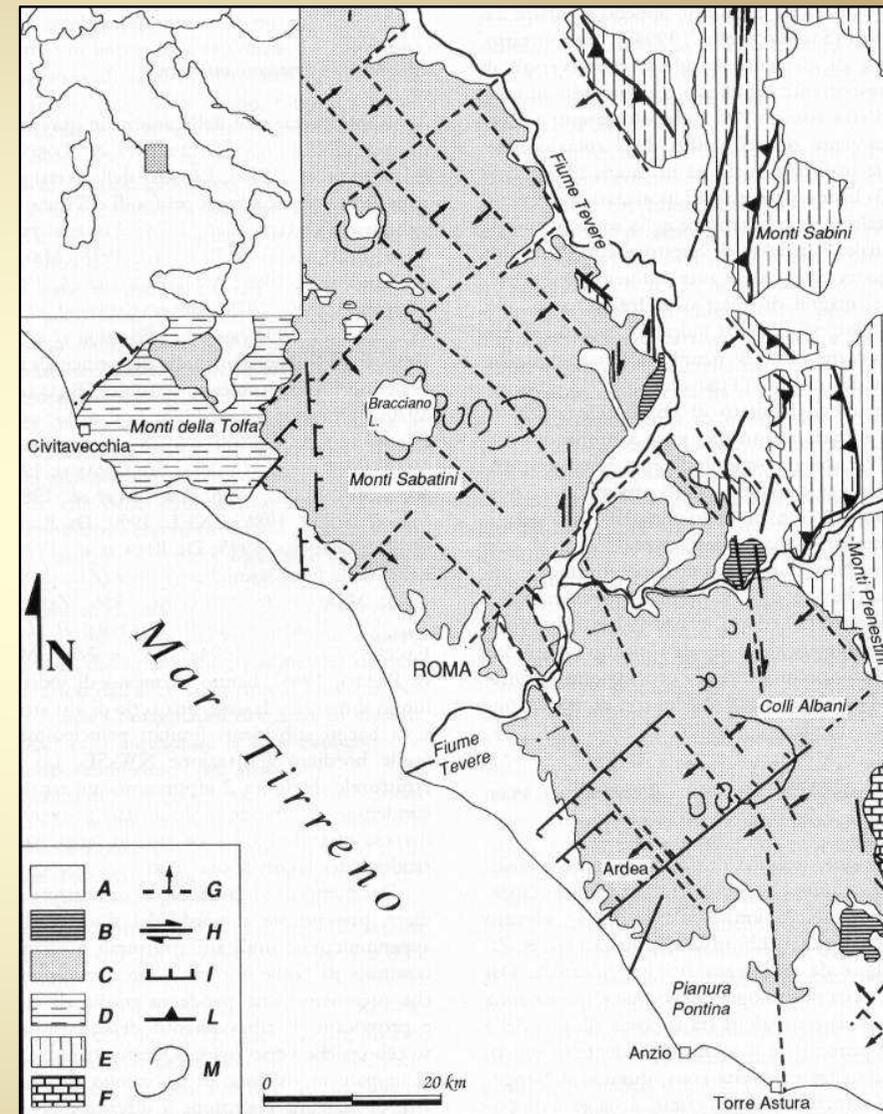
Pianure costiere del Lazio

Evoluzione geologica e paleogeografica:
elementi comuni e caratteri distintivi

Caratteristiche dei terreni di colmamento
recente

Condizionamento nei riguardi dello
sviluppo e nella progettazione degli
interventi infrastrutturali

Schema tettonico semplificato del margine laziale. Legenda: A) depositi sedimentari dei cicli "neo-autoctoni" e depositi costieri (Messiniano-Pleistocene), B) depositi travertinosi (Quaternario), C) depositi vulcanici (Pliocene-Pleistocene), D) unità dei Monti della Tolfa (Cretacico sup.-Eocene), E) serie calcareo-silico-clastiche-marnose "sabine" (Triassico sup.-Miocene); F) serie carbonatiche dei Monti Lepini (Cretacico sup.); G) faglie, principalmente sepolte, bordiere dei bacini subsidenti con movimento prevalentemente normale; la freccia indica la parte ribassata, H) faglie con movimento prevalentemente trascorrente, I) faglie con movimento prevalentemente normale; i trattini indicano la parte ribassata; L) principali fronti di sovrascorrimento; M) Orli di caldere e crateri (da Faccenna et al., 1995).



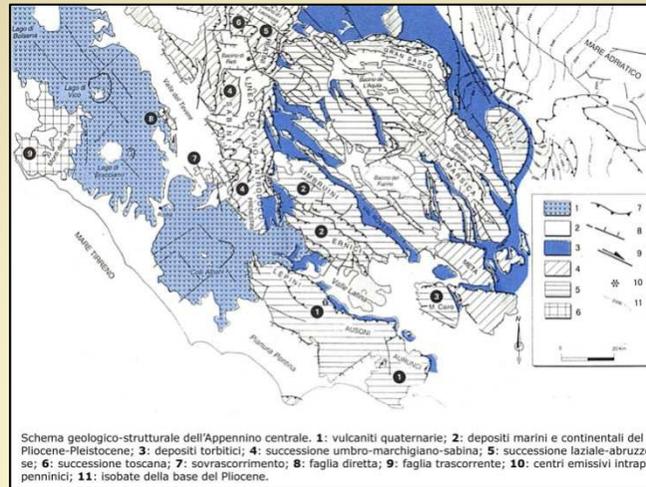
Pianure costiere del Lazio

Piana di Fiumicino



Carta geologica generale (elaborata dalla Carta Geologica d'Italia del Servizio Geologico, scala 1:500.000, foglio 3).
 Legenda: sigla rosso 1: depositi alluvionali e fluviolacustri olocenici, spiagge attuali; rosso 2: depositi eolici pleistocenici, parzialmente terrazzi costieri; rosso 7: sabbie e ghiaie del Pleistocene medio e superiore, parzialmente terrazzi costieri; rosso 8: argille del Pleistocene inferiore; rosso 10: sabbie plio-pleistoceniche; rosso 15: argille plioceniche; azzurro 4 & 6: depositi vulcanici del Pleistocene medio.

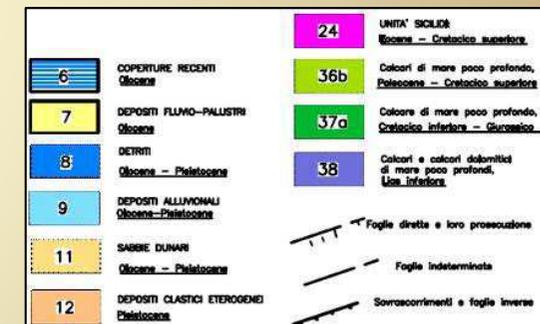
Pianura Pontina



Schema geologico-strutturale dell'Appennino centrale. 1: vulcaniti quaternarie; 2: depositi marini e continentali del Pliocene-Pleistocene; 3: depositi torbidi; 4: successione umbro-marchigiano-sabina; 5: successione laziale-abruzzese; 6: successione toscana; 7: sovrascorrimento; 8: faglia diretta; 9: faglia trascorrente; 10: centri emissivi intrapenninici; 11: isobate della base del Pliocene.

Schema geologico della Pianura Pontina

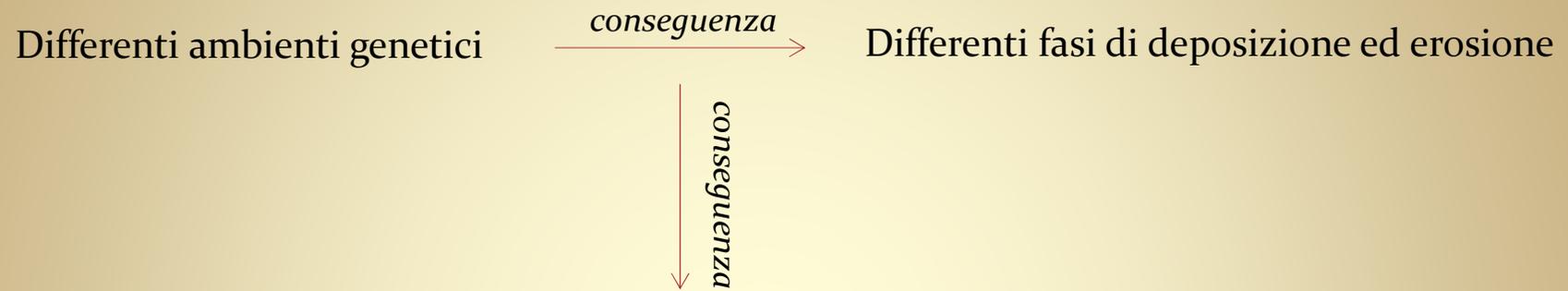
Piana di Fondi



Carta degli ambiti geologici e litostratigrafici.
 Tratto da *Sustgreenhouse - Rapporto di studio sulla situazione territoriale - Maggio 2009*



Piana di Fiumicino



Substrato sedimentario prevulcanico costituito da:

- 1° facies marina
- 2° facies transizionale
- 3° facies continentale

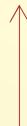


Successione stratigrafica

Sedimenti recenti di ambiente fluvio-lacustre
(Sintema del Fiume Tevere, Alluvioni recenti)



Terreni di genesi transizionale ed alluvionale
(Formazione di Ponte Galeria, ambiente di delta con passaggio da facies continentali fluviali,
a infralitorali e intertidali)



Formazione di Monte delle Picche
Deposito argilloso marino - circalitorale (unità più antica incontrata in sondaggio -
Emiliano)



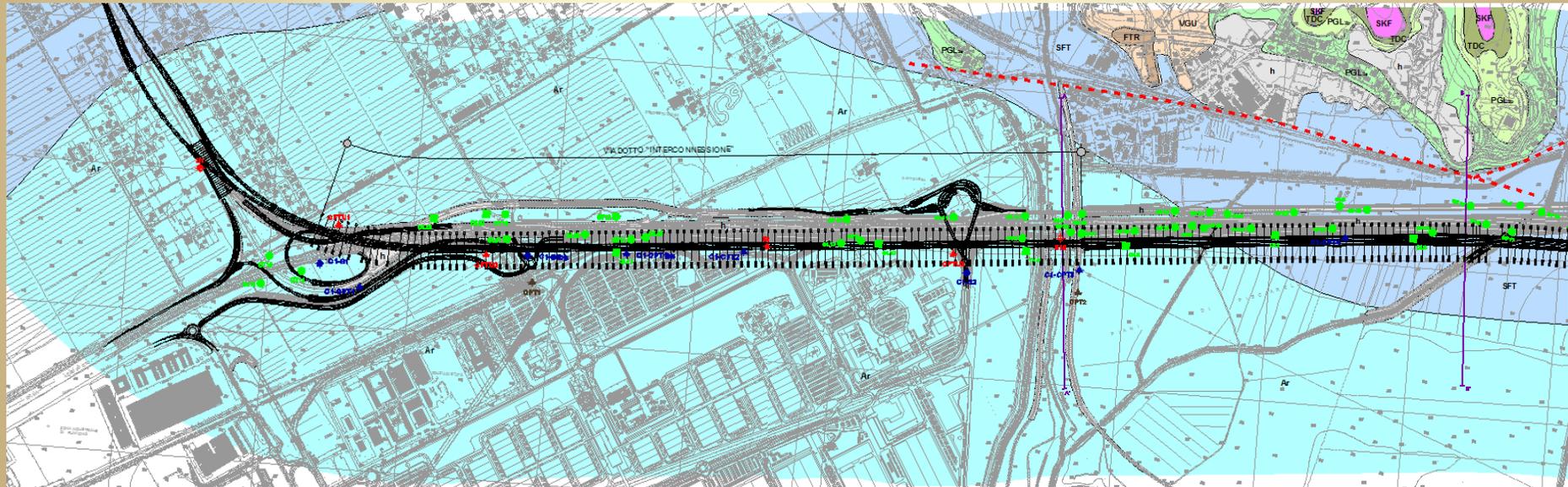
Schema geologico

Progetto Preliminare:

- n°65 sondaggi geognostici
- n°27 prove penetrometriche statiche
- n°2 pozzetti geognostici
- n°31 stratigrafie di sondaggio provenienti da indagini preesistenti

Progetto Definitivo:

- n°13 sondaggi geognostici
- n°11 prove penetrometriche statiche con piezocono
- n°5 Down-Hole



Stralcio della carta geologica di progetto, con ubicazione delle indagini geognostiche

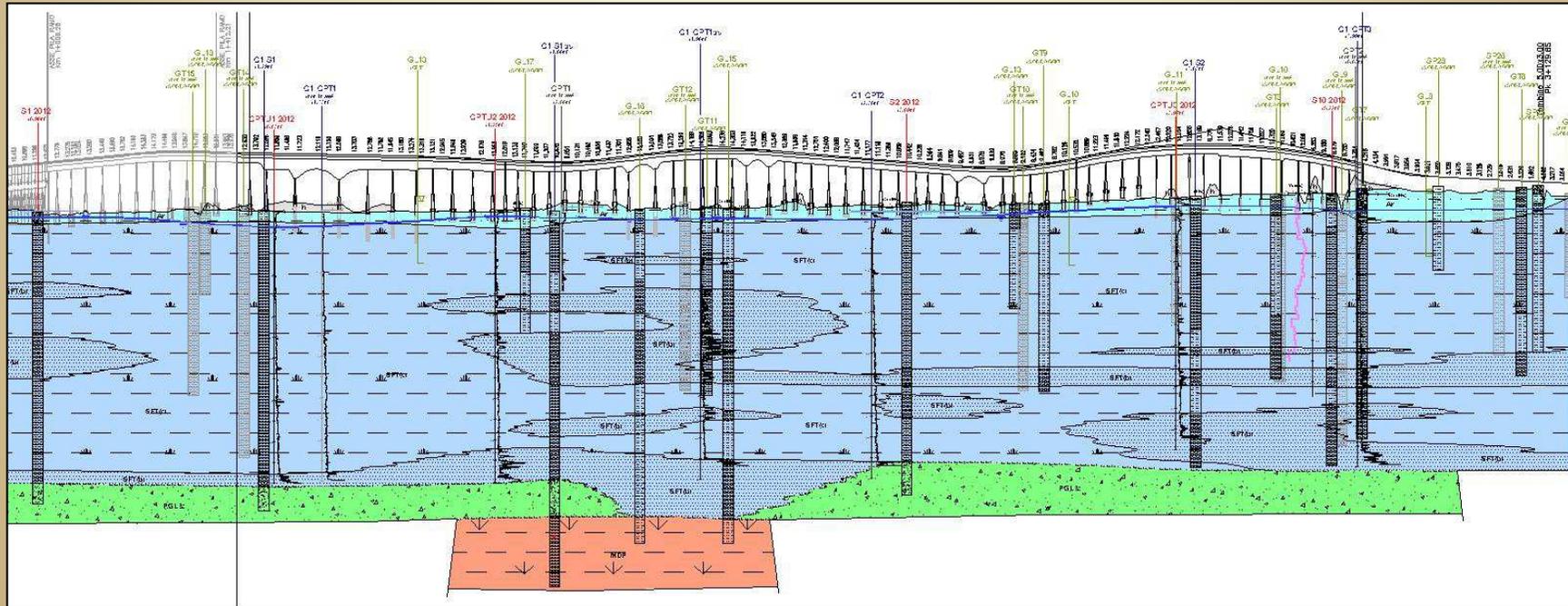
Modello Geologico di Riferimento

Definito nell'ambito della progettazione del collegamento autostradale tra l'autostrada A12 Roma – Civitavecchia e l'autostrada Roma (Tor de' Cenci) – Latina.

Potenti spessori (fino a 65-70 m) di sedimenti organici, teneri e compressibili, a carattere coesivo, normalmente consolidati, con intercalazioni di sabbie limose poco addensate

azione dei carichi permanenti delle opere in progetto

Previsione, in assenza di soluzioni mirate, di sviluppo di cedimenti per consolidazione di entità considerevole (fino a 1,5-2 m al di sotto dei rilevati)

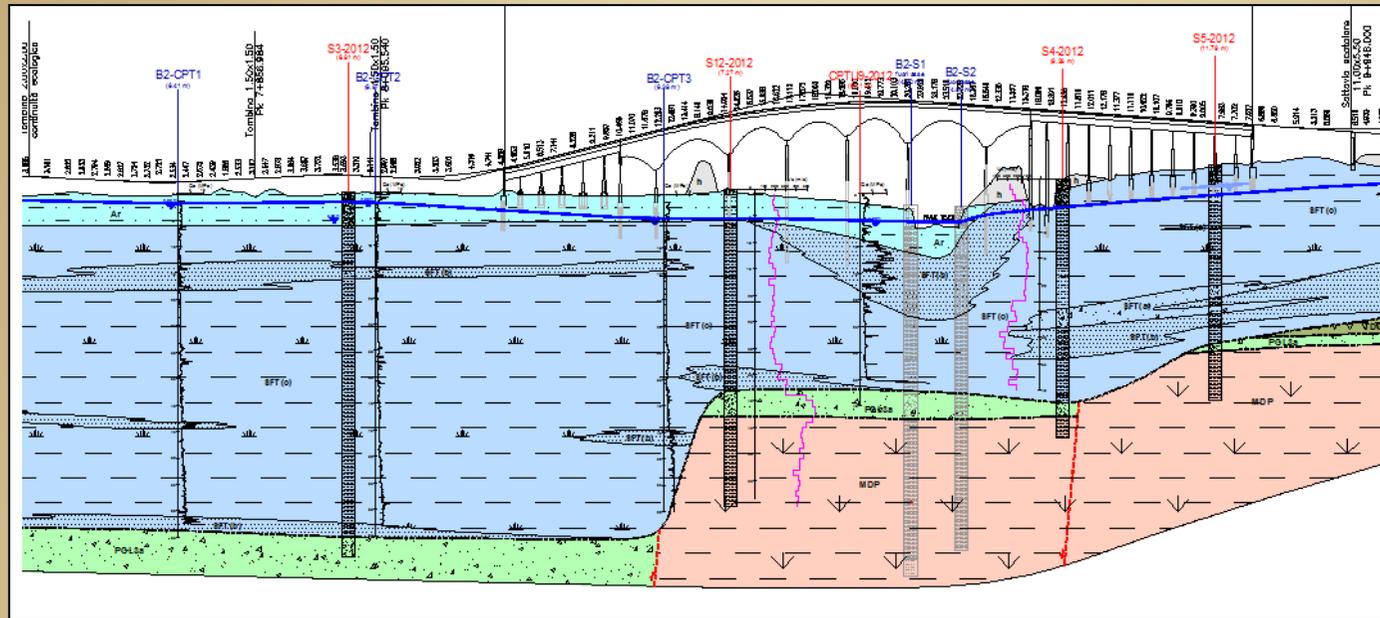


Stralcio del profilo longitudinale del Viadotto Interconnessione in progetto

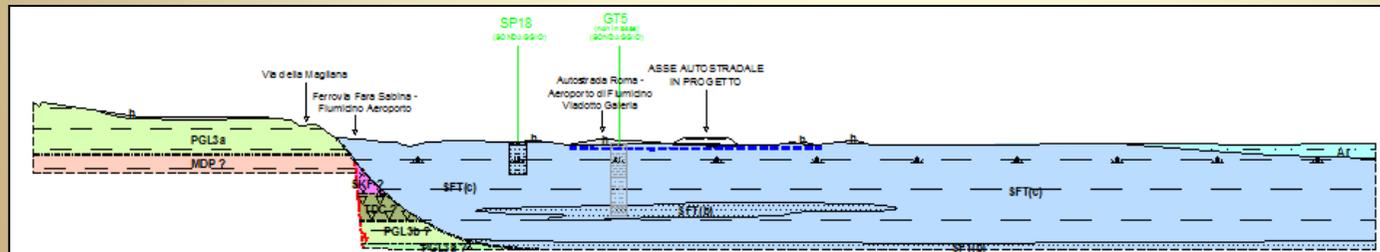
La presenza di terreni con tali caratteristiche meccaniche ha comportato un'attenta progettazione geotecnica, con l'utilizzo di soluzioni tecniche particolari



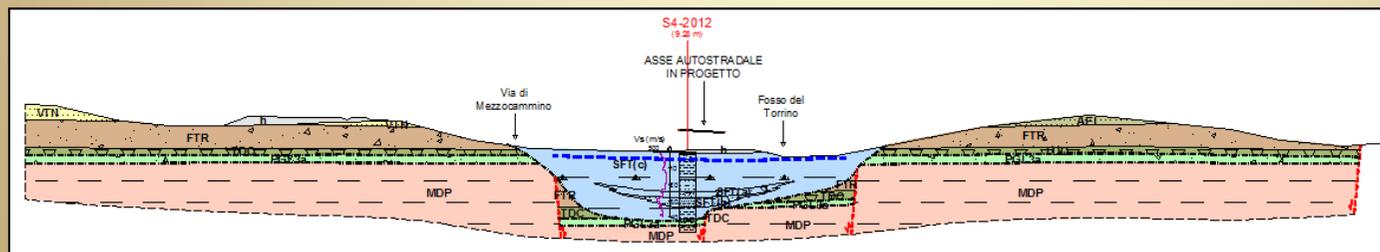
Modello Geologico di Riferimento



Stralcio del profilo longitudinale del Viadotto Tevere in progetto

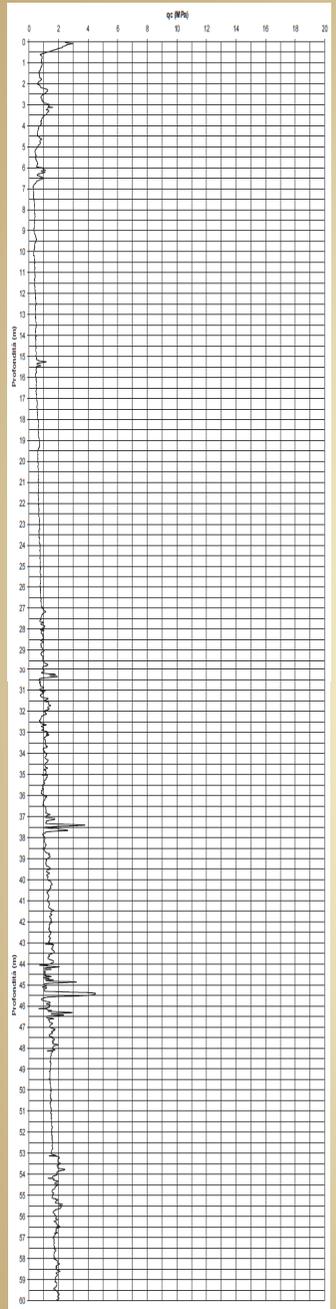


Sezioni geologiche trasversali



Caratteristiche geotecniche dei terreni

Derivanti da prove in sito e di laboratorio

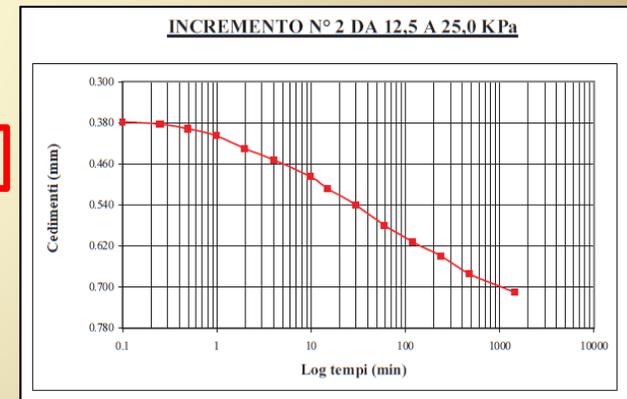


Esempio di prova
CPTU eseguita nella
Piana di Fiumicino

Proprietà fisiche di un
campione prelevato da
sondaggio

DETERMINAZIONI	1	2	3
Altezza provino (mm)	20.0	76.0	76.0
Diametro provino (mm)	50.5	38.0	38.0
Volume (mm ³)	40039	86149	86149
Peso tara (N)	1.15	1.21	1.21
Peso tara + prov. umido (N)	1.68	2.36	2.36
Peso tara + prov. secco (N)	1.38	1.72	1.72
Peso prov. umido (N)	0.532	1.15	1.15
Peso prov. secco (N)	0.234	0.51	0.51
Valori calcolati			
Peso di volume naturale γ_n (kN/m ³)	13.27	13.30	13.32
Peso di volume secco γ_d (kN/m ³)	5.85	5.00	5.88
Contenuto d'acqua naturale w (%)	126.88	125.42	126.69
Peso specifico dei granuli G_s (g/cm ³)	2.72	2.72	2.72
Porosità n (%)	74.79	74.57	74.68
Indice dei vuoti e (-)	2.97	2.93	2.95
Grado di saturazione S_r (%)	99.27	99.23	99.68
Valori medi			
Peso di volume naturale γ_n (kN/m ³)	13.30		
Peso di volume secco γ_d (kN/m ³)	5.88		
Contenuto d'acqua naturale w (%)	126.33		
Peso specifico dei granuli G_s (-)	2.32		
Porosità n (%)	74.68		
Indice dei vuoti e (-)	2.95		
Grado di saturazione S_r (%)	99.39		

FASE DI CARICO											
Incremento	n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pressioni	σ_a	kPa	0.0	12.5	25.0	50.0	100.0	200.0	400.0	800.0	1600.0
	σ_v	kPa	12.5	25.0	50.0	100.0	200.0	400.0	800.0	1600.0	3200.0
Tempo	min.	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	
Ced. assoluto δ_h	mm	0.311	0.710	1.640	3.070	4.802	6.480	7.611	8.925	9.822	
Modulo E_{ed}	Mpa	0.6	0.5	0.6	0.9	1.7	4.6	7.1	19.0		
Indice dei vuoti e	(-)		2.208	2.054	1.816	1.528	1.249	1.061	0.843	0.694	
Indice di compr. a_v	MPa ⁻¹		5.31E-01	6.18E-01	4.75E-01	2.88E-01	1.39E-01	4.70E-02	2.73E-02	9.32E-03	
Coeff. di compr. m_v	MPa ⁻¹		1.64E+00	1.98E+00	1.62E+00	1.08E+00	5.84E-01	2.18E-01	1.40E-01	5.27E-02	
Coeff. di compr. primaria C_v	cm ² /sec			5.40E-05	4.20E-05	3.50E-05					
Coeff. di permeab. K	cm/sec			1.07E-08	6.80E-09	3.77E-09					
Coeff. di consolidazione secondaria α	-			0.630	0.700	0.725					
FASE DI SCARICO											
Scarichi	n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pressioni	σ_a	kPa	3200.0	800.0	200.0	50.0					
	σ_v	kPa	800.0	200.0	50.0	13.5					
Tempo	min.	720	720	720	720						
Ced. assoluto δ_h	mm	9.565	9.120	8.710	8.020						
Ced. unitario (dh/ho) e_u	(%)	47.80	45.58	43.53	40.08						
Indice dei vuoti e	(-)	0.736	0.810	0.878	0.993						

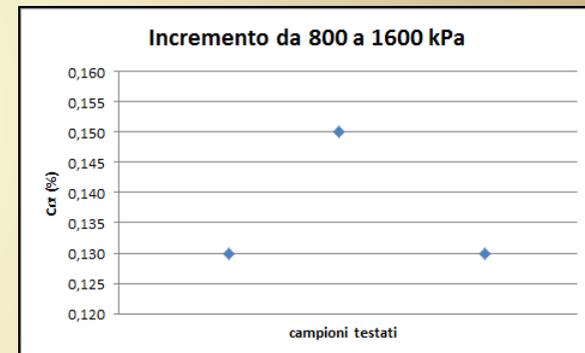
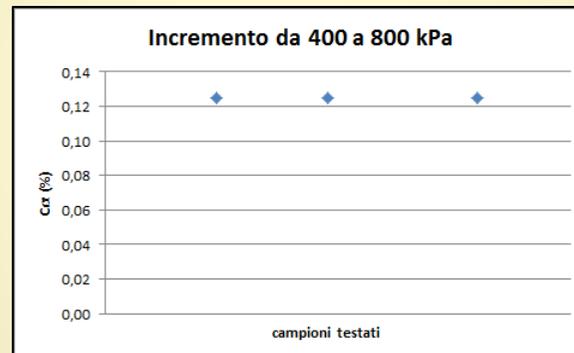
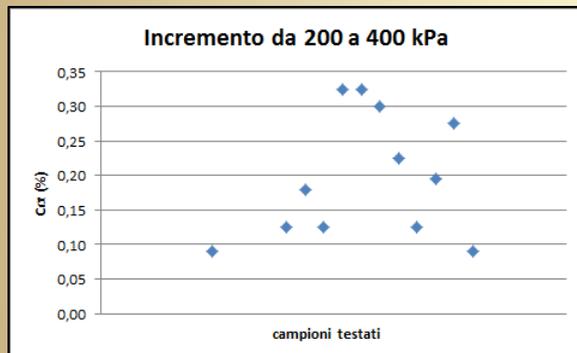
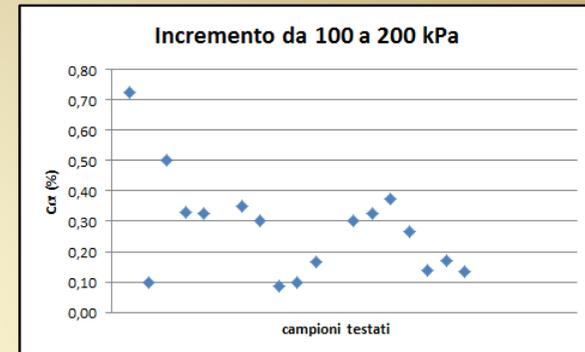
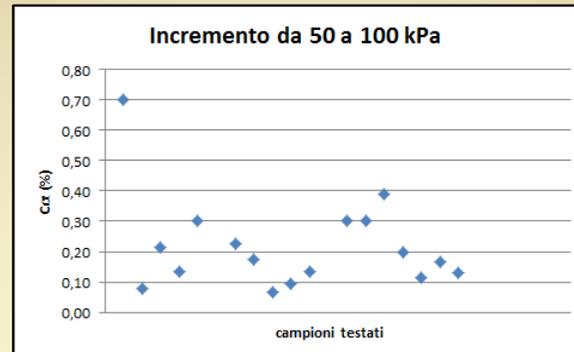
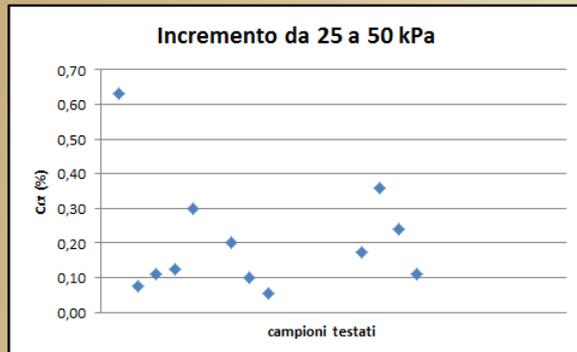


Risultati della prova
edometrica



Caratteristiche geotecniche dei terreni

Derivanti da prove di laboratorio



Valori del coefficiente di consolidazione secondaria ottenuti da prove edometriche eseguite sui campioni di terreno prelevati



Pianura Pontina

Pianura costiera con una vasta zona tabulare solcata da una fitta rete di canali artificiali, facenti parte della vasta opera di ingegneria idraulica che tra gli anni '20 e '40 venne realizzata per bonificare una vastissima distesa di terreni paludosi.

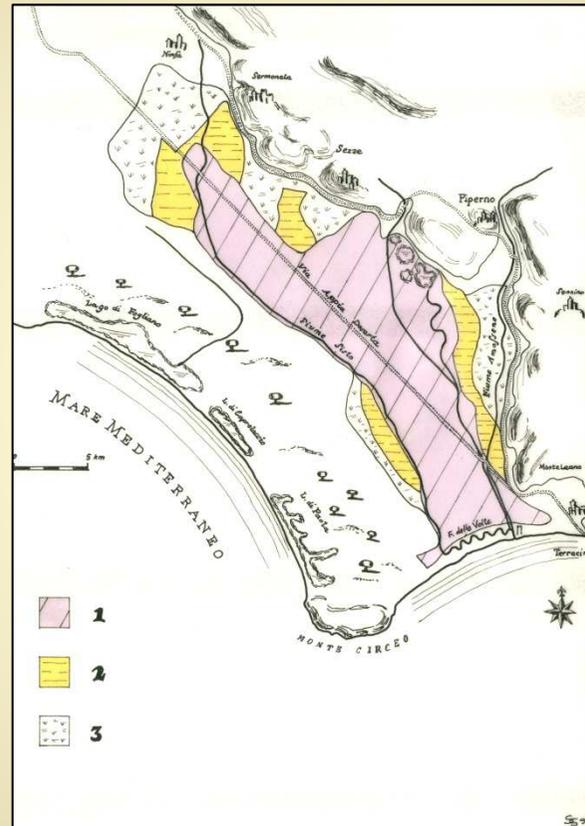


Fig. 2 - Le Paludi Pontine prima degli interventi promossi da Pio VI nella seconda metà del XVIII secolo (ridisegnato semplificato dalla carta del RAPPINI, 1778). LEGENDA: «I tre Stati di palude»: 1) «palude permanente»; 2) «palude inondata ad ogni pioggia»; 3) «palude inondata in occasione di massime piogge».

Evoluzione geologica

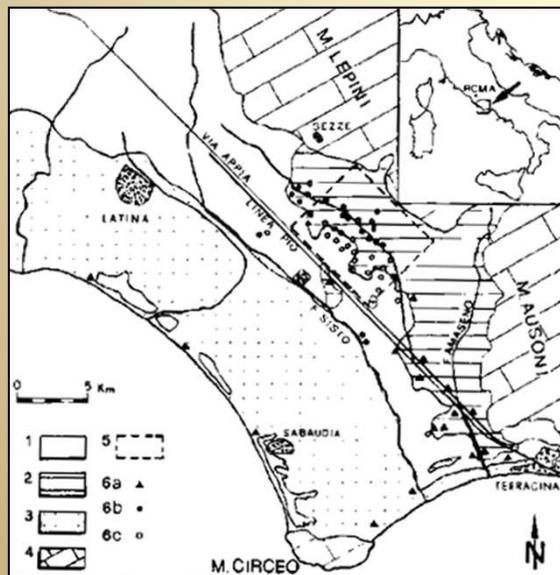
- ▶ Disarticolazione e ribassamento del substrato carbonatico (*graben pontino*)
- ▶ Successione di ambienti deposizionali differenziati

Ambiente continentale fluvio-lacustre

Ambiente transizionale costiero

Ambiente deposizionale marino

- Terreni torbosi fluvio-lacustri olocenici
- Piroclastiti ed epivulcaniti del vulcanismo albano
- Depositi sabbioso-limosi litorali ed argille limose transizionali pleistocenici
- Calcareniti in facies litorale alto-plioceniche
- Depositi marini basso-pliocenici (Argille azzurre con intercalazioni sabbiose)
- Depositi marini miocenici (arenarie e siltiti)



Schema geologico della Pianura Pontina (da BONI *et alii*, 1980, con modifiche). Legenda: 1) depositi lagunari e fluvio-lacustri (Pleistocene medio - Olocene); 2) torbe, limi ed argille ad elevata componente organica con spessori superiori a 2 m (Pleistocene medio - Olocene); 3) depositi sabbiosi (Quaternario); 4) successioni carbonatiche (Meso-Cenozoico); 5) bacino di drenaggio di Quartaccio; 6) evidenze su strutture di fenomeni di subsidenza nei depositi organici: 6a - impianti idrovori, 6b - ponti, 6c - chiusure ed altri manufatti.

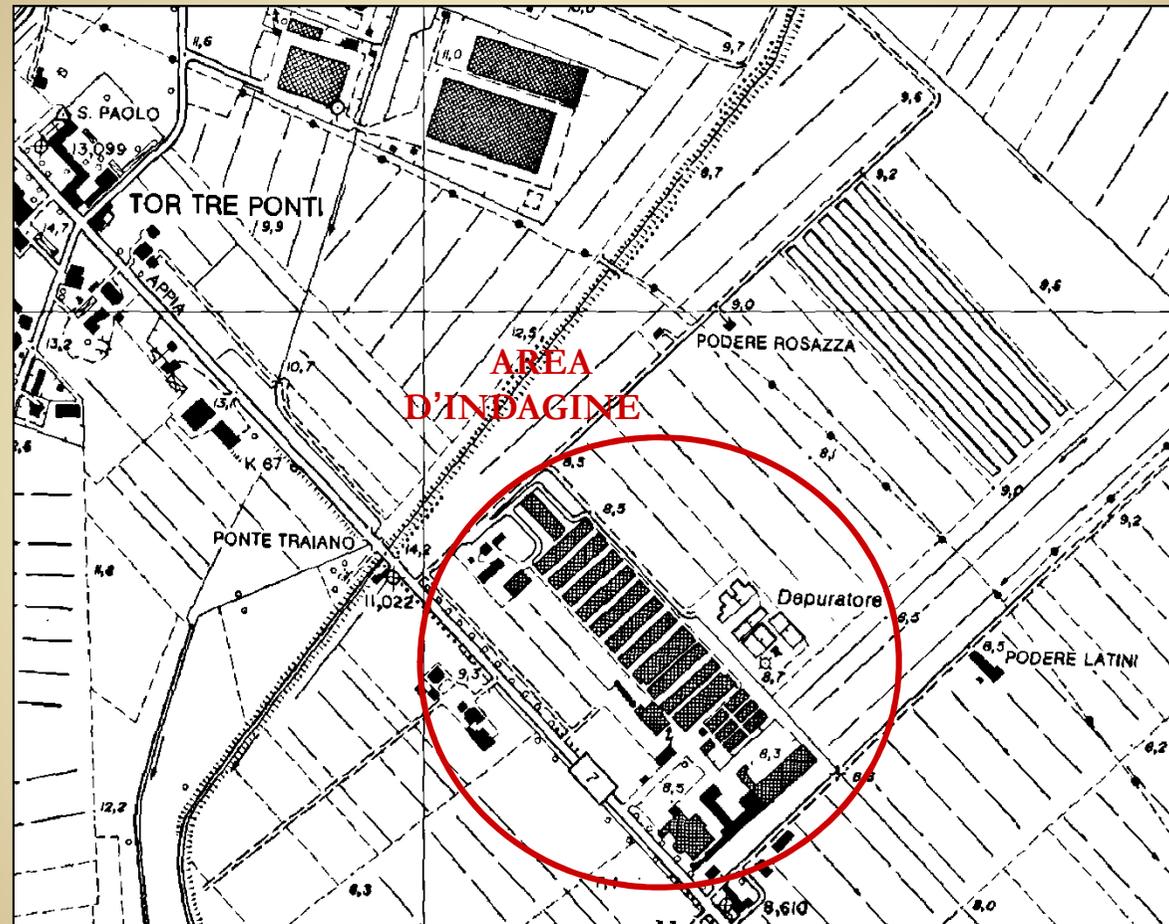


Ubicazione indagini presentate



COROGRAFIA

SCALA 1:10.000



Area di ubicazione del sondaggio geognostico «Pettinicchio»

Successione stratigrafica semplificata

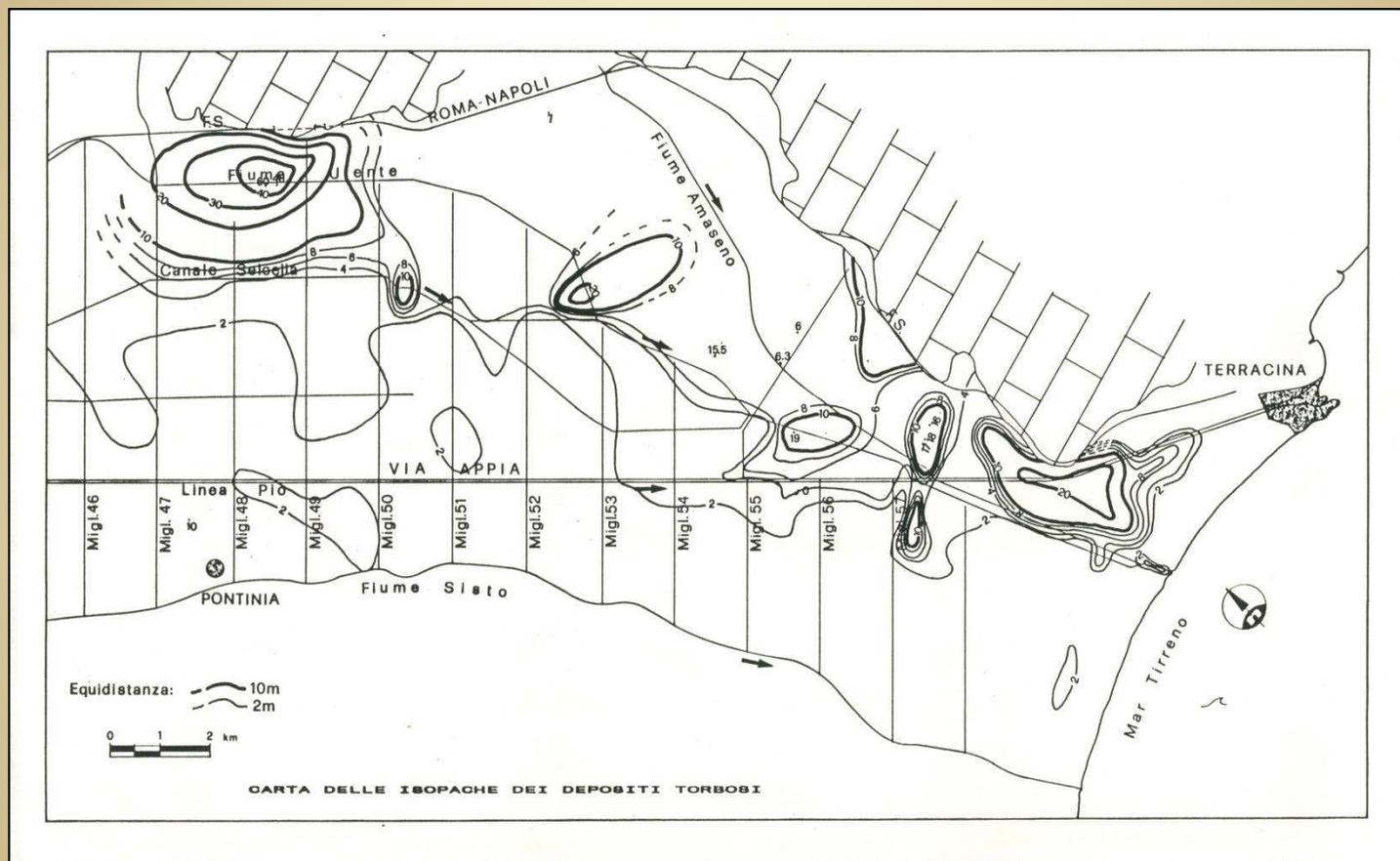
Profondità	Descrizione stratigrafia	Interpretazione e riferimenti Bibliografici	Età
0.0– 17.80	Argille e limi di ambiente limno-palustre, organici, torbe, sabbie sciolte, fanghi limo-sabbiosi carbonatici sciolti con molluschi dulcicoli.	I ₃	Olocene
17.80 – 35.0	Piroclastiti cineritiche nere con analcime, a tratti cementate, e strati travertinosi.	P	Pleistocene med.-sup.
35.0 – 51.0	Argille limose grigio-verdastre con gasteropodi e bivalvi, alternate a livelli cineritici nerastri e strati di travertini.	qt	Pleistocene medio
51.0 – 61.70	Sabbie limose grigie.	Q ₁ /qsl Sabbie e argille a <i>Venerupis senescens</i> e <i>Cerastoderma</i>	Pleistocene inf. - medio
61.70 – 67.50	Tufiti limo-argillose marroni con resti vegetali (?).	Ti Pleistocene inf.	
67.50 – 87.50	Sabbie limose grigie con intercalazione di argilla limosa grigia molto consistente (83.0 – 85.50).	Q ₁ /qsl Sabbie e argille a <i>Venerupis senescens</i> e <i>Cerastoderma</i>	
87.50 – 94.20	Calcareniti avana.	Pl ₂₋₃ Facies litorale.	Pliocene medio sup.
94.20 – 101.50	Sabbie limose grigie.	Pl ₁	Pliocene inferiore
101.50 – 118.50	Argille limose grigio-azzurre molto consistenti con alternanze di sabbie fini limose.		
118.50 – 167.80	Alternanza di siltiti e marne grigie, argille dure e livelli sabbiosi fini.		
167.80 – 175.70	Alternanza di arenarie avana-giallastre con lamellibranchi e di siltiti grigie.	M	Miocene medio-sup.
175.50 – 180.00	Substrato carbonatico di facies incerta. Calcare micritico avana con vene di calcite.		

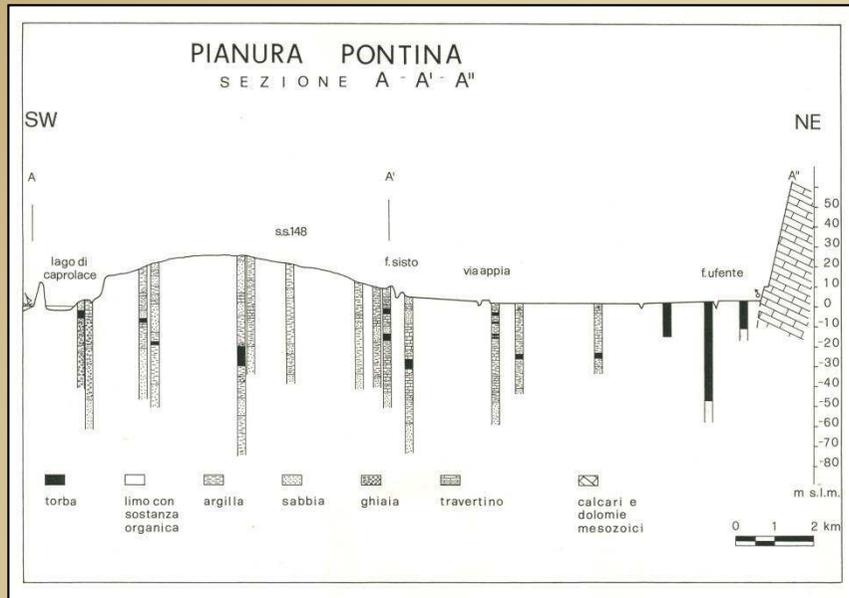


Stratigrafia semplificata del sondaggio geognostico sperimentale eseguito in località
Tor Tre Ponti – Pettinicchio (S.S. 7 Appia) ANAS – Università Roma Tre

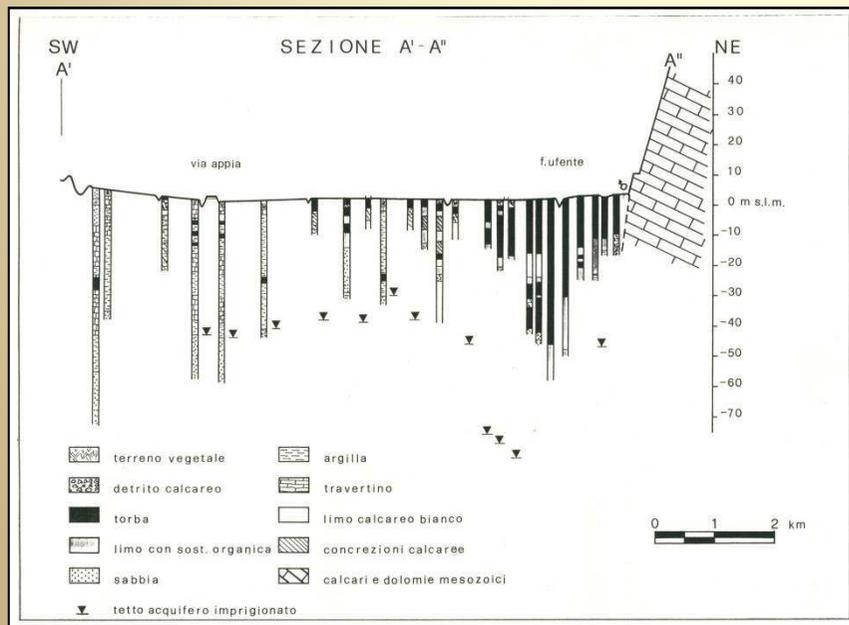


Distribuzione areale dei terreni torbosi





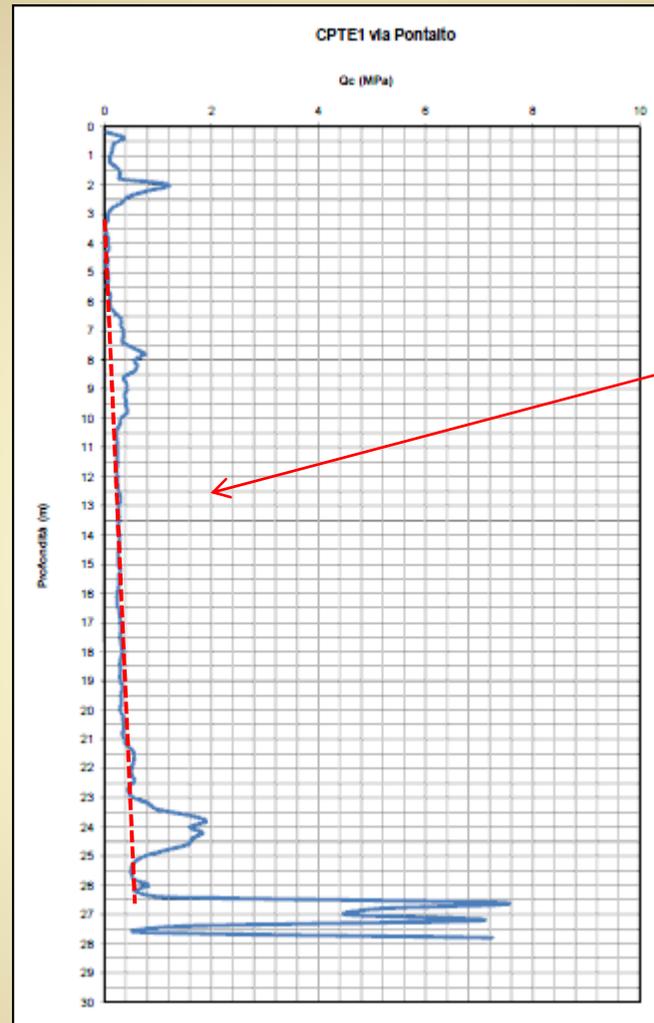
Sezioni geologiche semplificate lungo la Pianura Pontina



Evidente presenza di terreni torbosi



Caratteristiche geotecniche dei terreni



Esempio di CPT E eseguita al margine della Pianura Pontina

Caratteristiche geotecniche dei terreni

Scala 1:100	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Campioni
1			Terreno torboso nero, limoso-argilloso, poco plastico.	
2	1.30		Torba nerastra con frammenti di legno. Frammenti	
3				
4				
5	4.20		Torba nera con frammenti di legno (canne e rametti) e rari gasteropodi dulcicoli. Non calcarea. Granulometria della matrice: limo con argilla. Inconsistente.	
6				
7				
8				
9	9.45		Torba limoso-argillosa con resti vegetali meno abbondanti (frammenti erbacei fini).	
10	9.10		Torba limosa debolmente argillosa con resti vegetali più radi (frustoli, foglie) e di fauna (ostracosi e gasteropodi).	
11	9.30		Torba limo-argillosa con resti vegetali più radi.	
12	12.00		Torba limo-argillosa, molle con abbondanti resti vegetali di maggiori dimensioni (canne). Priva di gusci.	
13				
14	14.05		Sabbia fine con limo, debolmente argillosa, sciolta, di natura calcarea. Ricca in resti vegetali erbacei, chiari, filiformi, abbondanti a m. 15.30. Contiene molti gasteropodi, con individui di dimensioni > 1 cm.	
15				
16				
17				
18	17.50		Argilla con limo, torbosa, a struttura grumosa, non calcarea, contenente piccoli frammenti di Cerastoderma e nodulietti submillimetrici di origine vulcanica.	
19	18.50		Sabbia grossa limosa, grigia.	
20	20.00		Limo debolmente argilloso, torboso, con abbondanti resti vegetali (frustoli fini) e scarsi resti di gasteropodi. Contiene noduli calcarei (5-6 mm).	
21	21.20		Torba compatta con gasteropodi dulcicoli e frammenti di legno.	
22	22.30		Argilla con limo, torbosa, con gasteropodi, con venature chiare in basso. Non calcarea, a tratti a struttura fogliettata.	
23				
24	23.90		Argilla debolmente limosa, sterile, plastica, molle.	
25				
26	26.00		Limo sabbioso con filamenti erbacei.	
27	26.10		Torba limoso-argillosa, contenente foglie e corteccia arborea (pino?), disposte in piani orizzontali.	
28				
29	28.35		Argilla torbosa con resti vegetali.	
30	28.50		Torba.	
31	29.30		Argilla limosa plastica con resti erbacei.	
32	29.10		Torba limoso-argillosa, compatta, a frattura angiosa, con frammenti lignei.	
33	30.60			

Stratigrafia del sondaggio sperimentale "Mezzaluna"



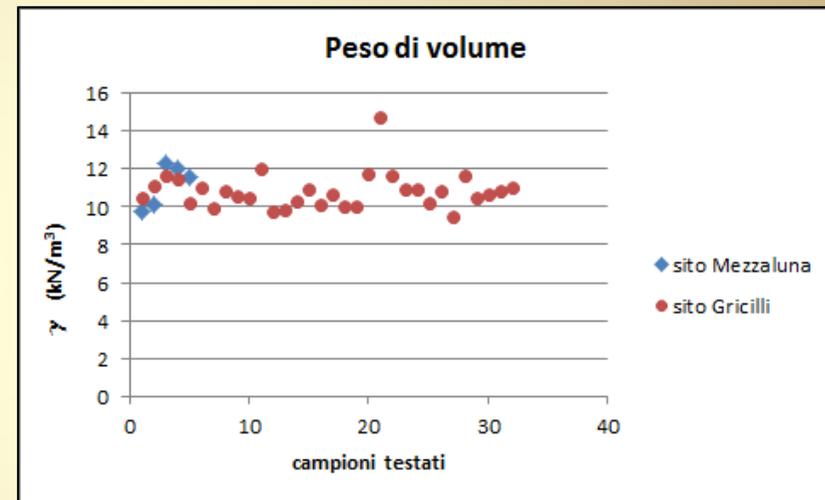
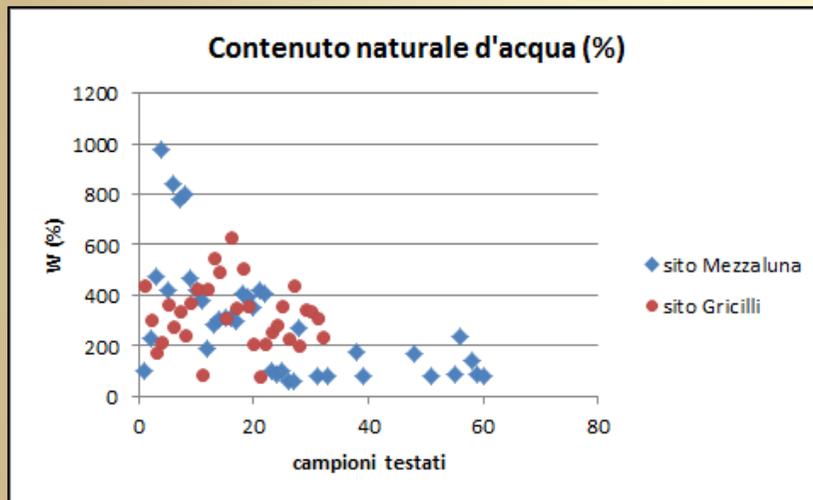
Foto cassette del sondaggio "Mezzaluna"



Caratteristiche geotecniche dei terreni

Derivanti da prove di laboratorio

Caratteristiche fisiche



Valori di contenuto d'acqua e peso di volume di campioni dei siti «Mezzaluna» e «Gricilli» a confronto



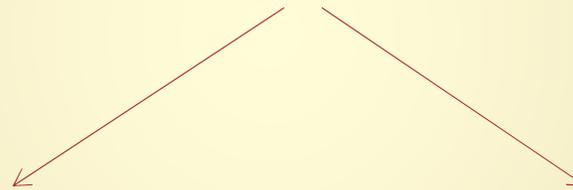
Caratteristiche geotecniche dei terreni

Derivanti da prove di laboratorio

Caratteristiche meccaniche

	E ed (Mpa) $\Delta p = 40$ kPa	Descrizione campione
S01 - 1,60	1,4	limo argilloso s.c.
S04 - 3,50	0,2	torba
S010 - 3,60	0,1	torba
S010bis - 6,60	0,9	torba e limo
S02 - 1,00	1,8	limo argilloso s.c.
S07 - 3,60	0,2	torba
S07 - 12,60	0,2	torba
S08 - 5,60	0,2	torba
S08 - 9,60	0,2	torba
S09 - 2,60	0,2	torba
S010 - 3,60	0,2	torba
S011 - 1,00	0,9	limo argilloso s.c.
S012 - 1,00	1,1	limo argilloso s.c.
S017 - 1,50	1,2	limo argilloso s.c.
R1S1 - 6,60	0,2	torba
R1S1 - 17,40	0,4	torba
R1S2 - 2,60	0,4	torba
R1S3 - 21,00	0,3	limo argilloso
R1S6 - 1,20	0,1	torba
R1S6 - 3,60	0,1	torba
R1S6 - 20,00	0,4	limo argilloso
R1S7 - 1,00	0,4	torba
R2S1 - 6,60	0,5	torba
R2S1 - 13,60	0,4	torba
R2S2 - 8,60	0,3	torba
R2S3 - 6,60	0,3	torba
R2S3 - 12,60	0,3	torba
R2S4 - 9,60	0,3	torba
R2S7 - 6,60	0,15	torba
R2S7 - 10,60	0,2	torba

Valori di modulo edometrico e
coefficiente di consolidazione
secondaria ottenuti per campioni
provenienti dal Bacino dei Gricilli



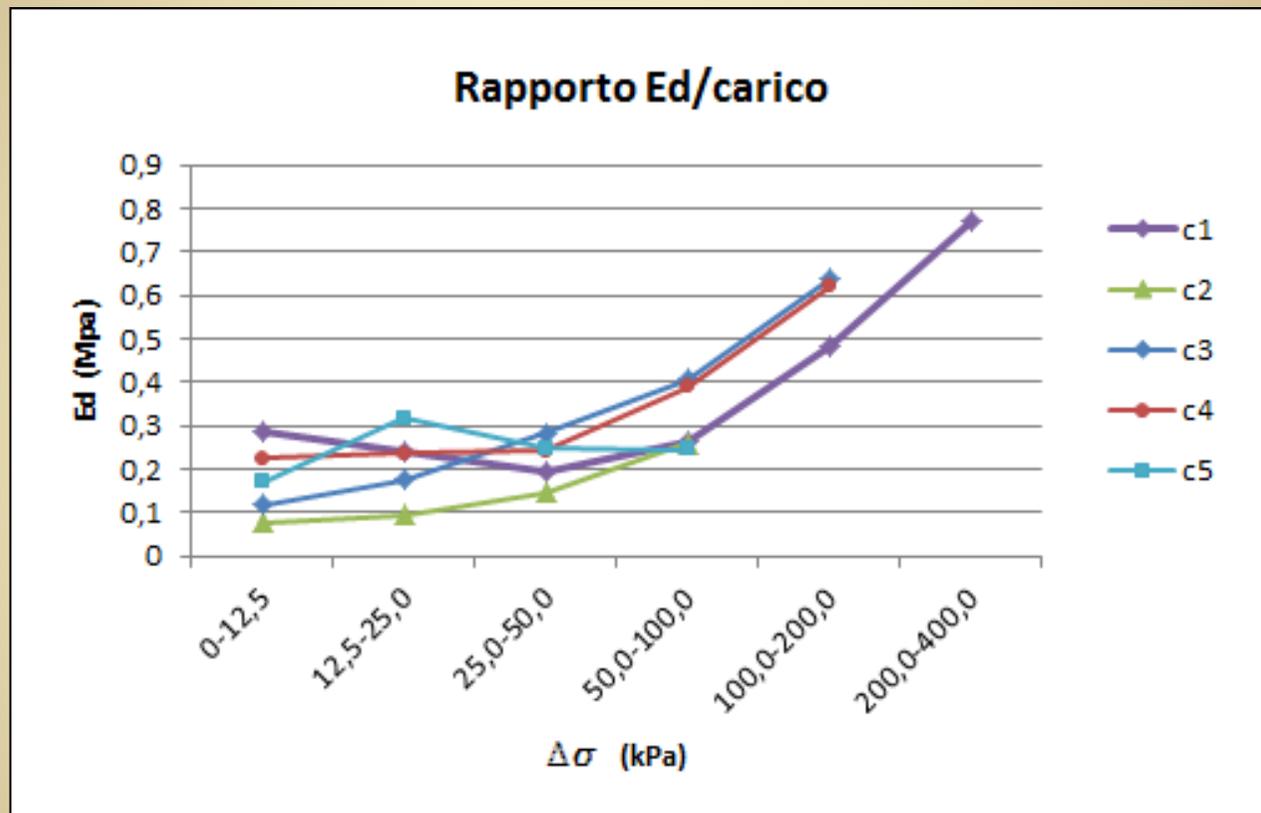
	C α (%)
S09 - 2,60	2,5
S04(A) - 3,50	2
S04(B) - 3,51	2
S07 - 3,60	2,6
S010 - 3,60	2
S010 - 3,60	2
S08 - 5,60	2,2
S010b(A) - 6,60	0,78
S010b(B) - 6,60	0,8
S08 - 9,60	2,3
S07 - 12,60	3
R1S7 - 1,00	4,1
R1S6 - 1,20	3,3
R1S2 - 2,60	2
R1S6 - 3,60	3,9
R1S1 - 6,60	3,9
R1S1 - 17,40	1,8
R2S1 - 6,60	1,2
R2S3 - 6,60	2,4
R2S7 - 6,60	2,2
R2S2 - 8,60	2,5
R2S4 - 9,60	1,77
R2S7 - 10,60	2,1
R2S3 - 12,60	1,8
R2S1 - 13,60	2,1
R2S2 - 16,00	2
S02 - 1,00	0,4
S011 - 1,00	0,64
S012 - 1,00	0,37
S017 - 1,50	0,38
S01 - 1,60	0,45
R1S3 - 21,1	1,87
R1S6 - 20,0	1,86



Caratteristiche geotecniche dei terreni

Derivanti da prove di laboratorio

Caratteristiche meccaniche



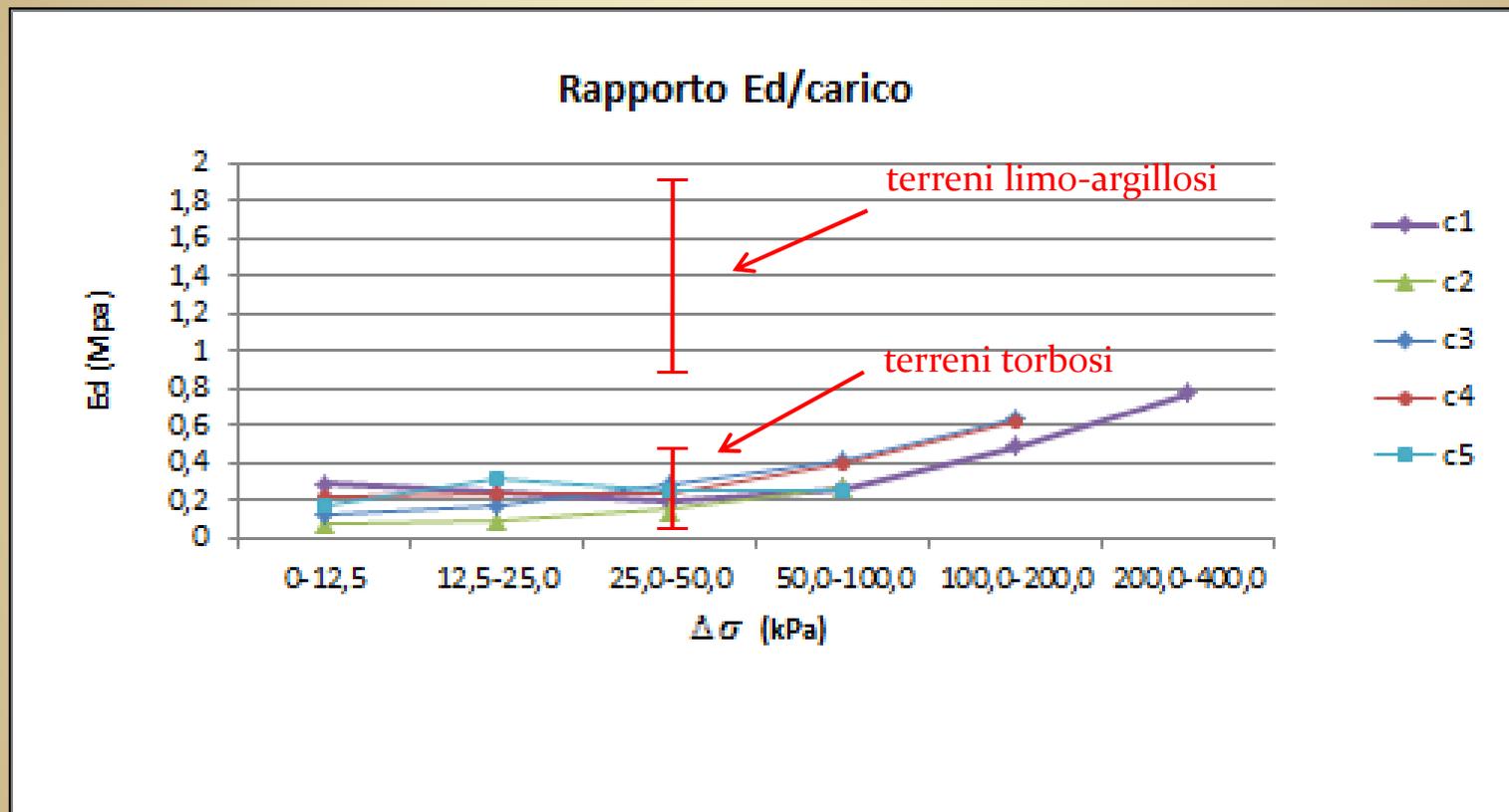
Valori del modulo edometrico ottenuti per campioni provenienti dal sondaggio Mezzaluna



Caratteristiche geotecniche dei terreni

Derivanti da prove di laboratorio

Caratteristiche meccaniche



Confronto fra valori del modulo edometrico ottenuti per campioni provenienti dal sondaggio Mezzaluna e dal sito Gricilli (campi di variabilità delimitati in rosso)



I processi di subsidenza

Studi condotti negli anni scorsi hanno messo in luce l'esistenza, in diverse aree della pianura ed in rapporto diretto con lo spessore dei terreni ad elevato contenuto di sostanza organica, di un processo spontaneo di abbassamento del suolo, evidenziandone le relative tendenze evolutive.

Il fenomeno, che subì un'accelerazione in corrispondenza dell'avvio degli interventi di bonifica idraulica, appare sostanzialmente riconducibile a processi di consolidamento dei terreni organici recenti sotto il proprio peso.

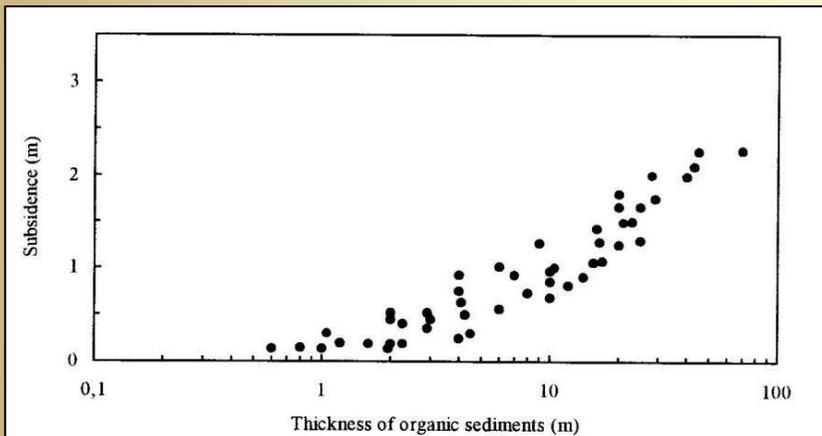


Figure 2. Relationship between subsidence (in the period 1927-1980) and thickness of peat (49 boreholes).

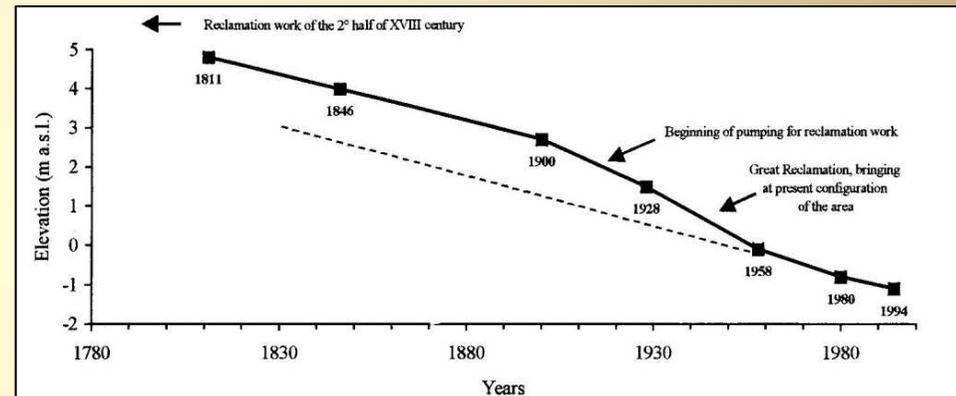


Figure 4. Reclamation work and subsidence rate in the Mezzaluna area (Quartaccio basin); years: 1811-1994. The effects of the draining (primary consolidation) are exhausted in a few decades. It is important to point out that the present subsidence rate is similar to the one which occurred before the reclamation work of this century.

Implicazioni: mantenimento in efficienza della rete di drenaggio e bonifica, riprofilatura delle arginature; Adozione di soluzioni progettuali idonee per la realizzazione di opere ed interventi.



Piana di Fondi

Antico golfo incuneato tra i Monti Ausoni ed i Monti Aurunci che, nel quaternario, si è trasformato in bacino fluvio-palustre separato dal Mar Tirreno da un cordone dunale con processo morfogenetico analogo a quello che ha caratterizzato la formazione della Pianura Pontina

Caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari pleistocenici ed olocenici

Zona costiera



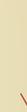
Presenza di litotipi prevalentemente sabbiosi eolici (antichi e recenti)

Zona centrale



Terreni di colmamento recente con potenti successioni limno-palustri

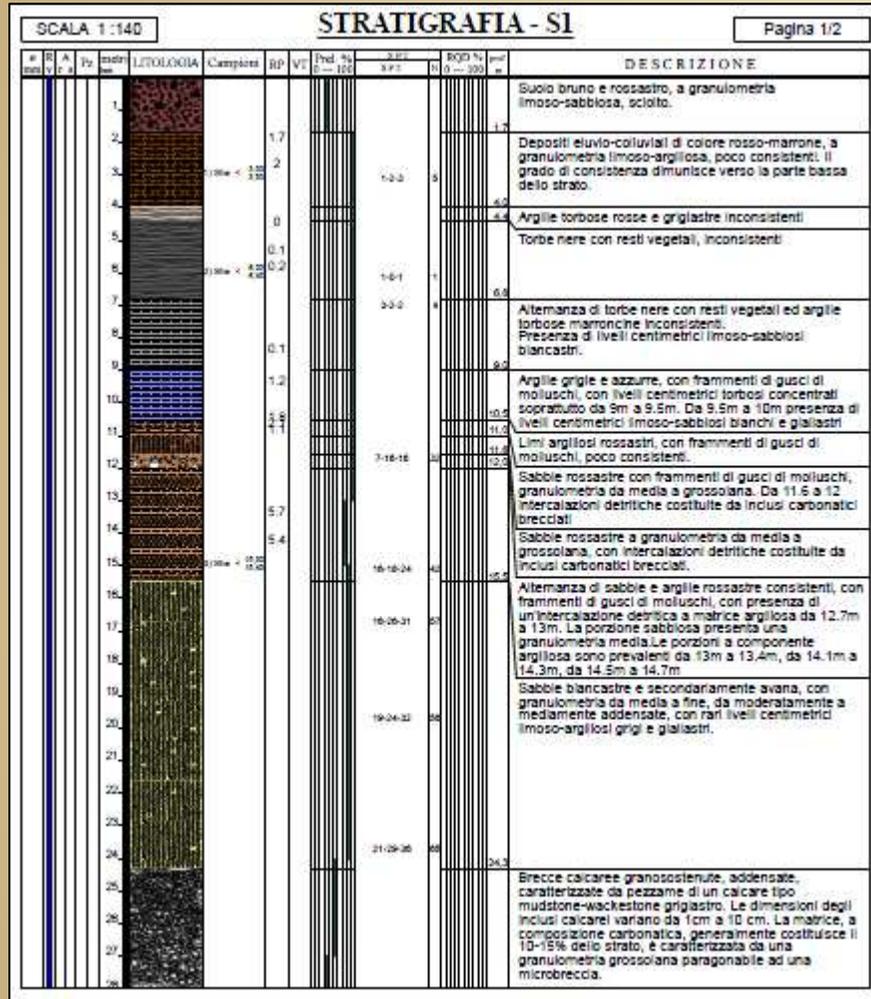
Zone pedemontane



Accumuli di breccie calcaree, con terre rosse, provenienti dai versanti delle dorsali carbonatiche



Caratteristiche geotecniche dei terreni



Stratigrafia in località Monte San Biagio (S.S. 7 Appia)

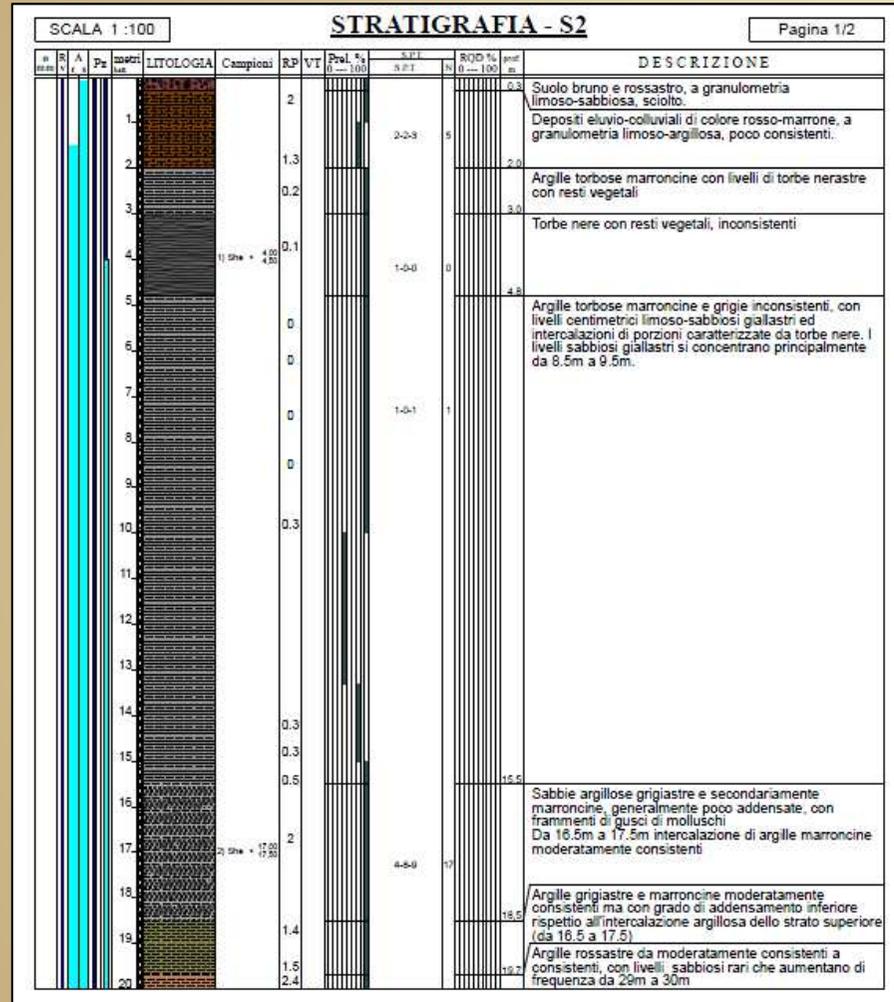


Cassetta n.1 - 0-5 m



Cassetta n.2 - 5-10 m

Caratteristiche geotecniche dei terreni



Stratigrafia in località Monte San Biagio (S.S. 7 Appia)

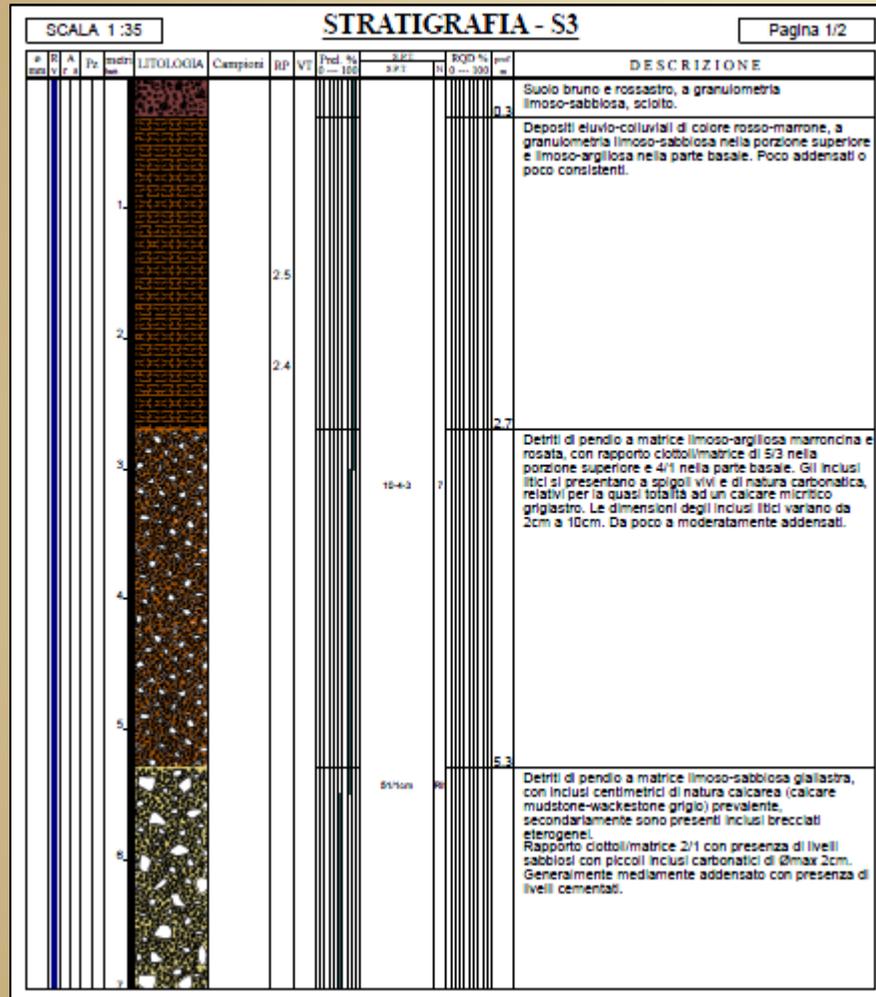


Cassetta n.1 - 0-5 m



Cassetta n.2 - 5-10 m

Caratteristiche geotecniche dei terreni



Stratigrafia in località Monte San Biagio (S.S. 7 Appia)



Cassetta n.1 - 0-5 m



Cassetta n.2 - 5-10 m



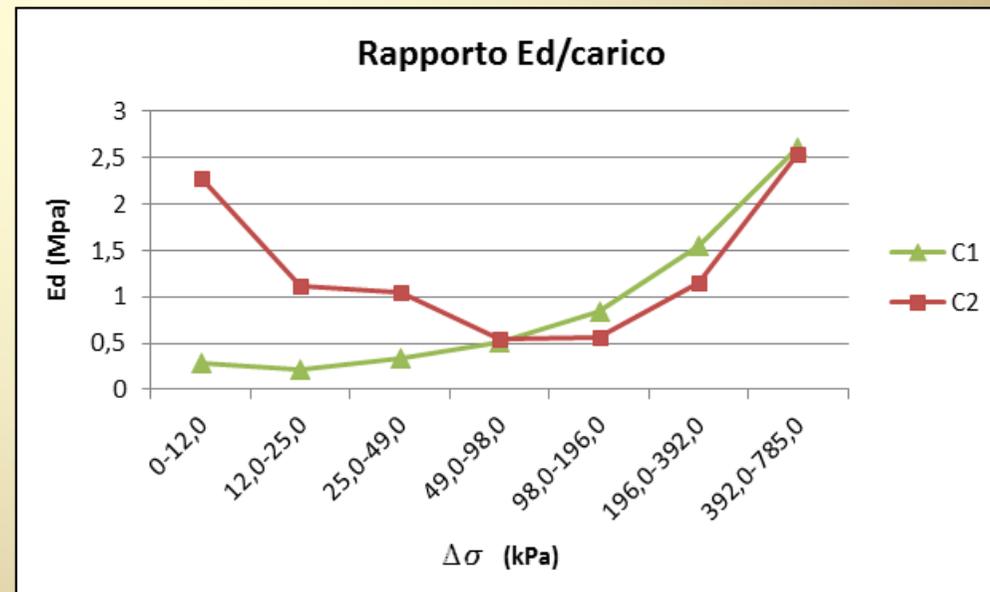
Caratteristiche geotecniche dei terreni

Derivanti da prove di laboratorio

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)			
Data di inizio prova:	26/06/12	Data di fine prova:	27/06/12
	Determinazione W_1	Determinazione W_2	Determinazione W_3
Peso lordo umido (g)	40,58	41,27	36,33
Peso lordo secco (g)	26,20	27,11	26,20
Tara (g)	19,94	20,80	21,70
Umidità relativa W (%)	229,7	224,4	225,1
UMIDITA' NATURALE MEDIA W_n	226,4	%	
		DEVIAZIONE STANDARD	2,88

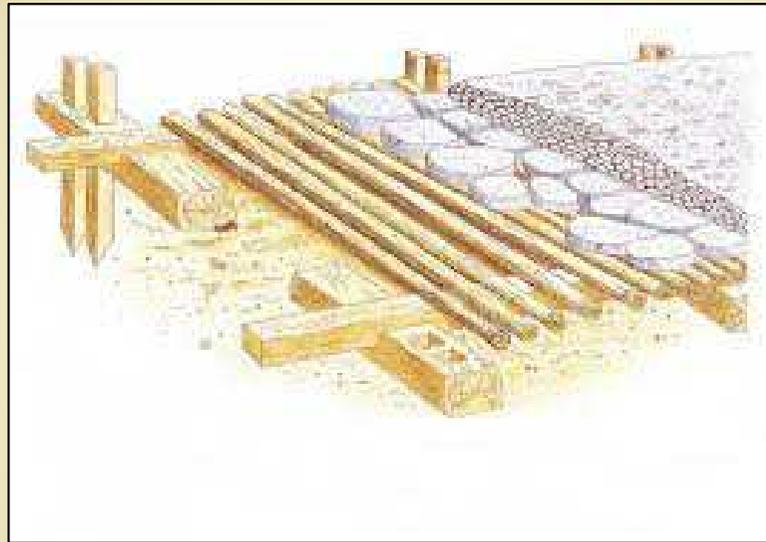
Campione proveniente dal sondaggio S2 all'interno del livello torboso

Prove edometriche su campioni ad alto contenuto organico



Soluzioni progettuali conseguenti

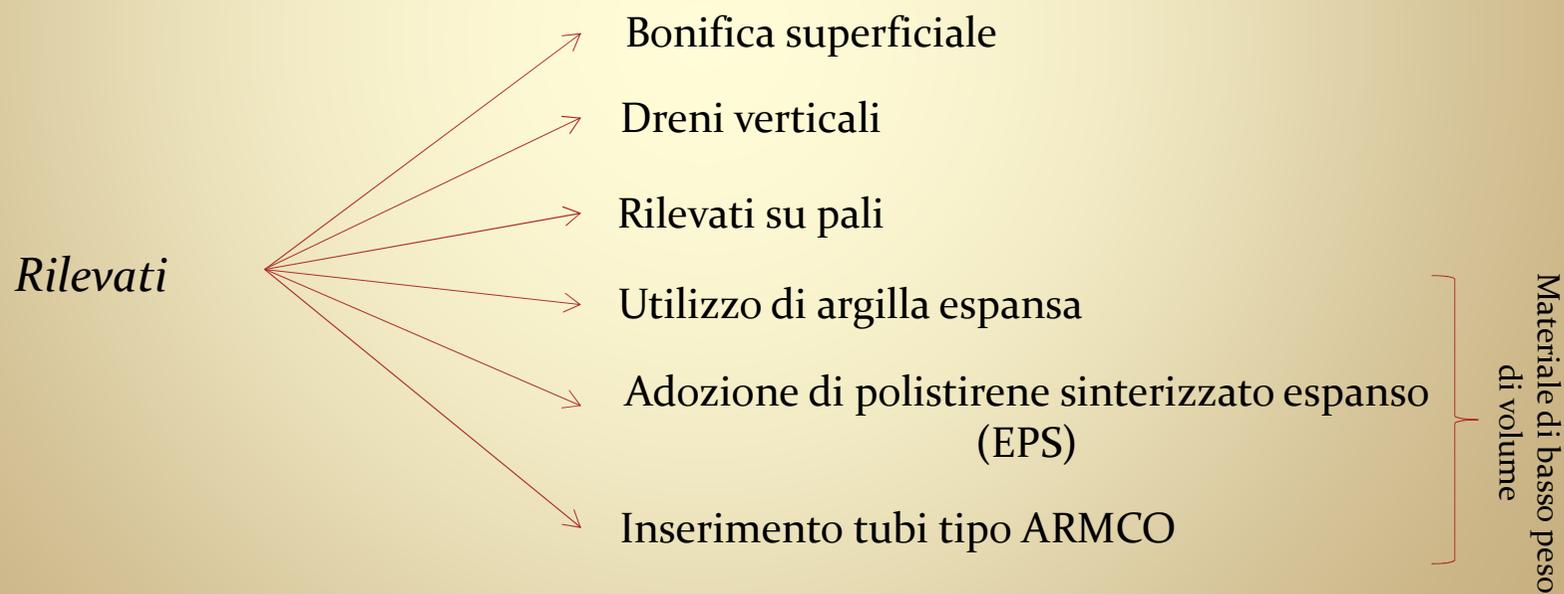
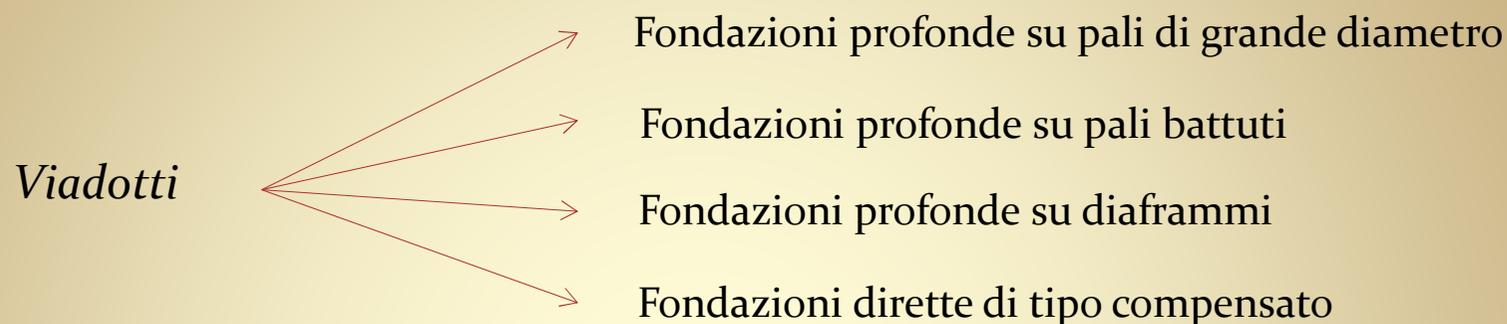
Sin dai tempi più remoti...



Esempio di sezione di strada romana
utilizzata in presenza di terreni
paludosi

Soluzioni progettuali conseguenti

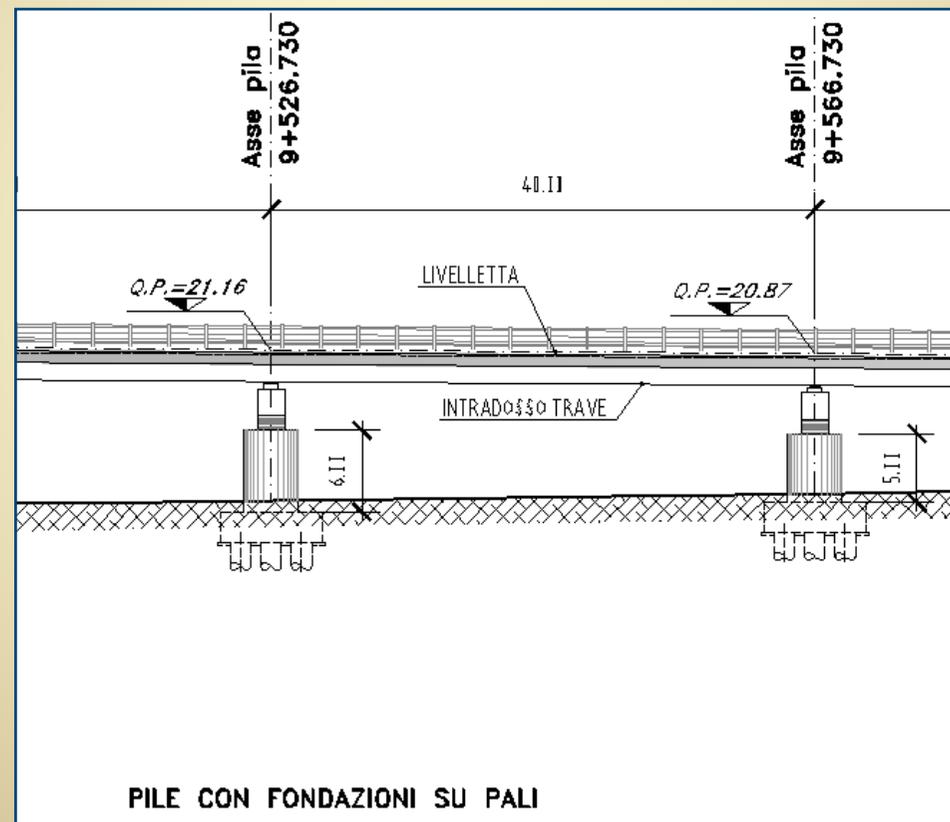
Attualmente...



Soluzioni progettuali conseguenti

Fondazioni profonde su pali di grande diametro

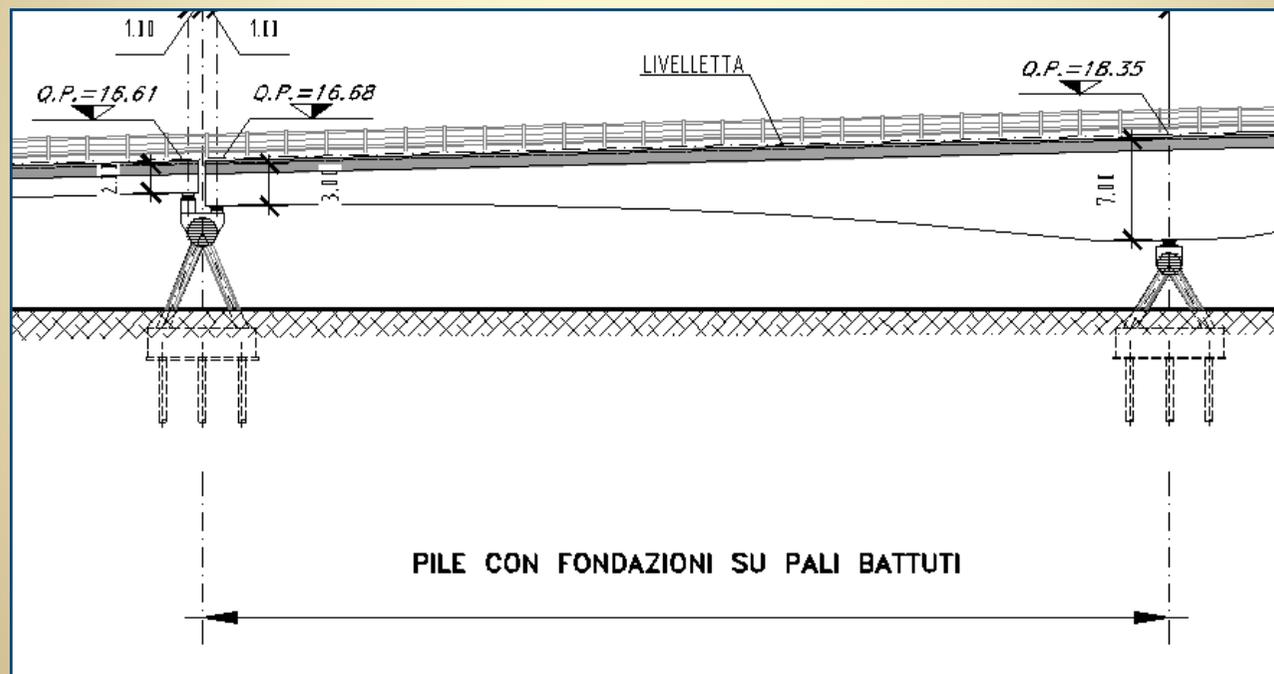
Si tratta di pali del diametro $\varphi = 1000/1500$ mm, realizzati mediante trivellazione per lunghezze dipendenti dall'entità dei carichi applicati (40 m nel Viadotto Tevere)



Soluzioni progettuali conseguenti

Fondazioni profonde su pali battuti

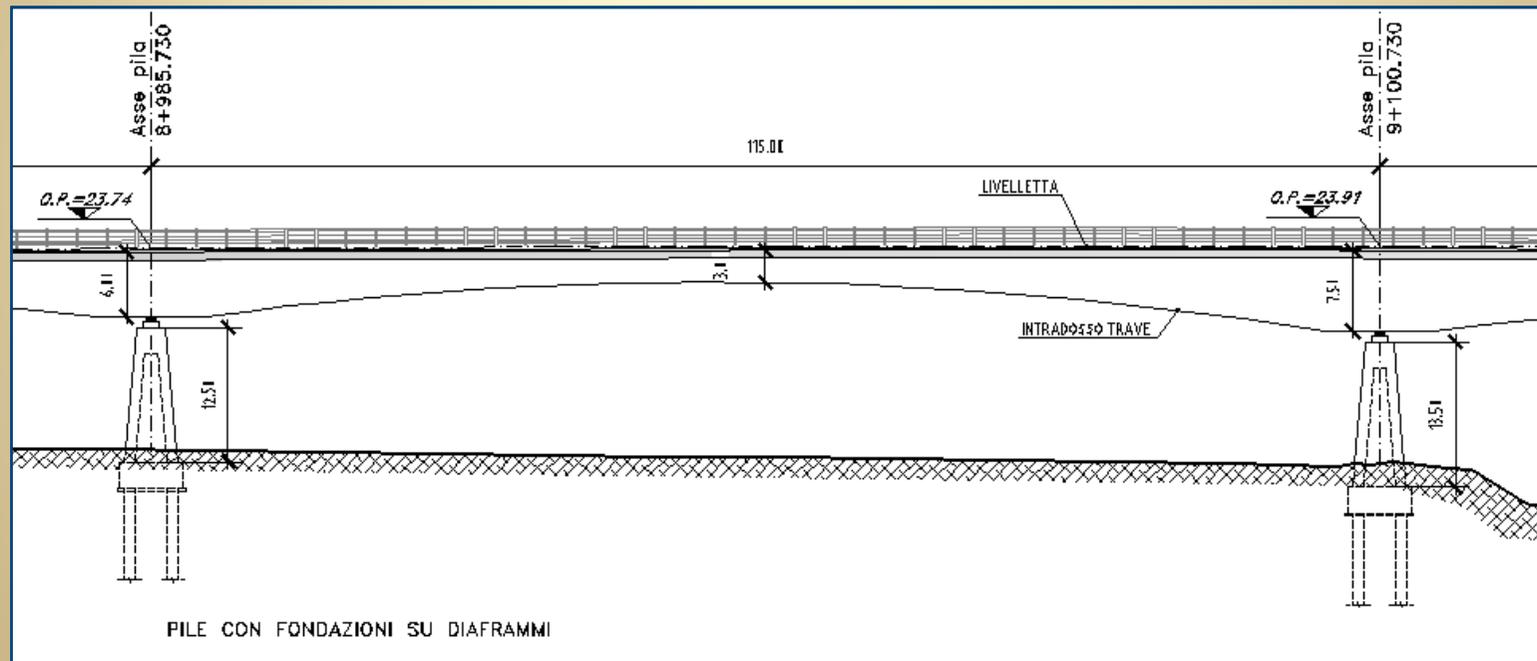
Si tratta di pali di tipo battuto gettati in opera entro un tubo forma d'acciaio a perdere, per lunghezze utili (dell'ordine di 65 m) tali da intestarsi entro le formazioni del substrato



Soluzioni progettuali conseguenti

Fondazioni profonde su diaframmi

Tale tipologia di fondazione è stata utilizzata per le fondazioni delle pile del viadotto «Tevere» ricadenti entro l'alveo fluviale, a motivo di fronteggiare condizioni di possibile scalzamento in corrispondenza di eventi di piena del fiume. Le fondazioni presentano elementi di diaframma di spessore pari a 1 m e di lunghezza dell'ordine di 55-60 m tale da consentire l'intestazione entro la formazione di substrato.



Soluzioni progettuali conseguenti

Fondazioni dirette di tipo compensato

Trasmissione, sul piano di posa, di carichi netti pari o lievemente inferiori al carico litostatico precedentemente agente, allo scopo di limitare al massimo l'insorgere di cedimenti.

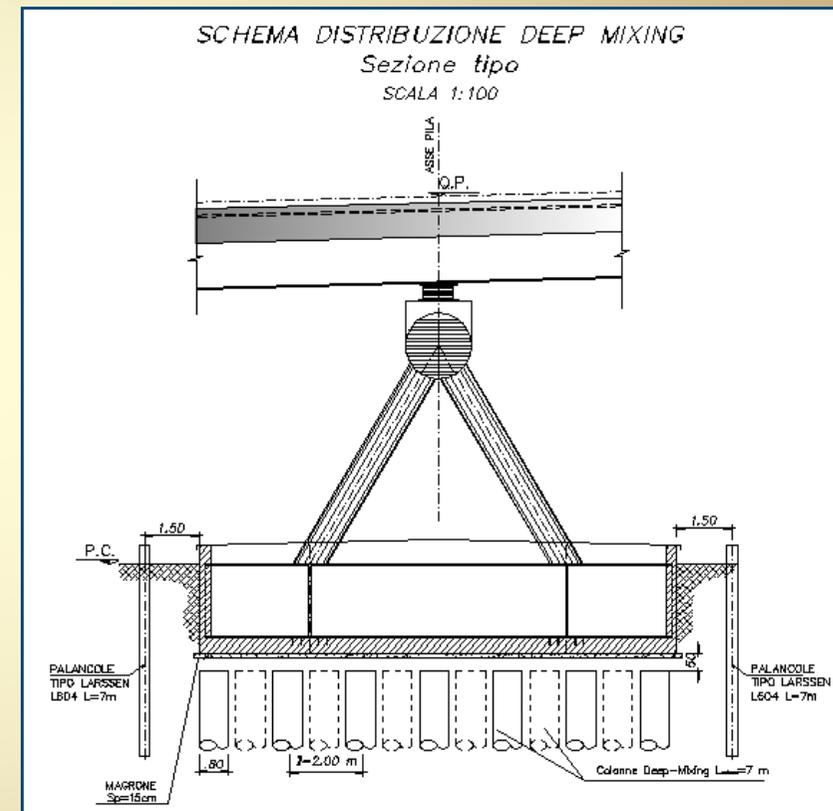
Per profondità di posa del plinto contenute in 1,5-2 m, al fine di limitare le interferenze con la falda, si hanno valori di massimo carico ammissibile dell'ordine di 42-45 kPa che, depurato del carico litostatico preesistente, limita il carico netto applicato a valori minimi (dell'ordine di 4÷5 kPa) tali da limitare l'insorgere di cedimenti.

La scelta di impalcati e fusti pila in acciaio consente di contenere entro tali limiti il carico trasmesso in fondazione.

I plinti sono costituiti da uno scatolare in acciaio con elementi irrigidenti, su cui poggia la struttura reticolare del fusto pila.

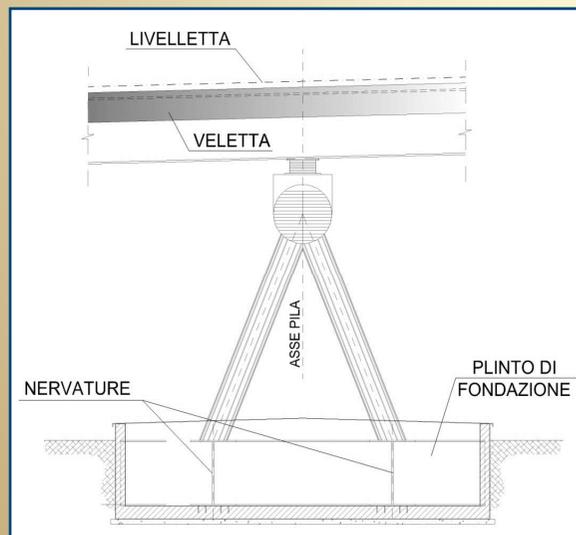
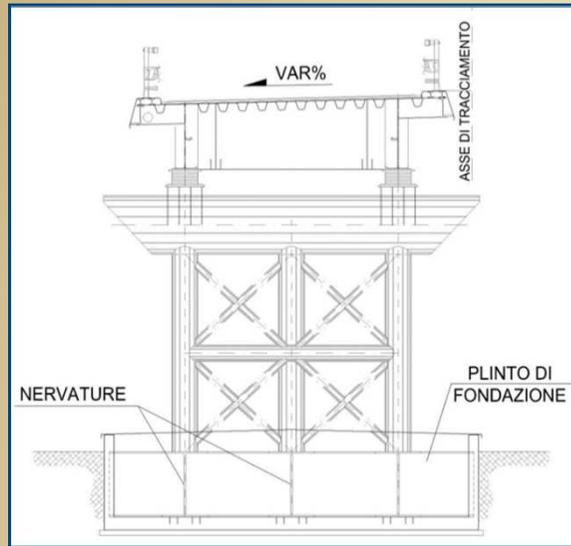
In presenza di carichi netti più elevati, sarà incrementata la profondità del piano di posa del plinto fino a 2,5÷3 m, prevedendo di eseguire gli scavi in presenza d'acqua con opportune opere provvisionali.

Al fine di tenere in conto delle possibili eccentricità dei carichi permanenti in fondazione, sarà realizzato un miglioramento delle caratteristiche del terreno al piano di posa delle fondazioni mediante colonne di terreno consolidato tipo «deep-mixing» di lunghezza dell'ordine di 10-12 m.

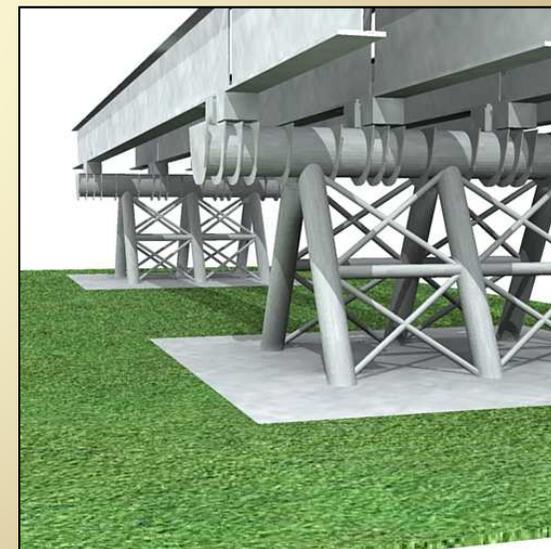
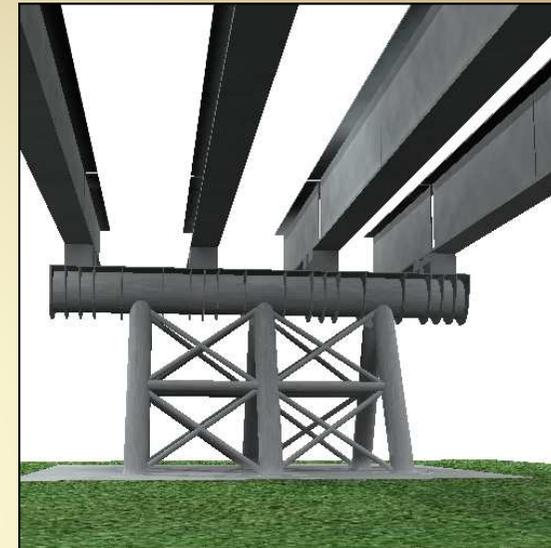


Soluzioni progettuali conseguenti

Fondazioni dirette di tipo compensato



Esempio di soluzione di fondazioni dirette di tipo compensato utilizzate nel progetto dell'A12-Tor de'Cenci (Piana di Fiumicino)



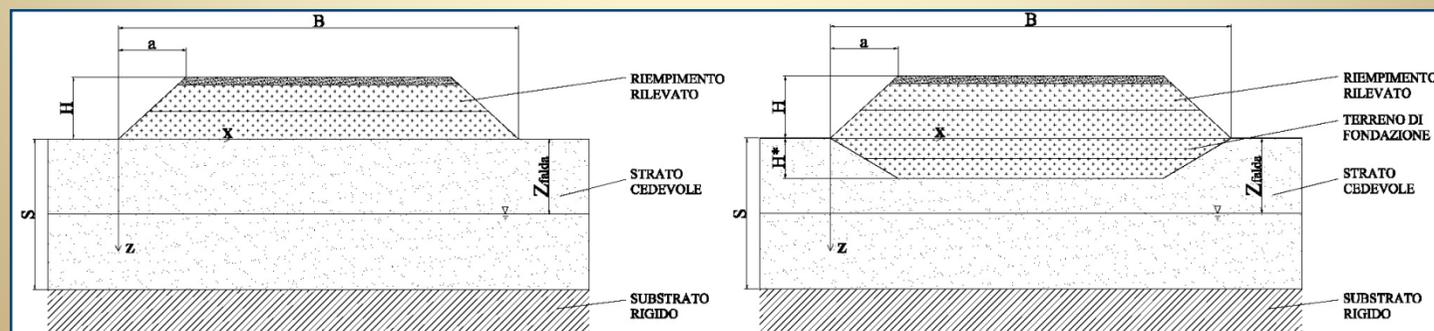
Soluzioni progettuali conseguenti

Bonifica superficiale

La bonifica superficiale dei terreni risulta utile solo quando i terreni compressibili risultino prossimi al piano campagna. Nel caso in cui essi si estendano in profondità, tale accorgimento risulta inapplicabile, essendo necessari la rimozione e la sostituzione dei terreni con materiali di idonee caratteristiche.



Indipendentemente dal tipo di materiale utilizzato per la formazione dei rilevati, nel progetto A12 – Tor de' Cenci, è stato sempre previsto l'inserimento di uno spessore di 1,5 m di materiale alleggerito al di sotto del piano di posa, al fine di conseguire una parziale compensazione dei carichi.



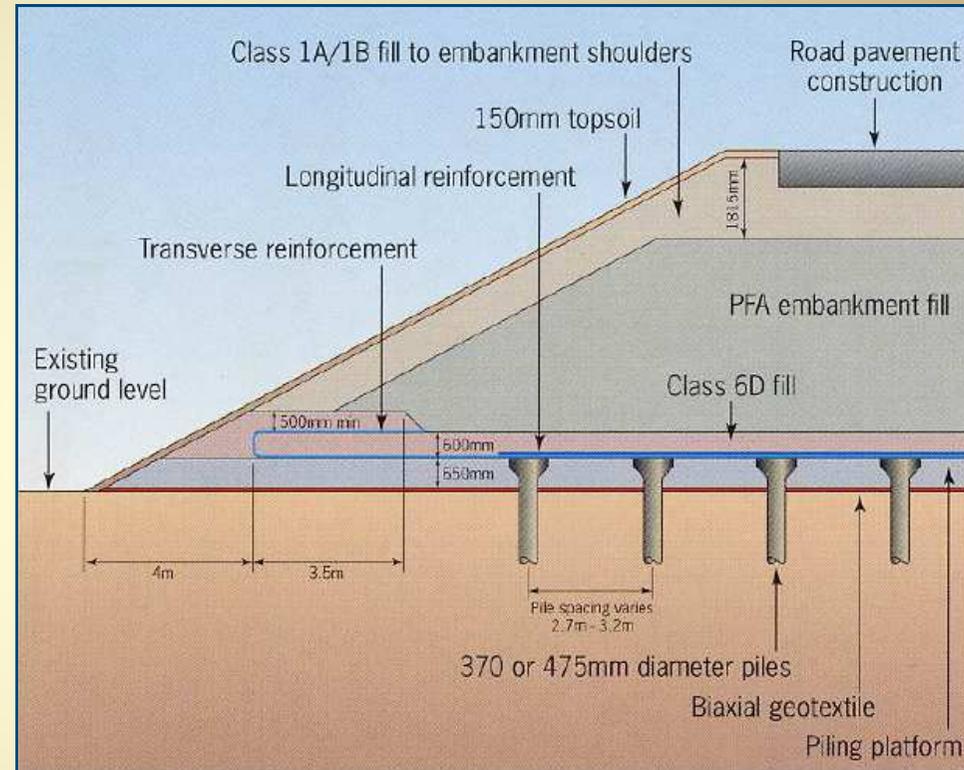
Soluzioni progettuali conseguenti

Rilevati su pali

Vengono utilizzati in presenza di terreni dalle caratteristiche geotecniche scadenti, con la finalità di garantire la stabilità dell'opera nel tempo e ridurre al minimo gli assestamenti.

I pali trasferiscono in profondità i sovraccarichi del rilevato, inibendo, così, la consolidazione dei terreni compressibili.

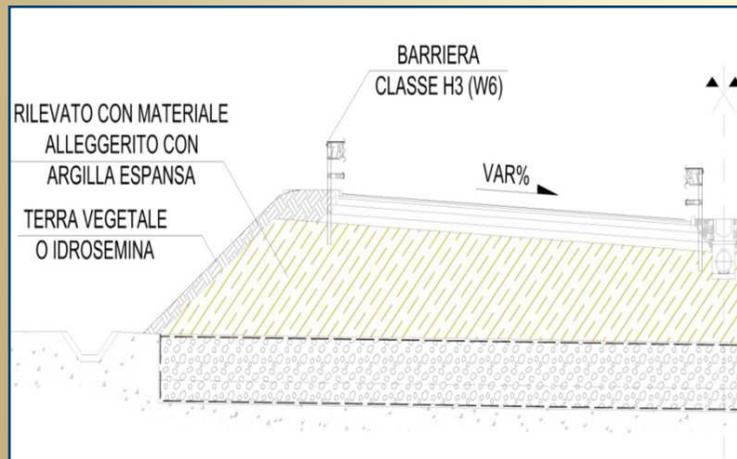
Le teste dei pali devono essere dotate di strutture di collegamento (pulvini) la cui rigidità condiziona l'aliquota del carico dei rilevati trasferita al palo. A tal proposito vengono usati maggiormente collegamenti flessibili costituiti da geogriglie o geotessili tessuti.



Soluzioni progettuali conseguenti

Argilla espansa

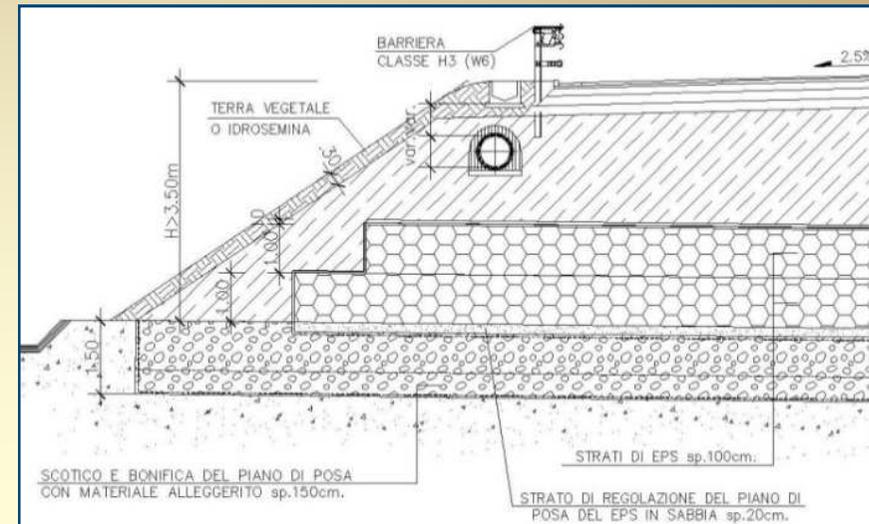
Le argille espanse, grazie ad un peso per unità di volume sensibilmente inferiore a quello dei comuni inerti di cava, consentono di ridurre i cedimenti associati alla realizzazione dell'opera, incrementare la durabilità della stessa e ridurre i costi di manutenzione da parte dell'ente gestore



Soluzioni progettuali conseguenti

Polistirene sinterizzato espanso (EPS)

L'EPS è un polimero leggero e resistente ($\gamma \leq 7$ kN/m³) utilizzato in blocchi. Le sue proprietà di leggerezza e facilità di movimentazione lo rendono particolarmente indicato nella costruzione di rilevati con pendenze delle scarpate elevate o a ridosso delle spalle dei ponti. Il materiale consente di limitare i cedimenti del terreno di fondazione, di ridurre gli spostamenti di terra e l'area di ingombro del rilevato.

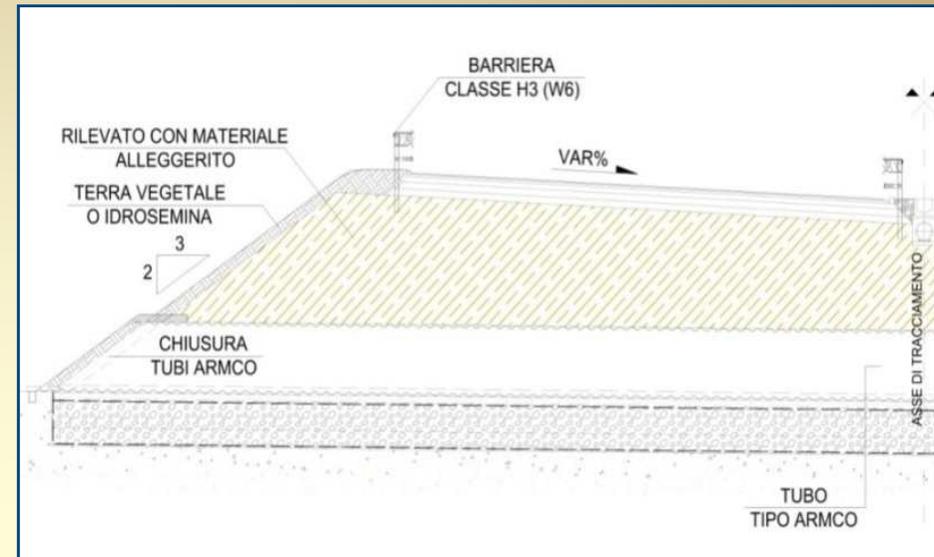


Soluzioni progettuali conseguenti

Tubi tipo ARMCO

Sono rappresentati da elementi tubolari policentrici in lamiera ondulata d'acciaio.

L'inserimento di tali elementi entro il rilevato consente la realizzazione dei vuoti tali da ridurre a circa la metà il peso del corpo stradale. Il rinfiango degli elementi è costituito da materiale alleggerito.



Conclusioni



Ringraziamenti

- Dott. Geol. Giovanni Albanese (*ANAS – Compartimento della viabilità per il Lazio – Roma*)
- Ing. Antonio Lombardi (*IGES*)
- Ing. Enrico Mittiga (*ANAS – DCP*)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

