



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari

DALL'INDAGINE AL PROGETTO

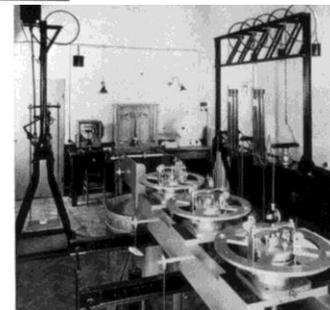
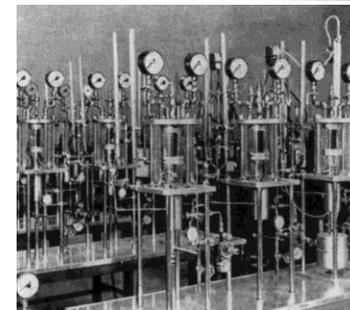
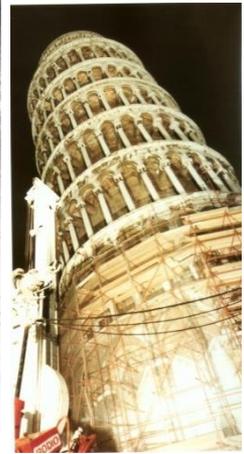
..... O VICEVERSA ?

(4^a edizione)



Dott. Ing. Alberto Garrasi
Consulente in geotecnica e fondazioni speciali

Bari, 2 Ottobre 2019





Dall'indagine al progetto
..... o viceversa ?



BARI - 2 Ottobre 2019

Ancorché organizzato in modo da fornire una trattazione organica e completa del tema affrontato, il seminario è concepito come parte di una triade che abbraccia l'intero mondo della "progettazione geotecnica" in senso lato, che l'Ordine degli Ingegneri di Bari intende proporre ai propri iscritti.

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari

Problemi ingegneristici collegati alla presenza di falda



Bari, 21 Ottobre 2019



Fondazioni Speciali (progetto, applicazioni e tecnologie)

Bari, 29 Ottobre 2019



PARATIE MULTIANCORATE

(progetto, applicazioni, tecnologie)

Dott. Ing. Alberto Garrasi



TRATTAMENTO DEI TERRENI E DELLE ROCCE

(tecnologie ed applicazioni)

Dott. Ing. Alberto Garrasi



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari

ALTRI CORSI DI GEOTECNICA PROMOSSE
DALL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI BARI

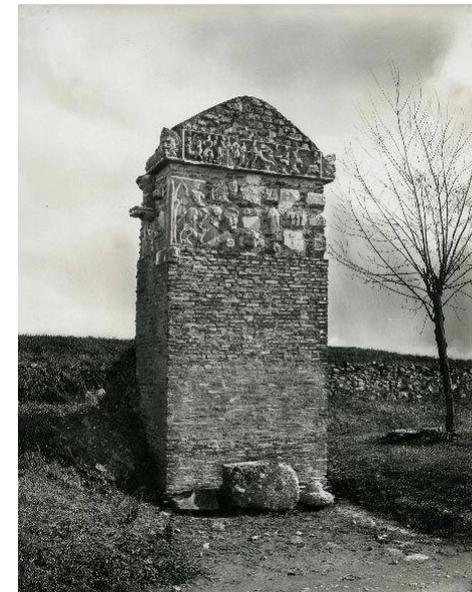
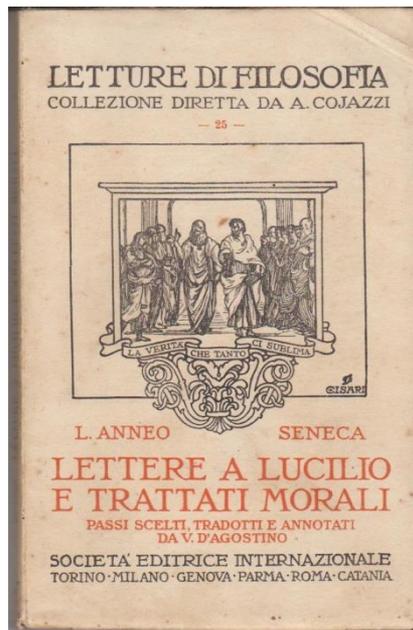
OBIETTIVI DEL SEMINARIO



*Ignoranti quem portum petat
nullus suus ventus est*

(Seneca, Lettere a Lucilio, lettera 71)

*Non esiste vento favorevole per il marinaio
che non sa dove andare*





OBIETTIVI DEL SEMINARIO / 1

OBIETTIVO FINALE

INSCINDIBILITÀ DI PROGETTO
ED INDAGINE



IL PROGETTO PRECEDE L'INDAGINE
E NE DETERMINA I CONTENUTI

*meh, teschio, ma secondo te viene
prima l'indagine o prima il progetto ?*



*Non chiederlo a me : non ho ancora capito
se viene prima l'uovo o la gallina !
So solo che la vita viene prima della morte.*

CONDIZIONE NECESSARIA PER RAGGIUNGERE L'OBIETTIVO FINALE



AVERE LA CONSAPEVOLEZZA CHE
LA GEOTECNICA È UNA DISCIPLINA PROPRIA DELL'INGEGNERIA



AVER CHIARA LA DISTINZIONE TRA GEOLOGIA E GEOTECNICA
la loro differenza è "irriducibile"

IL "PROGETTO"
PRECEDE L'INDAGINE
E NE DETERMINA
I CONTENUTI

La metamorfosi

Kafka

Garzanti per tutti · I grandi libri

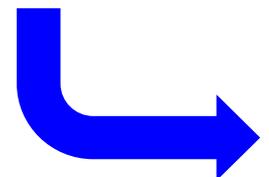
INSCINDIBILITÀ
DI PROGETTO ED INDAGINE
..... secondo F. Kafka



ANTEFATTO

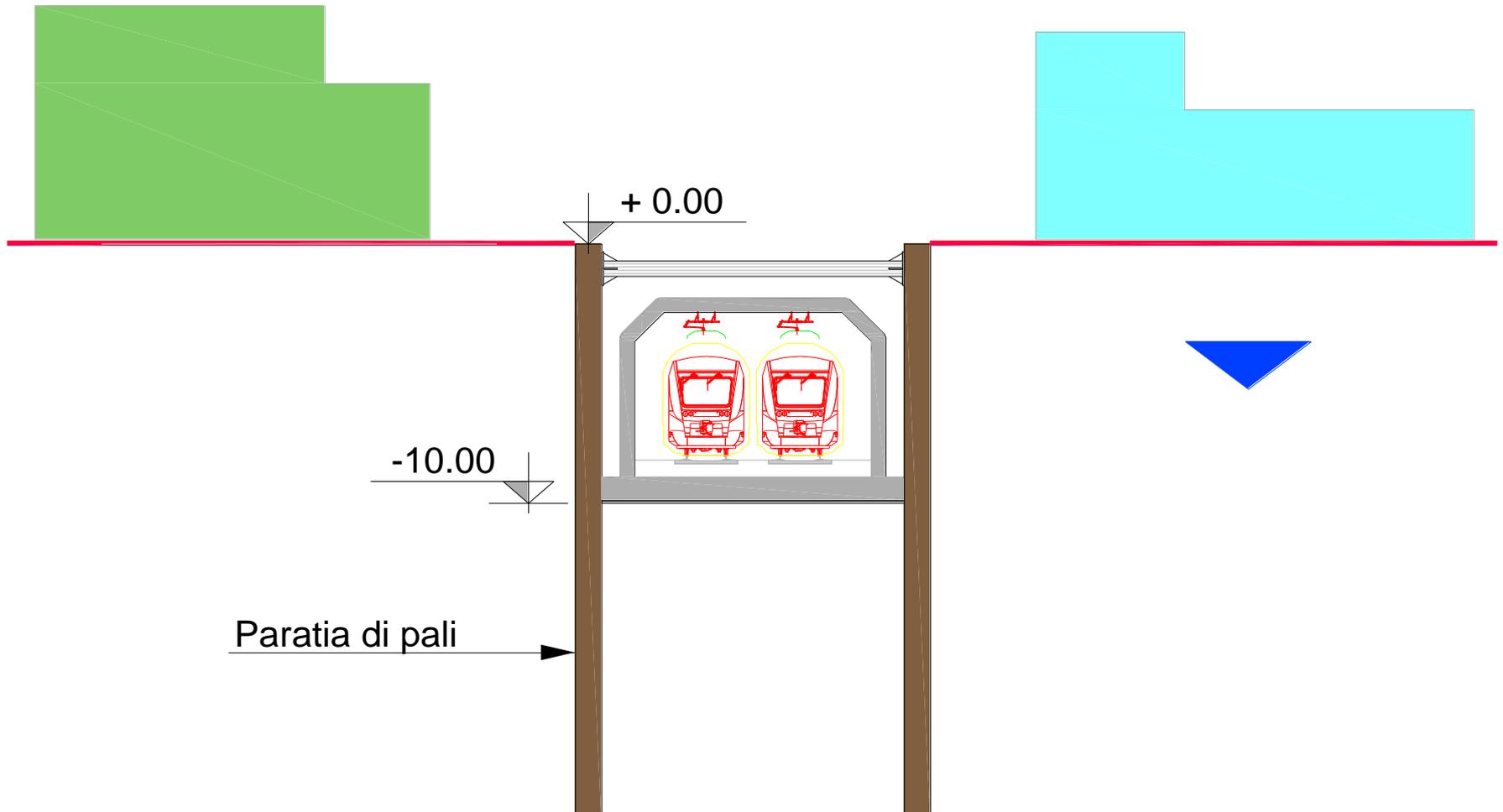
L'Impresa *CROLLATUTTO* ha vinto l'appalto per la costruzione di un lotto di una galleria ferroviaria artificiale, in area urbana (Via Roma, nel Comune di Utopia).

È previsto uno scavo di 10 m di profondità sostenuto da una paratia di pali e quindi la costruzione della struttura scatolare con elementi prefabbricati.



GALLERIA FERROVIARIA ARTIFICIALE

Comune di Utopia - Via Roma



L'AVVIO DELLA CANTIERIZZAZIONE

1° uomo d'impresa : *dobbiamo fare il progetto di cantierizzazione*

2° uomo d'impresa: *si, però ci servono le indagini perché quelle già fatte sono insufficienti*

1° uomo d'impresa : *allora chiama il geologo e digli che abbiamo fretta*

Il 2° uomo d'impresa chiama al telefono il geologo

- 2° uomo d'impresa: *buongiorno dottore, ci servono delle indagini per il cantiere di Via Roma*
- Geologo : *cosa dovete fare ?*
- 2° uomo d'impresa: *dei pali di grosso diametro*
- Geologo : *a che profondità sta il piano di fondazione ?*
- 2° uomo d'impresa: *a 10 m dalla strada*

Geologo (al telefono con Vito, il sondatore) : *allora Vito, devi farmi 4 sondaggi di 30 m in Via Roma, ma i primi 10 m li puoi fare a distruzione di nucleo perché è tutto scavo.*

Vito : *vabbè dottore, ci penso io. State tranquillo.*

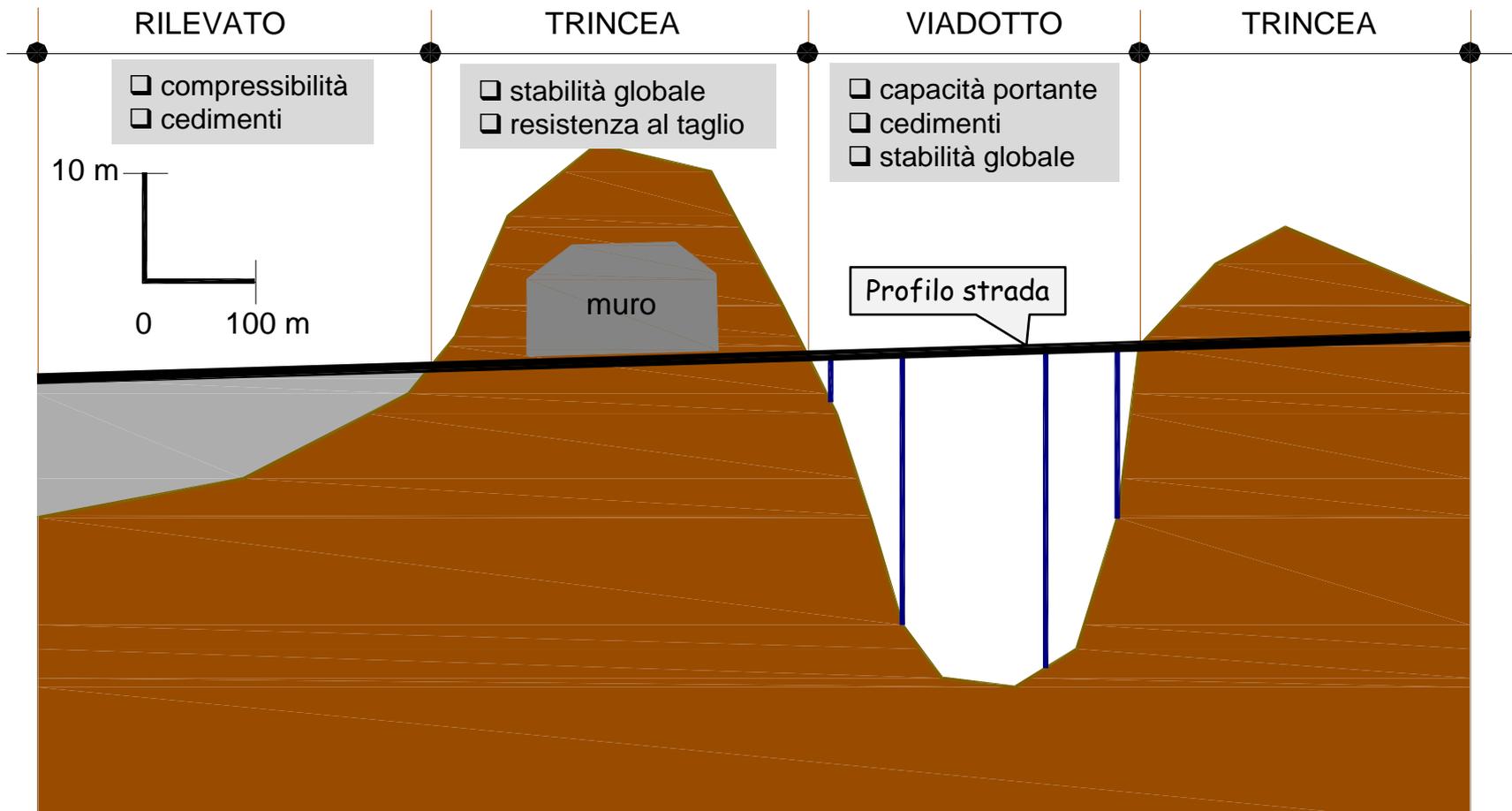
Viene da ridere, ma è successo veramente

IL PROGETTO PRECEDE L'INDAGINE
E NE DETERMINA I CONTENUTI

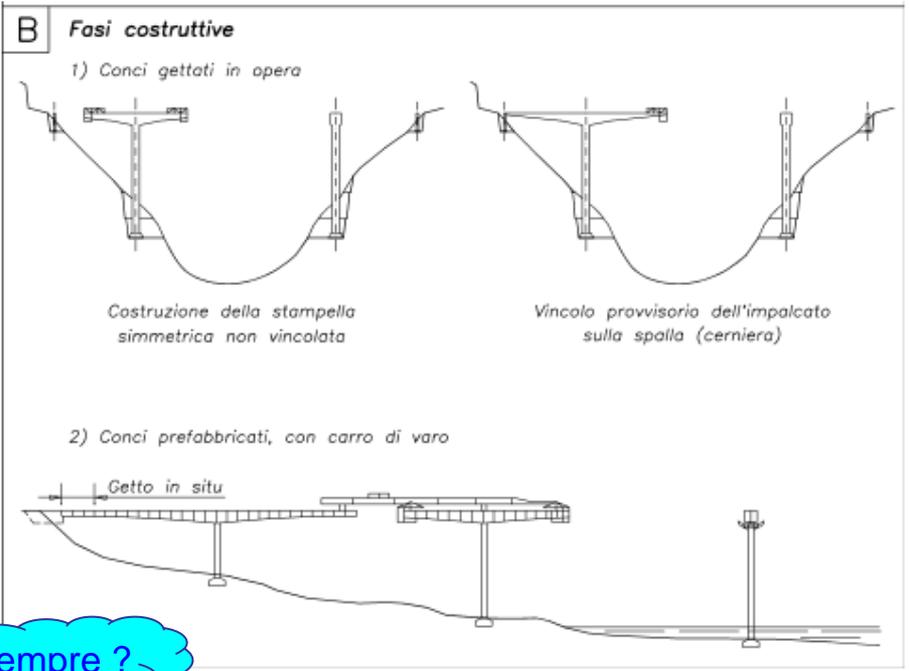
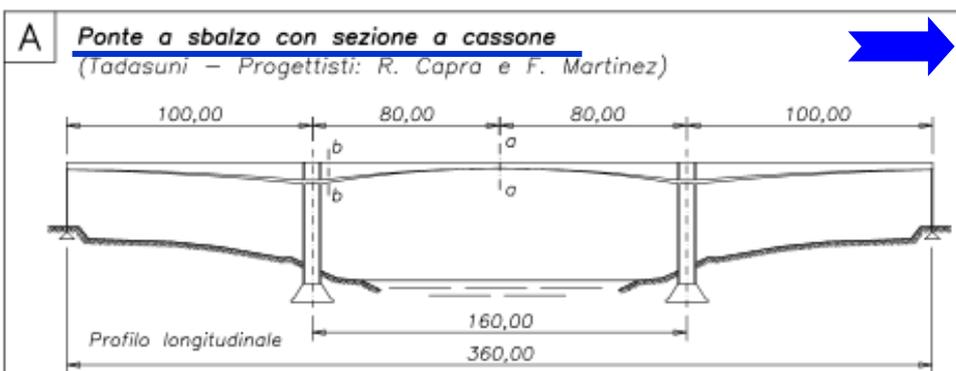
alcuni esempi

primum vivere, deinde philosophari

IL PROGETTO PRECEDE L'INDAGINE E NE DETERMINA I CONTENUTI



È evidente che le indagini non possono essere "spalmate" omogeneamente lungo il tracciato stradale, ma vanno differenziate per densità e qualità a seconda delle tratte. E questo non si può fare senza un'adeguata conoscenza del progetto.



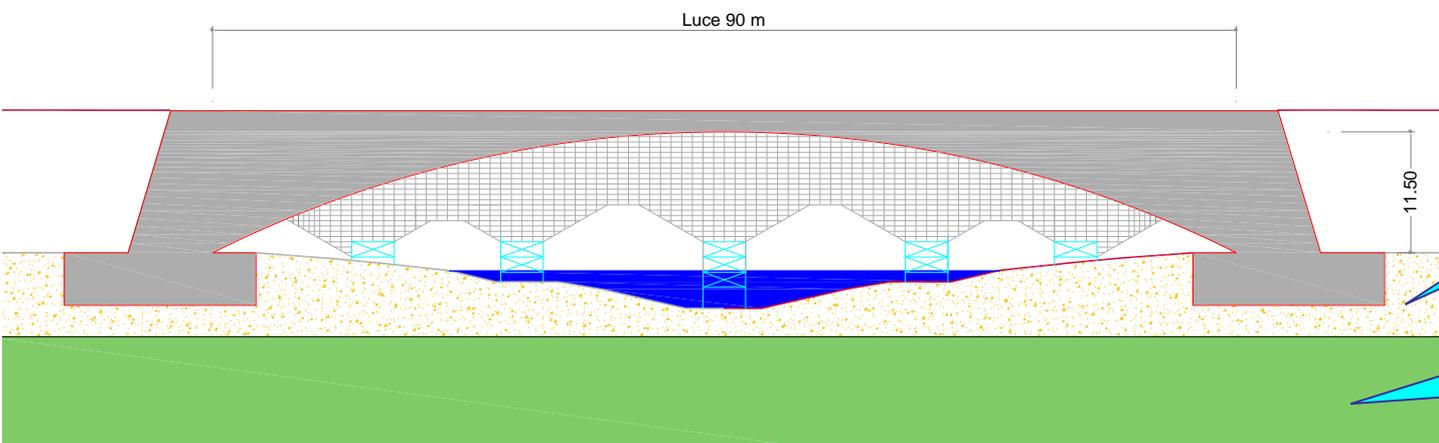
IMPORTANZA DELLA CONOSCENZA DEL PROGETTO

Sensibilità ai cedimenti differenziali:

- Strutture isostatiche : bassa
- Strutture iperstatiche : elevata

• • • Sempre ?

PONTE AD ARCO IN C.A.P. GETTATO IN OPERA



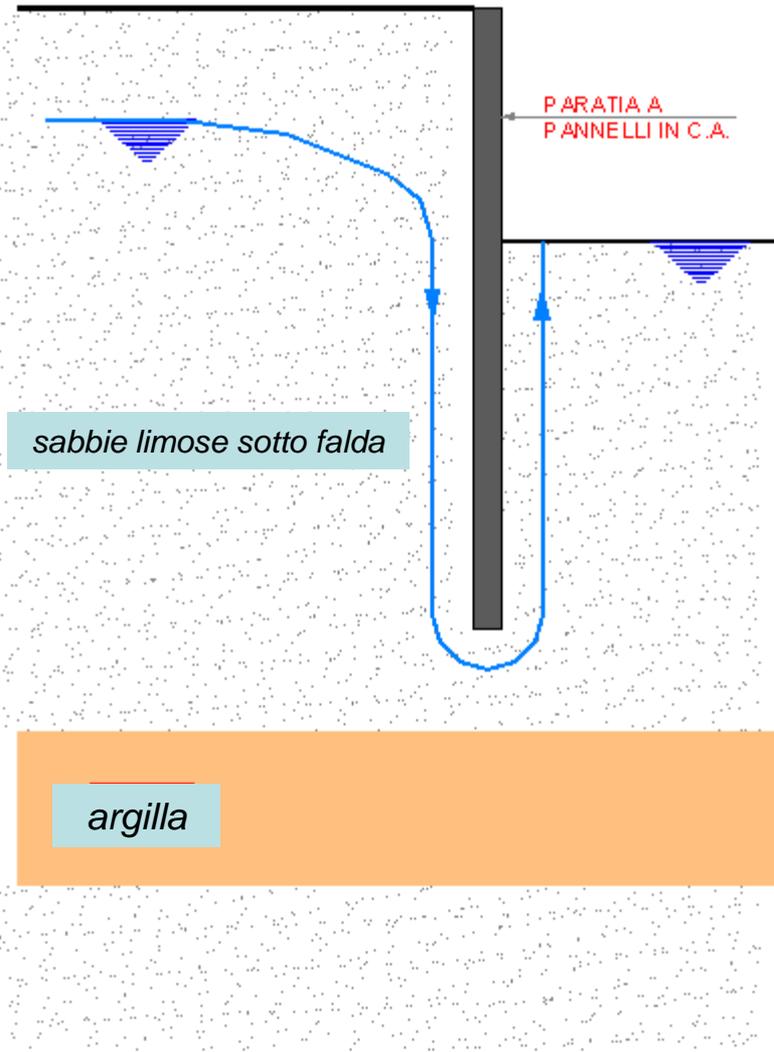
Alluvioni grossolane

Limi argillosi sottoconsolidati (molto compressibili)

PROGETTO DI PARATIE

ESEMPIO DI INTERAZIONE TRA:

- modello di calcolo
- modello geotecnico
- indagini



Modello di calcolo

calcolo agli stati limite

calcolo elasto-plastico

verifica al sifonamento
calcolo portate filtranti

incastro in argilla

Modello geotecnico (parametri necessari)

stratigrafia
posizione falda

$\gamma, \gamma', \varphi', c'$

$\gamma, \gamma', \varphi', c' + \text{deformabilità}$

γ, γ'
 k (permeabilità) \Rightarrow la stima
 \Rightarrow la misura

nessun ulteriore parametro

ESEMPI DI INTERDIPENDENZA TRA PROGETTO ED INDAGINE CALCOLO AGLI STATI LIMITE "SLU" DI PARATIE A MENSOLA (terreno rigido - plastico)

Stratigrafia qualsiasi

TERRENI "GRANULARI" ($\varphi > 0$)

- non esiste un'altezza critica di scavo
- approfondendo opportunamente la paratia si raggiunge sempre l'equilibrio
- si pone solo il problema della resistenza strutturale della paratia e degli spostamenti in testa
- generalmente, per altezze di scavo superiori a 6÷8 m si ricorre a paratie a T o si passa alle paratie tirantate.

Stratigrafia uniforme

TERRENI PURAMENTE COESIVI ($\varphi = 0$)

Qualunque sia la resistenza strutturale disponibile e la tolleranza per gli spostamenti, l'equilibrio non può più essere raggiunto (il sistema collassa) quando l'altezza di scavo H raggiunge il valore critico H_c :

$$H_c = \frac{4c_u}{\gamma}$$



È pertanto di fondamentale importanza un'accurata ed affidabile determinazione del valore caratteristico della c_u

E QUINDI IN CASI ANALOGHI
PER PROGRAMMARE CORRETTAMENTE LE INDAGINI
È INDISPENSABILE

AVERE BUONA CONFIDENZA CON
I METODI DI CALCOLO DELLE PARATIE



OBIETTIVI DEL SEMINARIO / 2



OBIETTIVI INTERMEDI (PARZIALI)

COMPrensIONE DEL FENOMENO FISICO

IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

LE FONDAZIONI SPECIALI COME STRUMENTO PER PROGETTARE

DISTINZIONE TRA GEOLOGIA E GEOTECNICA

INDAGARE, MA CON GIUDIZIO

QUANDO L'INDAGINE NON BASTA DA SOLA

CEDIMENTI : SE LI CONOSCI SAI DI NON POTERLI EVITARE

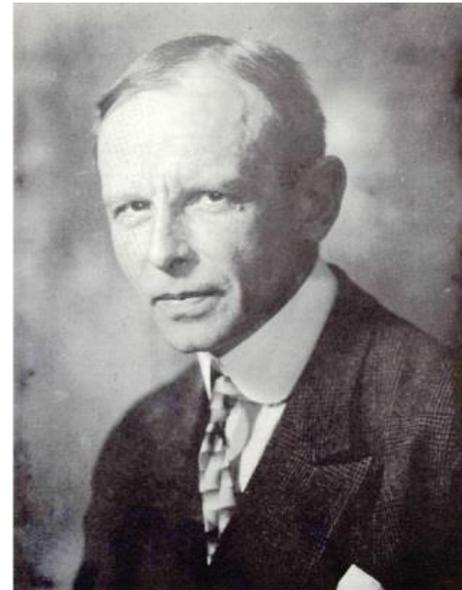
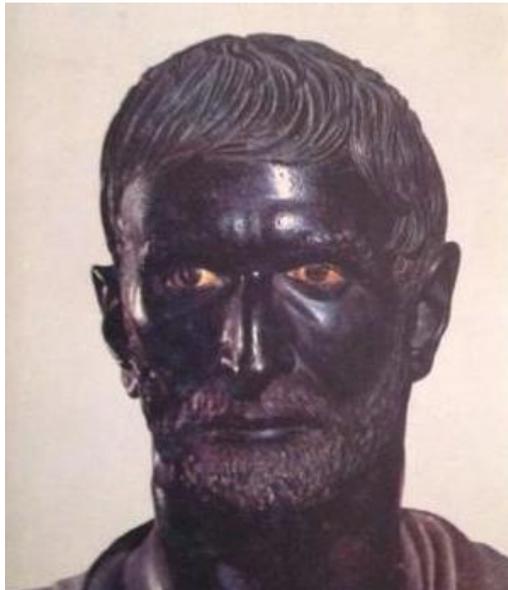
APPROCCIO CRITICO ALLA NORMATIVA

COMPRENSIONE DEL FENOMENO FISICO

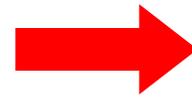
&

CAPACITÀ CRITICA

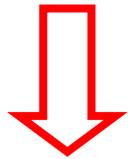
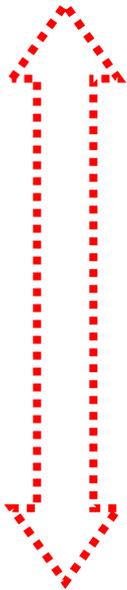
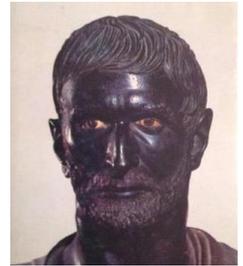
da Cato Maior a Karl Terzaghi



Comprensione del fenomeno fisico



"rem tene, verba sequentur"
Cato Maior (234 - 149 a.c.)



"MODELLO"

Modello geotecnico

Codice di calcolo



PROGETTO

Capacità critica :
saper individuare, caso per caso, gli aspetti critici

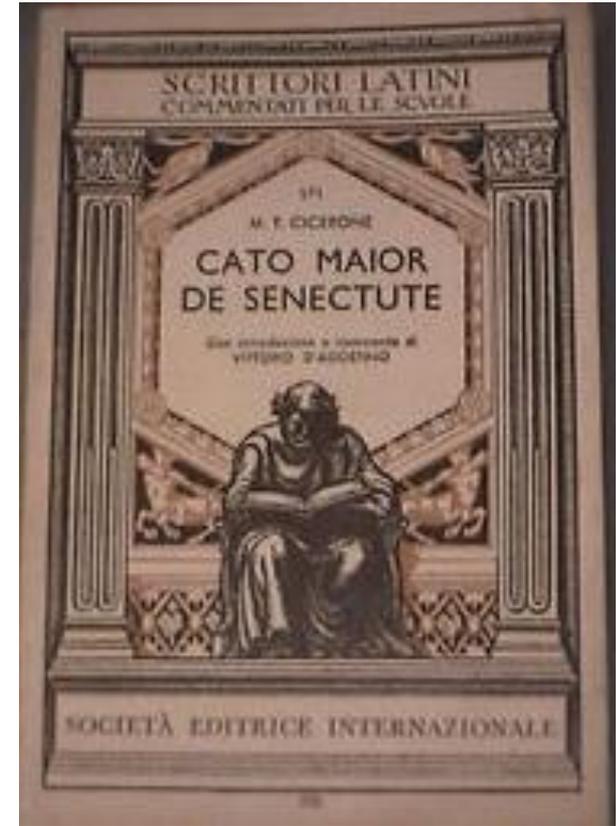


"sound engineering judgement"
K. Terzaghi (1883 - 1963)



OMAGGIO A CATO MAIOR "civis romanus"

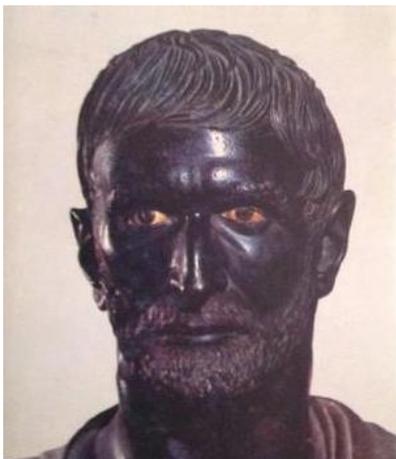
"In omnibus rebus singulari fuit industria. Nam et agricola solers et peritus iuris consultus et magnus imperator et probabilis orator et cupidissimus litterarum fuit."
Cornelio Nepote – Vita di Catone
(1° sec. a.c.)



attualità di Catone

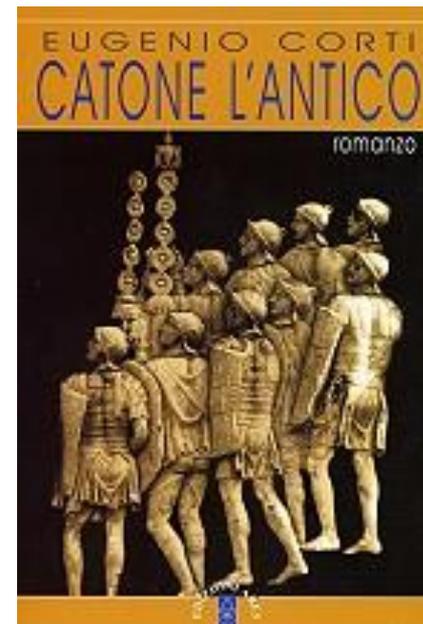
"Fures privatorum furtorum in nervo atque in compedibus aetatem agunt, fures publici in auro atque in purpura ."

*I ladri di cose private passano la vita in ceppi e catene,
quelli pubblici nell'oro e nella porpora .*



OMAGGIO A CATO MAIOR "civis romanus"

attualità di Catone / 2



Anno 198 a.c. - Catone è Pretore, governatore di Sardegna e Corsica.

Appena insediato convoca banchieri ed usurai, minacciando di espellerli se non cesseranno di sfruttare esosamente i sudditi di Roma. Ad uno dei banchieri che gli ricorda che loro sono cittadini romani così risponde :

“Vi siete mai domandati cosa comporta essere cittadini di Roma ? Comporta agire con dignità e secondo giustizia, come hanno sempre insegnato i nostri padri.

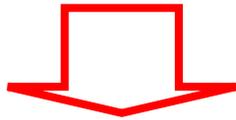
Il cittadino disonesto, il ladro, insudicia il nome romano.

E chi pratica l'usura è il peggiore tra i ladri perché oltre al denaro non di rado ruba anche la vita delle sue vittime : gliela succhia fuori.”

Eugenio Corti – Catone l'Antico . Ed ARES Milano

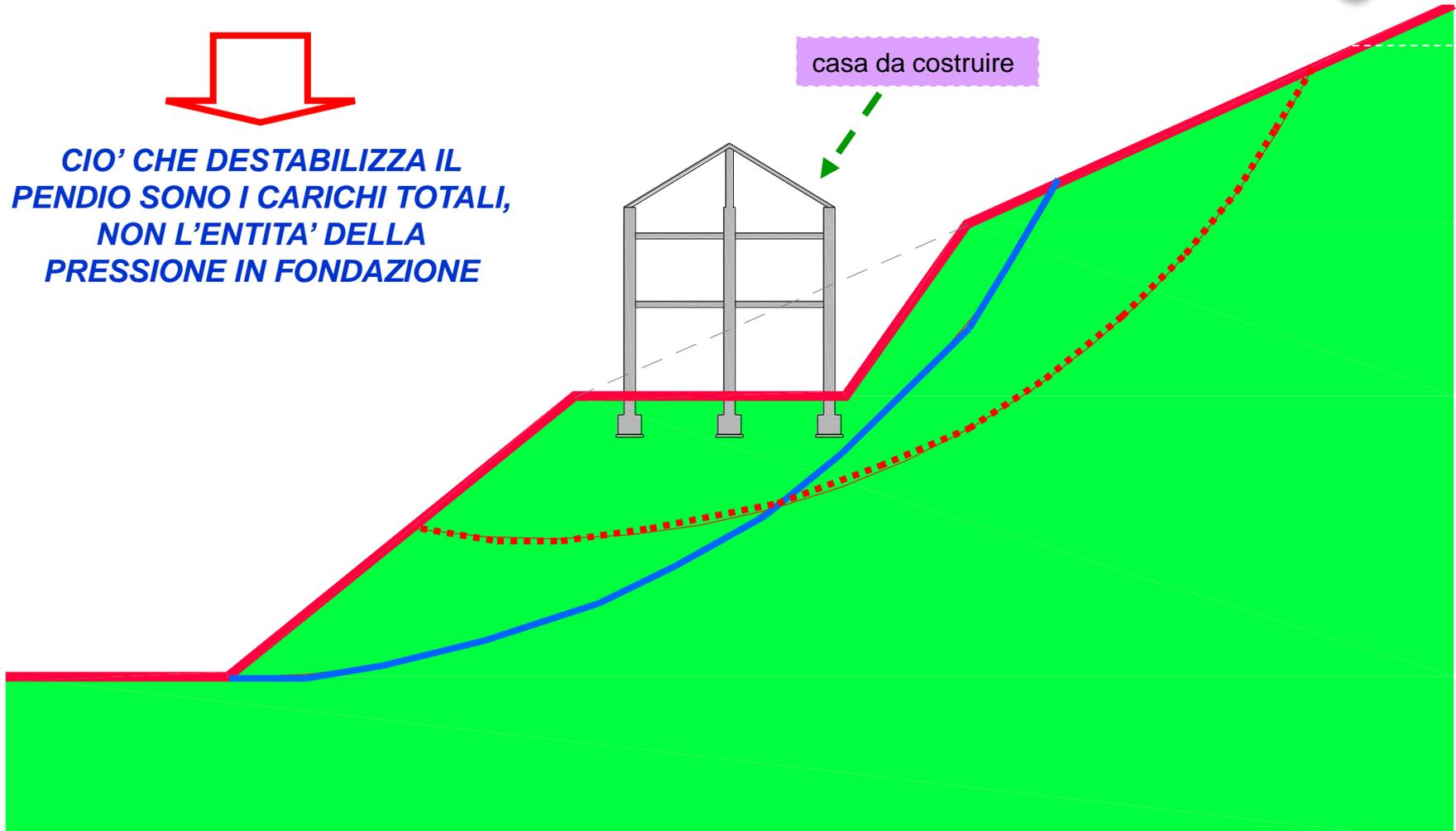
ESEMPIO DI MANCATA COMPRENSIONE DEL FENOMENO FISICO / 1

“Considerando che il pendio è al limite della stabilità, si sconsigliano le fondazioni su plinti, dovendosi invece privilegiare quelle su travi rovesce o a platea, che riducono le pressioni in fondazione.....” (a firma di un geologo)



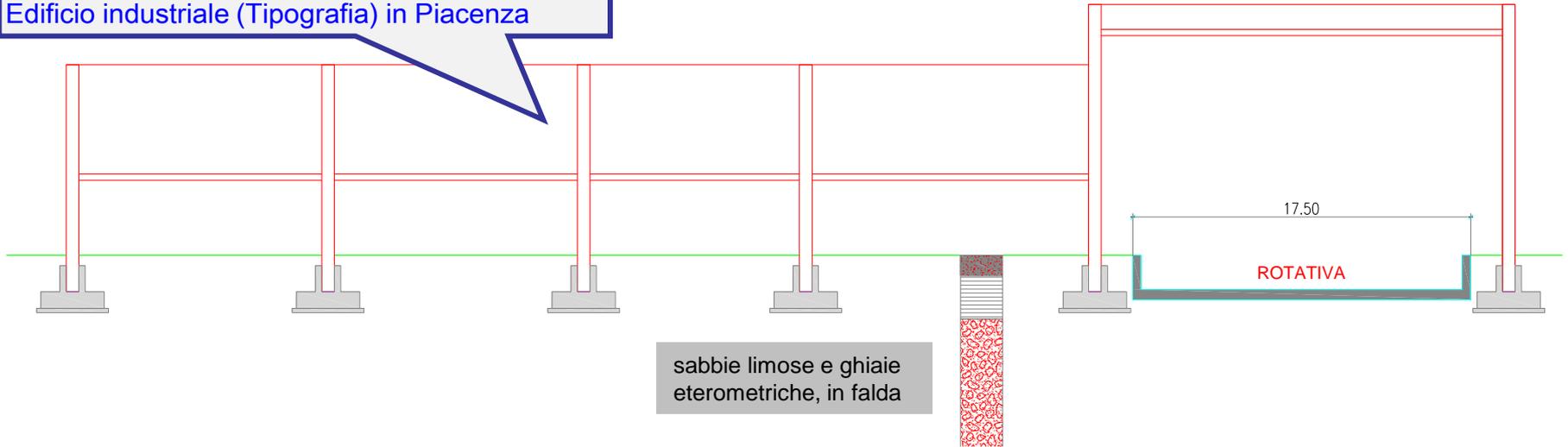
**CIO' CHE DESTABILIZZA IL
PENDIO SONO I CARICHI TOTALI,
NON L'ENTITA' DELLA
PRESSIONE IN FONDAZIONE**

casa da costruire



ESEMPIO DI MANCATA COMPRENSIONE DEL FENOMENO FISICO / 2

EDITORIALE LIBERTA'
Edificio industriale (Tipografia) in Piacenza



I «passi logici» (???) con cui [il geologo](#) aveva sviluppato la progettazione geotecnica:

1. Calcolo della capacità portante limite (in termini di pressioni) della platea di fondazione della rotativa :
 - naturalmente questa è molto elevata e di almeno un ordine di grandezza superiore allo scarico tensionale in esercizio (dove peraltro i pesi strutturali sono pari a 10 volte quelli della rotativa).
2. Calcolo dei cedimenti corrispondenti all'area di fondazione caricata con una pressione pari alla capacità portante limite:
 - questi risultano elevati, e quindi incompatibili con il buon esercizio dell'opera.
3. Conseguente decisione che si debba ricorrere ad una fondazione su pali, sia per la rotativa che per il capannone.

MANCATA COMPRENSIONE DEL FENOMENO FISICO / 3

*Felix qui potuit rerum
cognoscere causas*
(Virgilio, Georgica 2,490)

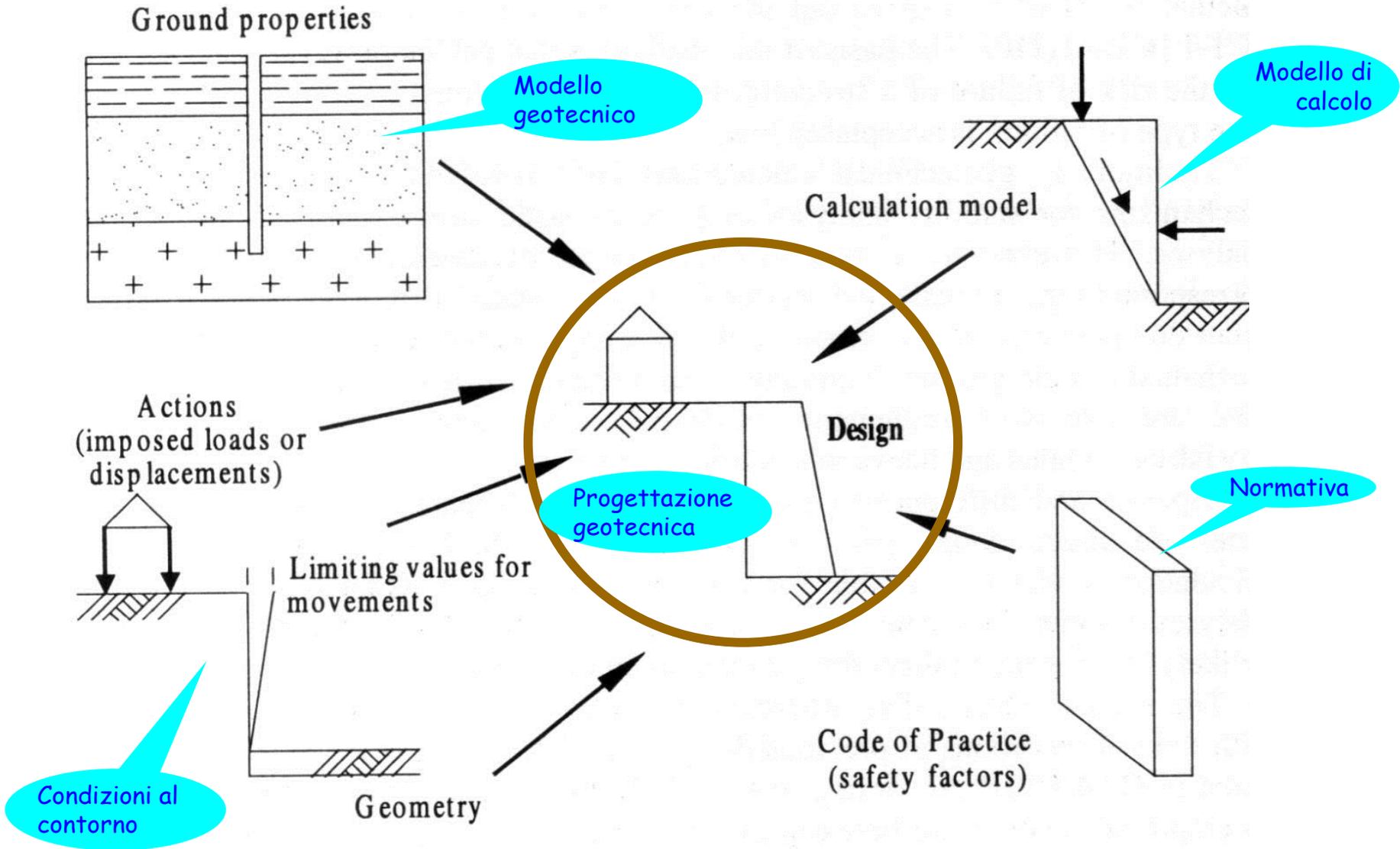


Virgilio tra le Muse Clio e Melpomene

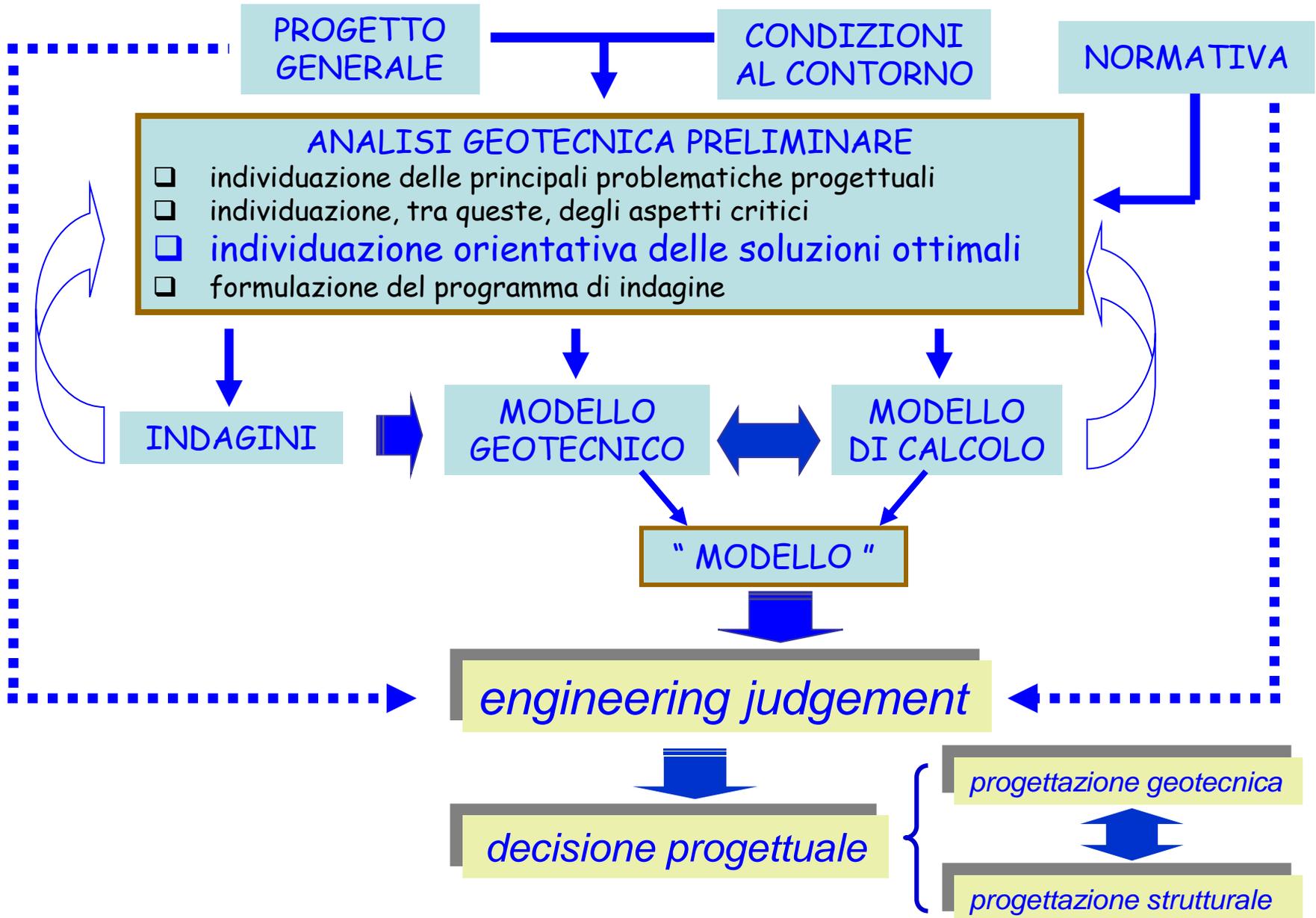


IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

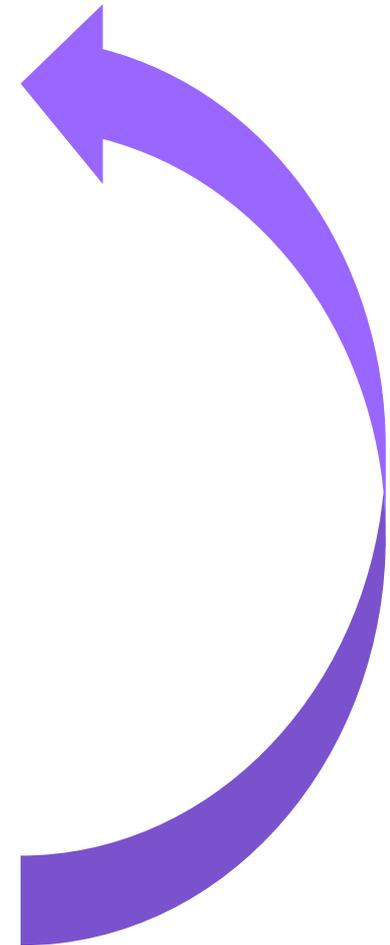
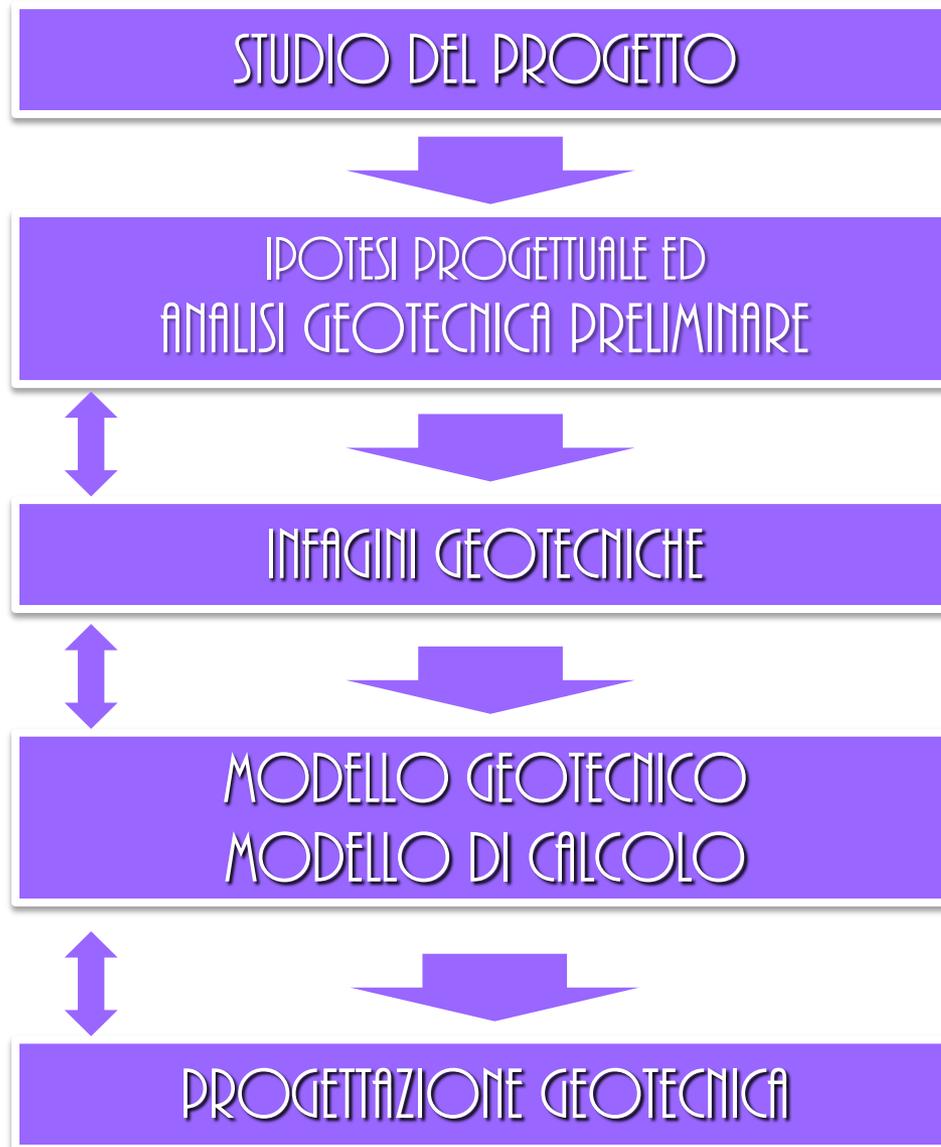
COMPONENTI DELLA PROGETTAZIONE GEOTECNICA



IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA



SCHEMA SEMPLIFICATO DEL PROCESSO DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA



IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

PRIMA

QUALCUNO RICEVE L'INCARICO DI PROGRAMMARE ED ESEGUIRE LE INDAGINI, SENZA AVERE ALCUNA CONOSCENZA DEL PROGETTO



INDAGINI

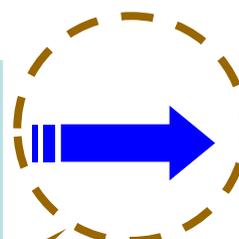


MODELLO GEOTECNICO "ASETTICO"

sovente ridotto a :
stratigrafia + φ' - c' - γ

unico "varco" alla incomunicabilità (insufficiente)

la linea continua indica Incomunicabilità



Questo è invece quello viene fatto quasi sempre, e che non si dovrebbe mai fare

DOPO

INSERIMENTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI IN UN CODICE DI CALCOLO

- a. il più delle volte il codice è quello del calcolo strutturale, che in coda alla risoluzione della struttura in elevazione esegue le verifiche geotecniche;
- b. per tal motivo quasi sempre è lo strutturista che utilizza direttamente i risultati delle indagini
- c. come conseguenza viene "saltata" di fatto tutta la fase di analisi e progettazione geotecnica propriamente detta.



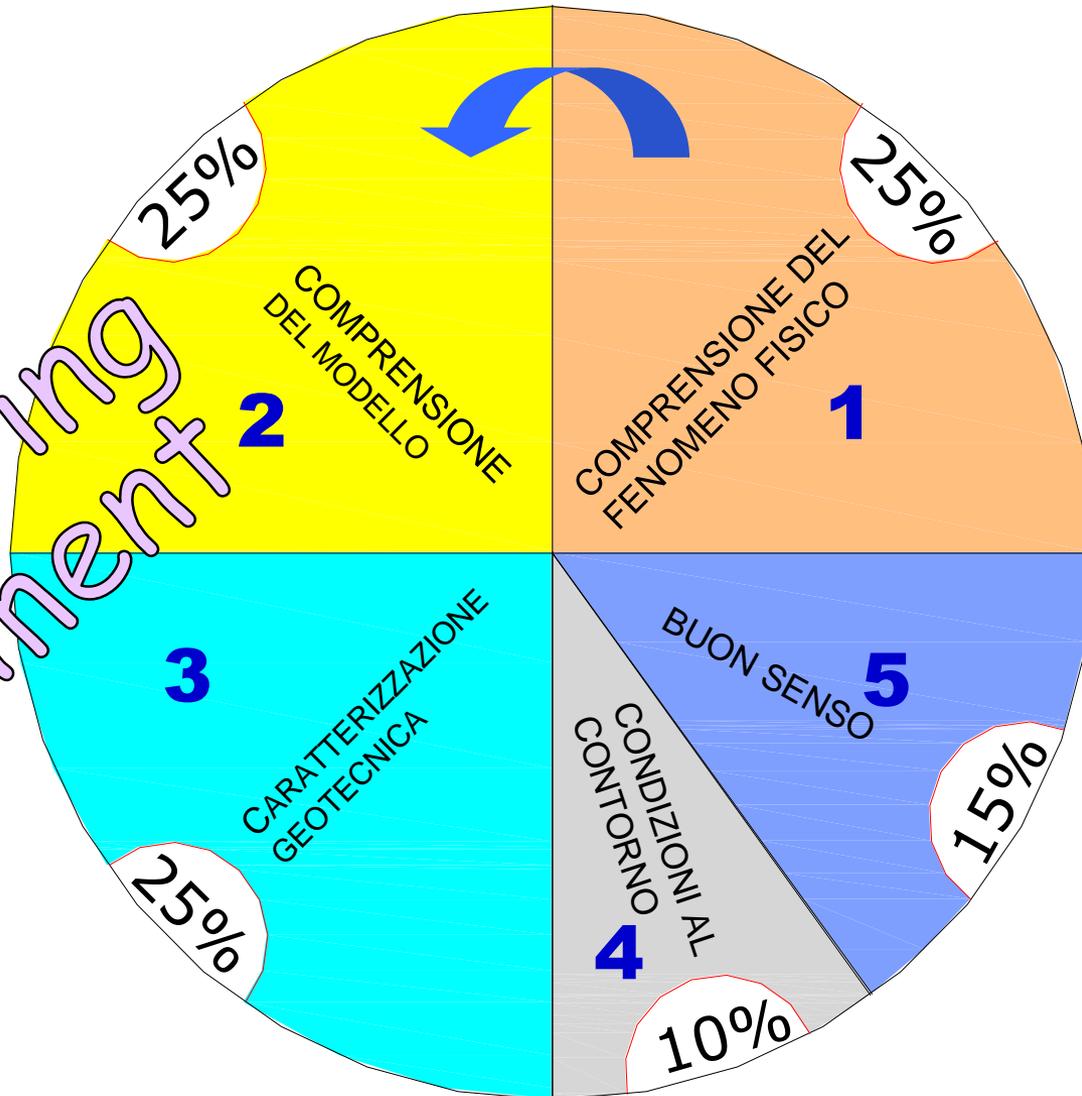
PROGETTO

(i risultati numerici del calcolo vengono acquisiti nel progetto)

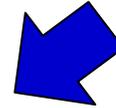
PROGETTAZIONE GEOTECNICA IN GENERALE

IMPORTANZA PONDERALE DEI VARI ASPETTI

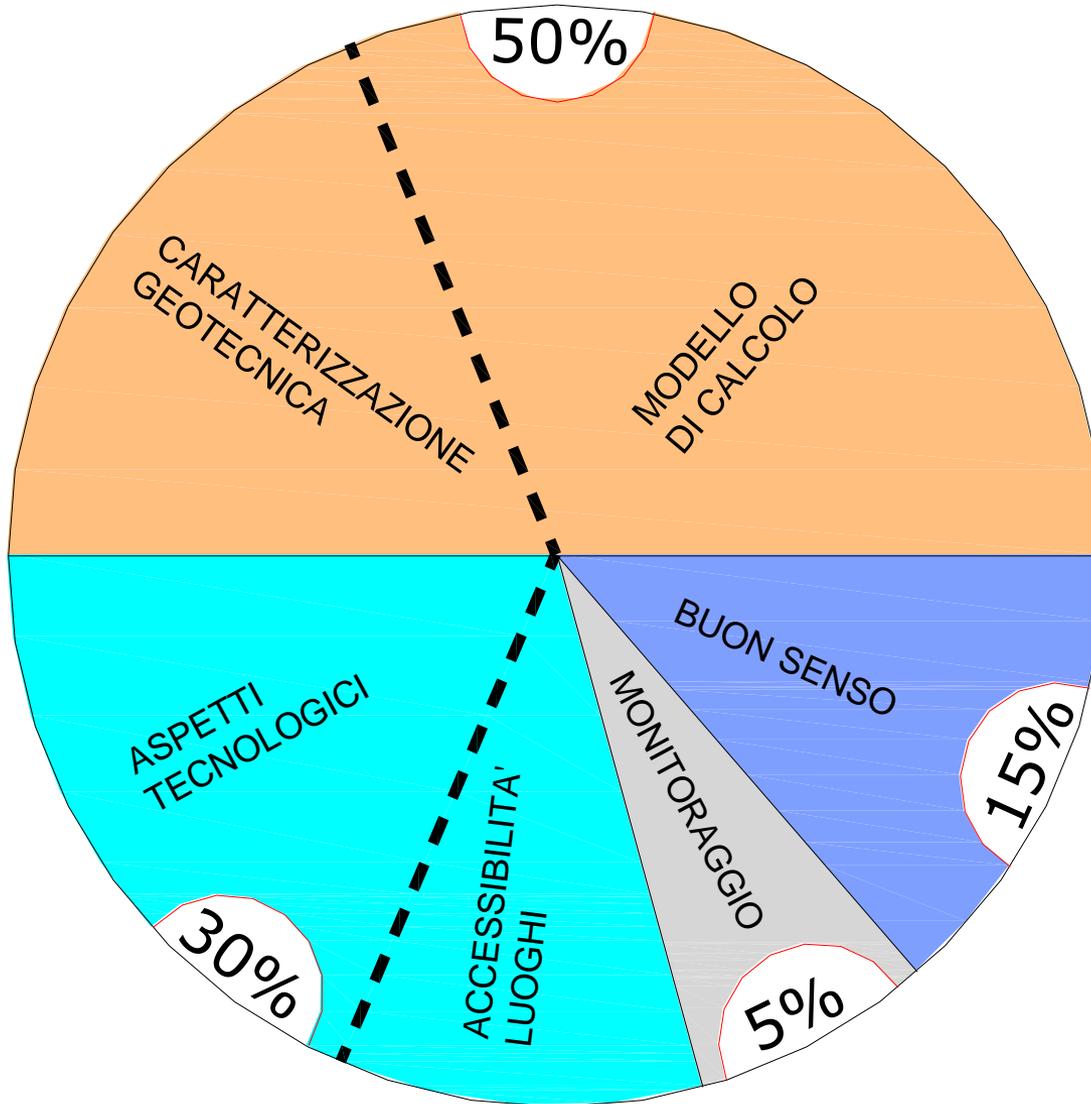
sound
engineering
judgement



OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI



IMPORTANZA PONDERALE DEI VARI ASPETTI



sound engineering judgement

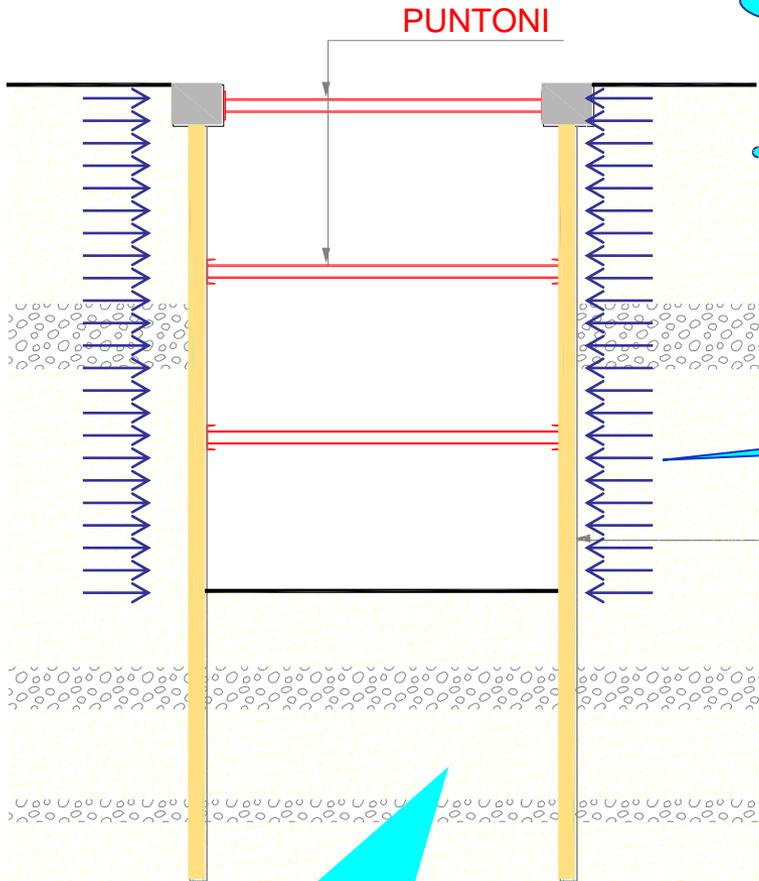
Nel prosieguo esamineremo 3 casi in cui i diversi aspetti della «torta» assumono, di volta in volta, importanza molto diversa.

CASO "A"

Paratie ravvicinate di micropali in alluvioni grossolane con lenti e strati di puddinghe (conglomerati tenacemente cementati)

Prevale nettamente l'aspetto tecnologico

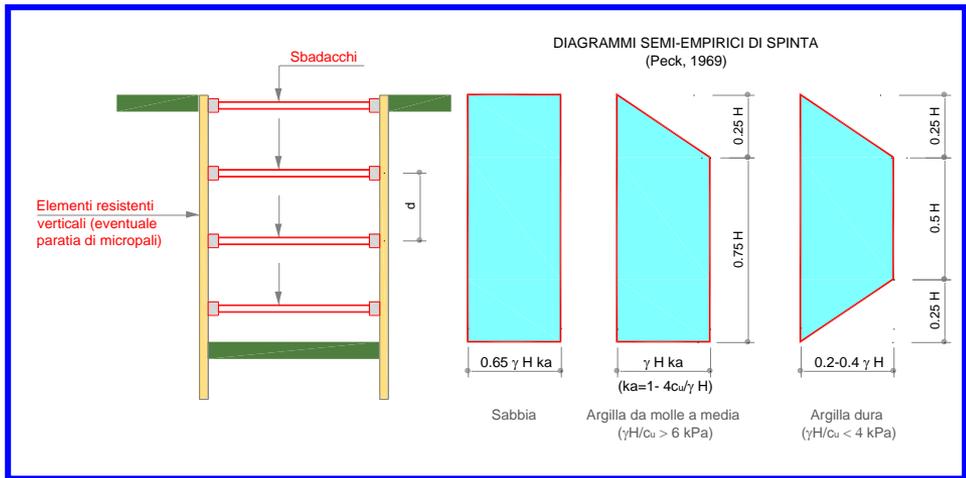
IMPORTANZA PONDERALE DEI VARI ASPETTI



Diagrammi di spinta pseudo-rettangolari

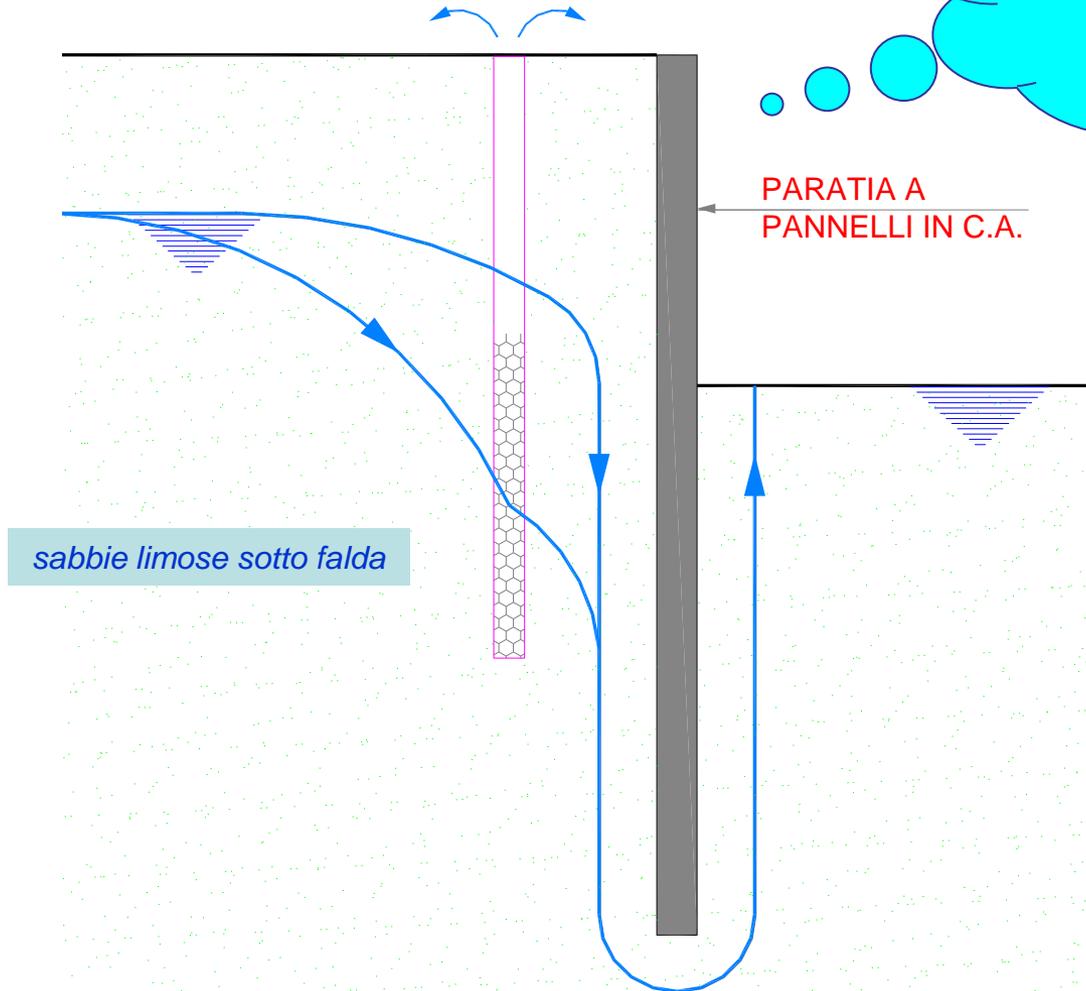


PARATIA DI MICROPALI



Alluvioni grossolane con strati di conglomerato tenacemente cementati

CASO "B"
Paratia a pannelli in c.a. in sabbie
limose sotto falda.



Assumono importanza
fondamentale gli aspetti
teorici (calcolo) e la
caratterizzazione
geotecnica

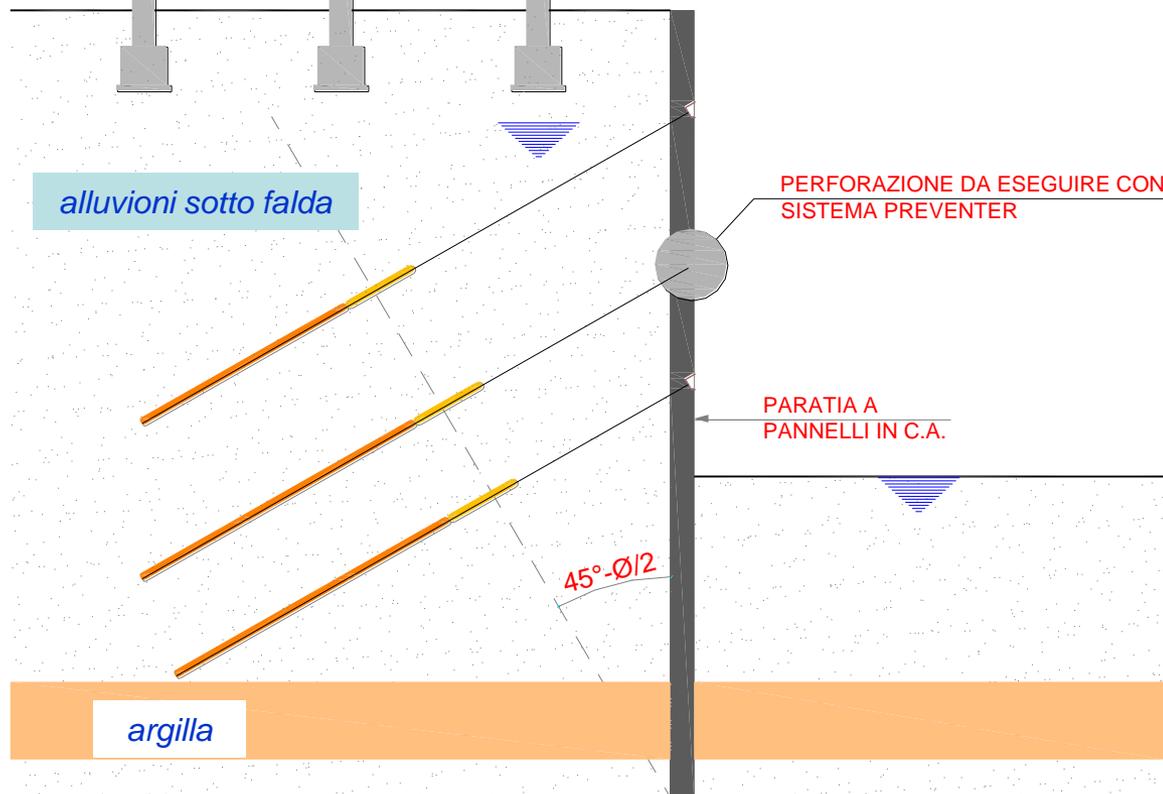
IMPORTANZA PONDERALE
DEI VARI ASPETTI

IMPORTANZA PONDERALE
DEI VARI ASPETTI

*Tutti gli aspetti sono importanti :
dalla modellazione, alla tecnologia,
ai monitoraggi.*

CASO "C"

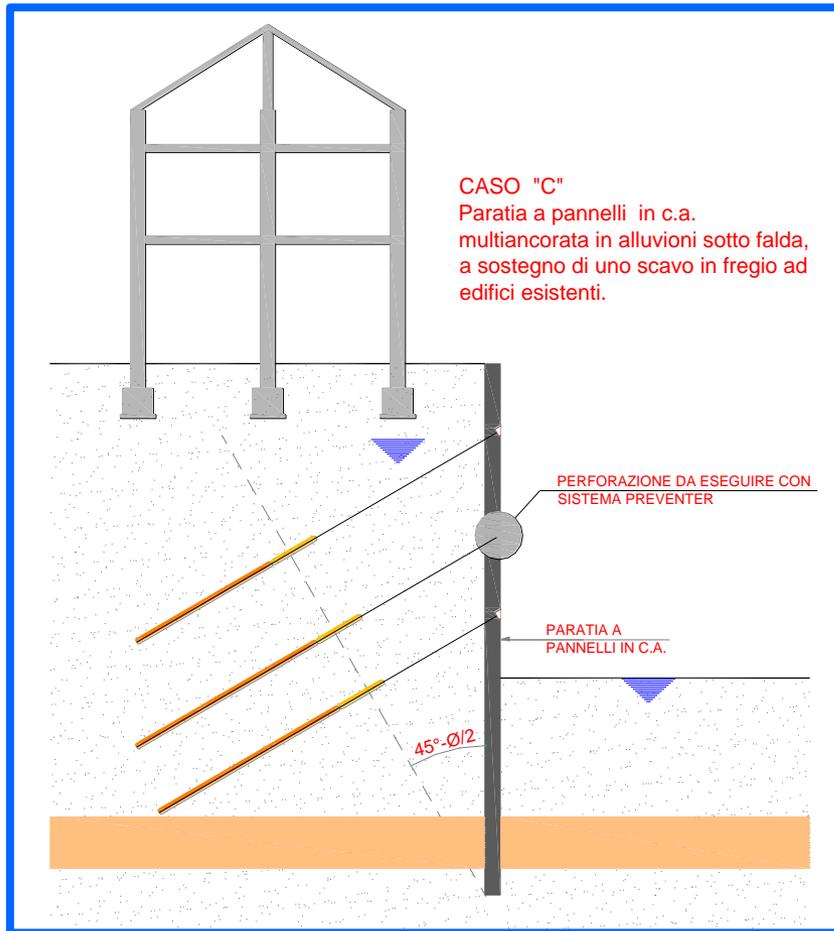
Paratia a pannelli in c.a.
multiancorata in alluvioni sotto falda,
a sostegno di uno scavo in fregio ad
edifici esistenti.



occhio alla cantierizzazione

a volte può essere un aspetto critico

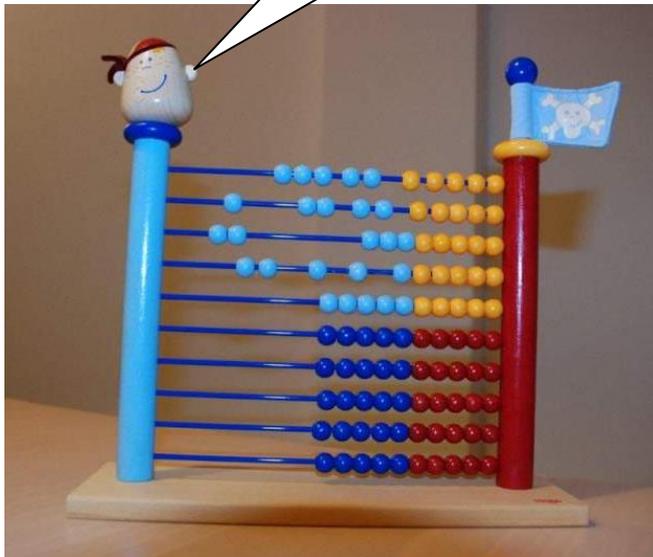




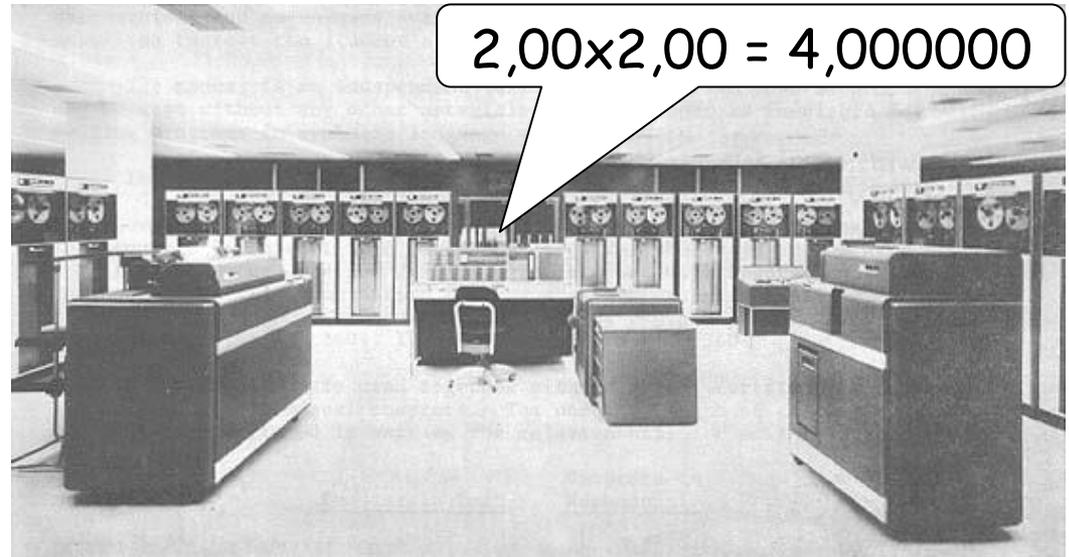
NON C'È UNA NECESSARIA
CORRELAZIONE TRA GLI
ASPETTI CRITICI DI UN
PROGETTO ED IL RICORSO A
METODI DI CALCOLO
COMPLESSI
○ TECNOLOGIE
PARTICOLARMENTE
SOFISTICATE

NON SEMPRE È OPPORTUNO / NECESSARIO UTILIZZARE
“MODELLI” SOFISTICATI E COSTOSI SE SONO DISPONIBILI
APPROCCI PIÙ SEMPLICI
ED EGUALMENTE AFFIDABILI IN TERMINI DI RISULTATO FINALE.

$$2 \times 2 = 4$$



$$2,00 \times 2,00 = 4,000000$$





Vista generale dell'isola di S. Nicola a Tremiti con l'Abbazia Fortificata.

Si può osservare come la galleria ed il pozzo ascensori restino completamente schermati.

La palma che si vede in alto fa da riferimento per il collegamento con la foto sottostante.

CONSOLIDAMENTO ISOLA DI S. NICOLA A TREMITI
Pozzo ascensori e galleria di accesso
Impresa RODIO / Garrasi 1995-98



La sommità del pozzo prima del montaggio degli ascensori e della realizzazione della copertura che ripristina la fruibilità della piazza.



Vista generale dell'isola di S. Nicola a Tremiti con l'Abbazia fortificata. Si può osservare come la galleria ed il pozzo ascensori restino completamente schermati. La palma che si vede in alto fa da riferimento per il collegamento con la foto sottostante.



La sommità del pozzo ascensori, prima del montaggio degli stessi e prima della copertura definitiva che ripristina la fruibilità della piazza.

Sezione del pozzo con la galleria.

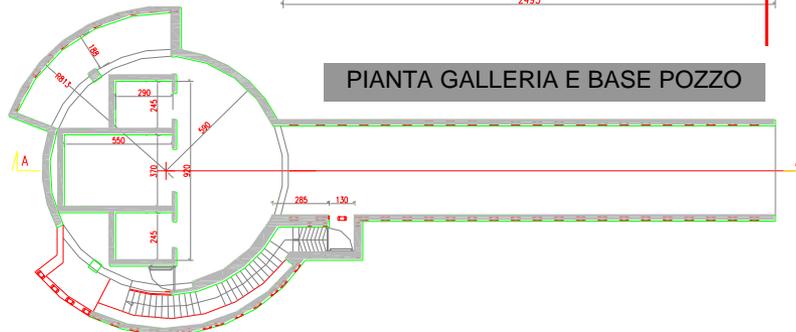
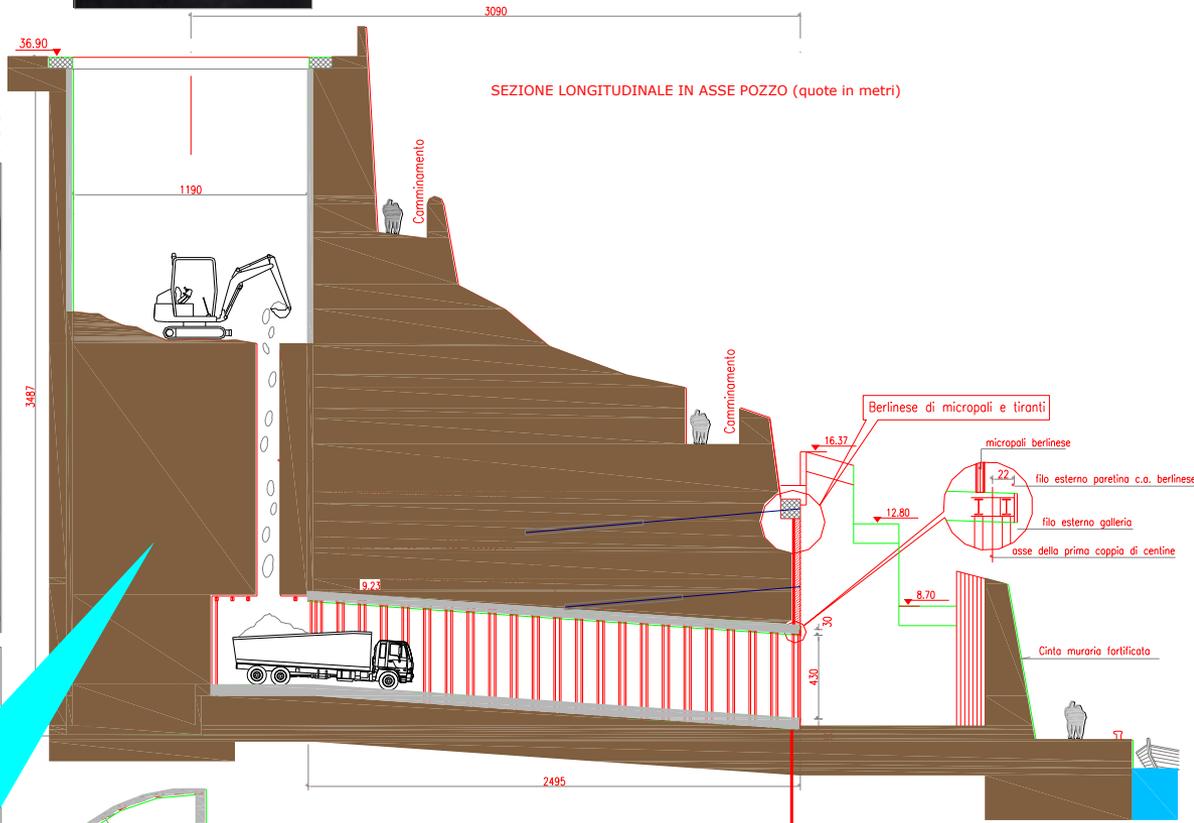
Si noti la tecnica di scavo con evacuazione dello smarino attraverso la galleria.

Al termine dello scavo l'escavatore uscirà dalla galleria.

Si procederà quindi a praticare gli slarghi per alloggiare le rampe delle scale ed i vani tecnici



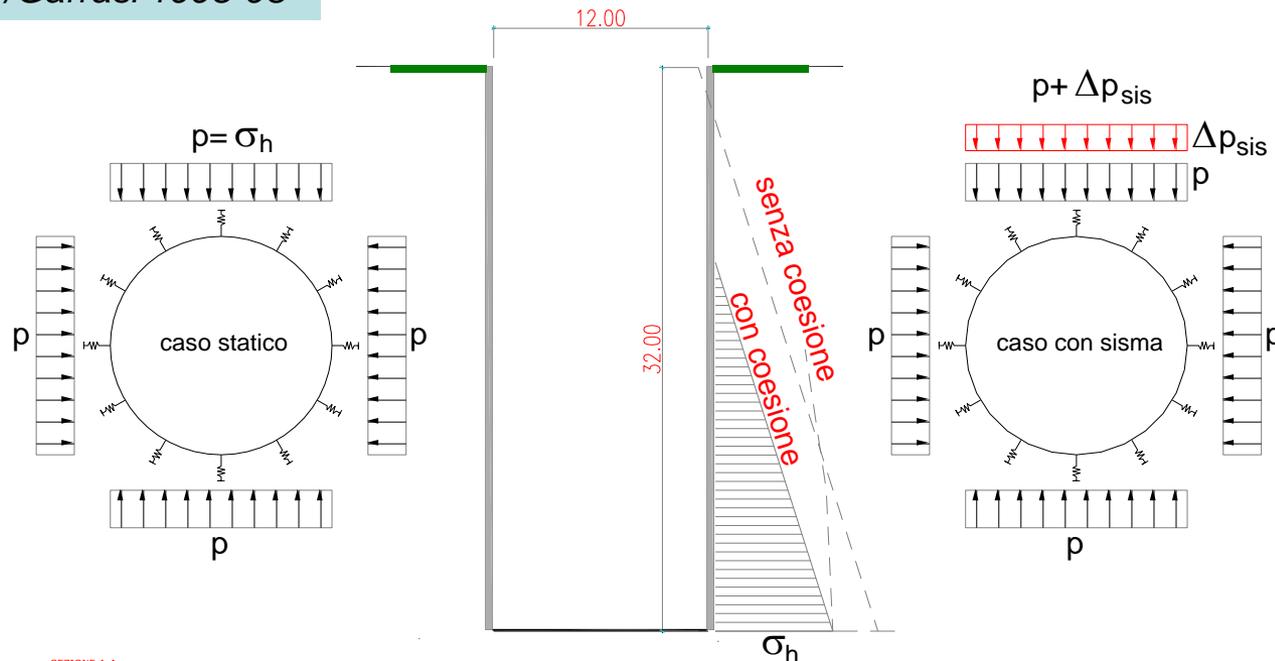
GALLERIA DI ACCESSO E POZZO ASCENSORI



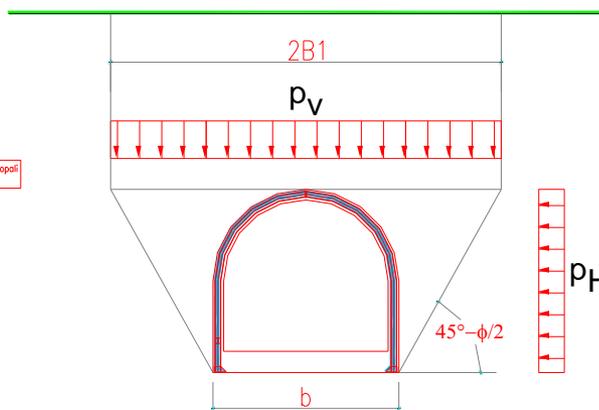
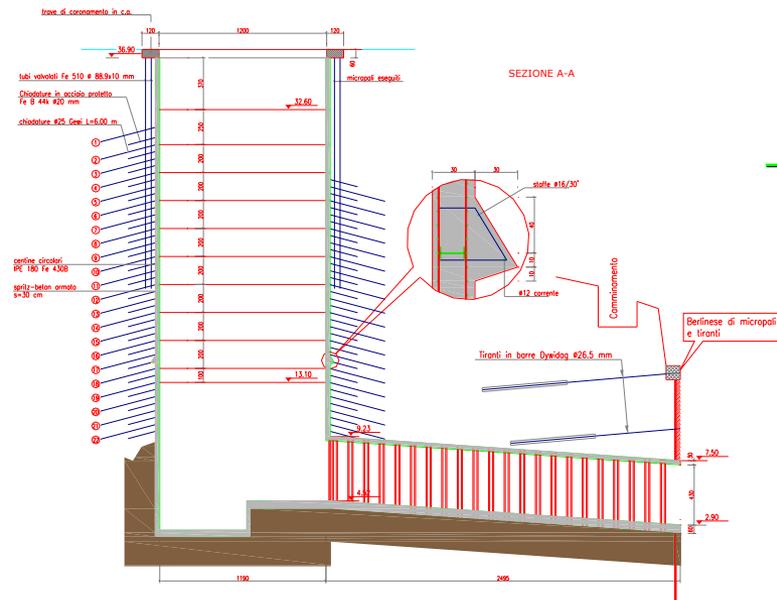
PIANTA GALLERIA E BASE POZZO

**CONSOLIDAMENTO ISOLA DI S. NICOLA
A TREMITI - Pozzo ascensori e galleria di
accesso – Impresa RODIO/Garrasi 1995-98**

**POZZO ASCENSORI :
SCHEMA DI CALCOLO**



POZZO ASCENSORI



GALLERIA : SCHEMA DI CALCOLO

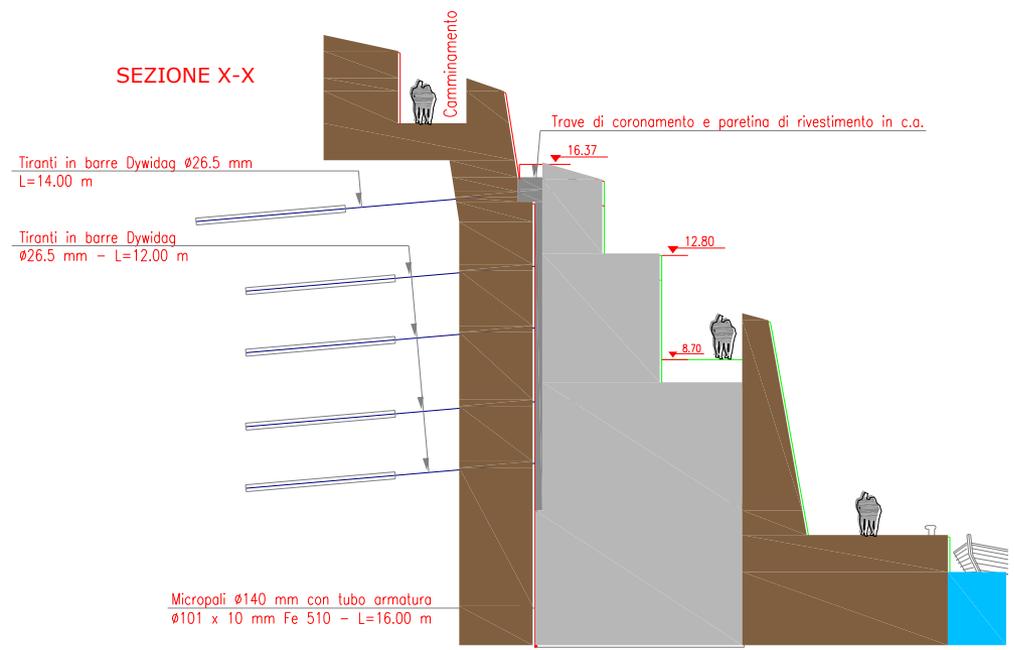
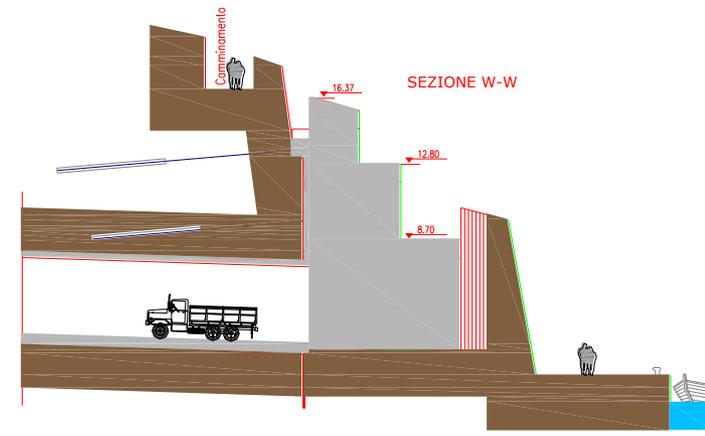
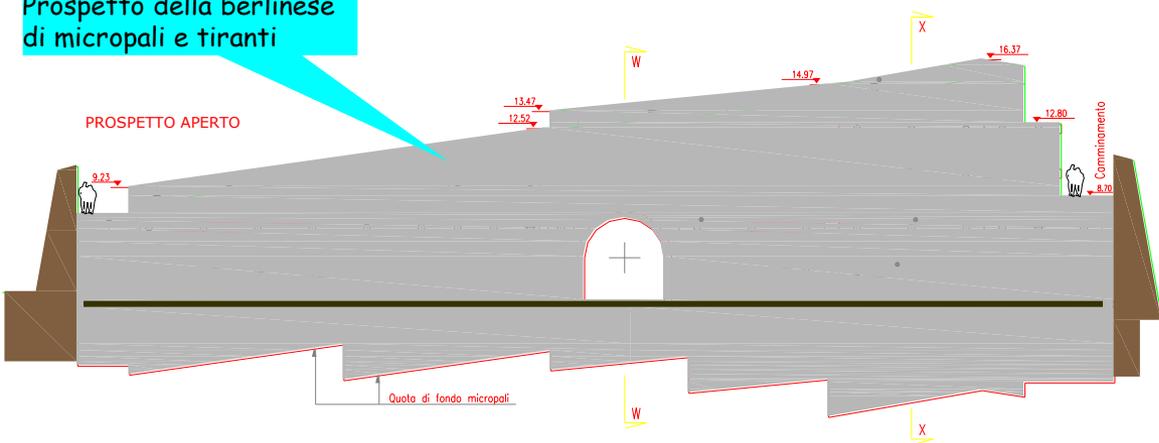
$$2B_1 = b + 2h \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi/2)$$

$$p_v = \frac{B_1(\gamma - c/B_1)}{k \operatorname{tg} \varphi} (1 - e^{-k \frac{H}{B_1} \operatorname{tg} \varphi})$$

$$p_H \approx \frac{1}{3} p_v$$



Prospetto della berlinese di micropali e tiranti





La struttura di copertura del pozzo realizzata in travi REP (travi miste acciaio-calcestruzzo) sulla quale verrà poi ripristinata la pavimentazione della piazza.



L'uscita delle due rampe pedonali, ben inserita nel contesto architettonico.



Le rampe di uscita dei trattori, prima delle opere di completamento architettonico.

MISCELLANEA DI FOTO

Un'immagine del pozzo ascensori a scavi ultimati. Il rivestimento sia provvisorio che definitivo delle pareti è stato realizzato mediante getto di spritz beton fibrinforzato, a seguito di un accurato mix-design che garantisce il dovuto grado di finitura della superficie esterna.



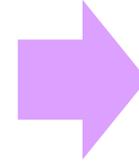
Il portone di ingresso dal molo del porticciolo al pozzo ascensori, visto dalla galleria.

SISTEMA GEOTECNICO

il "sistema geotecnico" è composto
da una porzione di terreno e
dall'opera che a questo è vincolata



SISTEMA STRUTTURALE



VOLUME SIGNIFICATIVO

è il volume di terreno
coinvolto nella interazione
con la struttura

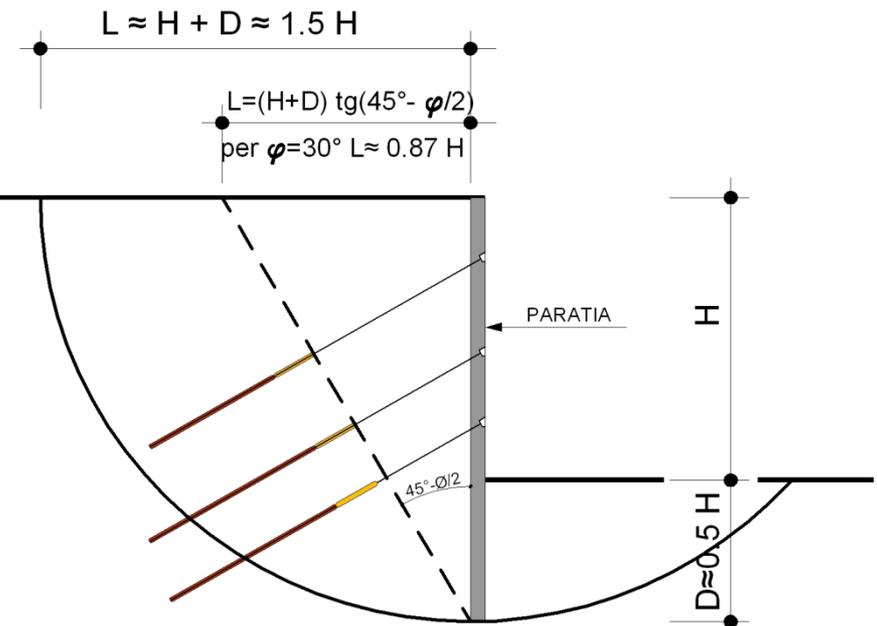
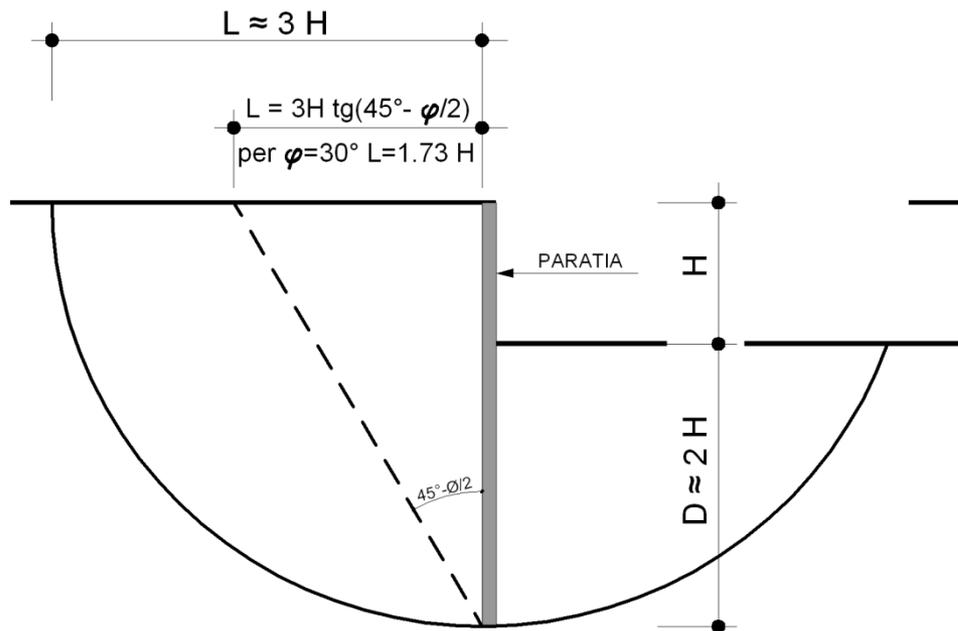
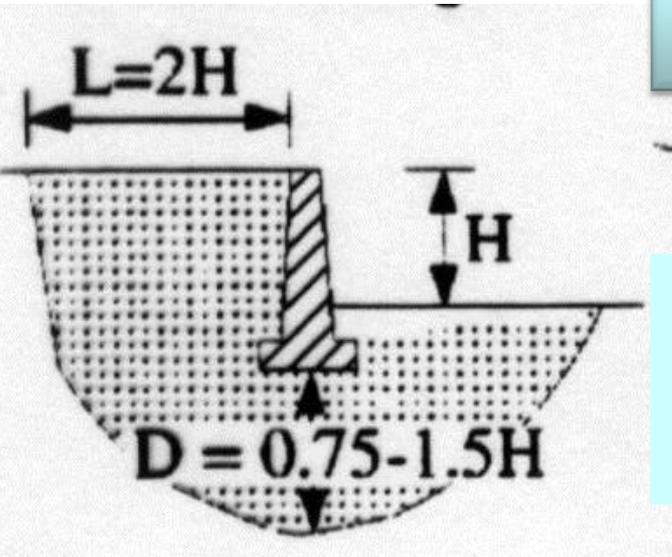
IL VOLUME SIGNIFICATIVO :

- dipende dalla soluzione progettuale
- può variare a seconda del tipo di verifica geotecnica
- può dipendere dalle condizioni al contorno

ESEMPIO DI COME CAMBIA IL VOLUME SIGNIFICATIVO
TRA UN MURO DI SOSTEGNO ED UNA PARATIA



... se non sappiamo "a priori" qual è il volume significativo, come possiamo definire il programma delle indagini ?



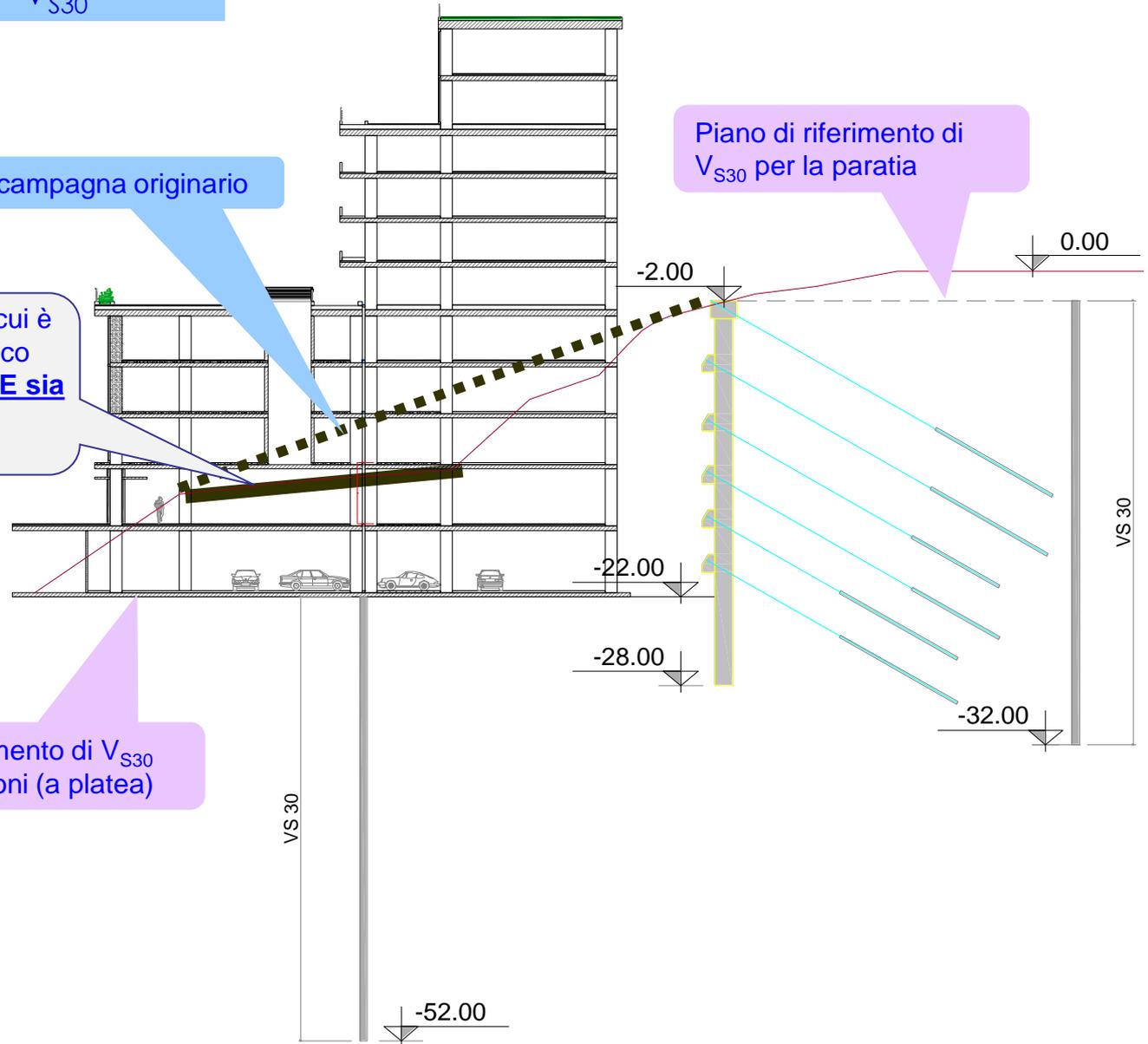
ESEMPIO DI INTERDIPENDENZA
 PROGETTO ↔ V_{S30}

Piano campagna originario

Questo è invece il piano da cui è stato fatto il sondaggio sismico $L = 30$ m, che risulta **INUTILE** sia per la paratia che per le fondazioni.

Piano di riferimento di V_{S30} per le fondazioni (a platea)

Piano di riferimento di V_{S30} per la paratia

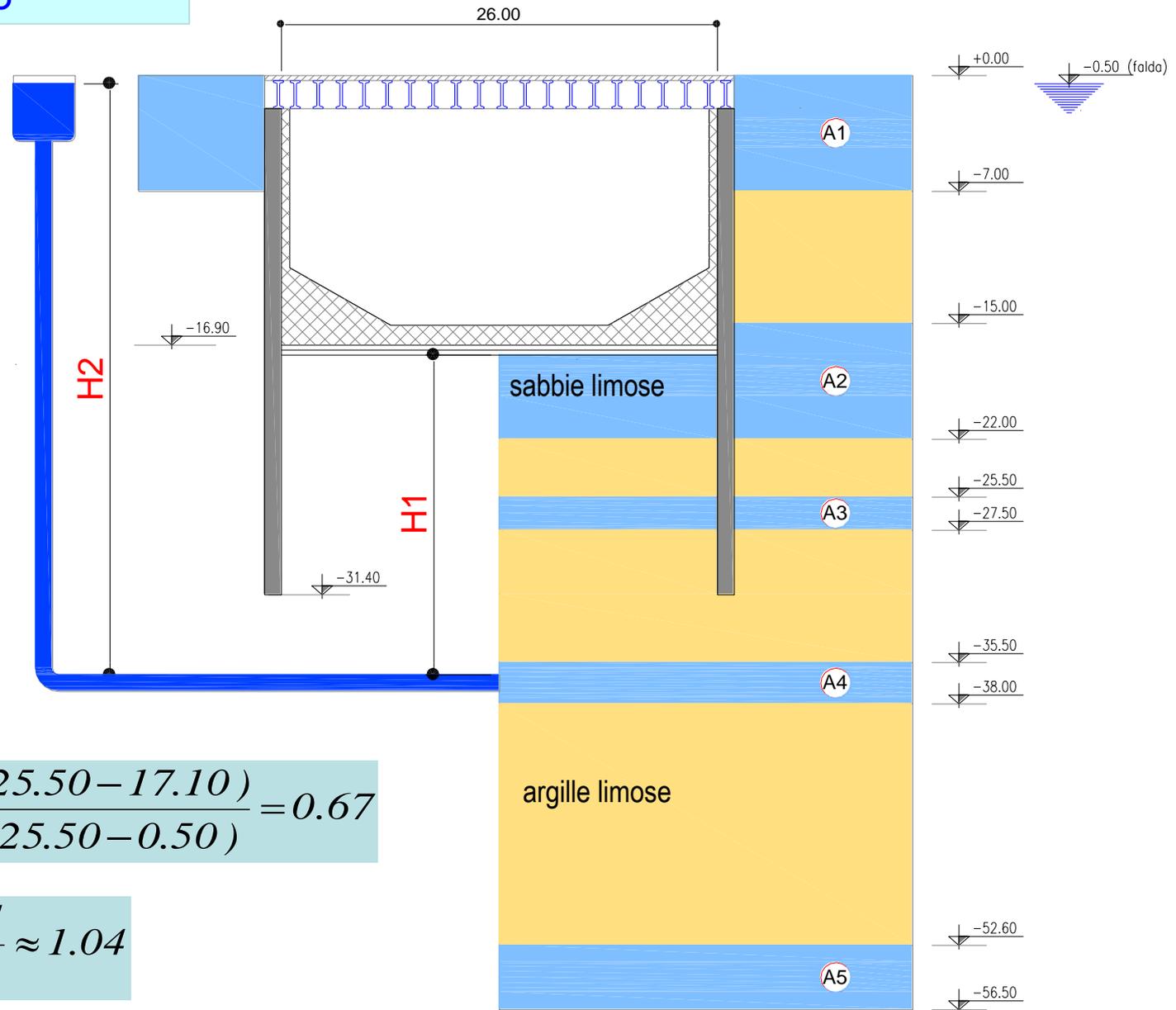


VS 30

VS 30

ESEMPIO DI VOLUME SIGNIFICATIVO
CHE DIPENDE ANCHE DALLE CONDIZIONI
AL CONTORNO

PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA
Vasca di modulazione di Favaro Veneto (VE) – Garrasi 1998-2000

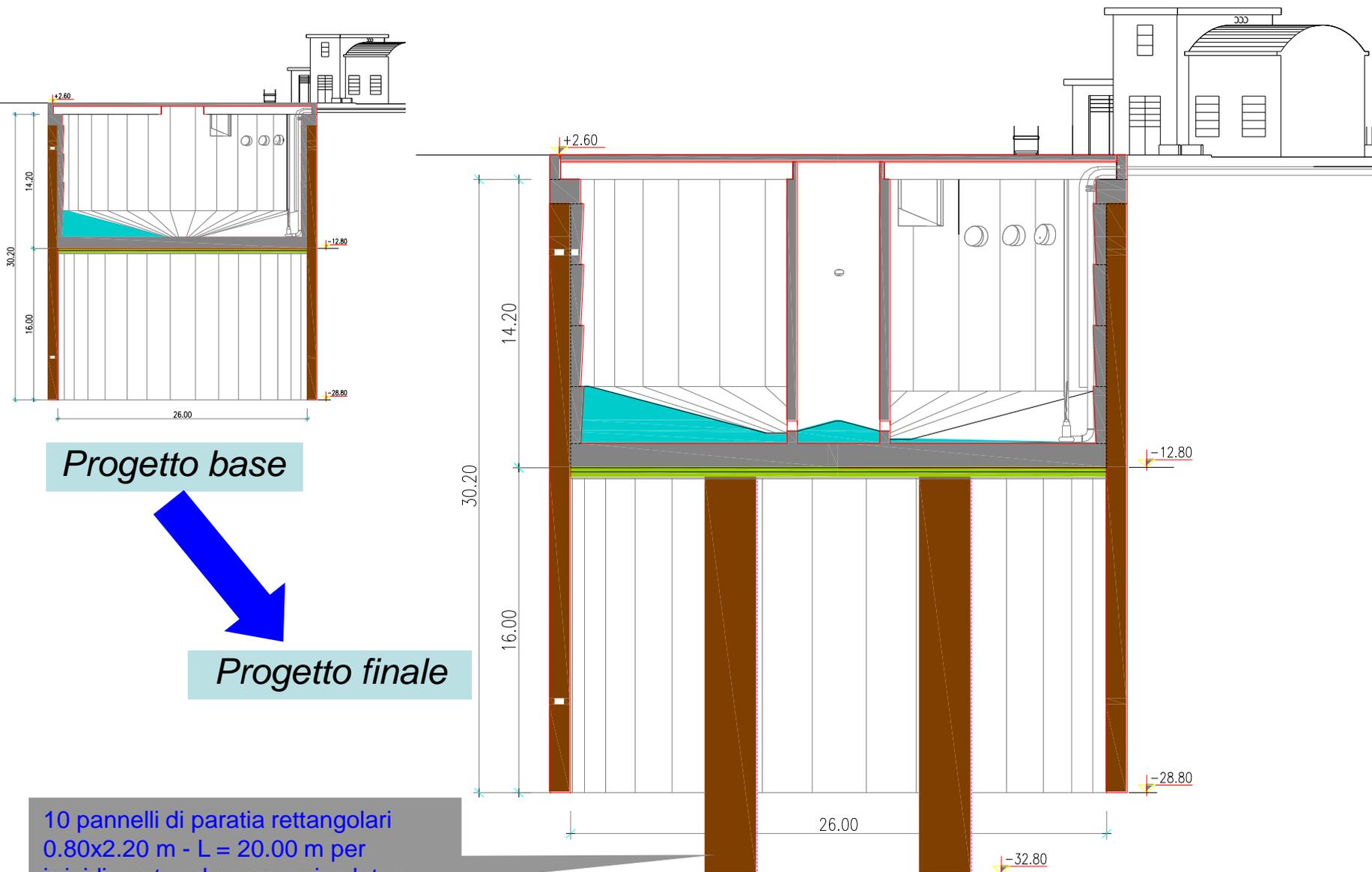


$$A3 : F = \frac{2.00 \times (25.50 - 17.10)}{1.00 \times (25.50 - 0.50)} = 0.67$$

$$A4 : F = \frac{\gamma_{sat} \times H1}{\gamma_w \times H2} \approx 1.04$$

*ESEMPI DI VOLUMI SIGNIFICATIVI
NEI SISTEMI GEOTECNICI*

PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA
Vasca di modulazione di Favaro Veneto (VE) - Garrasi 1998-2000

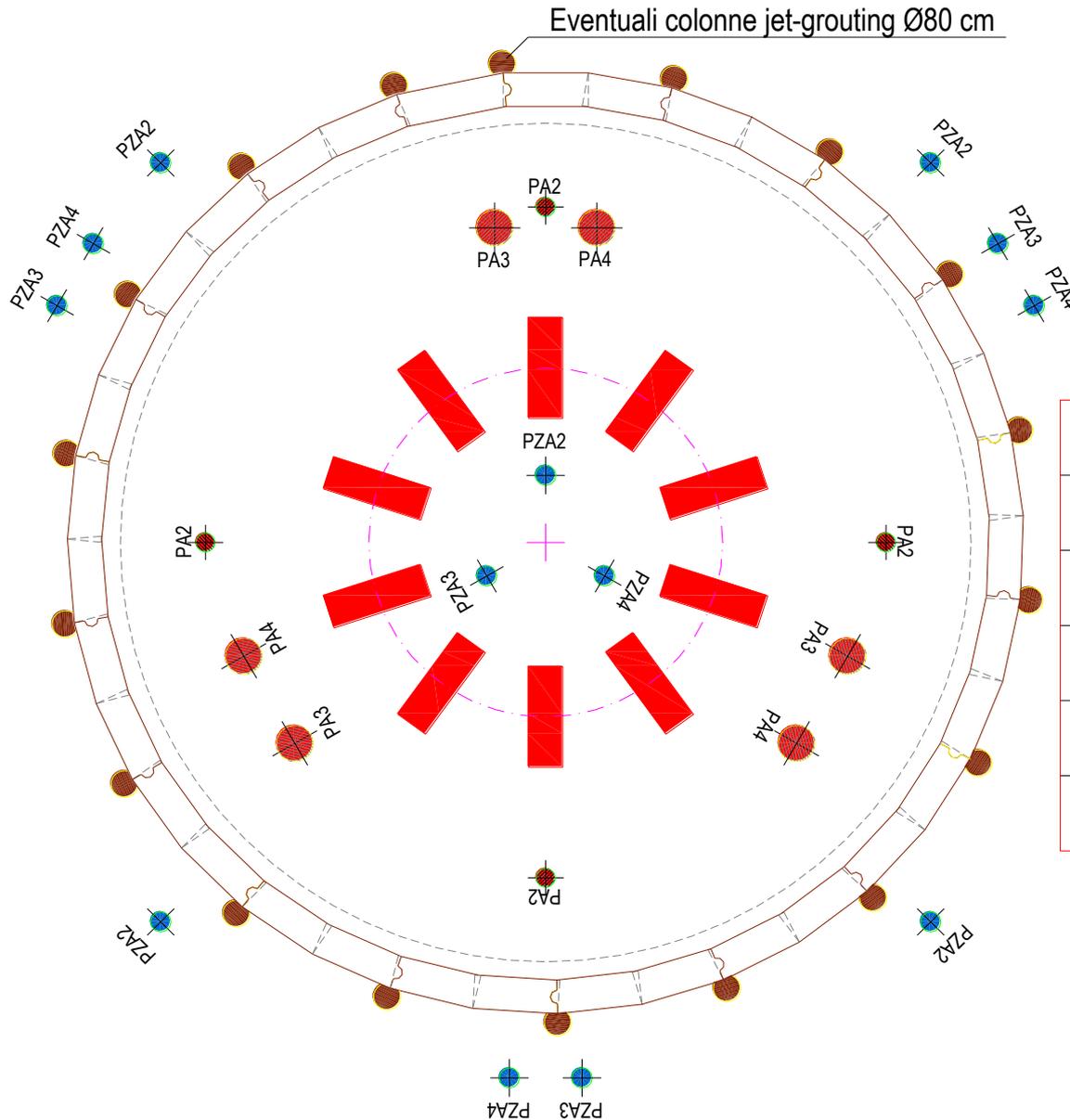


Progetto base

Progetto finale

10 pannelli di paratia rettangolari
0.80x2.20 m - L = 20.00 m per
irrigidimento ed ancoraggio platea

PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA - Vasca di modulazione di Favaro Veneto (VE)
 PROGETTO FINALE CON IRRIGIDIMENTO DELLA PLATEA E DEWATERING - Garrasi 1998-2000



*Progetto finale
 Dispositivo di dewatering*

PA2 	Pozzi Ø200mm	L = 22.50 m
PA3 	Pozzi Ø400mm	L = 27.50 m
PA4 	Pozzi Ø400mm	L = 38.50 m
PZA2 	Piezometri a tubo aperto	L = 22.50 m
PZA3 	Piezometri a tubo aperto	L = 27.50 m
PZA4 	Piezometri a tubo aperto	L = 38.50 m

INSCINDIBILITÀ DI PROGETTO
ED INDAGINE



IL PROGETTO PRECEDE L'INDAGINE
E NE DETERMINA I CONTENUTI



CONOSCERE GLI "STRUMENTI" DISPONIBILI
PER LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA

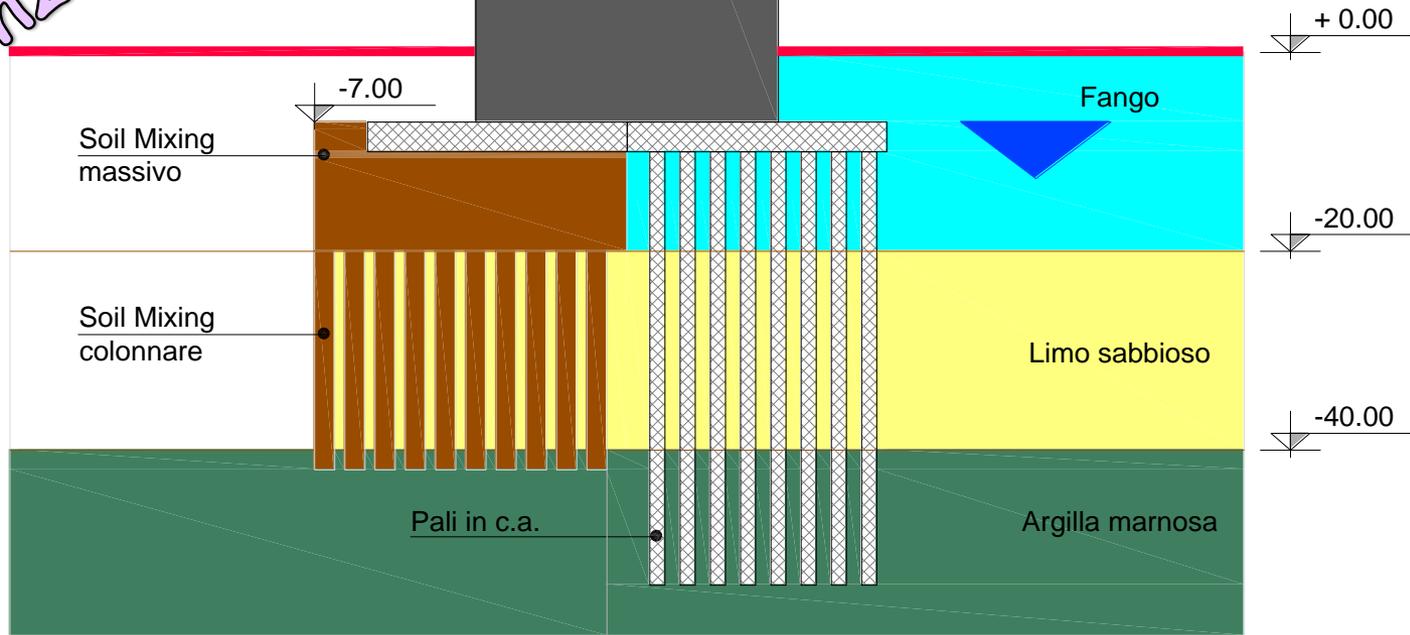


PROGETTARE :
IMPORTANZA DEGLI STRUMENTI



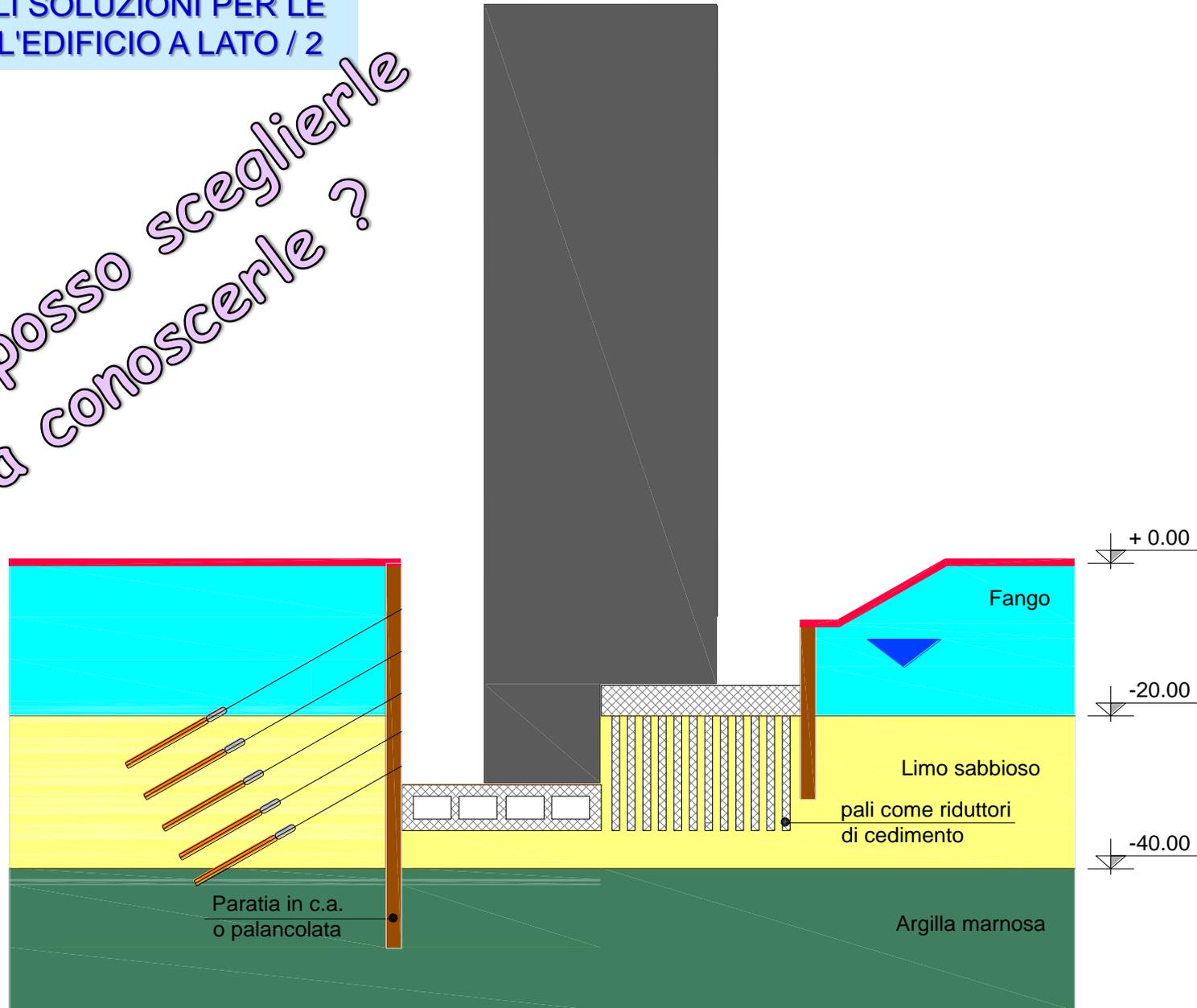
ALCUNE POSSIBILI SOLUZIONI PER LE FONDAZIONI DELL'EDIFICIO A LATO

*ma come posso sceglierle
senza conoscerle ?*



ALCUNE POSSIBILI SOLUZIONI PER LE
FONDAZIONI DELL'EDIFICIO A LATO / 2

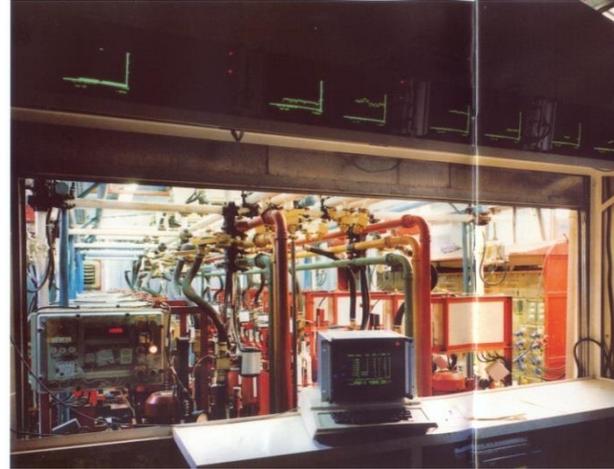
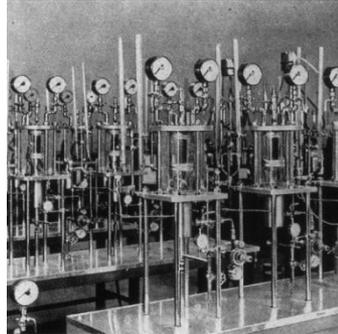
*ma come posso sceglierle
senza conoscerle ?*





GEOTECNICA E FONDAZIONI SPECIALI

UNA STORIA (ANCHE) ITALIANA



BREVE STORIA DELLA GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI SPECIALI IN ITALIA

A.D. 1088

Nasce in Italia la prima Università
del mondo occidentale

... le fondamenta



BREVE STORIA DELLA GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI SPECIALI IN ITALIA

- 1921 Giovanni RODIO fonda a Milano l'Impresa RODIO (prima impresa specializzata al mondo)
- 1932 l'Impresa RODIO si dota del primo laboratorio geotecnico in Italia. Qui saranno fatti i primi approfonditi studi sui terreni di fondazione della Torre di Pisa.
- 1938 Girolamo IPPOLITO fonda un CENTRO GEOTECNICO DI STUDI E RICERCHE presso l'Università di Napoli : primo direttore è Arrigo CROCE.
- 1938 Carlo CESTELLI GUIDI istituisce a S. Pietro in Vincoli (Università "La Sapienza" di Roma) il primo laboratorio geotecnico universitario italiano.
- 1942 Carlo CESTELLI GUIDI pubblica *"Meccanica dei terreni e stabilità delle fondazioni"*.
- 1947 A Milano viene fondata l'AGI - Associazione Geotecnica Italiana - Presidente Giovanni Rodio
- Anni '50 il CENTRO GEOTECNICO di Napoli affronta lo studio dei terreni naturali e dei materiali granulari impiegati nella costruzione delle prime dighe in terra italiane.
- 1954 Nasce la rivista "GEOTECNICA" - direttore Arrigo Croce. Karl Terzaghi firma l'editoriale di apertura
- 1960 Viene bandito dall'Università di Napoli il primo concorso a cattedra per la geotecnica: Arrigo Croce è il primo professore straordinario di geotecnica in Italia.

CARLO CESTELLI-GUIDI

MECCANICA DEL TERRENO E STABILITÀ DELLE FONDAZIONI

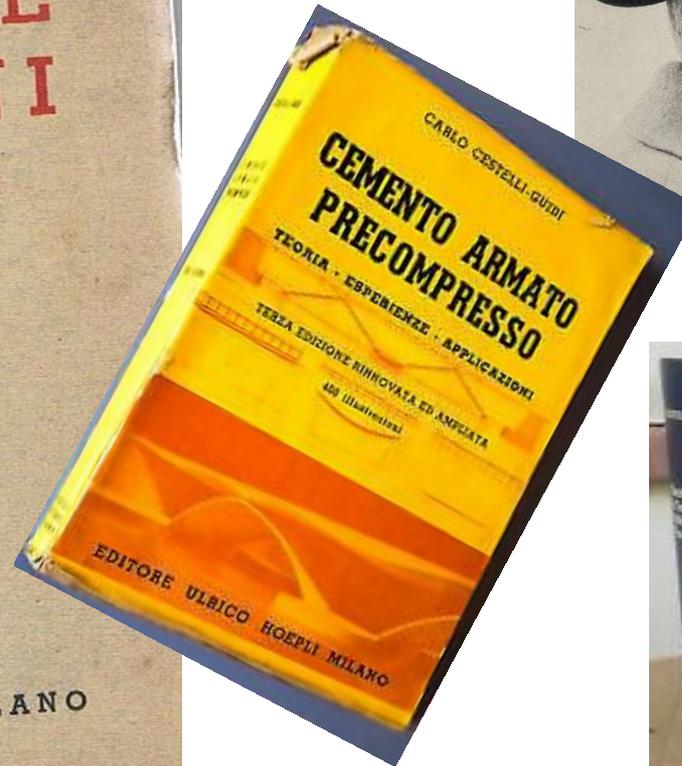
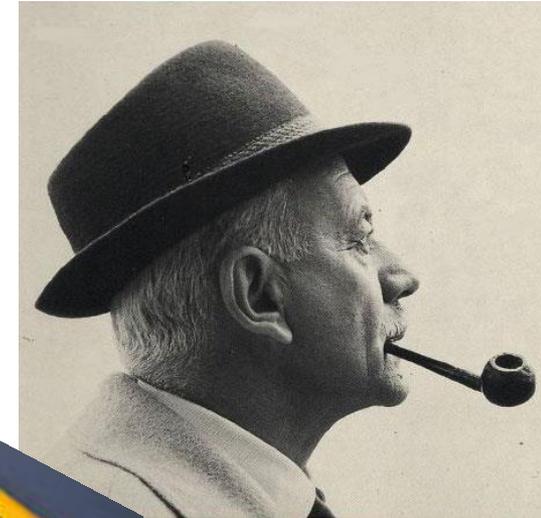
SECONDA EDIZIONE
TOTALMENTE RINNOVATA

con 363 illustrazioni e 21 tabelle



EDITORE **ULRICO HOEPLI** MILANO

Il primo testo di geotecnica italiano
anno 1942



1960

L'UNIVERSITÀ DI NAPOLI
ISTITUISCE LA PRIMA CATTEDRA DI GEOTECNICA
IN ITALIA

Arrigo Croce
è il primo "professore straordinario" di geotecnica
in Italia

ISTITUZIONE IN ITALIA DELLA PRIMA CATTEDRA DI INGEGNERIA GEOTECNICA

RIFLESSIONI DEI
PROTAGONISTI

(da Girolamo Ippolito)

“ L'istituzione di una nuova Cattedra è avvenimento notevole perché, attraverso le giuste cautele che la legge prevede, si attua solo quando un corpo di nozioni ha effettivamente raggiunto - in quel processo di specializzazione che è il naturale e fatale processo di sviluppo delle nostre conoscenze - una compattezza ed una indipendenza tali per cui è unanime il riconoscimento ed il bisogno di una disciplina indipendente. ”



...avevamo iniziato bene ...

ISTITUZIONE IN ITALIA DELLA PRIMA CATTEDRA DI INGEGNERIA GEOTECNICA

RIFLESSIONI DEI
PROTAGONISTI

PLINIO

Ardua res ^{vetustis} novitatem dare, novis
auctoritatem; fastiditiam quietiam, dubiis
fidei

da un manoscritto di Arrigo Croce

L'ETÀ AUREA : QUANDO IMPRESE E MONDO ACCADEMICO COOPERAVANO



Ara Pacis Augustea – I secolo d.C.



Atto di costituzione di
Società in nome collettivo

L'anno 1921, col atti 28. sottoscritto
del mese di Febbraio in Milano.

I sottoscritti Sig. Giovanni Rodio
di Giovanni, nato a Sondrio, Sig.
Felix Heiser di Roberto nato a Aarau
(Svizzera) entrambi residenti in Brumato,
convennero quanto segue:

1) E' costituita fra di essi una so-
cietà in nome collettivo con lo scopo di
eseguire qualsiasi lavoro attinente al-
l'industria civile, come esecuzione di
lavori edili, partecipazioni ad imprese
di fabbricazione, successi di prodotti
e di materiali da costruzione, sotto
la ragione sociale "Sig. Giovanni
Rodio & C. - Società Costituita".

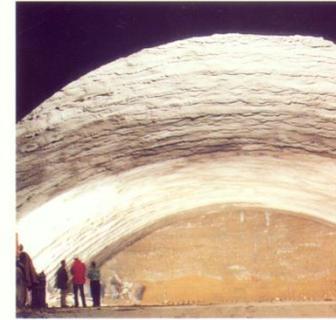


L'ing. Giovanni Rodio
con Karl Terzaghi, nel 1953

L'atto costitutivo della
Rodio, anno 1921

IL RUOLO DELL' IMPRESA RODIO NELLO SVILUPPO DELLA GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI SPECIALI

1. diaframmi con brevetto Rodio-Marconi
2. pali di grande diametro - diaframmi
3. messa a punto della tecnologia delle iniezioni ripetute in pressione (sistema IRP)
4. micropali Tufix (brevetto)
5. tiranti a trefoli TIRSOL IRP (brevetto)
6. messa a punto e diffusione del consolidamento dei terreni mediante iniezioni, con i primi studi sistematici di ampio respiro sulle caratteristiche reologiche delle miscele a base di cemento, di silicato e di resina
7. messa a punto di centrali d'iniezione sempre più sofisticate
8. messa a punto del "perfokelly" per le berlinesi di micropali
9. introduzione in Italia del micromulinello, del pressiometro, dell'inclinometro
10. introduzione e sviluppo della tecnica del congelamento dei terreni
11. introduzione e messa a punto della tecnica dei fanghi autoindurenti e quindi dei diaframmi plastici
12. introduzione della tecnica degli infilaggi per il preconsolidamento nello scavo di gallerie
13. messa a punto del sistema PA.PE.RO. per il monitoraggio in continuo dei parametri di perforazione
14. introduzione del sistema PREMIL per il preconsolidamento sistematico nello scavo di gallerie
15. introduzione dell'IDROFRESA per lo scavo di diaframmi profondi, anche in terreni lapidei



L'ETÀ AUREA : QUANDO IMPRESE E MONDO ACCADEMICO COOPERAVANO



Politecnico di Milano
Facoltà di Ingegneria
Programma
di Istruzione Permanente

OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI: diaframmi e palancolate

8 - 12 Ottobre 1979

Sede: **POLITECNICO**
Piazza Leonardo da Vinci, 32
20133 MILANO

POLITECNICO DI MILANO
FACOLTA' DI INGEGNERIA
Programma di Istruzione Permanente
Corso di aggiornamento sul tema:

OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI: diaframmi e palancolate

Il corso è organizzato dall'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni del Politecnico di Milano.

DIRETTORE DEL CORSO:

prof. ing. GIANFELICE GATTI
Docente di Tecnica delle Fondazioni

PRESENTAZIONE

L'impiego di opere flessibili (diaframmi, palancolate) a sostegno di pareti di scavo è ormai pratica usuale. Le modalità di calcolo relative si sono da un lato codificate secondo schemi che si possono definire classici, dall'altro si sono sviluppate nell'ambito delle più avanzate metodologie. Anche gli aspetti tecnologici si sono andati affinando e perfezionando.

Il programma del corso, dopo l'esposizione di argomenti di carattere propedeutico, prevede la trattazione dei metodi di calcolo, da quelli tradizionali a quelli più avanzati, mentre ampio spazio verrà dedicato agli aspetti applicativi. Il corso si rivolge ai tecnici (laureati) di enti pubblici, studi di progettazione ed imprese che desiderino acquisire nozioni di base per il calcolo di opere di sostegno flessibili.

ARGOMENTI SVOLTI

- Indagine geotecnica in situ ed in laboratorio.
- Scelta dei parametri geotecnici.
- Calcolo delle spinte.
- Effetti dell'acqua.
- Metodi di calcolo tradizionali.
- Metodi di calcolo elastici.
- Metodi di calcolo elastoplastici.
- Metodi numerici.
- Aspetti tecnologici: diaframmi in c.a., palancolate, diaframmi plastici, tiranti.
- Strumentazione.
- Illustrazione di opere significative.
- Esempi di calcolo.

DOCENTI

→	ing. L. Belloni	ELC - Milano
→	ing. E. Botti	Metropolitana Milanese
→	prof. A. Cancelli	Politecnico di Milano
→	ing. A. Cividini	Politecnico di Milano
→	ing. U. Croce	INGEO - Milano
→	ing. E. Dietrich	ICOS - Milano
→	ing. C. Fornaciari	Presspali - Milano
→	ing. A. Garrasi	Rodio - Milano
→	prof. G. Gatti	Politecnico di Milano
→	prof. G. Gioda	Politecnico di Milano
→	prof. M. Jamiolkowski	Politecnico di Torino
→	ing. L. Jurina	Politecnico di Milano
→	dott. E. Mongilardi	Rodio - Milano
→	prof. R. Nova	Politecnico di Milano
→	prof. C. Viggiani	Università di Napoli

LEZIONI

- Le lezioni si terranno in un'aula del Politecnico di Milano.
- Prima dell'inizio del corso verrà effettuata, presso l'Ufficio Istruzione Permanente, la registrazione dei partecipanti.
- L'8 ottobre, giorno di apertura del corso, sarà osservato il seguente orario:
10,00 - 12,30 / 14,30 - 18,00
La giornata-tipo osserverà il seguente orario:
9,00 - 12,30 / 14,30 - 18,00
- Agli iscritti al corso verranno consegnate le dispense relative al corso stesso.

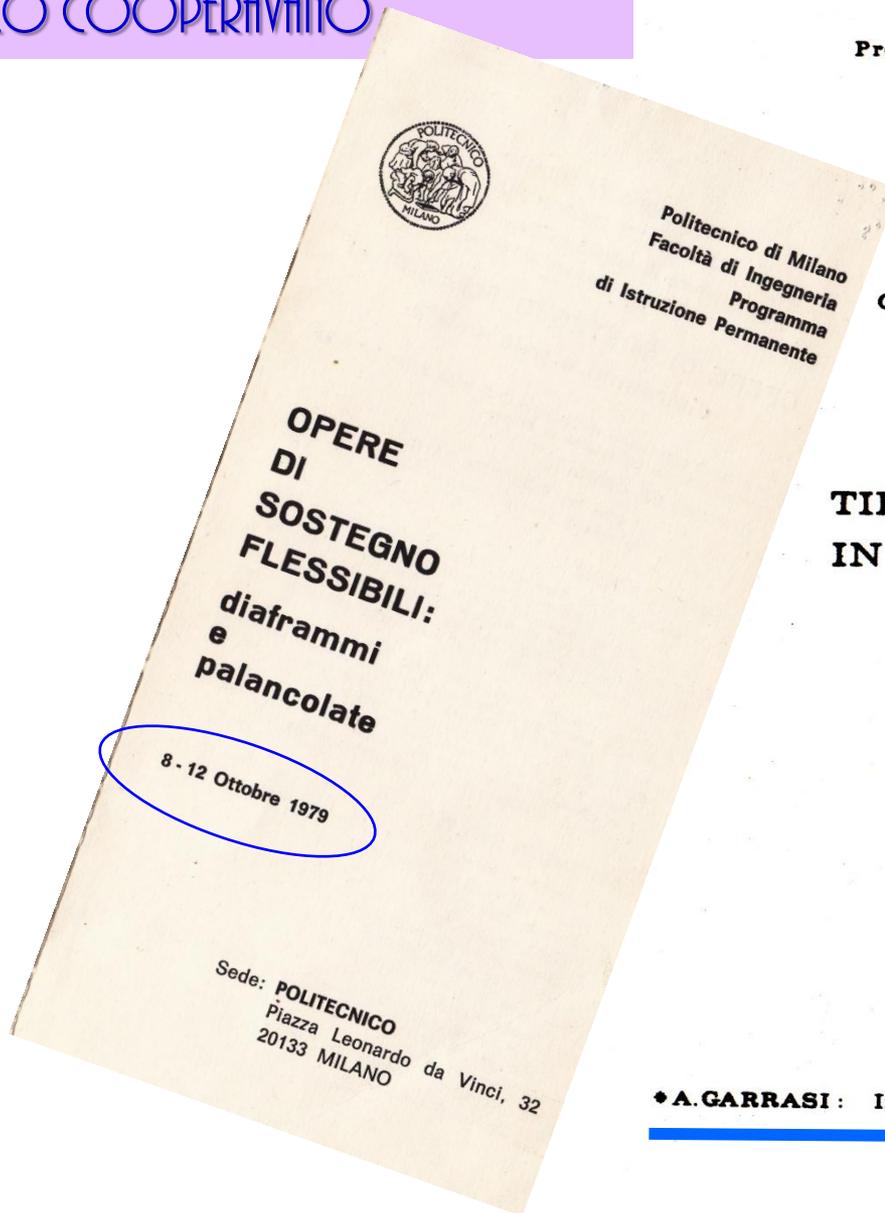
ISCRIZIONI

- La quota, comprensiva del costo delle dispense, è fissata in Lire 150.000,—.
- Modalità del versamento: su c/c postale n. 52192200, intestato a:
POLITECNICO DI MILANO - Istruzione Permanente
Piazza Leonardo da Vinci, 32
20133 MILANO
- Per il versamento utilizzare moduli a 4 tagliandi per pagamenti ad enti pubblici.
- **Sul retro del versamento indicare chiaramente il titolo del corso ed il nome e cognome dell'iscritto.**
- **L'attestazione del versamento (4° tagliando) dovrà essere inviata assieme al modulo d'iscrizione all'indirizzo indicato a tergo del modulo stesso.**
- L'iscrizione ha effetto con la data del versamento postale.
- Data ultima di iscrizione: 1° ottobre 1979.

BORSE DI STUDIO E CERTIFICATI DI FREQUENZA

- Sono messe a disposizione di docenti e ricercatori del Politecnico di Milano cinque borse di frequenza gratuite. Le relative domande di assegnazione debbono pervenire al direttore del corso almeno venti giorni prima dell'inizio del corso.
- Ai partecipanti che ne facciano richiesta verrà rilasciato un attestato di frequenza, in carta legale, previo pagamento dei diritti di segreteria.

L'ETÀ AUREA : QUANDO IMPRESE E MONDO
ACCADÉMICO COOPERAVANO



POLITECNICO DI MILANO
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Programma di istruzione permanente

OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI
DIAFRAMMI E PALANCOLATE

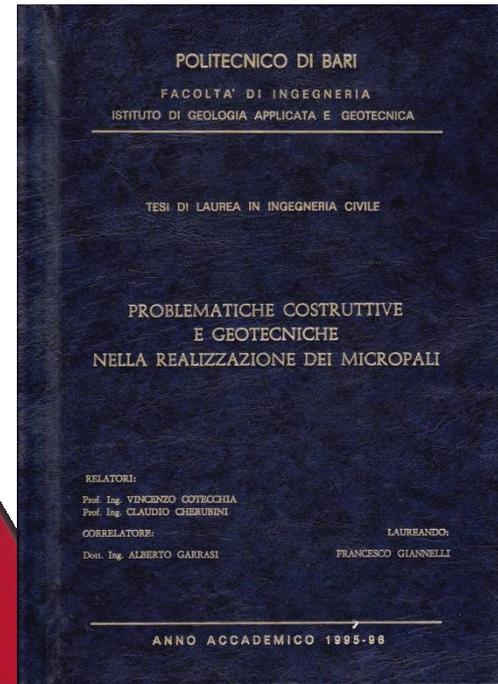
TIRANTI DI ANCORAGGIO
IN ROCCIA E NEI TERRENI
Stato dell'arte

Alberto Garrasi ♦

Ottobre 1979

♦ A. GARRASI: Ingegnere della Ing. G. Rodio & C. S.p.A. Milano

L'EPOCA DEL "BASSO IMPERO"



POLITECNICO DI BARI

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE
Indirizzi Geotecnica e Strutture

ISTITUTO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA

DISPENSE DI FONDAZIONI

OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI

aprile 1997

Prof. Ing. Claudio Cherubini - Dott. Ing. Alberto Garrasi

POI C'È STATA L'EPOCA DELLE "INVASIONI BARBARICHE"

... senza però un San Leone Magno ...



San Leone Magno ferma Attila a Mantova
Raffaello – Stanze Vaticane

tecnologie sviluppateaspetti teorici invocati

STRADE E PONTI

- Paratie
- Pali - Micropali - Tiranti
- Jet Grouting / Soil Mixing
- Congelamento
- Strumentazione

- Indagini in situ e di laboratorio
- Capacità portante – Pali in gruppo
- Prove di carico di collaudo
- Stabilità pendii
- Monitoraggi

GALLERIE
STRADALI
e FERROVIARIE

- Iniezioni
- Infilaggi
- Jet Grouting / Soil Mixing
- Premil
- Drenaggi
- Congelamento
- Tiranti e micropali
- Strumentazione

- Indagini in situ e di laboratorio
- Metodi di analisi numerica sofisticati
- Stabilità globale (fronte di attacco)
- Spinte su opere di sostegno (fronte di attacco)
- Monitoraggi

METROPOLITANE

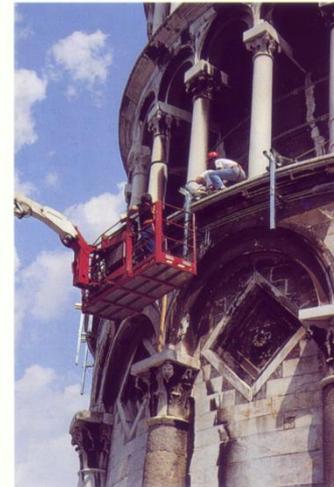
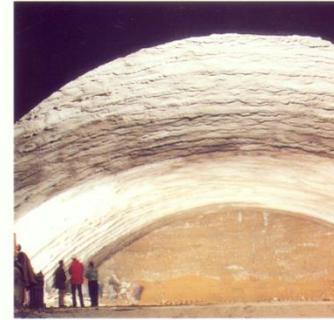
- Paratie multiancorate
- Idrofresa
- Iniezioni
- Jet Grouting / Soil Mixing
- Congelamento
- Micropali sottofondazione
- Strumentazione

- Indagini in situ e di laboratorio
- Metodi di analisi numerica sofisticati
- Spinte su opere di sostegno (stazioni e tratte in galleria artificiale)
- Valutazione degli effetti dello scavo su edifici esistenti
- Monitoraggi

ESEMPIO DI SVILUPPO PARALLELO
DI ASPETTI TECNOLOGICI E TEORICI

IL RUOLO DELL' IMPRESA RODIO NELLO SVILUPPO DELLA GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI SPECIALI

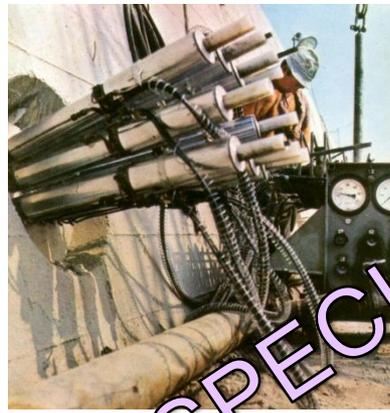
1. diaframmi con brevetto Rodio-Marconi
2. pali di grande diametro - diaframmi
3. messa a punto della tecnologia delle iniezioni ripetute in pressione (sistema IRP)
4. micropali Tufix (brevetto)
5. tiranti a trefoli TIRSOL IRP (brevetto)
6. messa a punto e diffusione del consolidamento dei terreni mediante iniezioni, con i primi studi sistematici di ampio respiro sulle caratteristiche reologiche delle miscele a base di cemento, di silicato e di resina
7. messa a punto di centrali d'iniezione sempre più sofisticate
8. messa a punto del "perfokelly" per le berlinesi di micropali
9. introduzione in Italia del micromulinello, del pressimetro, dell'inclinometro
10. introduzione e sviluppo della tecnica del congelamento dei terreni
11. introduzione e messa a punto della tecnica dei fanghi autoindurenti e quindi dei diaframmi plastici
12. introduzione della tecnica degli infilaggi per il preconsolidamento nello scavo di gallerie
13. messa a punto del sistema PA.PE.RO. per il monitoraggio in continuo dei parametri di perforazione
14. introduzione del sistema PREMIL per il preconsolidamento sistematico nello scavo di gallerie
15. introduzione dell'IDROFRESA per lo scavo di diaframmi profondi, anche in terreni lapidei



PARATIE



TIRANTI



PALI



MICROPALI



FONDAZIONI SPECIALI



INFILAGGI



JET-GROUTING



CONGELAMENTO

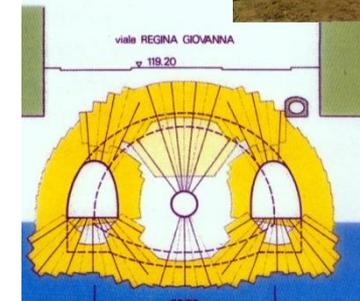


PREMIL

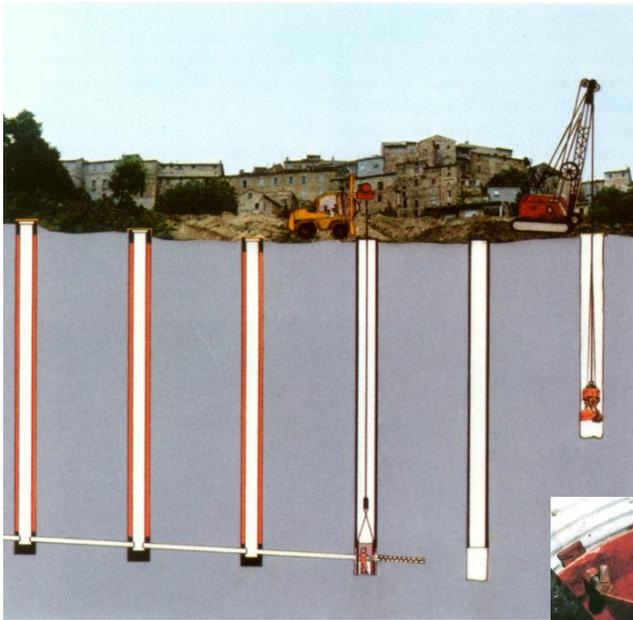


SOIL MIXING

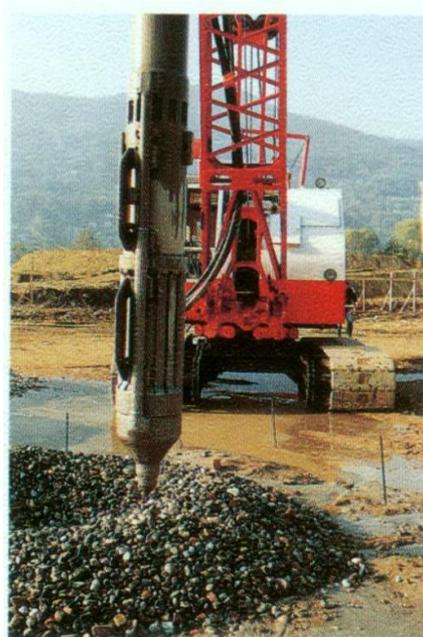
INIEZIONI



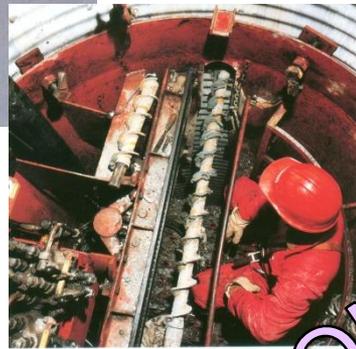
DRENAGGI PROFONDI



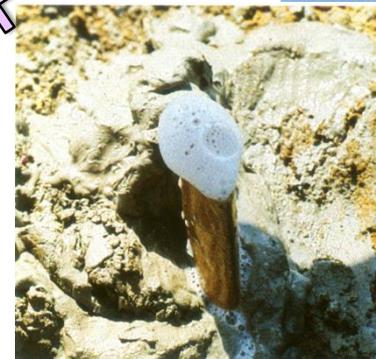
PALANCOLATE



VIBROFLOTTAZIONE



FONDAZIONI SPECIALI



GEODRAIN



CAMPI DI IMPIEGO

PARATIE IN C.A.
➤ gettate in opera
➤ prefabbricate



PALANCOLATE METALLICHE

PARATIE PLASTICHE

PALI GRANDE DIAMETRO



MICROPALI

Opere di sostegno

Fondazione nuove strutture

Schermi impermeabili

Opere di sostegno

Schermi impermeabili

Schermi impermeabili

Fondazione nuove strutture

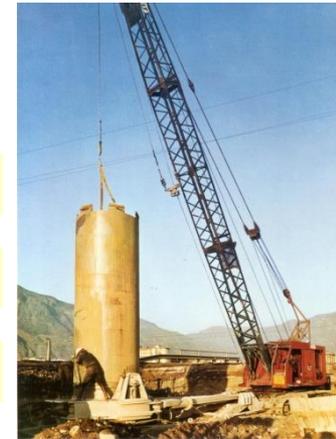
Opere di sostegno

(*Schermi impermeabili*)

Fondazione di nuove strutture

Sottofondazione di strutture esistenti

Opere di sostegno (berlinesi tirantate)



TIRANTI



Incremento forze verticali

Opere di sostegno

Stabilizzazione pendii e fronti di scavo

Stabilizzazione del cavo (gallerie, caverne)

TRATTAMENTI D'INIEZIONE



INFILAGGI
PREMIL

Consolidamento

Impermeabilizzazione

Compensation-grouting



Pre-consolidamento del cavo (gallerie)

JET-GROUTING
SOIL-MIXING

Consolidamento

Impermeabilizzazione



VIBROFLOTTAZIONE

Consolidamento / sostituzione



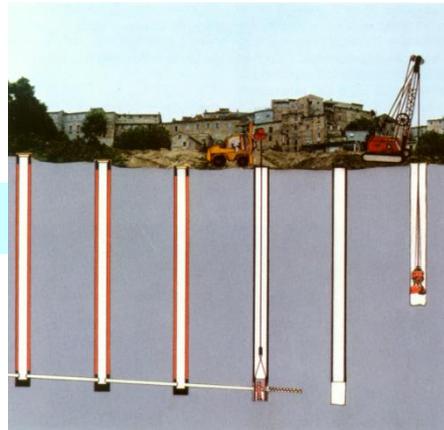
CONGELAMENTO / COTTURA

Consolidamento

Impermeabilizzazione



DRENAGGI



Stabilizzazione pendii e fronti di scavo

Drenaggio preventivo nello scavo di gallerie

Accelerazione dei tempi di consolidazione

ELETTROSMOSI

Consolidamento

Accelerazione dei tempi di consolidazione

CAMPI D'IMPIEGO

Opere di sostegno

Fondazione nuove strutture

Schermi impermeabili

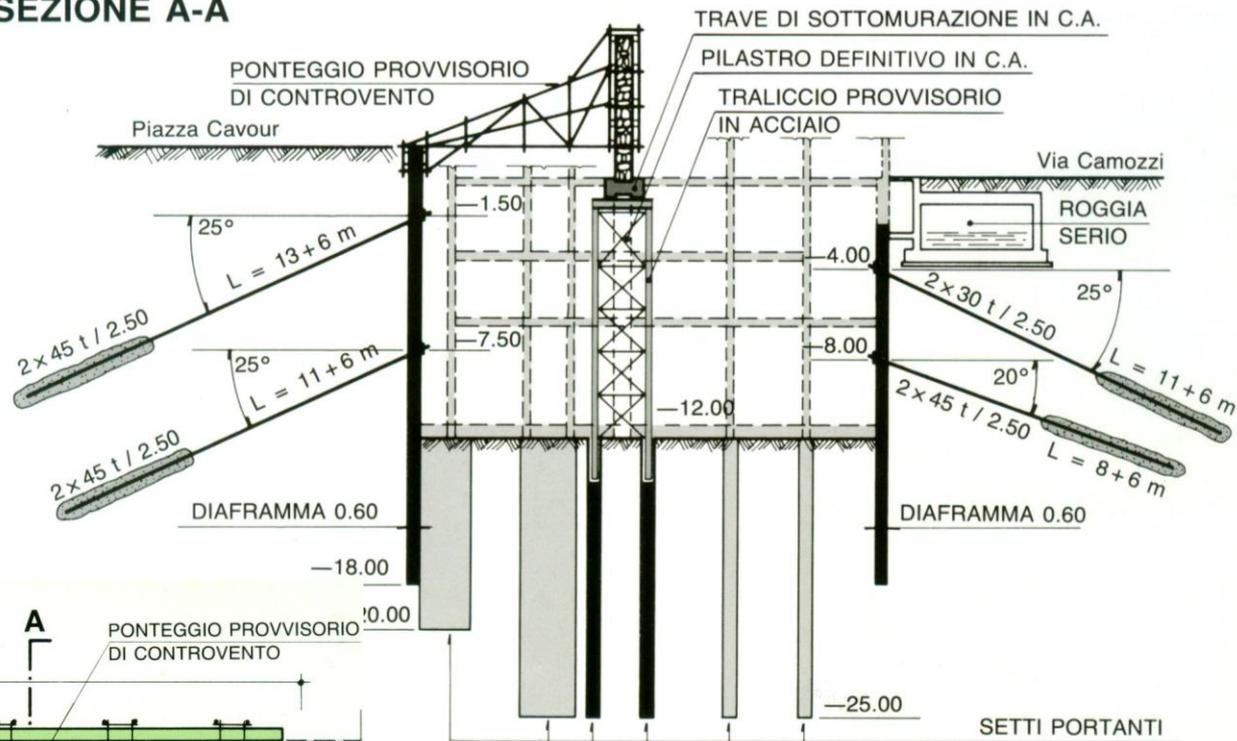


PARATIE





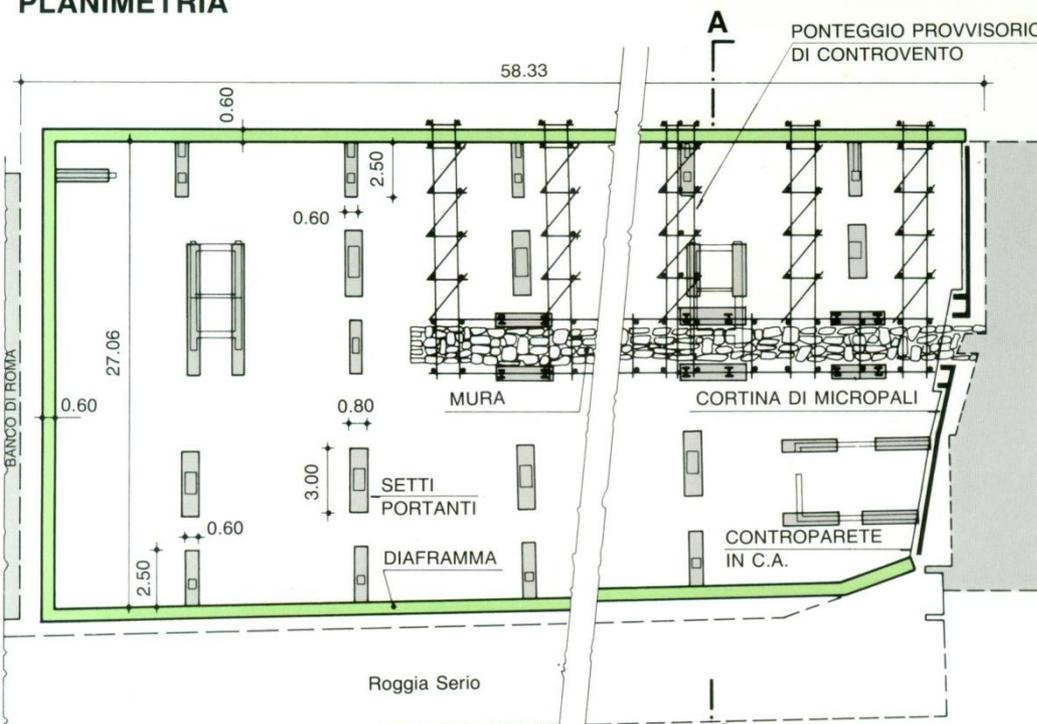
SEZIONE A-A



PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO + ELEMENTI DI FONDAZIONE

Bergamo - Banca Provinciale Lombarda
Impresa ELSE - 1985-1986

PLANIMETRIA



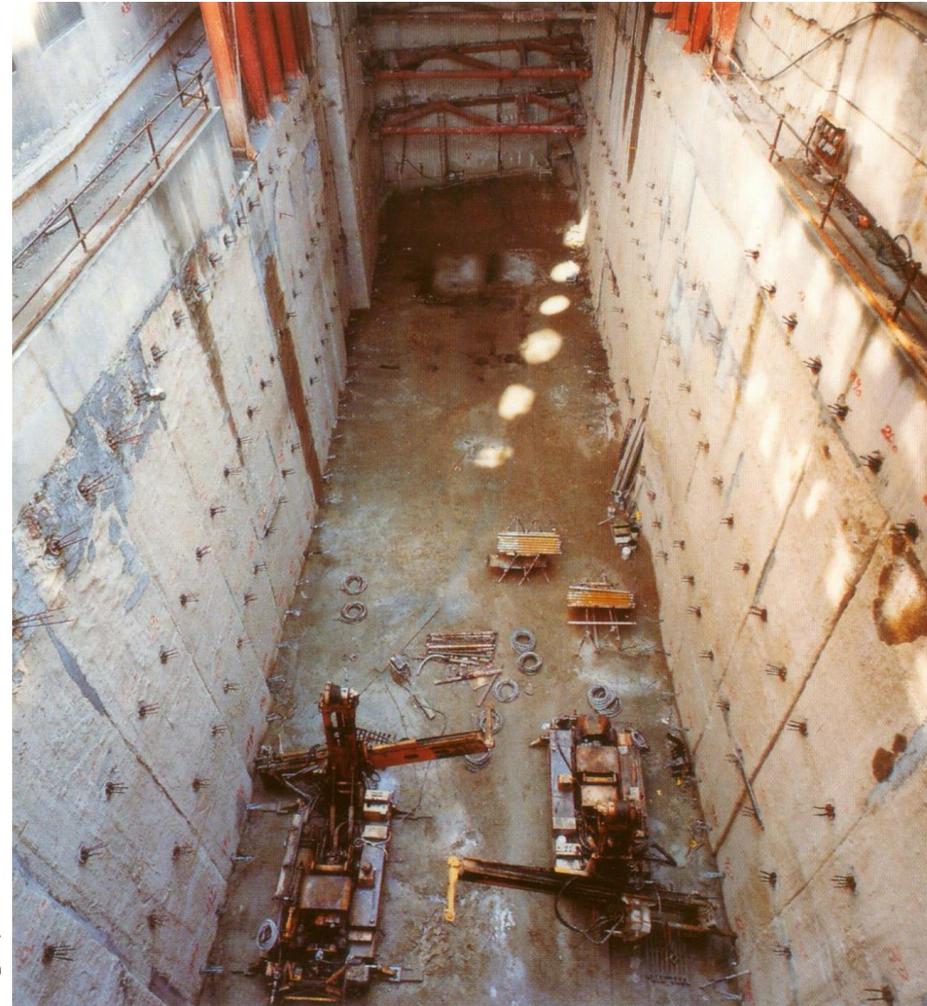
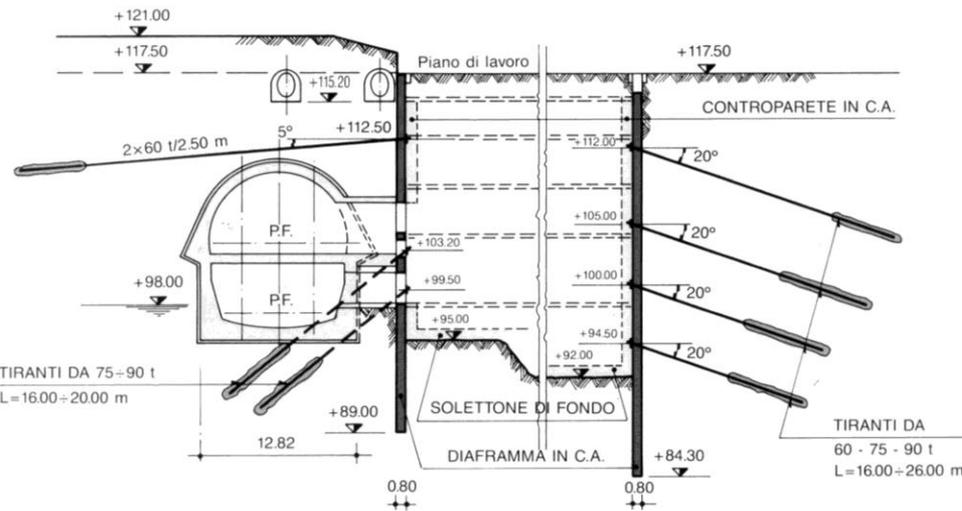
PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO

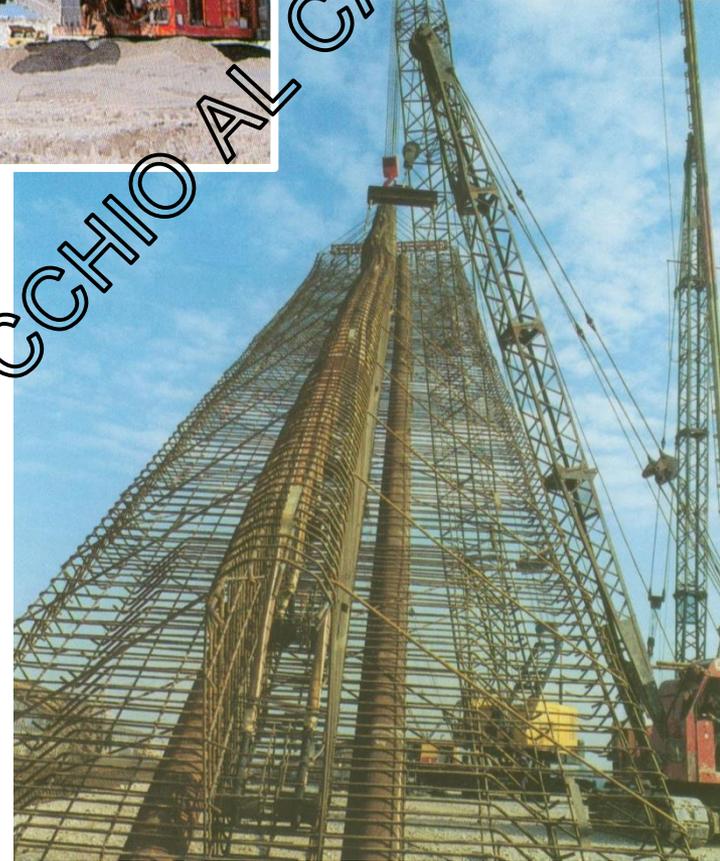
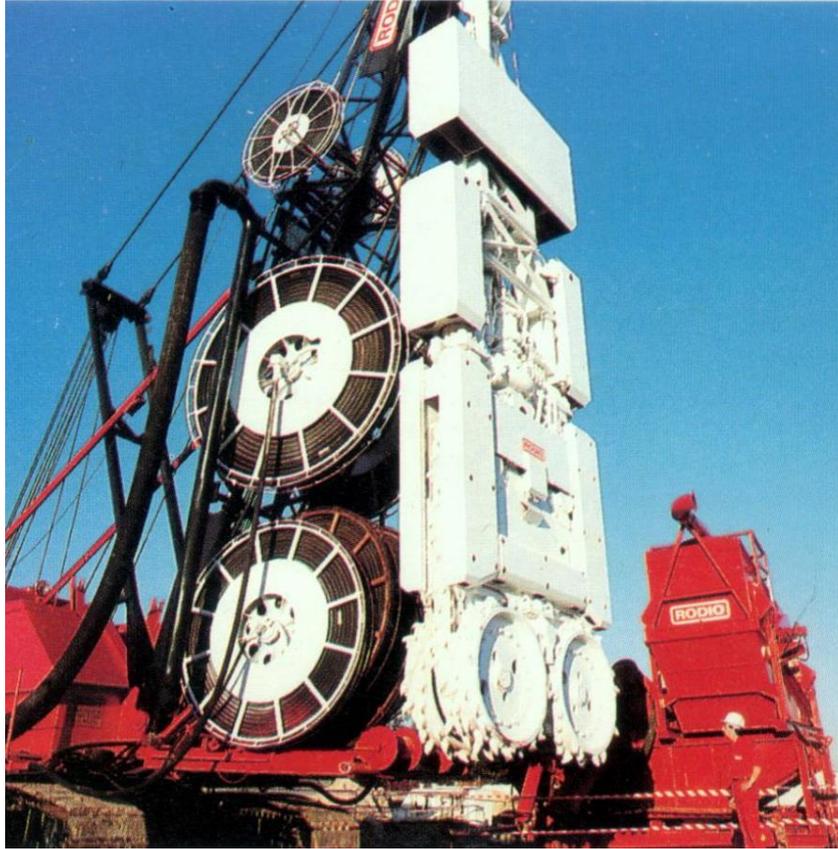
STRUMENTI

Metropolitana di Milano – Stazione Duomo
Impresa ELSE - 1982



SEZIONE TIPO





PARATIE: OCCHIO AL CANTIERE



CAMPI D'IMPIEGO

Opere di sostegno

Schermi impermeabili

CONDIZIONI DI UTILIZZO

Terreni fini e medio fini (dalle sabbie alle argille)

VANTAGGI

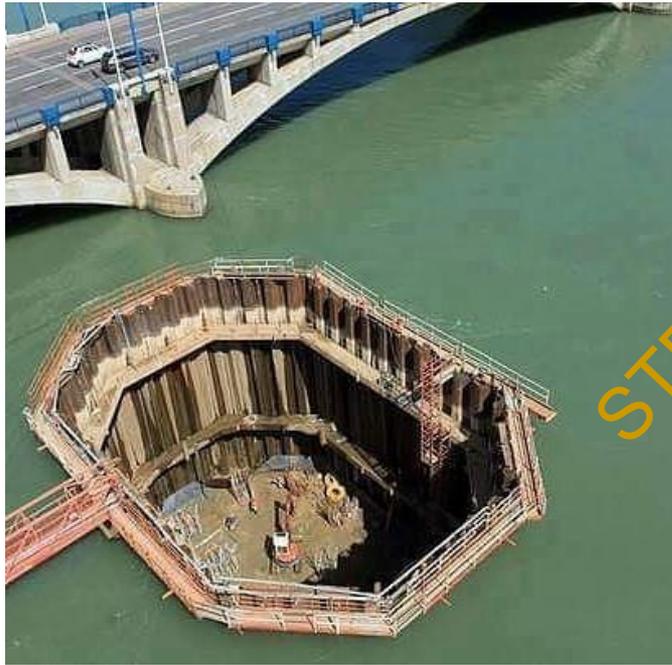
Rapidità di posa in opera

Ottima "tenuta" idraulica del giunto

Possibilità di recupero/riutilizzo



PALANCOLATE METALLICHE



STRUMENTI



COFFERDAM

PALANCOLATE METALLICHE



NON PUOI FARNE A MENO A VOLTE

STRUMENTI



T
I
R
A
N
T
I



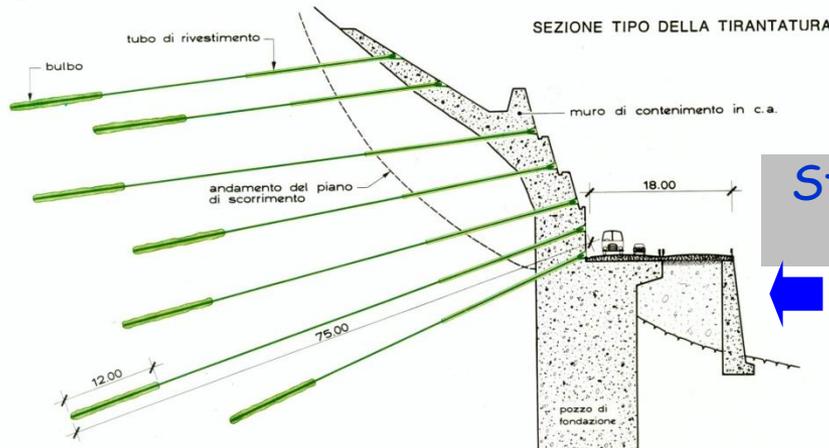
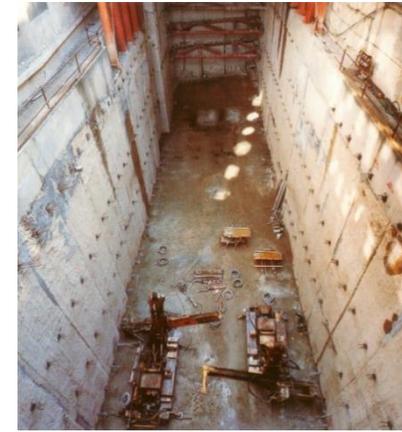
CAMPI DI IMPIEGO
DEI TIRANTI



Incremento forze verticali



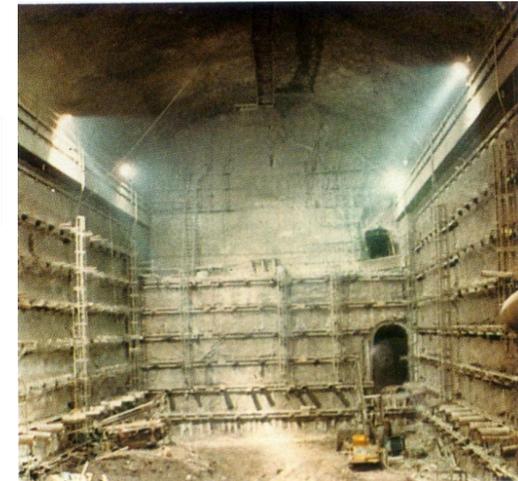
Opere di sostegno



Stabilizzazione pendii
e fronti di scavo



Stabilizzazione del cavo
(gallerie, caverne)



Altro

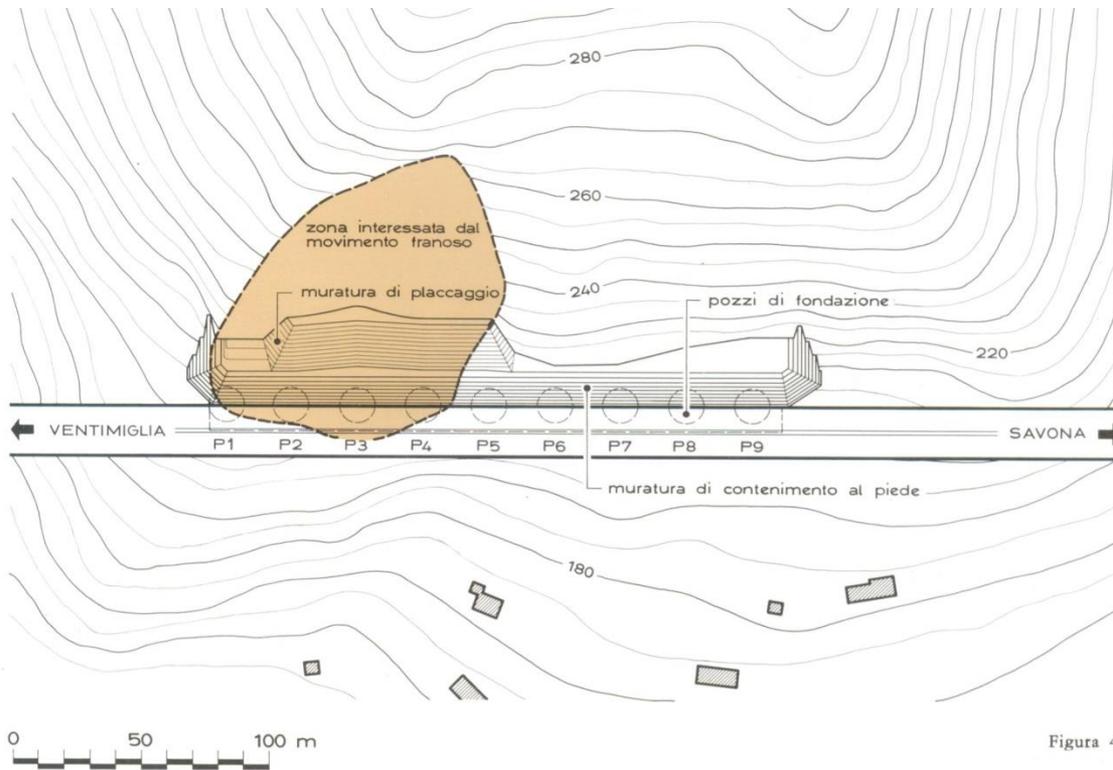
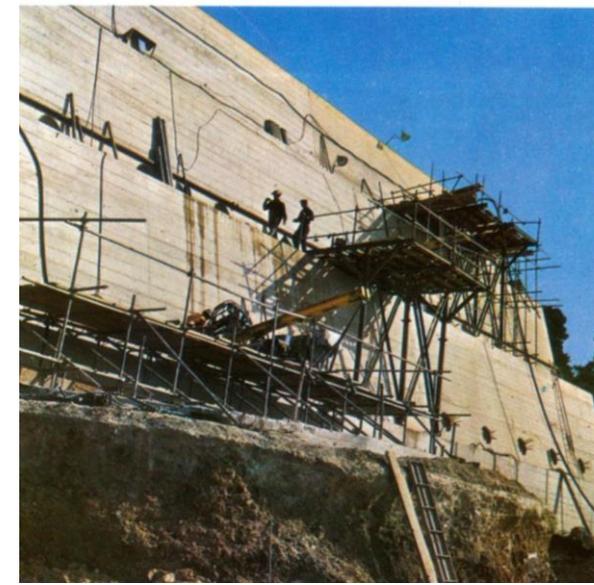
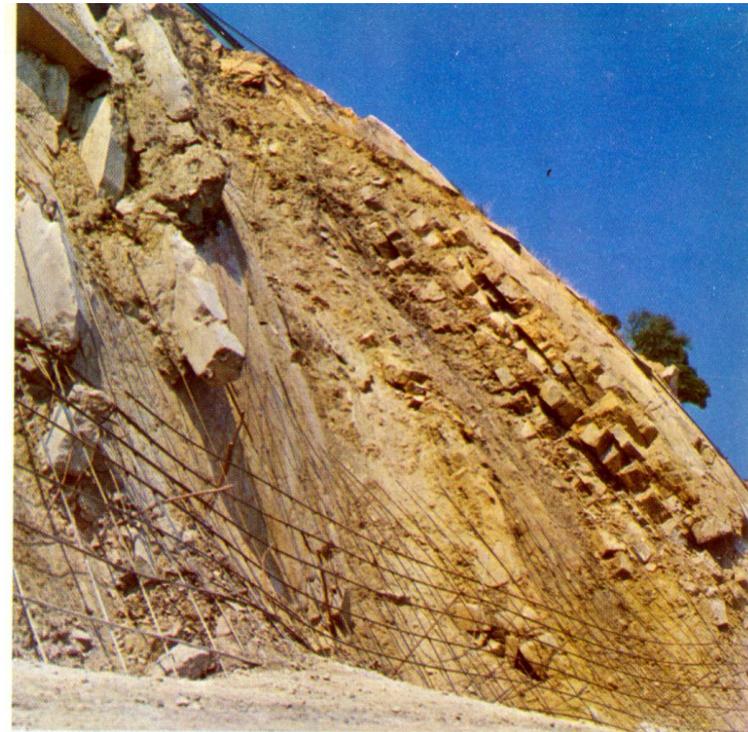


Figura 4



CONSOLIDAMENTO PENDII

Autostrada dei Fiori – Tronco Bordighera-San Remo.
Consolidamento scarpata in frana con tiranti da 130 t
Impresa RODIO – 1971

SVILUPPO PROSPETTICO CON UBICAZIONE DELLE TESTE DEI TIRANTI

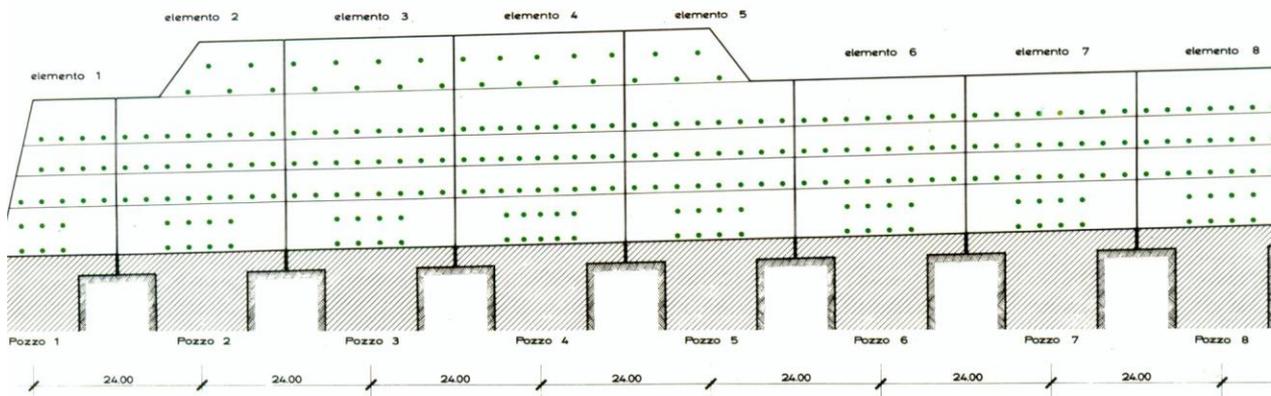
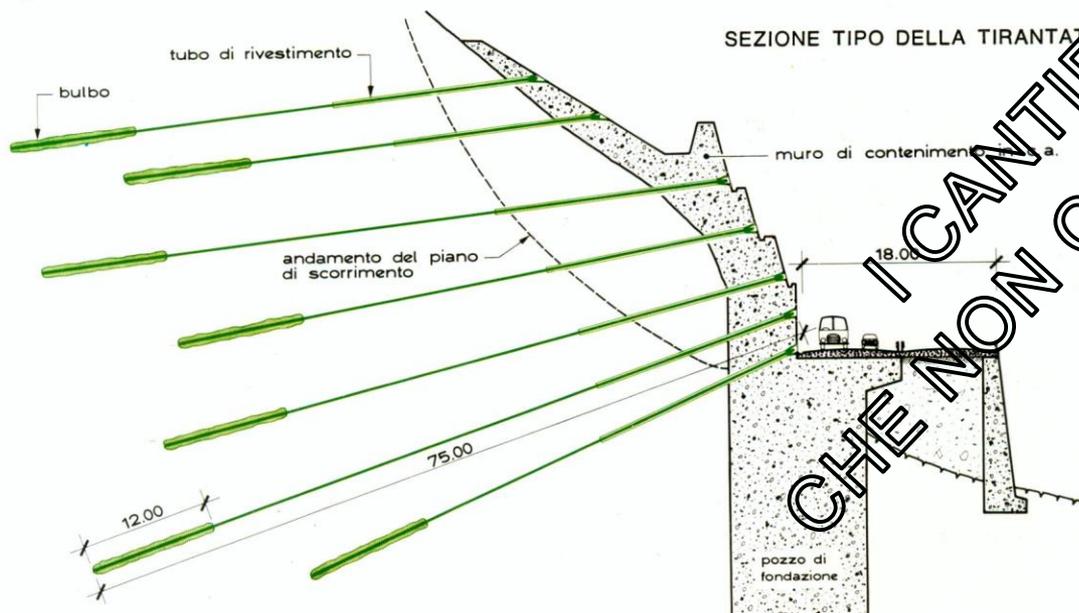
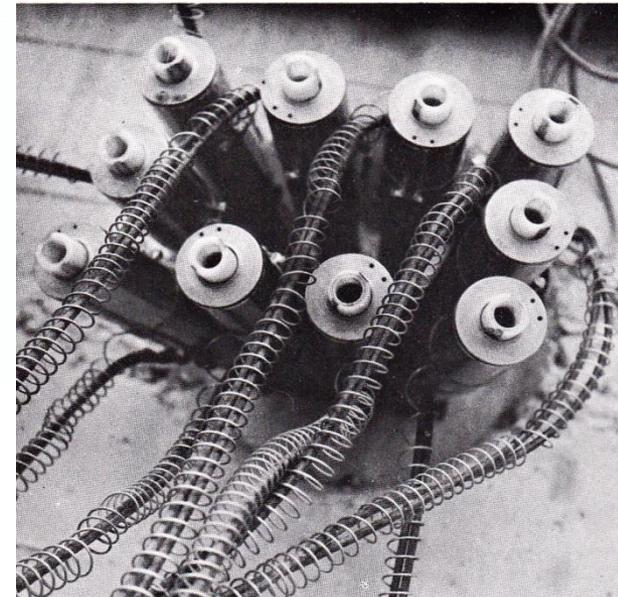


Figura 7



CHE I CANTIERI NON CI SONO PIÙ



CONSOLIDAMENTO PENDII

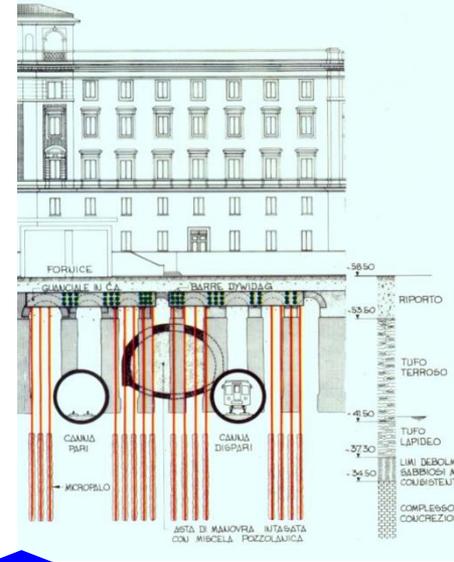
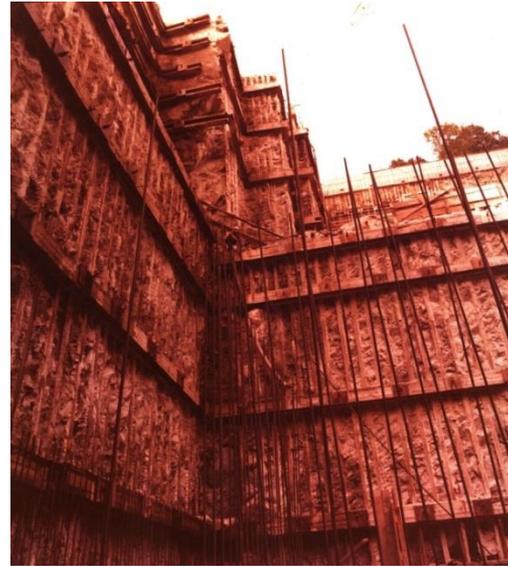
Autostrada dei Fiori – Tronco Bordighera-San Remo.
Consolidamento scarpata in frana con tiranti da 130 t - RODIO 1971

CAMPI DI IMPIEGO DEI MICROPALI

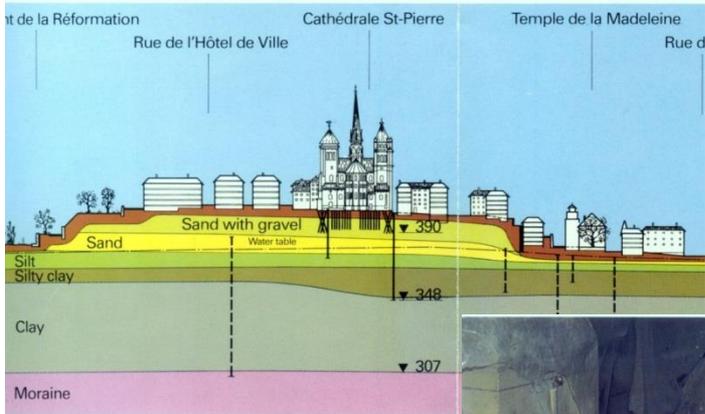
Fondazione nuove strutture



Berlinesi



Sottofondazioni



Restauri



MICROPALI

Micropali "Tubfix"

- ❑ portate medio-alte (sino ad oltre 1000 kN)
- ❑ iniezioni ad alta pressione
- ❑ armatura tubolare con funzione strutturale e d'iniezione
- ❑ la miscela d'iniezione (boiacca) non contribuisce alla portanza strutturale

Micropali "Radice"

- ❑ basse portate (non oltre 200 kN)
- ❑ iniezioni a bassa pressione
- ❑ gabbia d'armatura
- ❑ la malta d'iniezione contribuisce alla portanza strutturale

Aspetto del bulbo di un micropalo tubfix eseguito a Wallisellen e successivamente estratto dal terreno. ➡
(documentazione Rodio - Swissboring)



Sottofondare, ma con cautela



ASPETTI CRITICI (i magnifici tre)

Collegamento dei micropali alla struttura



Cedimento elastico dei micropali

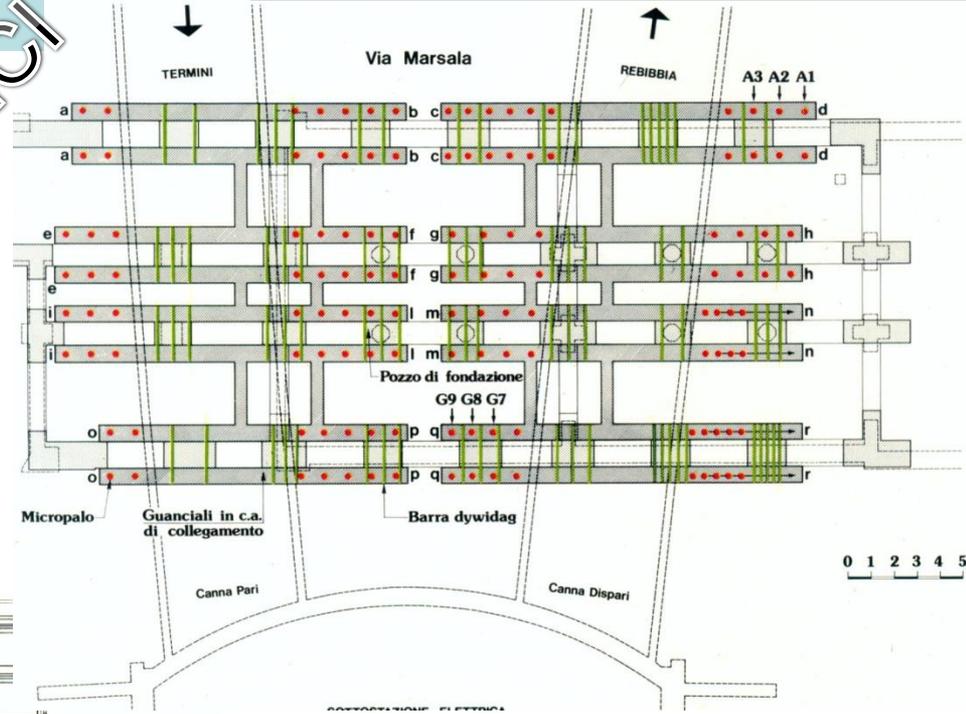
Accessibilità delle attrezzature ,
scavi, demolizioni e ripristini



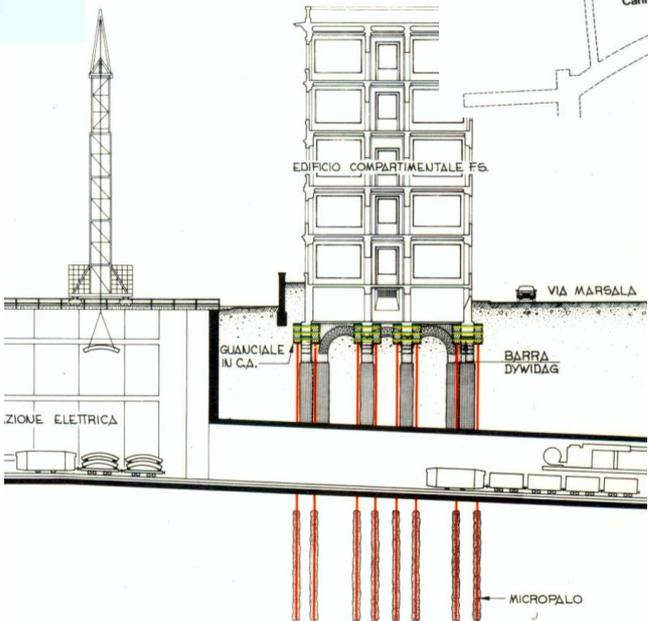
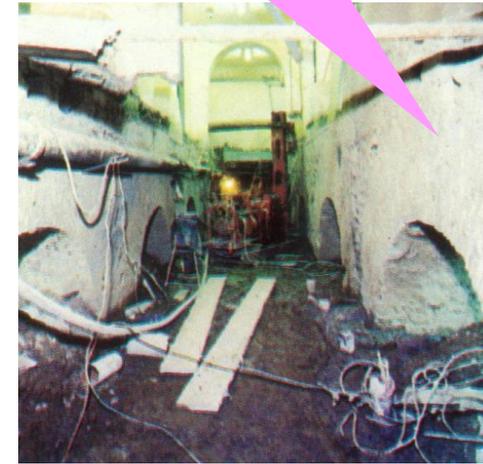
METROROMA
Edificio FFSS in Via Marsala
RODIO - 1985

SOTTOFONDAZIONE CON MICROPALI PRECOMPRESSI

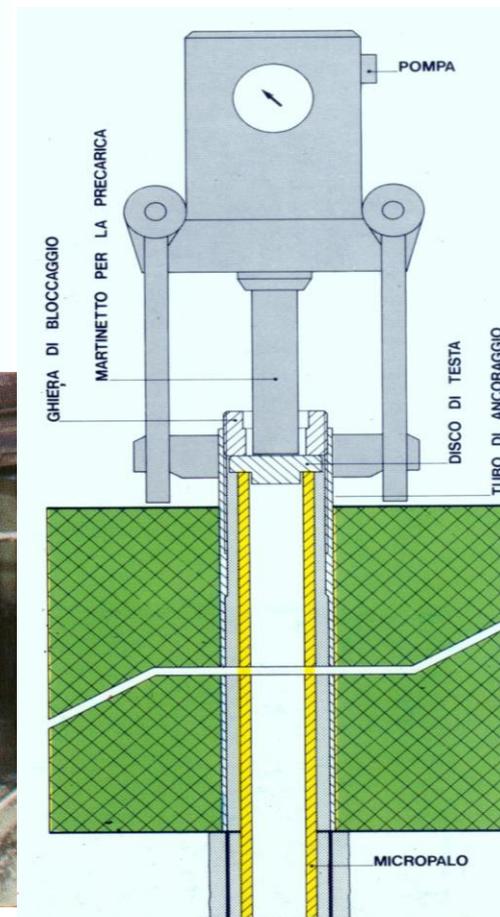
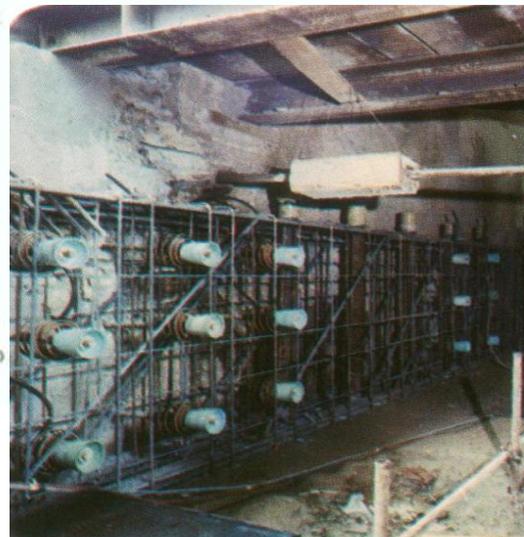
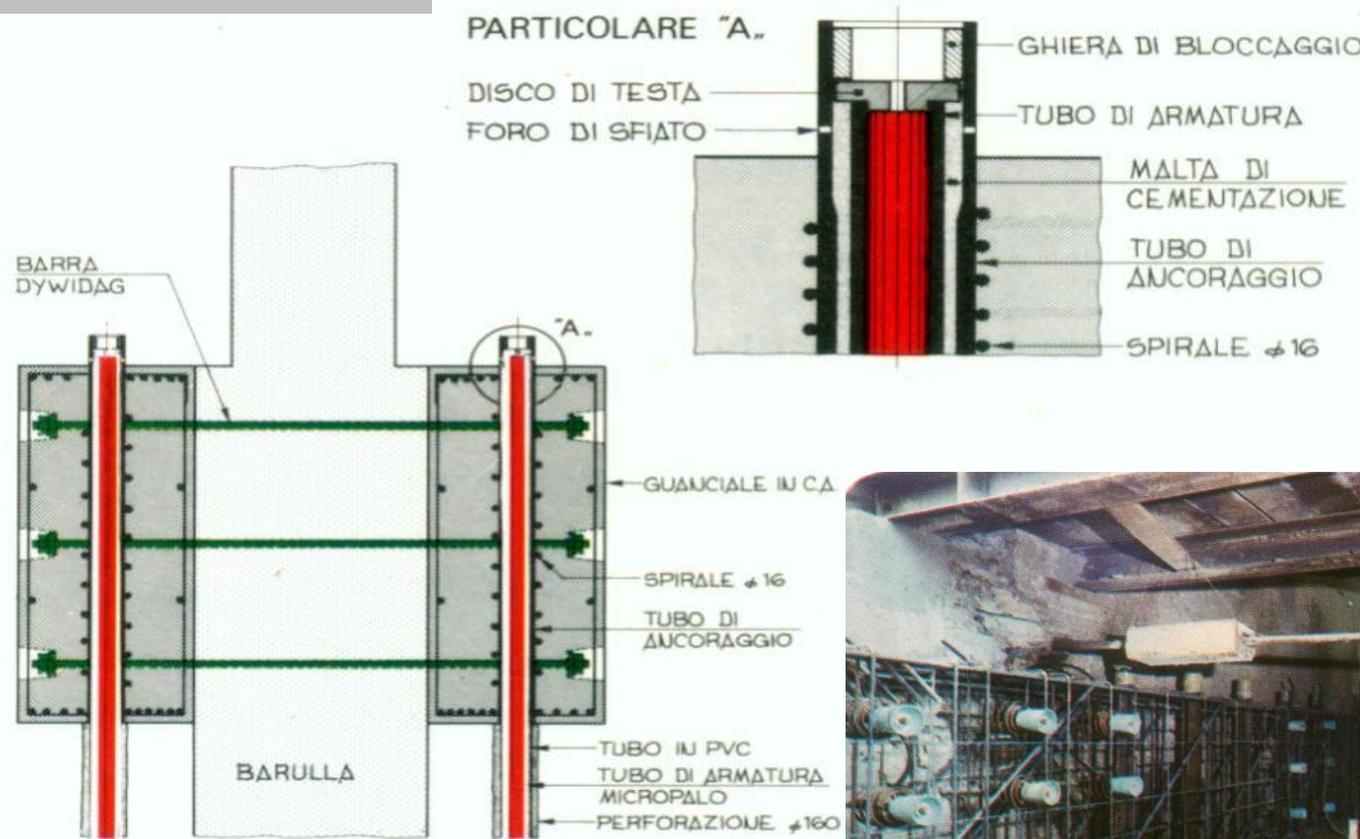
CEDIMENTI ELASTICI
AI
C



fondazione a "pozzi e barulle"



SOTTOFONDAZIONE CON MICROPALI PRECOMPRESSI

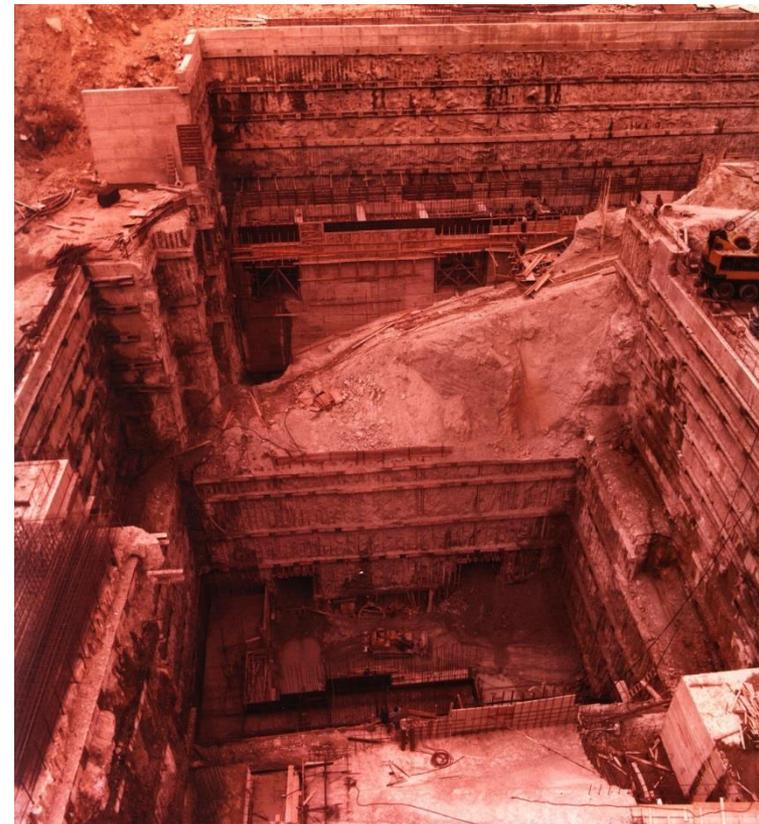
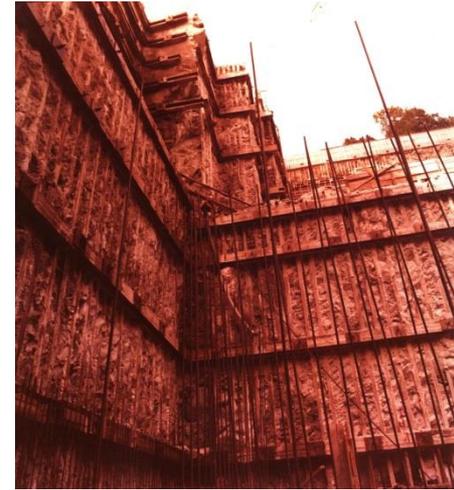


OCCHIO AI CEDIMENTI ELASTICI

METROROMA - Edificio FFSS in Via Marsala
RODIO - 1985

BERLINESI DI MICROPALI E TIRANTI

*ENEL - Nuova centrale idroelettrica di Orichella - Sila. Scavo di 40 m per aumento del salto idraulico ed alloggiamento turbine.
Impresa RODIO / Garrasi 1973 - 75*

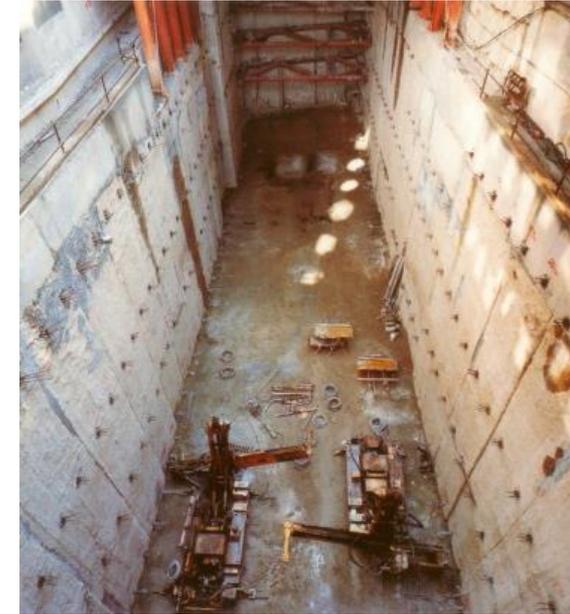
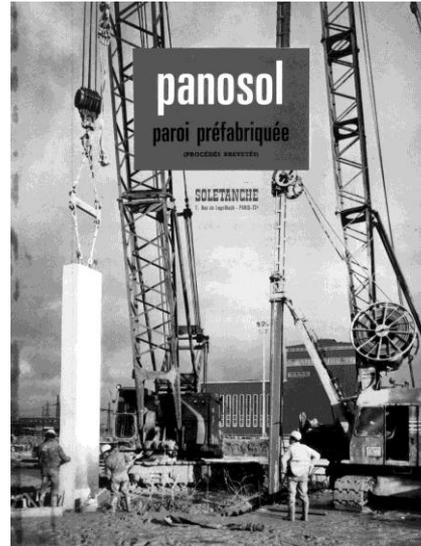




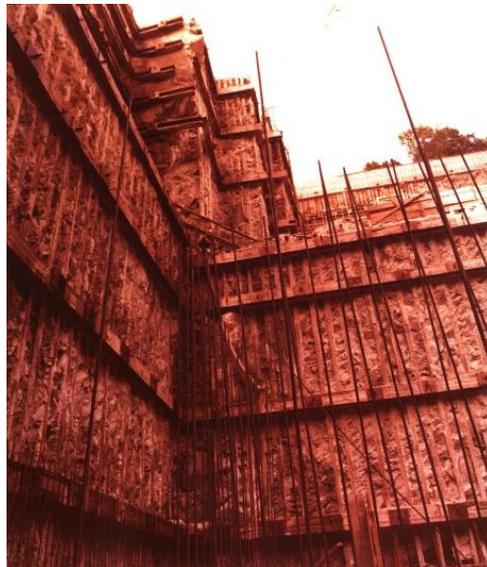
PALANCOLATE

PARATIE IN C.A.

- gettate in opera 
- prefabbricate 



DIAFRAMMI DI PALI



BERLINESI
DI MICROPALI



"TRATTAMENTO" DEI TERRENI

Trattamenti d'iniezione

Jet - grouting

Soil - mixing

Drenaggi

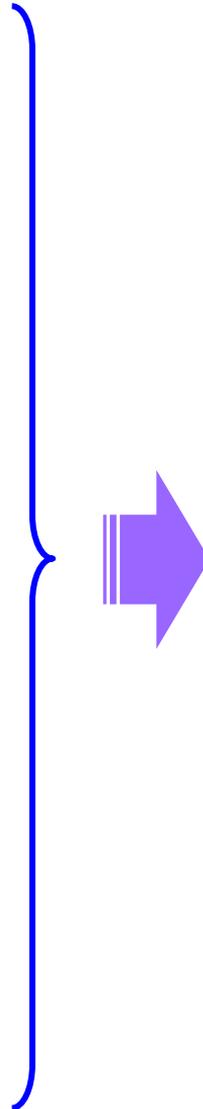
Vibroflottazione

Trattamenti termici o elettrici

- congelamento
- cottura dei terreni
- elettroosmosi

Compattazione dinamica

- superficiale
- profonda



Miglioramento delle caratteristiche meccaniche

- resistenza al taglio
- compressibilità

Modifica della permeabilità



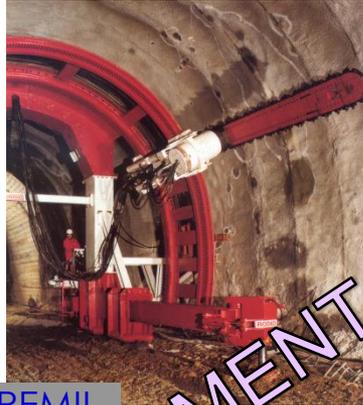
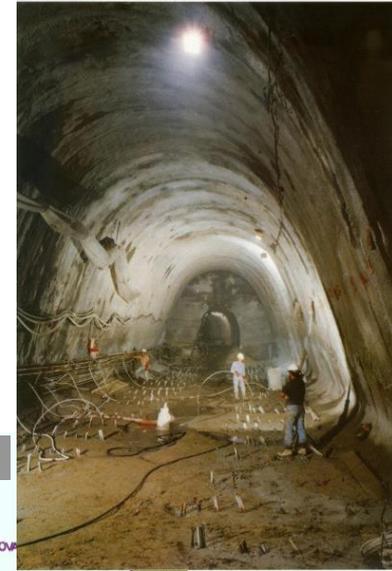
CONGELAMENTO



INFILAGGI



JET-GROUTING



PREMIL



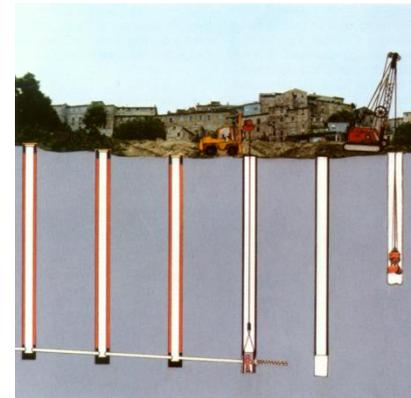
SOIL MIXING



INIEZIONI



VIBROFLOTTAZIONE

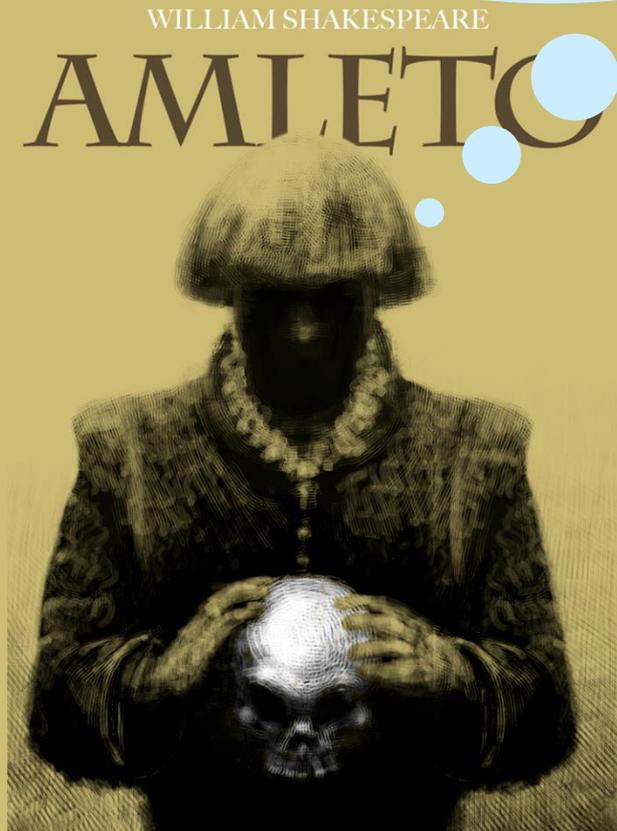


DRENAGGI PROFONDI E GEODRENI



TRATTAMENTO DEI TERRENI

*Pali, o è meglio micropali ?
... e se usassi le paratie, magari tirantate?
... però potrei anche ricorrere alle iniezioni ...
... e il congelamento fesso è ?
Meh, teschio, che cavolo devo scegliere
per fare "cussu" progetto ?*

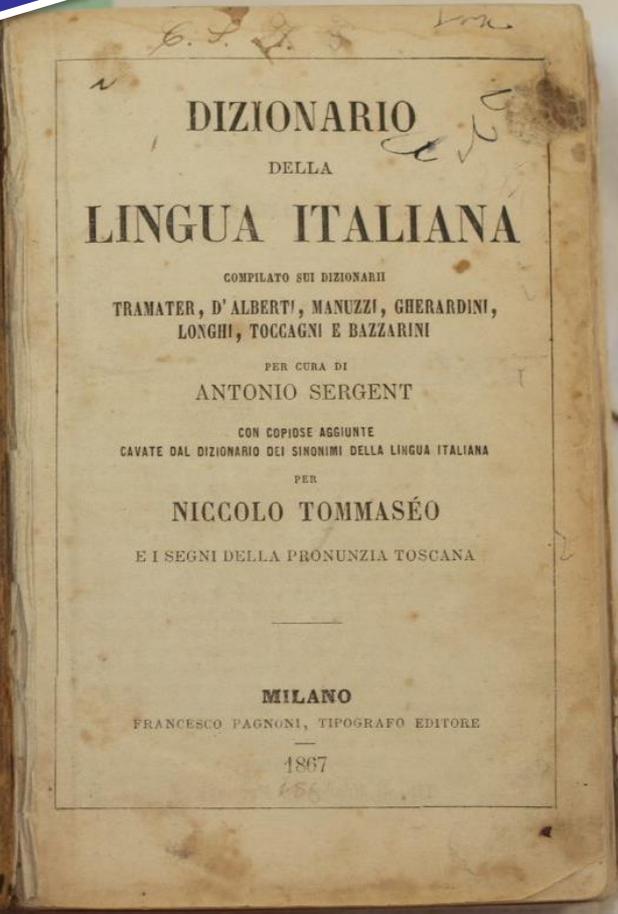




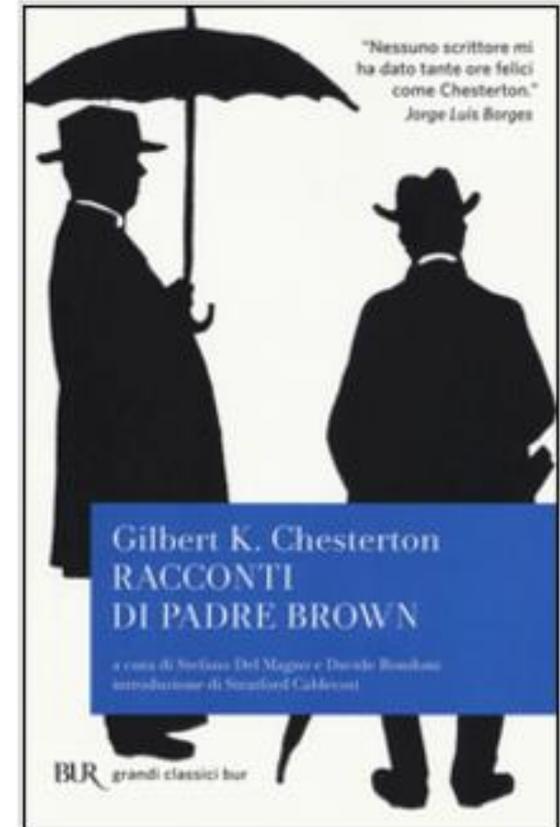
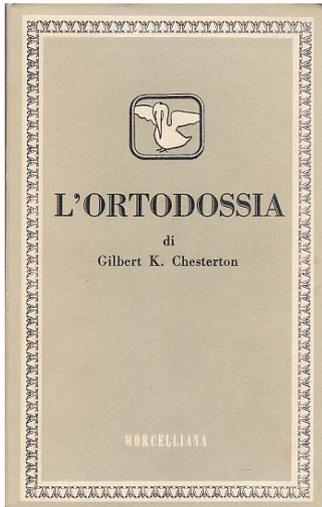
m'illumino
d'immenso
"Mattina" dalla raccolta "l'Allegria" di G. Ungaretti

La progettazione
geotecnica
come scelta tra più
soluzioni possibili

...proprietario e notajo
...notajo e sotto la mia mano
...e due testimoni medesimi signori
...proprietari della
...notajo in proprio.
...che vi abbiamo approp
...notajo, oggi li
...notajo
...notajo et utra-
...Ottobre 1881



DISTINZIONE TRA GEOLOGIA E GEOTECNICA



*Fuochi verranno attizzati
per dimostrare che due più due fa quattro.
Spade saranno sguainate per dimostrare
che le foglie sono verdi in estate.
G.K. Chesterton*

sono la Geotecnica e vorrei presentarmi ...

“La concezione, la progettazione, e la realizzazione di opere civili (in una parola, l’Ingegneria Civile) si confronta con numerosi e svariati problemi connessi all’interazione con i terreni, nella loro sede naturale o usati come materiali da costruzione..... omissis...

Nell’affrontare questi problemi l’ingegnere adotta il familiare schema razionalistico consistente nel sostituire alla realtà fisica un modello più o meno semplificato della stessa, e quindi sottoporlo ad analisi con metodi quantitativi analitici, numerici, empirici, utilizzando valori dei parametri determinati con apposite indagini. Questo complesso di teorie, procedimenti di analisi, metodi sperimentali, esperienza accumulata e tecnologie in rapida evoluzione costituisce la GEOTECNICA.

Si tratta di un’area propria dell’Ingegneria, appunto in quanto strumento dell’ingegnere per operare. L’appartenenza – diremmo intrinseca – della Geotecnica all’Ingegneria è analoga a quella di altre grandi aree applicative : l’Idraulica, le Strutture...omissis..

GEOTECNICA

non è

GEOLOGIA

PROGRAMMARE UNA
CAMPAGNA DI INDAGINI
GEOTECNICHE

non è

ESEGUIRE LE
INDAGINI

LA RELAZIONE
GEOTECNICA

☐ richiede conoscenza del
progetto e capacità
progettuale

☐ deve comprendere la
"progettazione geotecnica"

non è

LA RELAZIONE
SUI RISULTATI
DELLE INDAGINI

solo i dati
di prova ?

anche le
elaborazioni?

IL MODELLO GEOTECNICO

non coincide

COL MODELLO
GEOLOGICO

LA SCALA DELLA
GEOTECNICA

non è

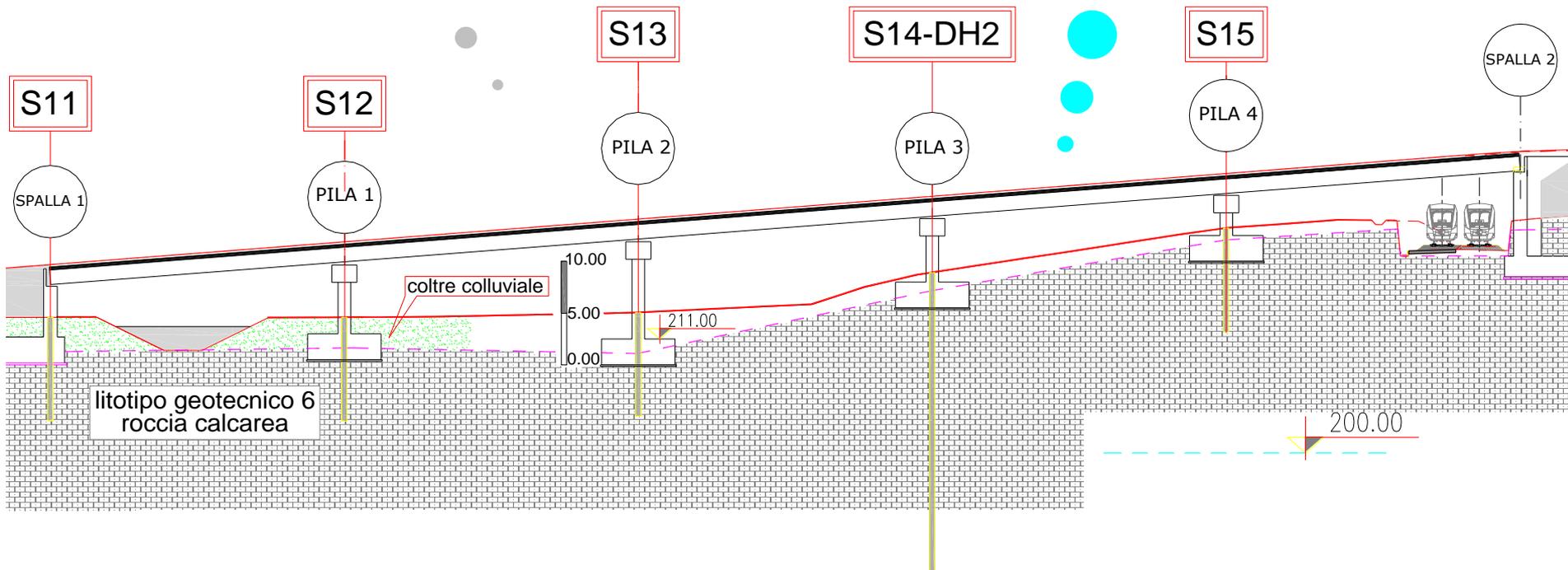
LA SCALA DELLA
GEOLOGIA

ESEMPIO DI DIFFERENZA TRA LA SCALA GEOLOGICA E QUELLA GEOTECNICA

Raddoppio ferrovia Bari - Barletta (Ferrovie Bari-Nord) - Tratta RUVO - CORATO:
 attraversamento di una lama (alveo) con viadotto su fondazioni in roccia

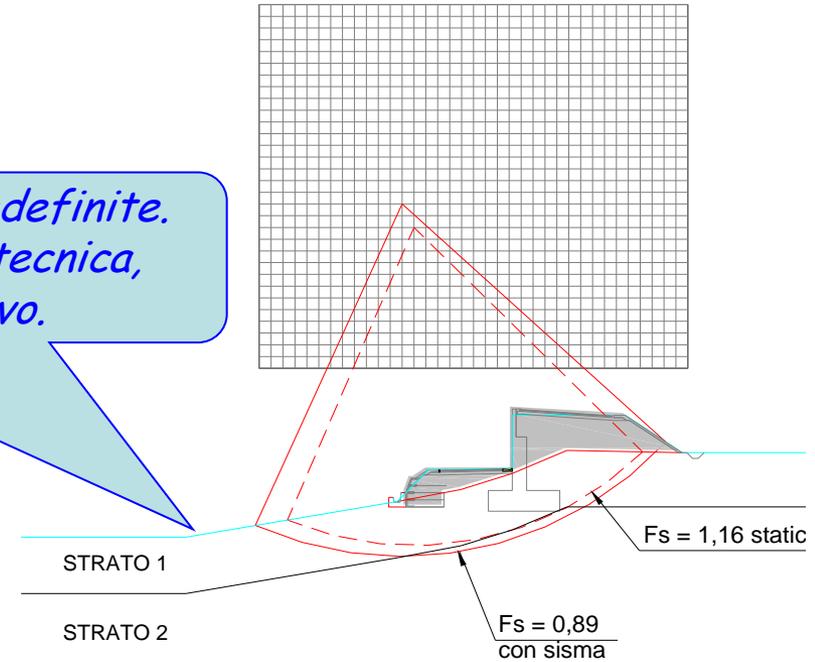
Ai fini del profilo geologico non ha alcuna rilevanza definire esattamente la profondità della roccia sotto le singole pile

Ai fini del profilo geotecnico, immediatamente finalizzato alla progettazione, è fondamentale definire esattamente la profondità della roccia sotto le singole pile, per fornire allo strutturista la quota del piano di fondazione



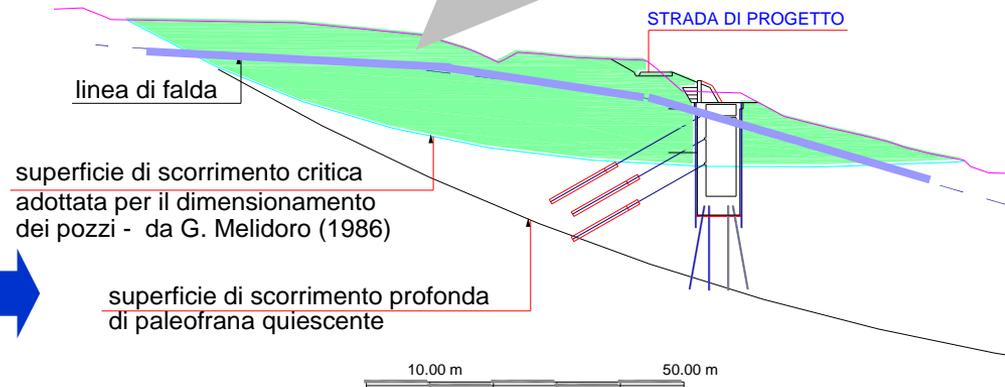
*Pendio senza superfici di scorrimento predefinite.
E' **fondamentale** la caratterizzazione geotecnica,
e la geologia non ha alcun ruolo significativo.*

DUE ESEMPI DI DIFFERENTE
RILEVANZA DELLA GEOLOGIA
NEL PROGETTO DI OPERE SU PENDII



*Pendio con superfici di scorrimento
predefinite (paleofrana)*

*Esempio di studio geomorfologico
indispensabile per poter progettare,
tanto quanto la geotecnica.*



riepilogo

GEOLOGIA

GEOTECNICA

- Geologia e Geotecnica appartengono a due aree disciplinari differenti: la Geotecnica è una disciplina propria ed esclusiva dell'Ingegneria.
- La "Relazione geotecnica" comprende come sua parte essenziale la progettazione geotecnica
- Studio geologico e studio geotecnico sono entrambi indispensabili per progettare un'opera di ingegneria di una qualche rilevanza.
- La "scala geologica" è diversa dalla "scala geotecnica".
- Profilo geologico e profilo geotecnico devono essere compatibili, ma non coincidenti.
- Tale differenza, se riconosciuta e valorizzata, potenzia la capacità progettuale; se invece viene misconosciuta o negata, con improprie confusione dei ruoli, arreca un vulnus ± grave (e talora esiziale) al progetto.

"studio geotecnico"

"progettazione geotecnica"

"relazione geotecnica"

Carneade, chi era costui ?

I 3 termini vengono spesso usati indistintamente, generando non poca confusione.

"Studio geotecnico" è un termine generico, che potrebbe includere l'intero processo di progettazione geotecnica in senso lato, dalle indagini alla progettazione geotecnica propriamente detta. Tuttavia anche il termine "progettazione geotecnica" può essere inteso in tal modo estensivo, includendo cioè l'attività di programmazione ed interpretazione delle indagini..

L'importante è avere ben chiaro quali devono essere i contenuti della "relazione geotecnica", che è un elaborato progettuale obbligatorio.

I CONTENUTI DELLA "RELAZIONE GEOTECNICA"

1. Inquadramento delle opere nel contesto geologico e geomorfologico delineato nello studio geologico di progetto;
2. individuazione e conseguente illustrazione dei più rilevanti aspetti della progettazione geotecnica, in relazione alle caratteristiche delle opere ed alle scelte progettuali: fondazioni e cedimenti, stabilità di fronti di scavo, presenza d'acqua e verifiche idrauliche, etc.;
3. descrizione delle indagini geotecniche eseguite - sondaggi, prove in situ e di laboratorio - alla luce delle problematiche geotecniche da affrontare;
4. interpretazione dei risultati delle indagini e conseguente definizione del "modello geotecnico" (caratterizzazione geotecnica dei terreni), con la conseguente elaborazione del **"profilo geotecnico di progetto"**
5. **incorporazione del "modello geotecnico" nel "modello" e conseguente progettazione geotecnica delle opere di progetto**
 - capacità portante e cedimenti
 - stabilità globale
 - verifiche idrauliche
 - opere di sostegno - tiranti
 - interventi di "trattamento dei terreni" , etc.

PER CONCLUDERE

Lo studio geotecnico, che è l'oggetto della "Relazione geotecnica" deve comprendere tutte le fasi del processo di progettazione geotecnica, dalla programmazione delle indagini, all'elaborazione dei risultati per la definizione del modello geotecnico, sino alla progettazione geotecnica propriamente detta di tutte le opere di progetto.



L'ingegnere è la sola figura professionale che ha le competenze adeguate per svolgere tale compito.

ERRORI CONCETTUALI CONTENUTI NEL VOTO

1. si postula che le indagini siano svincolate dal progetto;
2. si identifica erroneamente nel geologo (o nell'ingegnere) il soggetto che può eseguire le indagini, laddove queste vengono eseguite da una società: un'impresa specializzata per i sondaggi e le prove in sito, un laboratorio geotecnico per le analisi di laboratorio. Questi possono anche appartenere ad un geologo o ad un ingegnere, che in tal caso opera come società e non in quanto professionista;
3. si richiama implicitamente e subdolamente la circostanza che il fascicolo con i risultati delle indagini di laboratorio deve essere firmato dal Direttore del laboratorio geotecnico, che può essere un geologo;
4. si ritiene che i risultati di un'indagine siano un dato asettico ed oggettivo (come l'analisi del sangue o delle urine), laddove invece richiedono elaborazioni ed interpretazioni che presuppongono una profonda conoscenza non solo della geotecnica, ma anche dello specifico problema progettuale a cui è finalizzata l'indagine;
5. si fa confusione tra *"relazione sulle indagini"* e *"relazione geotecnica"*, che comprende anche la progettazione geotecnica. *Ultimo cavallo di Troia con cui i geologi hanno acquisito il titolo a disquisire di progettazione geotecnica.*

... omissis ...

Se si riesce a liberarsi da un'ottica meramente corporativa, non si può non riconoscere che studiare la geologia di un sito e riferirne in una relazione è – ovviamente – un fatto di Geologia; caratterizzare dal punto di vista meccanico un sottosuolo oppure analizzare il comportamento di una fondazione ai fini del suo progetto è – alquanto ovviamente – un atto di Ingegneria. Come si è detto si tratta di cose ovvie. Riconoscerle non risolve tutti i problemi, perché questi derivano dal modo di procedere nella pratica; tuttavia aiuta certamente a metterli nella giusta prospettiva e quindi contribuisce ad avviarli a soluzione.

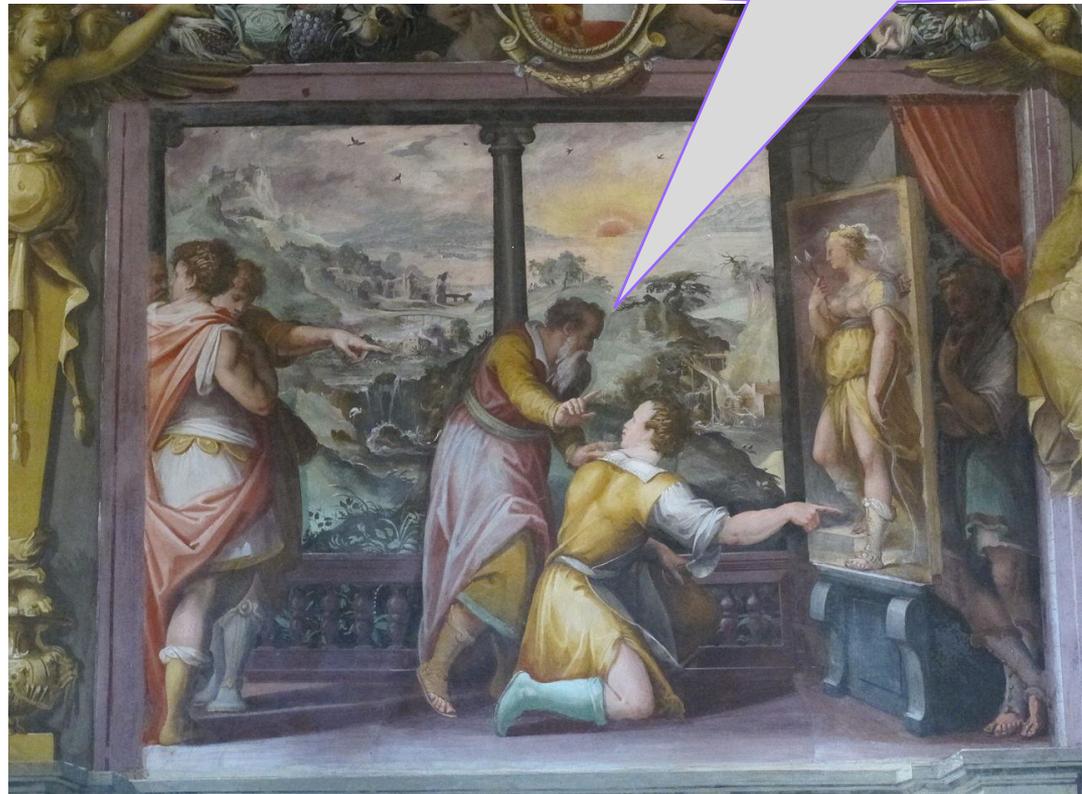
Non giova a nessuno, infatti, che un TAR o un Consiglio di Stato affermino cose manifestamente infondate; la realtà ha una sua cocciutaggine con la quale, alla fine, occorre confrontarsi.”

Prof. Ing. Carlo Viggiani, (L'ingegnere Italiano, n.239)



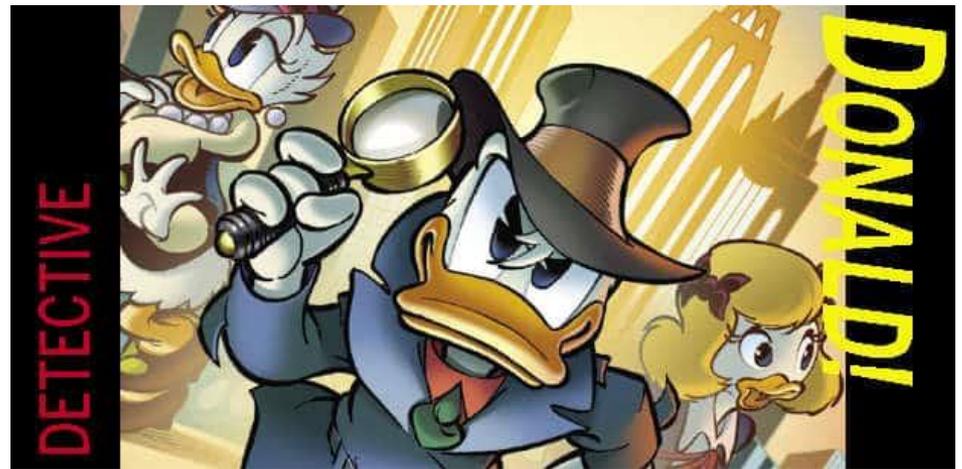
Venere Anadiomene di Apelle di Coo
(Copia pompeiana)

Sutor, ne ultra crepidam



L'aneddoto di Apelle ed il ciabattino
in un affresco barocco.

INDAGARE, MA CON GIUDIZIO



*programma
delle indagini
geotecniche*

Importanza e caratteristiche dell'opera da progettare, anche con riferimento alle condizioni al contorno

Tempo disponibile per la progettazione / tempo per le indagini

Costi sostenibili

Cosa posso attendermi, in termini di reale incremento della affidabilità progettuale :

- 1. da un maggior numero di indagini*
- 2. da una maggiore sofisticazione delle indagini*
- 3. da un modello geotecnico con minori margini di incertezza*
- 4. da un modello di calcolo e da una progettazione geotecnica più sofisticata*

Conoscenza dei codici di calcolo che saranno utilizzati

*Normativa
(non solo tecnica)*



- livello di progettazione*
- validazione del progetto*
- modalità di appalto*
- gestione dell'appalto*
- riserve dell'Impresa*

LA VALUTAZIONE COSTI / BENEFICI

INDAGINI SEMPRE
INUTILI (e spesso costose)

Peso specifico dei grani
*Schiacciamento di provini
di roccia (spesso)*

*Il dato misurato non ha alcun
pratico utilizzo nell'analisi
geotecnica*

INDAGINI INUTILI
PERCHE' INATTENDIBILI

Tomografie / Georadar
*Prove CPT ed SPT in terreni
non adatti*
*Stendimenti sismici senza
sondaggi di taratura*

*Le correlazioni con cui si
passa dal dato misurato al
dato geotecnico sono
inattendibili, o poco attendibili*

prove di laboratorio
in numero
insufficiente

*Indagini al di sopra del piano di sbancamento, in assenza di
opere di sostegno.*

Indagini in quantità eccessivamente limitata

*Indagini volte a ricavare parametri geotecnici inutili per lo
specifico problema progettuale.*

*Indagini eseguite in numero eccessivo, nel vano tentativo di
ricavare valori medi significativi in terreni o rocce
intrinsecamente eterogenei.*

Prove di laboratorio mal programmate.

INDAGINI INUTILI
PERCHE' MAL PROGRAMMATE

INDAGINI FUORVIANTI

*Forniscono false informazioni perché non idonee al caso in esame : ad
esempio la sismica di superficie in situazioni stratigrafiche con strati
superiori più rigidi dei sottostanti.*

QUANDO L'INDAGINE NON BASTA DA SOLA

MONITORAGGIO E SPERIMENTAZIONE PRELIMINARE
NELLA PROGETTAZIONE GEOTECNICA

L'INDAGINE PUO'
RISULTARE
INSUFFICIENTE
A PROGETTARE

PER LA NORMATIVA



necessità di prove
preliminari

Tiranti (sempre)

Pali (facoltativo)

PER SCELTE
PROGETTUALI



necessità di
monitoraggio

Gallerie progettate col NATM
"metodo osservazionale"

Elevati cedimenti attesi
(consolidazione)

Cedimenti delle palificate

Vibrazioni indotte su edifici
in fase di scavo (conseguente
adattamento delle tecnologie
di scavo)

PROVE SPERIMENTALI E MONITORAGGIO NELLA PROGETTAZIONE GEOTECNICA

DOBBIAMO DISTINGUERE

PROGETTAZIONE COL METODO OSSERVAZIONALE

Si tratta di un metodo di progettazione “ al passo” che prevede, quale elemento intrinseco al processo di progettazione, il monitoraggio nel tempo di determinati parametri in base ai quali vengono decise le caratteristiche finali della struttura nonché i tempi di realizzazione. Classico esempio il metodo NATM (New Austrian Tunnelling Method).

PROVE SPERIMENTALI IN SITU

La sperimentazione in situ viene utilizzata (per scelta o per obbligo normativo) per progettare solo alcuni degli elementi dell'opera di progetto. Classico esempio le “*prove preliminari di progetto*” su pali o tiranti.

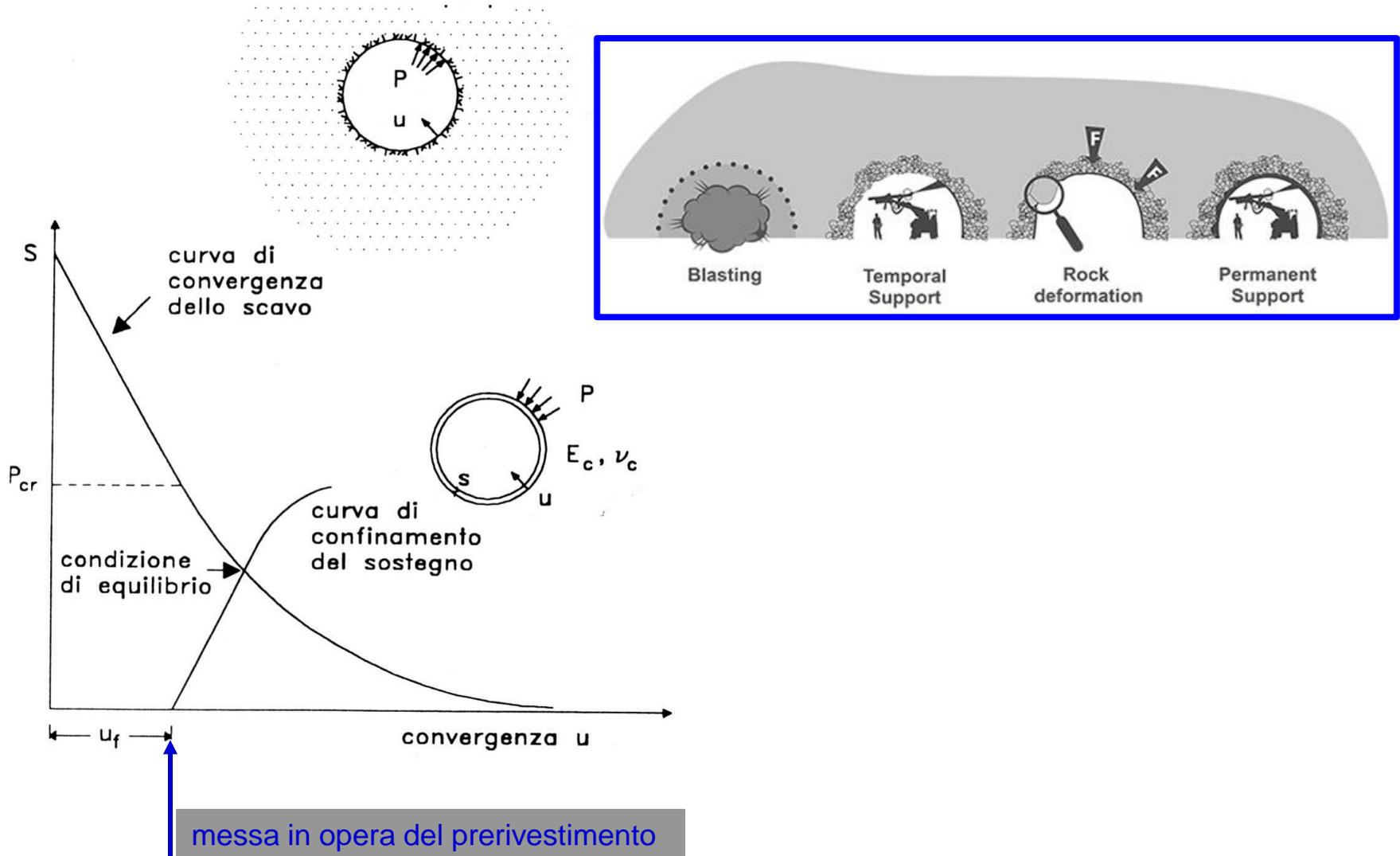
PROGETTAZIONE CHE PREVEDE UN MONITORAGGIO

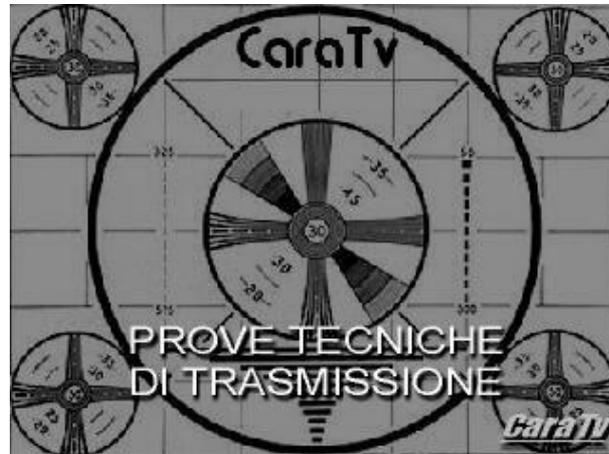
In tal caso la struttura è già stata compiutamente definita dal progetto. Tuttavia questo può prevedere un piano di monitoraggio volto a controllare gli eventuali effetti al contorno o l'effettiva rispondenza tra il comportamento reale della struttura e quello previsto. Il monitoraggio può essere limitato alle fasi transitorie di costruzione o essere esteso ad un più lungo periodo. Classici esempi :

- il controllo dei cedimenti e delle rotazioni degli edifici prossimi ai fronti di scavo, come pure degli eventuali abbassamenti di falda
- il monitoraggio dei cedimenti di consolidazione indotti da vaste aree di carico
- il monitoraggio dei tiranti permanenti

UN ESEMPIO DI METODO "OSSERVAZIONALE"

PROGETTO DI GALLERIE SECONDO N.A.T.M. (New Austrian Tunnelling Method)
detto anche "metodo convergenza - confinamento"





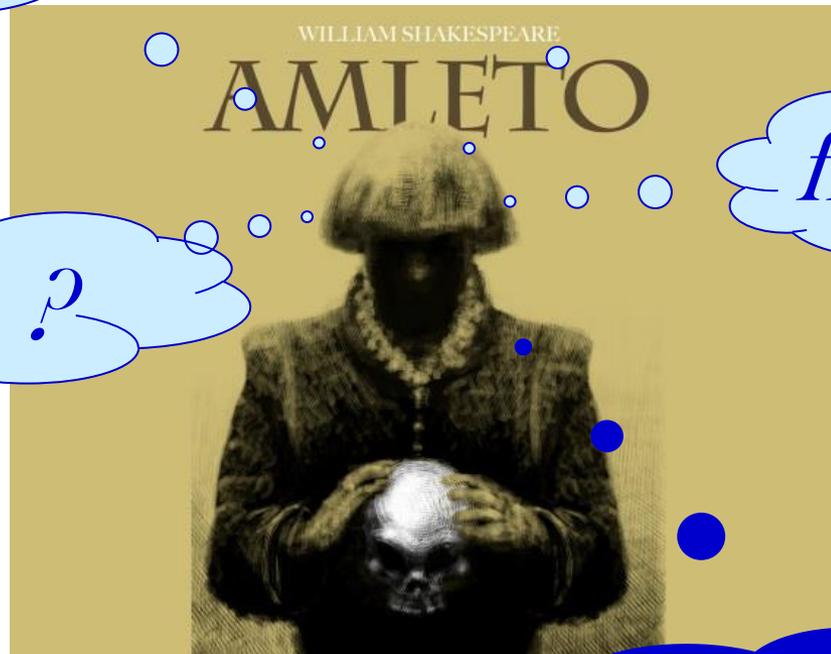
CEDIMENTI: SE LI CONOSCI
SAI CHE NON LI PUOI EVITARE



assoluto ?

differenziale ?

immediato ?



finale ?

*meh, teschio, e mò
quale prendiamo ?*



NELLO SPAZIO

ASSOLUTO

DIFFERENZIALE

CEDIMENTO

NEL TEMPO

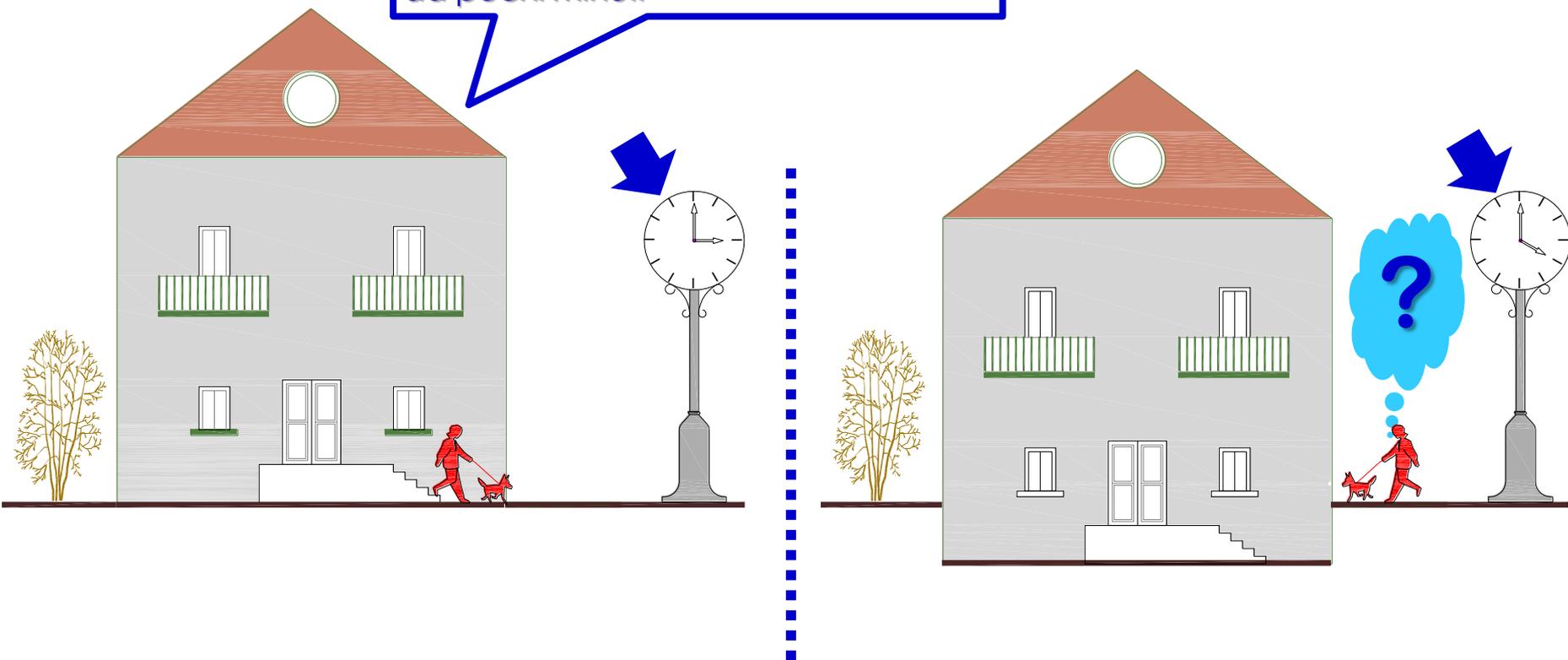
IMMEDIATO : w_o (t= 0)

FINALE : $w_f = w_o + w_c$ (t= ∞)



CEDIMENTO IMMEDIATO

Casetta prefabbricata monoblocco
eliotrasportata ed poggiata al suolo
da pochi minuti



CEDIMENTO DIFFERITO NEL TEMPO



CEDIMENTI

TERRENI A GRANA GROSSA (INCOERENTI)

$$w_f \approx w_o \quad (w_c \approx 0)$$



In generale i terreni incoerenti risultano meno compressibili di quelli a grana fine, e quindi i cedimenti sono spesso di modesta entità.

Vi sono tuttavia alcuni elementi di criticità:

- ❑ i depositi naturali di terreni incoerenti possono essere molto eterogenei e pertanto i cedimenti differenziali costituiscono un potenziale pericolo;
- ❑ i cedimenti si verificano con rapidità ed hanno quindi effetti sulle strutture più dannosi rispetto a quelli a lenta evoluzione, che possono contare sugli effetti benefici della viscosità del calcestruzzo.

TERRENI A GRANA FINE (COERENTI): CONSOLIDAZIONE

$$w_f = w_o + w_c \quad (t = \infty)$$

CALCOLO DEI CEDIMENTI

TERRENI A GRANA GROSSA

- Metodo di Schmertmann
 - CPT
- Metodo di Terzaghi – Peck
 - SPT
- Metodo di Burland e Burbidge
 - SPT

METODI
SEMI-EMPIRICI

TERRENI A GRANA FINE

- Metodo Edometrico (o della consolidazione unidimensionale di Terzaghi)
- Metodo di Skempton e Bjerrum

CONSOLIDAZIONE

ENTITA'
DEI CEDIMENTI

La compatibilità o meno del cedimento atteso e della sua evoluzione nel tempo non è un dato assoluto, ma **dipende da** :

DECORSO
DEI CEDIMENTI
NEL TEMPO

- ❑ tipo di struttura (isostatica, iperstatica, \pm duttile, etc.)
- ❑ tempi e modalità di realizzazione dell'opera in rapporto al decorso dei cedimenti nel tempo
- ❑ condizioni al contorno

FLOW-CHART PER L'ANALISI DELLA CONSOLIDAZIONE

- 1) Calcolo delle tensioni litostatiche
 - 2) Prova edometrica , con determinazione di :
 - peso volume
 - indice dei vuoti
 - pressione di preconsolidazione σ'_p
 - parametri di deformabilità (ad es. C_r , C_c o RR, CR o M, m_v)
 - permeabilità k
 - coefficiente di consolidazione C_v
 - 3) Calcolo delle pressioni indotte dal carico (HP di semispazio elastico)
 - 4) Calcolo del cedimento finale atteso
 - 5) Calcolo del decorso dei cedimenti nel tempo
-
- 6) Eventuali interventi correttivi (ad es. accelerazione del decorso dei cedimenti mediante dreni verticali)
 - 7) Monitoraggio

Hic sunt leones



CAUSE

STRUTTURE ESISTENTI

NUOVE STRUTTURE

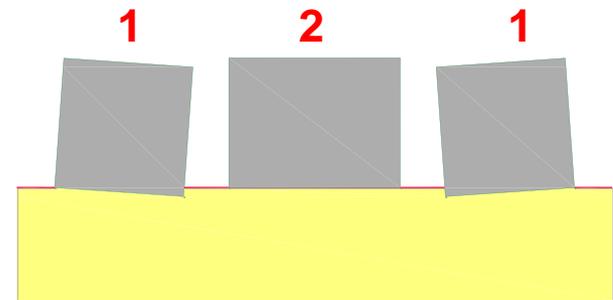
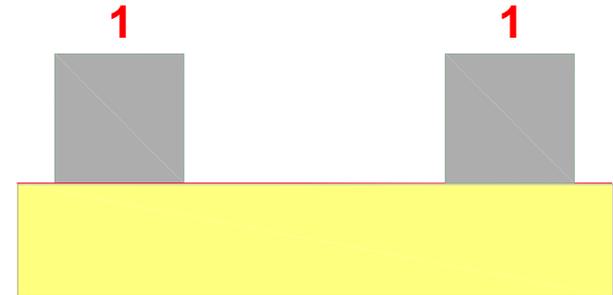
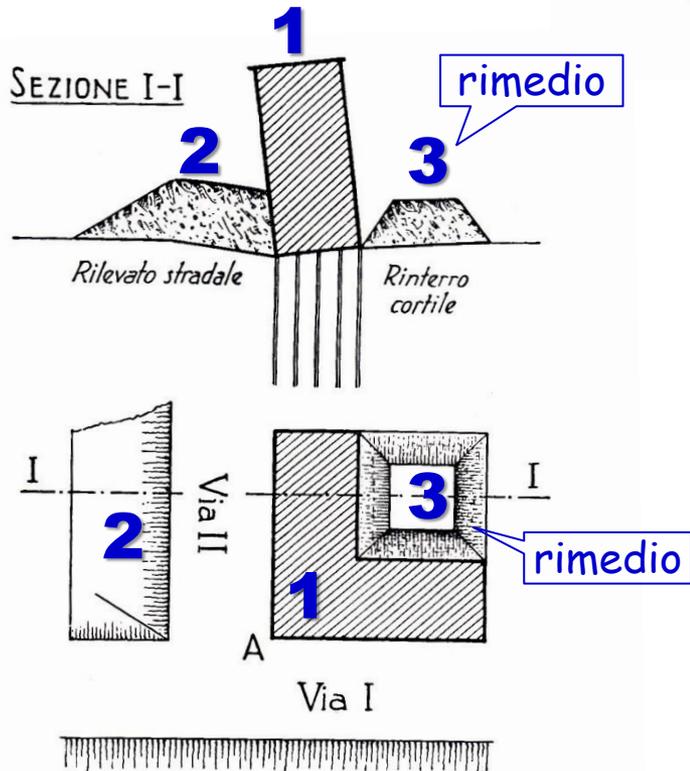
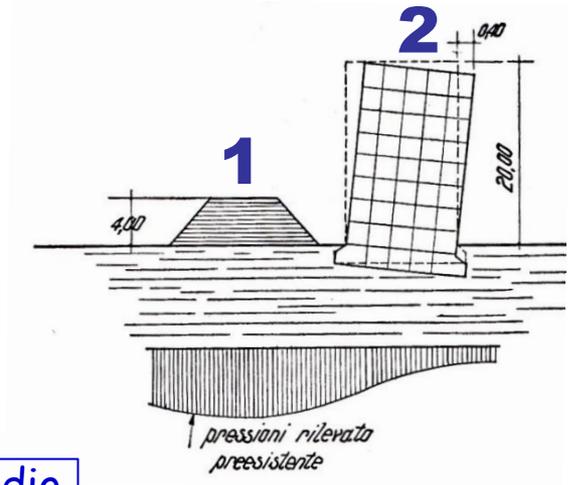
CEDIMENTI

RIMEDI

STRUTTURE ESISTENTI

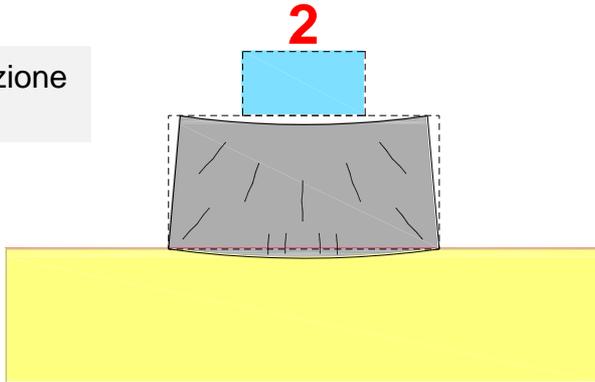
NUOVE STRUTTURE

INFLUENZA DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO E DELLA STORIA DI CARICO SUI CEDIMENTI

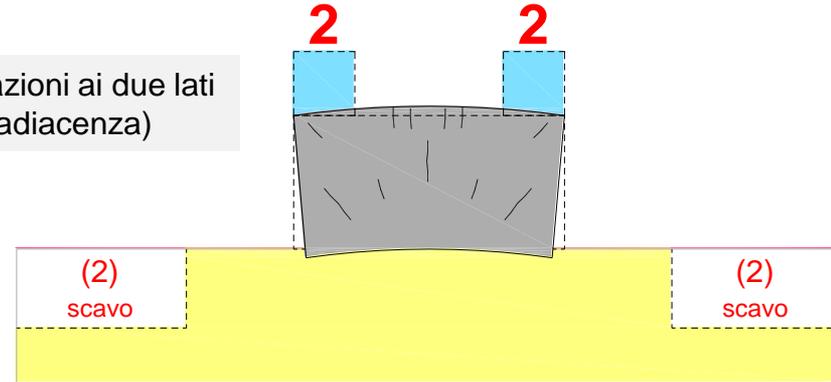


INFLUENZA DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO E DELLA STORIA DI CARICO SUI CEDIMENTI

Sopraelevazione
in asse



Sopraelevazioni ai due lati
(o scavi in adiacenza)



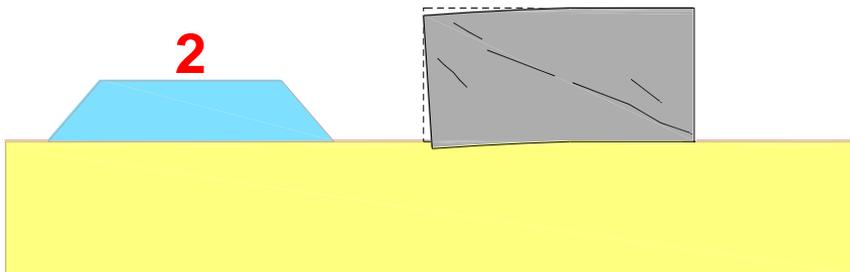
SITUAZIONE INIZIALE

1

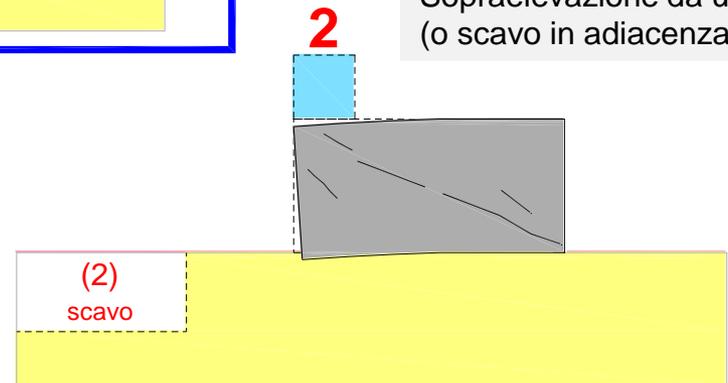
edificio

terreno compressibile

Formazione di un rilevato stradale

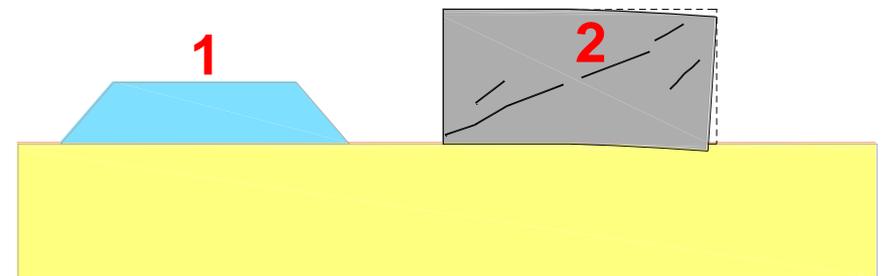
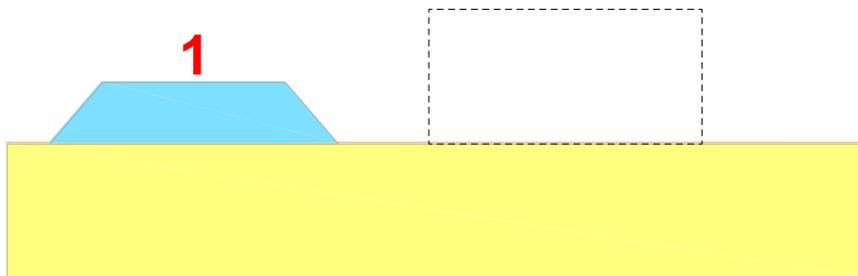
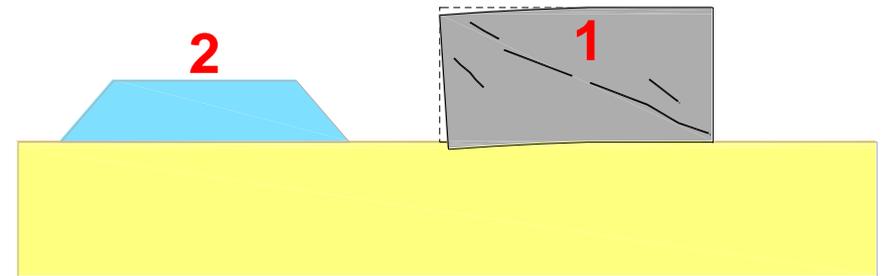
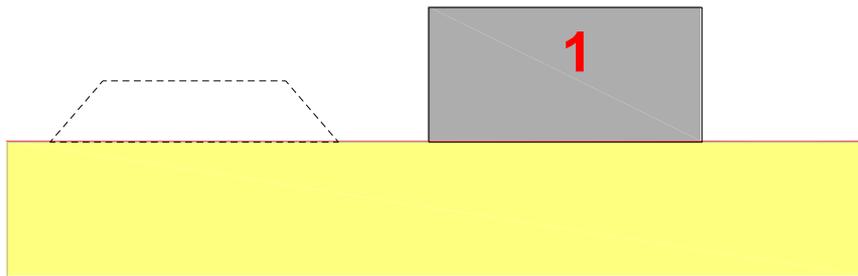


Sopraelevazione da un lato
(o scavo in adiacenza)



INFLUENZA DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO E DELLA STORIA DI CARICO SUI CEDIMENTI

CASO A) : PRIMA LA CASA E POI IL RILEVATO STRADALE



CASO B) : PRIMA IL RILEVATO STRADALE E POI LA CASA

VARIAZIONE DEI CARICHI
NELLA STRUTTURA
(incremento o redistribuzione)

CAUSE DEI CEDIMENTI PER STRUTTURE ESISTENTI

VARIAZIONE DELLE
CONDIZIONI AL CONTORNO

Scavi in aree limitrofe

Scavi sotterranei

Movimenti franosi

Applicazione di carichi in
aree limitrofe

Variazioni del livello di falda

Vibrazioni

Liquefazione per sisma

CAUSE DEI CEDIMENTI PER NUOVE STRUTTURE

Qualitativamente ineliminabile

Compressibilità del terreno

Consolidazione
(solo in presenza di falda)

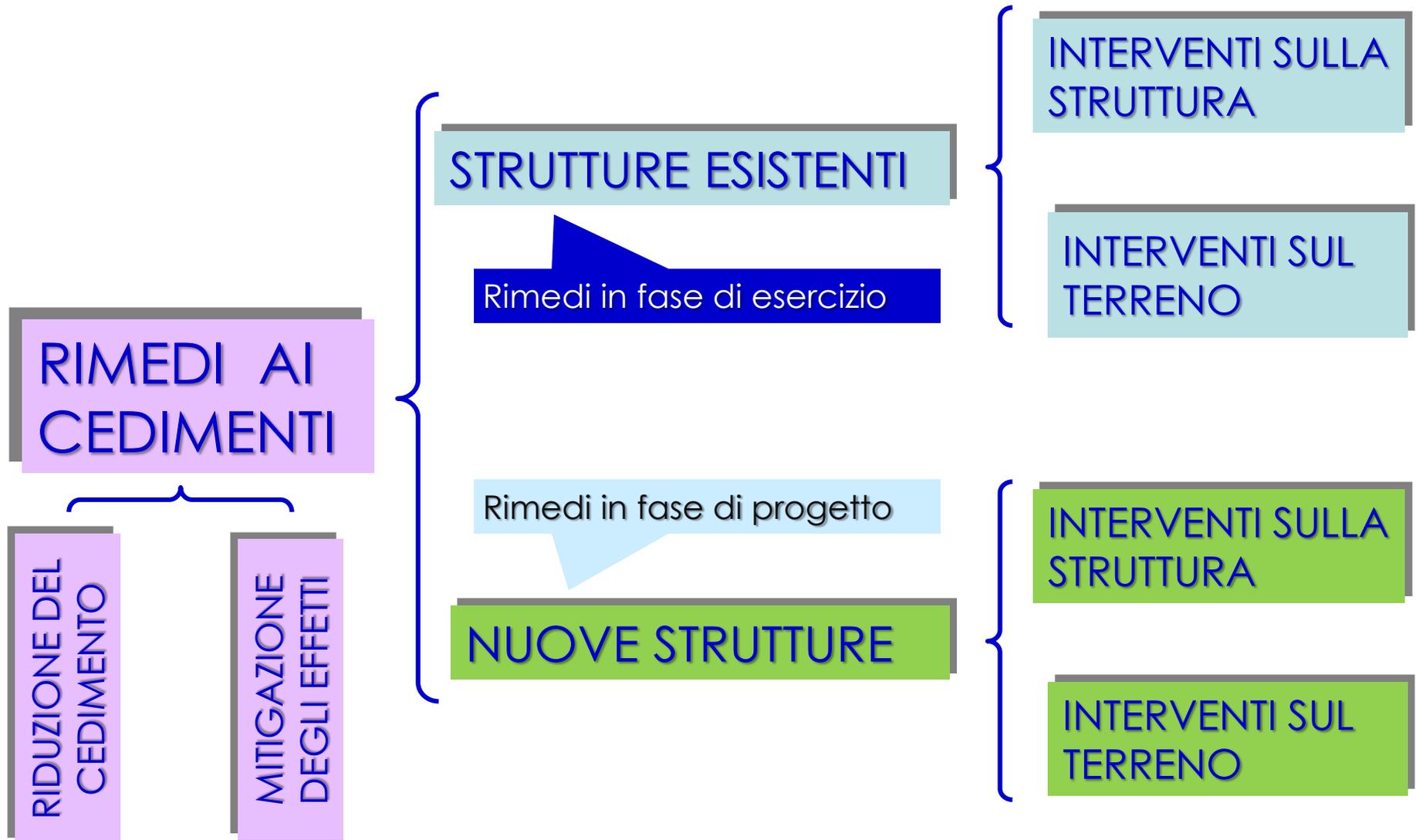
ASSOLUTI

Presenza di zone a differente compressibilità entro il "volume significativo":

- per situazioni stratigrafiche
- per carichi pregressi

DIFFERENZIALI

Disomogeneità dei carichi applicati



RIMEDI AI CEDIMENTI DI NUOVE STRUTTURE (IN FASE DI PROGETTO)



INTERVENTI SULLA
STRUTTURA



Spostamento
dell'opera in altro sito



INTERVENTI SUL
TERRENO

Allargamento o approfondimento della
fondazione
(non è detto che vada sempre bene)

Passaggio da fondazione diretta a
fondazione su pali

Irrigidimento della fondazione

Modifica della sovrastruttura (elevazione)

- irrigidimento
- aumento della duttilità
- inserimento di giunti (passanti o non)

Miglioramento meccanico

Precarica del terreno di fondazione

Accelerazione del decorso del cedimento

APPROCCIO CRITICO ALLA NORMATIVA

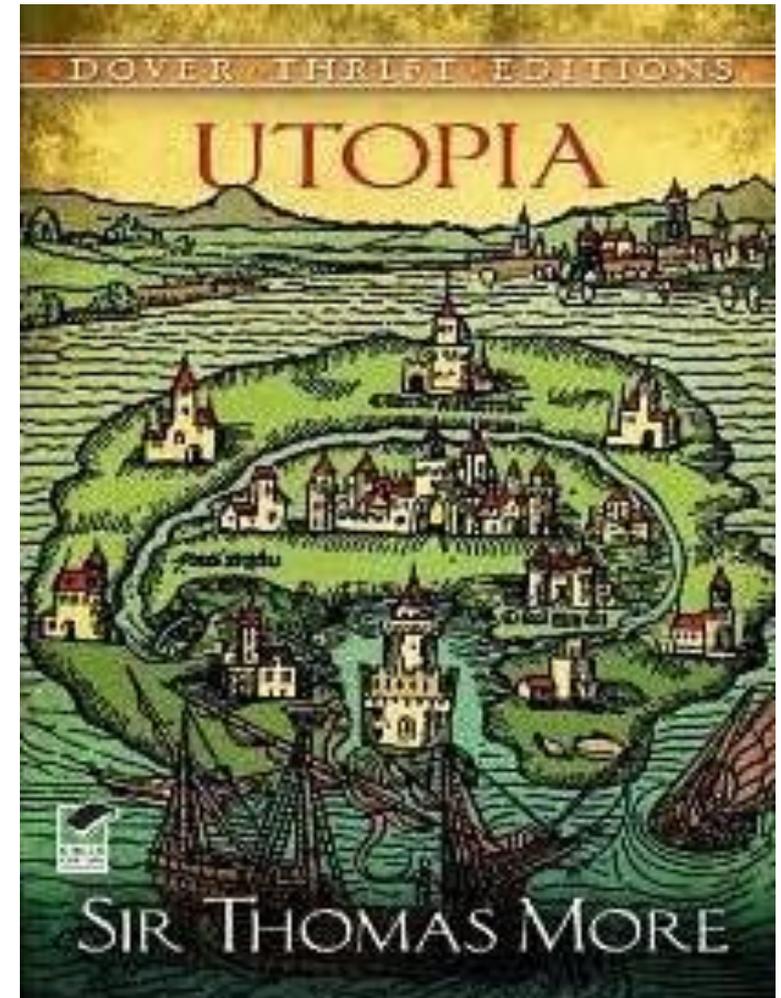
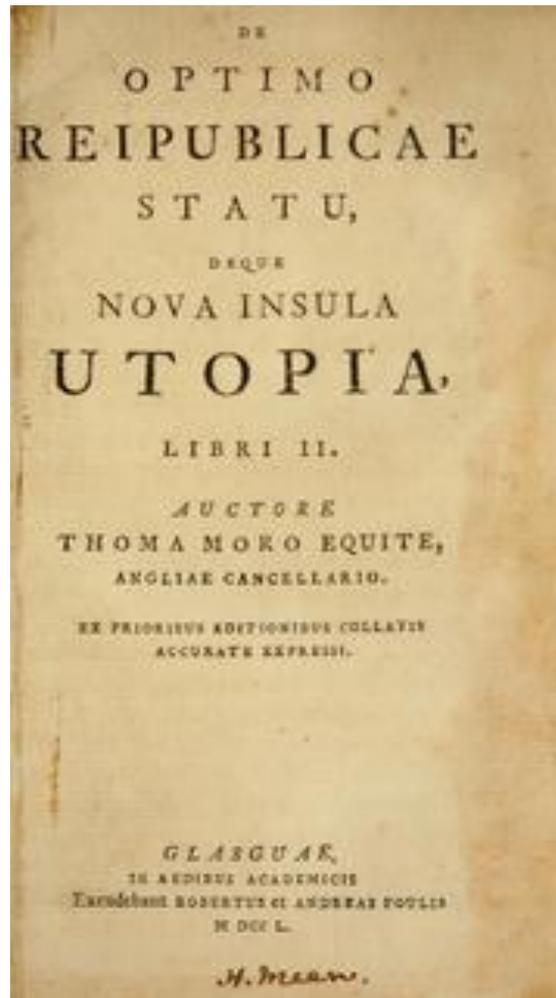
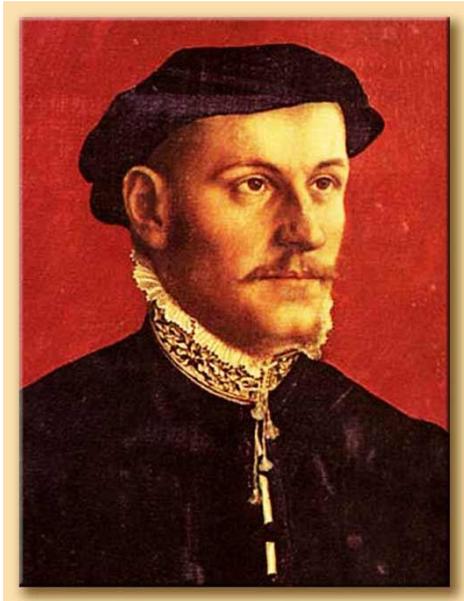


ΘΕΜΙΣ / TEMI

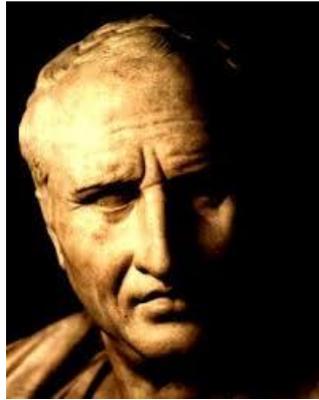
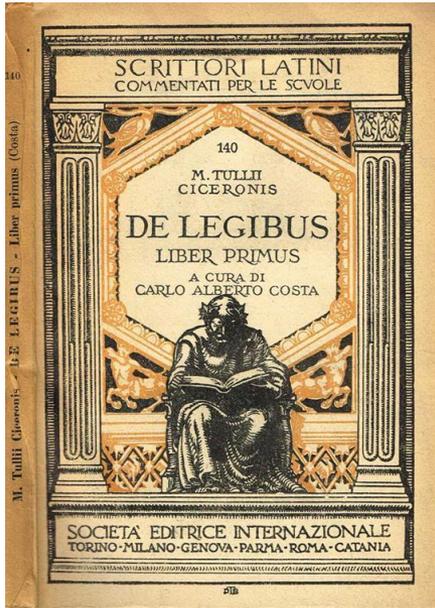
Dea della Legge (in senso lato di Norma) e della Giustizia per i Greci ed i Romani : veniva rappresentata indifferentemente a viso scoperto o bendata.

Il nome **ΘΕΜΙΣ** deriva da **τιθεμι** (**dare fondamento**) perché la Norma ben fatta edifica la Società fomentando armoniosamente (vedi la bilancia) il Bene Comune.

NTC 2018 : NORMA O ROMANZO DISTOPICO ?



ευ τοπος ⇒ *ευτοπεια* = ottimo luogo
ου τοπος ⇒ *ουτοπεια* = luogo che non esiste



LEGGE & BENE COMUNE

"UBI LEX IBI MOS"

SALUS POPULI SUPREMA LEX ESTO
(il bene del popolo sia la legge suprema)

LA LEGGE PIÙ RIGIDA È SPESSO CAUSA
DEL MALE PIÙ GRANDE

UNA LEGGE BEN FATTA
DEVE ESSERE :

REALMENTE UTILE PER LA SOCIETÀ

CHIARA E IL PIÙ POSSIBILE BREVE

COMPENSIBILE PER IL COMUNE CITTADINO

RISPETTOSA DELLA CULTURA ("MOS") DEL PAESE



LEGGE & BENE COMUNE

"UBI LEX IBI MOS"

ORATIONIS SUMMA VIRTUS
EST PERSPICUITAS

Quintiliano (35 - 100 d.C.)

*il maggior pregio di un discorso
è la chiarezza*

POSSIAMO DIRLO PER NTC 2018?

NTC 2018 : NORMA O ORACOLO ? OVERO QUANDO LA NORMA È "SIBILLINA"

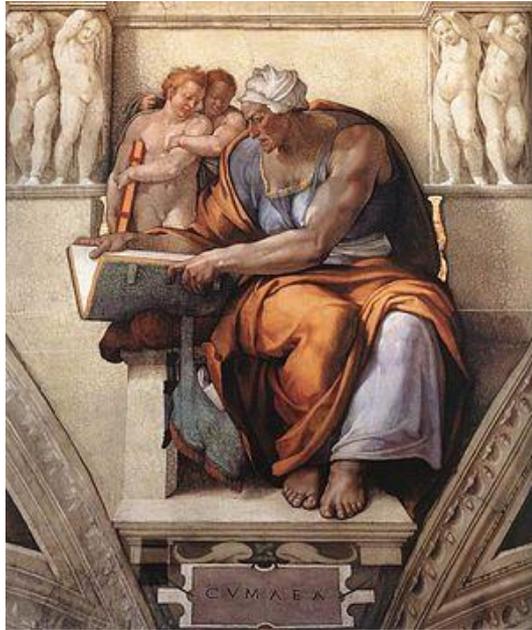
LEX DUBIA
NON OBLIGAT

Andatelo a dire al P.M. o a chi, a vario titolo, deve valutare il vostro operato di progettista, o direttore dei lavori, o direttore tecnico di cantiere, o collaudatore, o RUP.

Oppure andatelo a dire al Fisco.

La chiarezza è condizione necessaria (anche se non sufficiente) perché una norma sia una buona norma.

QUANDO L'ORACOLO È "SIBILLINO"



Sibilla Cumana
Michelangelo – Cappella Sistina



Sibilla Delfica
Michelangelo – Cappella Sistina

I PRECEDENTI STORICI

IBIS REDIBIS NON MORIERIS IN BELLO
(oracolo della Sibilla)
ANDRAI TORNERAI NON MORIRAI IN BATTAGLIA

IBIS, REDIBIS, NON MORIERIS IN BELLO

Quale è la giusta interpretazione ?

IBIS, REDIBIS NON, MORIERIS IN BELLO

I RISCHI DI UN'ERMENEUTICA AFFRETTATA



OBEDIENZA CIECA, PRONTA, ASSOLUTA



— Contrordine, compagni! La frase pubblicata nell'Unità: "In occasione della venuta dell'on. Togliatti, tutti i compagni si devono disciplinatamente ammazzare davanti alla sede del Partito" contiene un errore di stampa, e pertanto va letta: "Si devono disciplinatamente ammassare davanti alla sede del Partito".

Gli EUROCODICI nascono all'interno di una matrice culturale derivata da filosofie "riduzioniste" improntate a visioni non unitarie della realtà.

Hanno come conseguenza il rischio di innaturali frammentazioni dell'attività progettuale, che si disperde in una pluralità di approcci settoriali, con la conseguente perdita della visione d'insieme.

Le NTC 2008, finalmente emesse quale unica normativa vigente dopo oltre un decennio di totale confusione del quadro normativo italiano, hanno l'aggravante di essere state scritte frettolosamente, ed oltre a talune impostazioni suscettibili di fondate critiche, per gli aspetti geotecnici presentano molte - inspiegabili - lacune e contraddizioni interne, riproposte tali e quali con le NTC 2018.

Abbinata ad una dissennata legislazione nazionale sui lavori pubblici, che stenta a tenere il passo con la forsennata produzione di quell'immenso "normificio" che è Bruxelles, costituiscono una colossale sfida alla responsabilità di quanti hanno a cuore il bene della società civile, e concepiscono il proprio lavoro anche come un servizio per il Bene Comune (che non è "il Mercato" mondialista).

- 1. La Norma non può essere disattesa, perché serve a tutelare il Bene Comune.*
- 2. Il progettista responsabile non può però limitarsi alla mera applicazione della Norma ma deve conoscerne le eventuali lacune e - nei limiti del possibile - rimediare a queste per produrre comunque una progettazione affidabile ed esente da sprechi.*

UN POSSIBILE APPROCCIO ALLA PROGETTAZIONE ALLA LUCE DELL'ATTUALE NORMATIVA

tratto da R. Jappelli "Principi di progettazione geotecnica" Hevelius Ed.

Adottare la massima attenzione e prudenza nel riconoscere, di una norma:

la cogenza (autorità)

l'autorevolezza



1. Impostare il progetto prescindendo dalle norme, sulla base dei principi dell'ingegneria, della geotecnica e del buon senso.
2. Verificare quindi che il progetto rispetti le norme, e se necessario modificarlo (anche in modo "peggiorativo" in senso lato : maggior costo, ridondanze, etc.)
3. Indicare chiaramente nelle relazioni di progetto i motivi per i quali le soluzioni in definitiva adottate si discostano da quelle che discenderebbero dai principi della disciplina (ingegneria) e del buon senso.

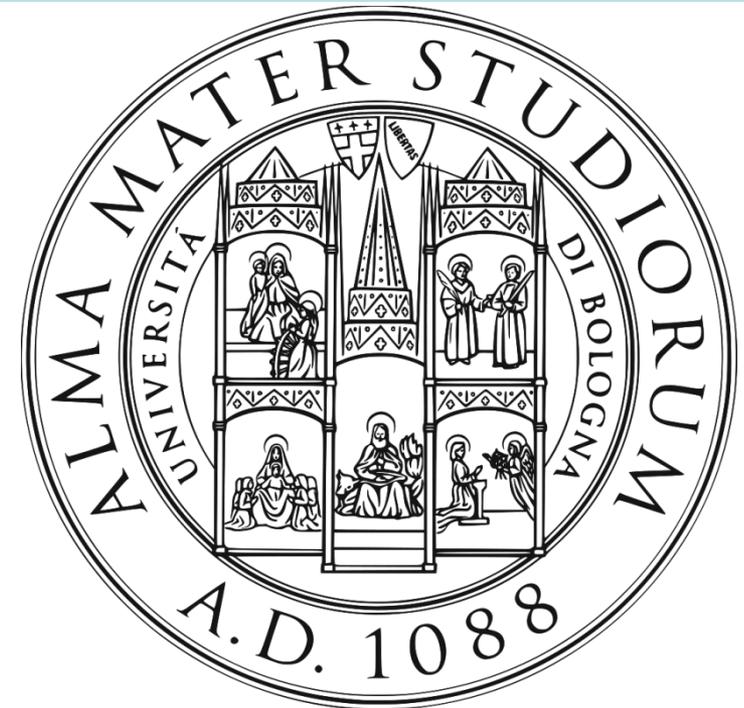
PER UN CORRETTO APPROCCIO ALLA NORMATIVA (EUROCODICI)

Avere il senso della **STORIA** e della nostra **IDENTITÀ CULTURALE**:

- l'Ingegneria Italiana non è nata con gli Eurocodici
- e, prima ancora, l'Italia non è nata con la Comunità Europea né con l'euro (ma almeno 2000 anni prima)
- L'Europa non è quella del Trattato di Maastricht
- e infine, ma non da ultimo, per creare la prima Università al mondo non abbiamo aspettato le direttive di qualche ottuso burocrate di Bruxelles

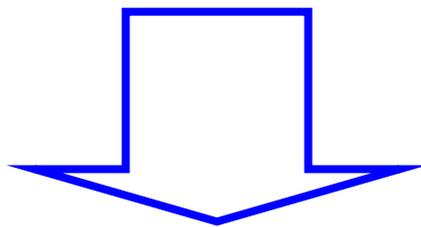


Acquedotto romano di Pont du Gard - anno 17 a.c



A.D. 1088 - Nasce in Italia la prima Università del mondo occidentale

PER UN CORRETTO APPROCCIO AGLI EUROCODICI /1



L'ITALIA NON È NATA
CON LA COMUNITÀ EUROPEA
NÉ CON L'EURO

... e nemmeno con il cosiddetto 'Risorgimento'



VENERE DI CAPUA / MAGNA GRECIA
Il secolo d.c. (copia marmorea di una statua bronzea del IV secolo a.c.)



ARA PACIS AUGUSTAE – anno 9 a.c.

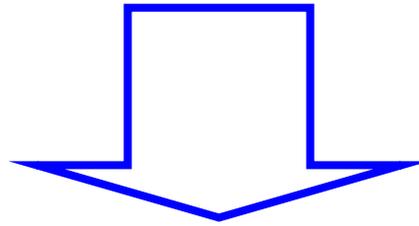
L'ITALIA NON È NATA
CON LA COMUNITÀ EUROPEA NÉ CON L'EURO

Il nostro “albero genealogico”

Bisnonno Omero
Nonno Virgilio
Papà Dante
(Zio Leopardi)



PER UN CORRETTO APPROCCIO AGLI EUROCODICI /2

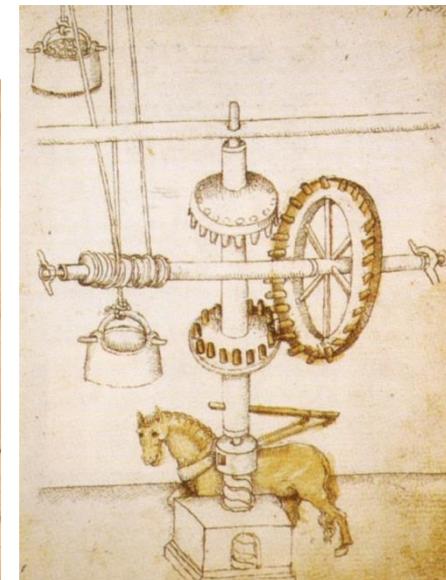
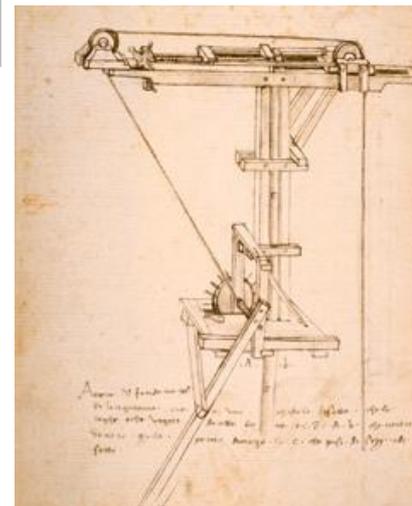
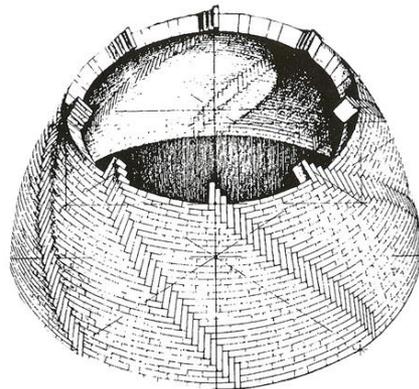
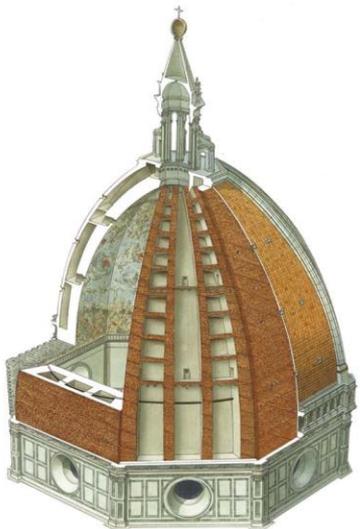


L'INGEGNERIA ITALIANA
NON È NATA
CON GLI EUROCODICI

L'Ingegneria
Italiana non è nata
con gli Eurocodici



Filippo Brunelleschi
Cupola di S. Maria del Fiore 1420-1436

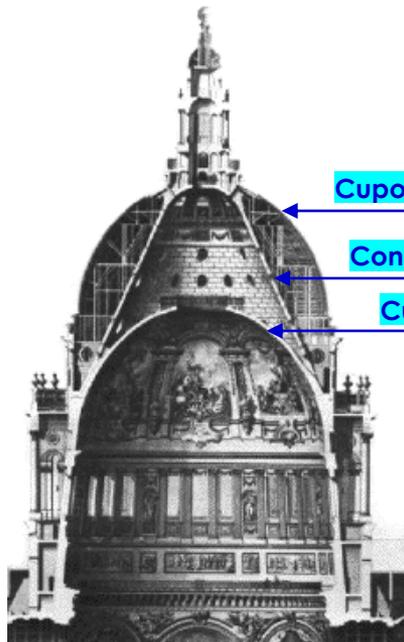




Il Tamigi con St. Paul's Cathedral – Canaletto, 1746 – Praga, Coll. Lobkowitz

ST. PAUL'S CATHEDRAL

1675 – 1708
Christopher Wren



Cupola/rivestimento in legno e piombo

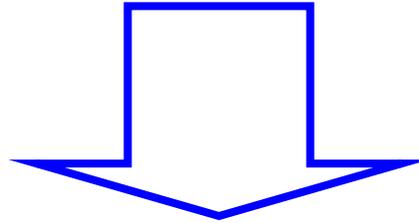
Cono portante in muratura

Cupola interna autoportante

poco se mi considero,
molto se mi confronto

	S. Maria del Fiore	St. Paul's Cathedral
Altezza chiesa	116 m	111 m
Diametro cupola	45 m	31 m

PER UN CORRETTO APPROCCIO AGLI EUROCODICI /3

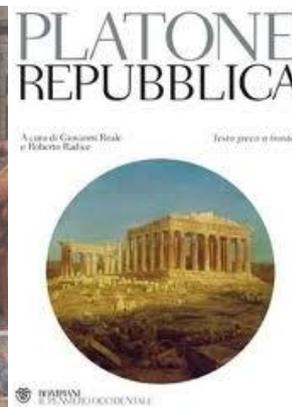
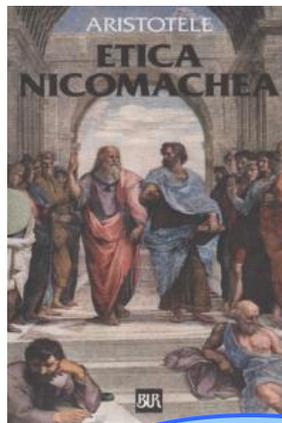


L'EUROPA
NON È QUELLA
DEL TRATTATO DI MAASTRICHT

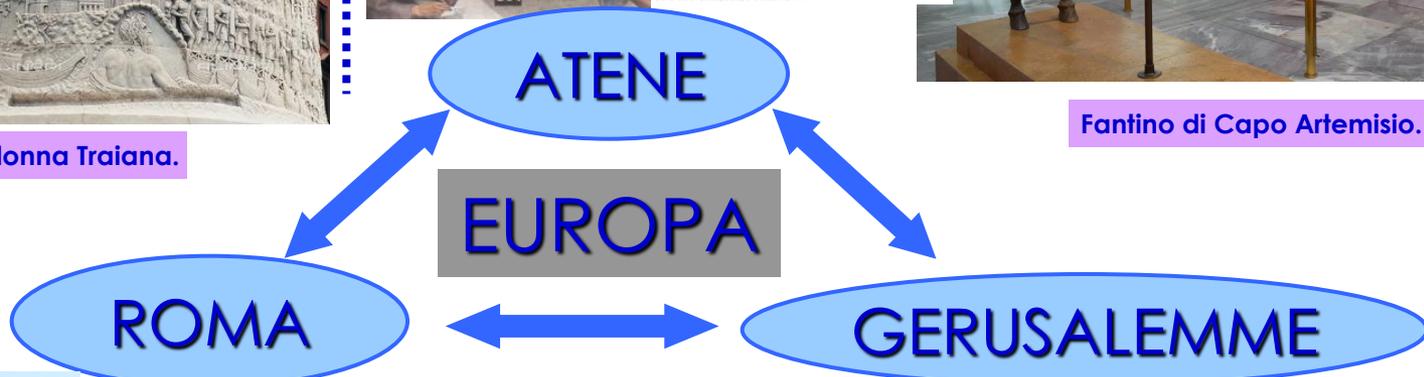
L'EUROPA NON È QUELLA DEL TRATTATO DI MAASTRICHT



Colonna Traiana.



Fantino di Capo Artemisio.



Terminale Via Appia - Brindisi



Ultima Cena, V secolo
Sant' Apollinare - Ravenna

Croce armena.



Arca dell'Alleanza - Cafarnao.

Fatte queste premesse possiamo serenamente approcciarci agli Eurocodici

.... anche se non è il caso di abbassare la guardia



El Alamein - dicembre 1942

LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA SECONDO N.T.C. 2018

UN APPROCCIO CRITICO

(solo alcuni esempi)

ESAMINEREMO CRITICAMENTE I SEGUENTI ASPETTI DI NTC 2018

- ❑ Definizione dell'azione sismica con approccio semplificato
 - Indeterminatezza nella definizione delle categorie di sottosuolo
- ❑ Fondazioni su pali
 - Impropria definizione della resistenza a carico assiale (capacità portante) dei pali di fondazione.
- ❑ Tiranti di ancoraggio
 - Quando un tirante è provvisorio ?
 - Impropria definizione della gerarchia delle resistenze bulbo-armatura
 - Uso "random" dei termini tecnici (insolito esempio di "linguaggio liquido".)

LA DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO SECONDO LA VECCHIA NORMATIVA NTC 2008

NTC 2008

Cap. 3 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Par. 3.2 AZIONE SISMICA

3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi ... omissis ... In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sulla definizione della categoria di sottosuolo di riferimento.

... omissis ... ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{S30} della propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad (\text{m/s})$$

essendo:

N numero degli strati compresi nei primi 30 m di profondità

h_i spessore in metri dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato

Definizione chiara ed univocamente determinata

LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA SECONDO N.T.C. 2018 : UN APPROCCIO CRITICO INDETERMINATEZZA NELLA DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

NTC 2018

Cap. 3 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Par. 3.2 AZIONE SISMICA

3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi ... omissis ... In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alla categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s omissis ...

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s) definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

essendo:

N numero di strati

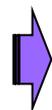
h_i spessore dell' i -esimo strato

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s

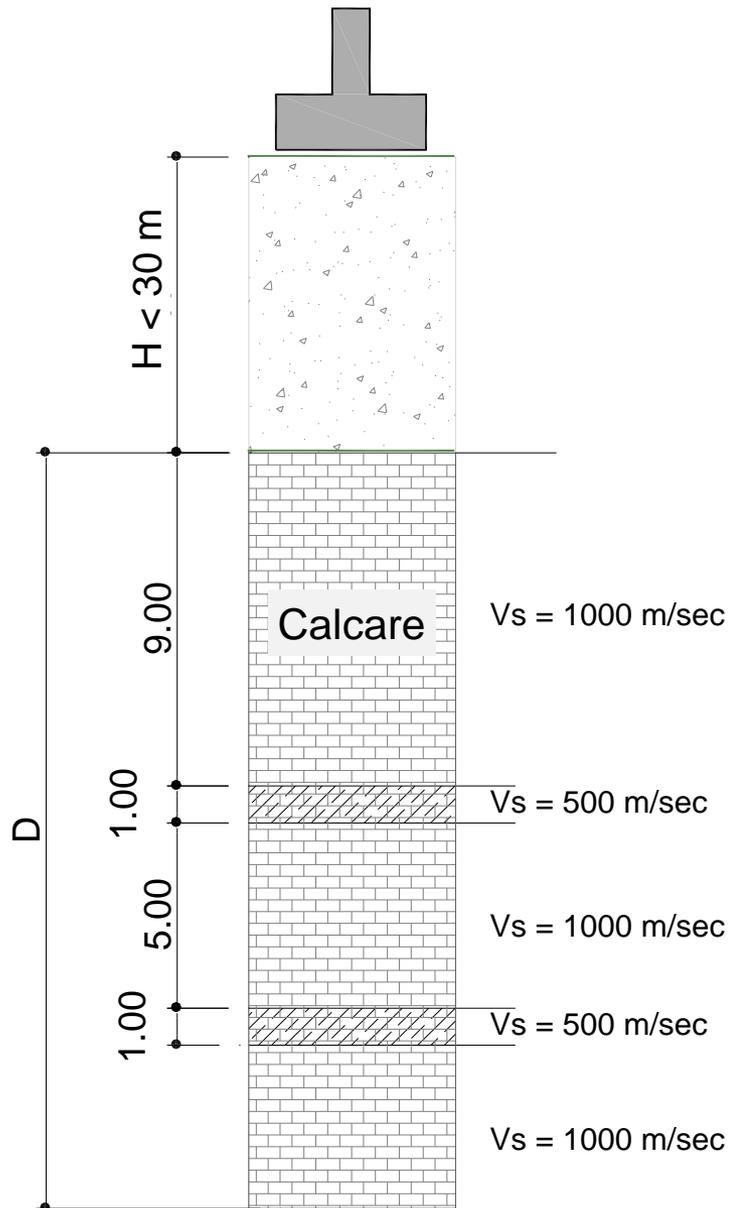
Formula indeterminata in H , perché la definizione del substrato è incerta.

Per $H > 30$ m $V_{s,eq} = V_{s,30}$



in tal caso non c'è indeterminazione

INDETERMINATEZZA NELLA DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO IN NTC 2018



1. La roccia calcarea in figura costituisce un substrato, ai sensi della Norma ?
(l'incertezza nasce dal fatto che la Norma impone che, nel substrato, sia $V_s > 800$ m/sec, senza ulteriori specificazioni)
2. Quale deve essere la profondità "D" da indagare entro la roccia calcarea per decidere se costituisce un substrato rigido ?

N.B. Con questa indeterminazione sul valore di H , si possono definire solo le categorie di sottosuolo C e D ($H > 30$ m): infatti l'incertezza si applica, oltre che a B ed E, anche alla categoria A (roccia affiorante).

INDETERMINATEZZA NELLA DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO IN NTC 2018

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

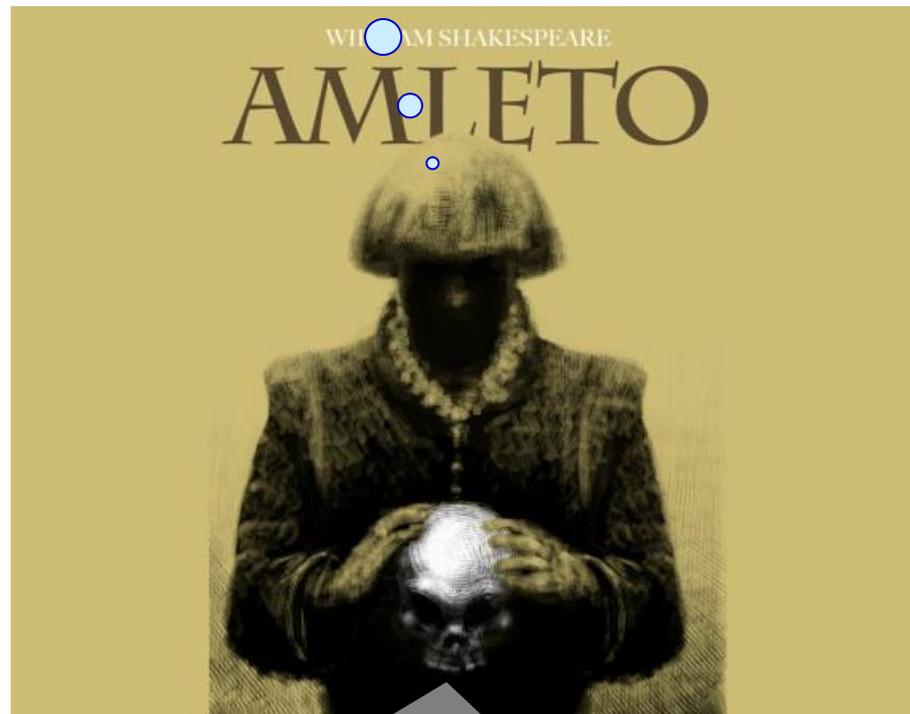
Categoria	Descrizione
$H < 30 \text{ m}$ A ?	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di <u>velocità</u> delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo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

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

INDETERMINATEZZA NELLA DEFINIZIONE
DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO IN NTC 2018

*Meh, teschio, ma secondo te
questa roccia è un "substrato" ?*



Non chiederlo a me. Tanto tempo fa mi dicevano che ero
"capa tosta", ed anche che avevo il cervello molle.

AKADEMIET FOR DE TEKNISKE VIDENSKABER

GEOTEKNISK INSTITUT
THE DANISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

BULLETIN No. 11

J. BRINCH HANSEN

A GENERAL FORMULA FOR BEARING CAPACITY

COPENHAGEN 1961



LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA
SECONDO N.T.C. 2018

IMPROPRIA DEFINIZIONE
DELLA RESISTENZA A CARICO ASSIALE
DEI PALI DI FONDAZIONE
(CAPACITÀ PORTANTE)



N.T.C. 2018

Impropria definizione delle resistenze dei pali di fondazione

NTC 2018 - Cap. 6 - Par. 6.4.3.1.1 Resistenze di pali soggetti a carichi assiali

- (b) Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

[6.2.10]

[6.2.11]

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Chi ha scritto questo paragrafo non ha mai calcolato un palo : se lo ha fatto, avrà usato acriticamente i software collegati alle prove penetrometriche in situ.

LA PROCEDURA CORRETTA PER CALCOLARE UNA FONDAZIONE SU PALI

DEFINIZIONI PRELIMINARI

Litotipo : tipo di terreno, definito in base alla granulometria
ad es. sabbia, limo argilloso con sabbia, argilla, etc.

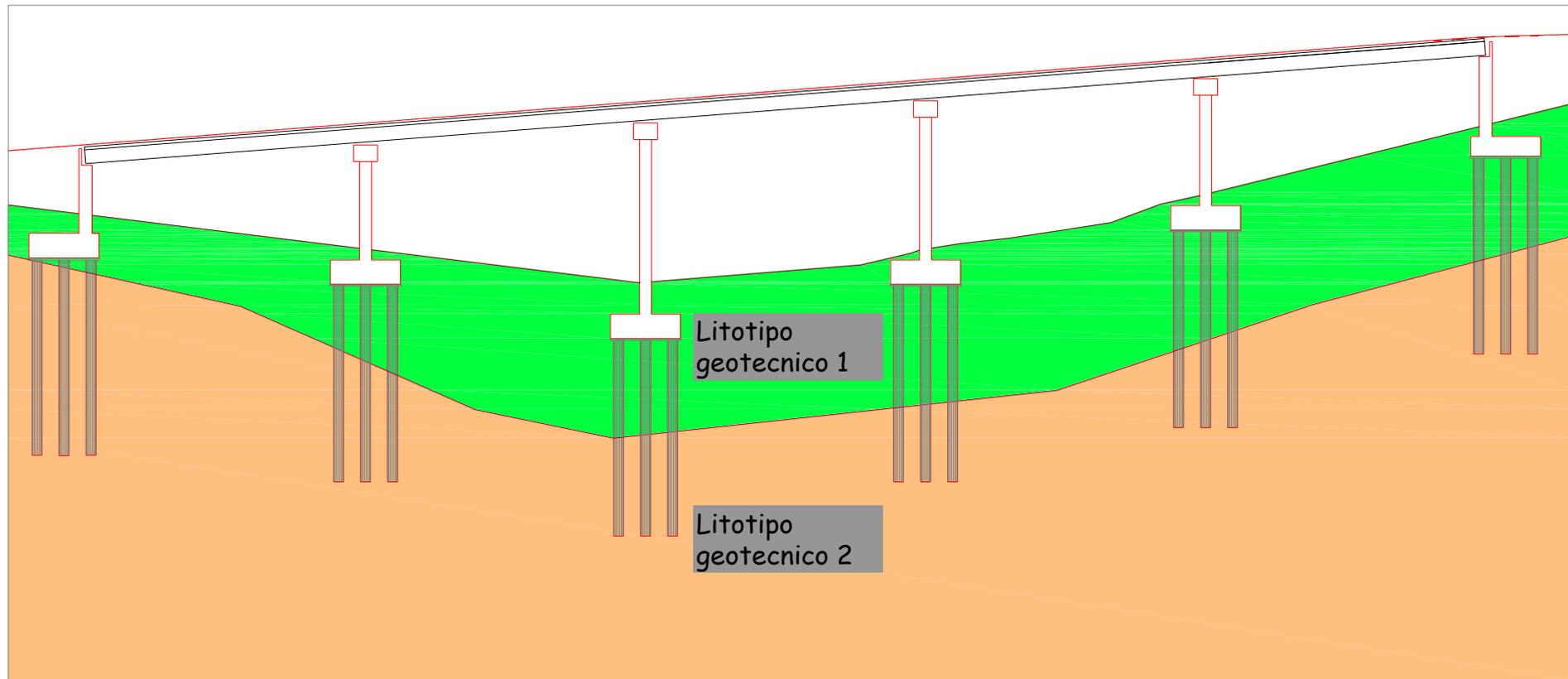
Litotipo geotecnico : è un litotipo di cui vengono definite le caratteristiche geotecniche necessarie alla progettazione: *pesi volume, indice dei vuoti, contenuto d'acqua, limiti di Atterberg, resistenza al taglio, compressibilità, permeabilità, etc.*

N.B. Talora un "*litotipo geotecnico*" può includere più "*litotipi*", oppure un "*litotipo*" può dar luogo a due differenti "*litotipi geotecnici*"

Profilo geotecnico : è un profilo che riporta, a scala adeguata, la stratigrafia dei vari litotipi geotecnici e la posizione dell'opera di progetto con le sue fondazioni.

N.B. Il profilo geotecnico non va confuso con il profilo geologico, con il quale deve tuttavia essere congruente.

ESEMPIO DI PROFILO GEOTECNICO PER UN VIADOTTO



LA PROCEDURA CORRETTA PER CALCOLARE UNA FONDAZIONE SU PALI

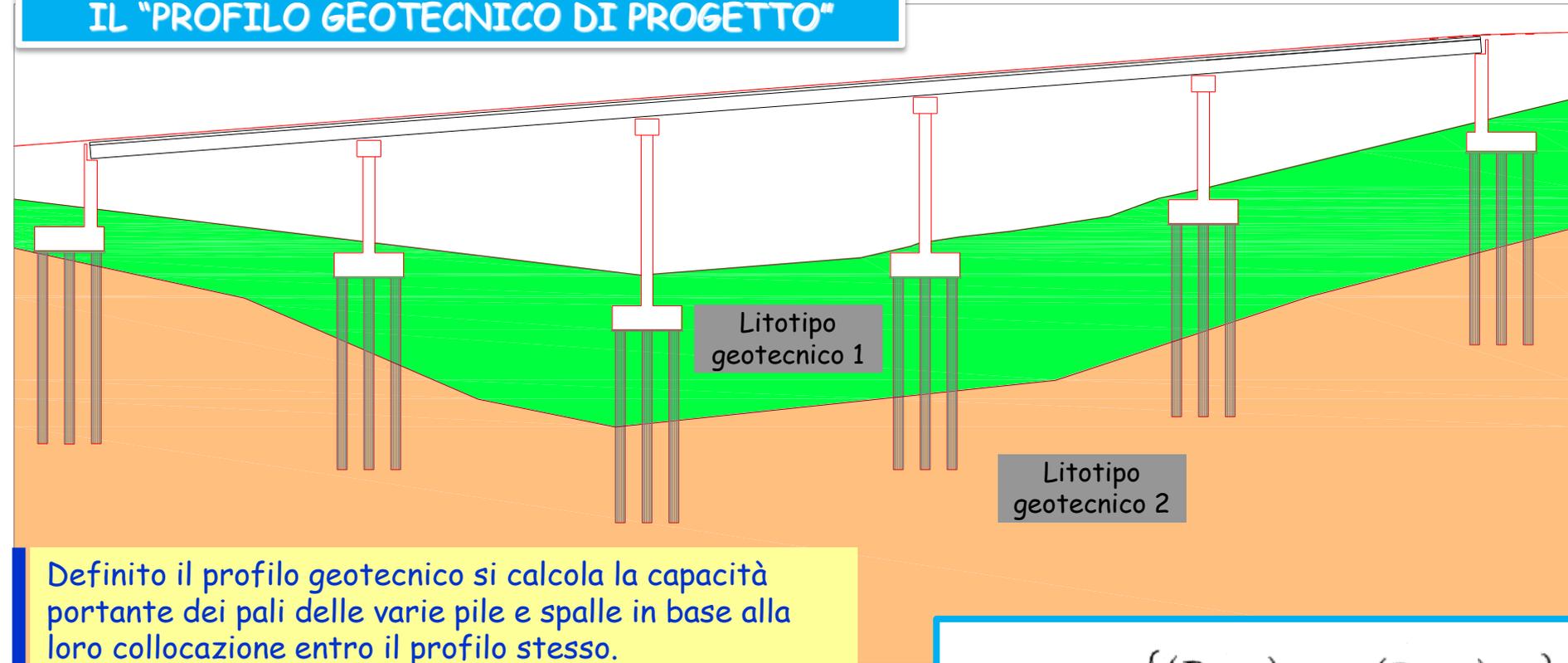
1. Si esegue una valutazione preliminare delle caratteristiche della struttura e delle condizioni al contorno e si definisce il programma di indagini
2. Si eseguono le indagini (in numero e tipo adeguato)
3. Nell'ambito della relazione geotecnica si definiscono i "LITOTIPI GEOTECNICI" (con le loro caratteristiche) e quindi il "**PROFILO GEOTECNICO DI PROGETTO**" (è un profilo con i "litotipi geotecnici" e la posizione della opera con la sua fondazione : è unico per ogni opera)
4. Si esegue il calcolo della capacità portante assiale (resistenza) del palo singolo : un unico calcolo e quindi un solo valore di resistenza
5. Si determina il calcolo del cedimento del palo e si calcola, se necessario, l'effetto di gruppo sulla capacità portante e sui cedimenti.
6. Si verificano i pali nei confronti delle azioni orizzontali
7. Sulla base dei risultati si opera la scelta progettuale.

vedi figura



.... cosa mai saranno dunque queste fantomatiche "resistenze calcolate" (al plurale) di cui parla la norma ?

LA CORRETTA PROCEDURA PER CALCOLARE UNA FONDAZIONE SU PALI
IL "PROFILO GEOTECNICO DI PROGETTO"



Definito il profilo geotecnico si calcola la capacità portante dei pali delle varie pile e spalle in base alla loro collocazione entro il profilo stesso.

E' evidente che ad ogni palo è univocamente associato un solo valore di capacità portante ($R_{c,cal}$)

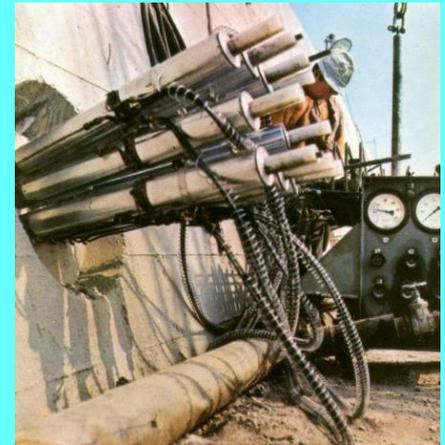
$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Questa è invece la insensata definizione di NTC 2018, che evidentemente presuppone che ad ogni palo corrispondano più valori di capacità portante, da cui calcolare il valor medio ed il valor minimo per ricavare da questi la resistenza caratteristica tramite i coefficienti parziali.

TIRANTI DI ANCORAGGIO SECONDO NTC 2018

"bene, ma non benissimo "

- ❑ Quando un tirante è provvisorio ?
- ❑ Attese mal riposte nelle "prove di collaudo"
- ❑ Uso "random" dei termini tecnici
(inusuale adozione di "linguaggio fluido" in una norma tecnica)
- ❑ Impropria applicazione della gerarchia delle resistenze



Chi mal comincia ...

NTC 2018

Cap. 6 PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Par. 6.6 TIRANTI DI ANCORAGGIO

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali opportunamente collegati al terreno, in grado di sostenere forze di trazione.

6.6.1 Criteri di progetto

Ai fini del progetto gli ancoraggi si distinguono in provvisori e permanenti.
... omissis ...

Il problema è che non definisce le due tipologie.

EC7 Geotechnical design

8 Anchorages

8.1 General

8.1.1 Scope

..... omissis

8.1.2 Definitions

8.1.2.1

permanent anchorage

anchorage with a design life of more than two years

8.1.2.2

temporary anchorage

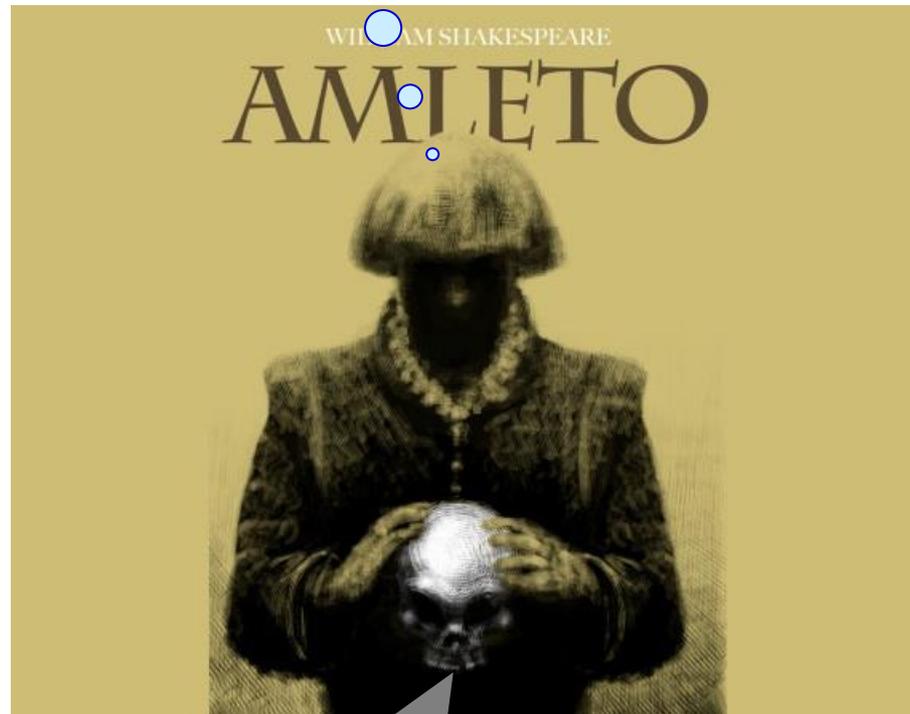
anchorage with a design life of less than two years

Una possibile soluzione è fare riferimento alla vecchia normativa (D.M. 11.03.1988) o agli Eurocodici geotecnici (EC7).

Entrambe le norme fissano in 2 anni la soglia di passaggio da tiranti provvisori a permanenti.

TIRANTI SECONDO NTC 2018 : PROVVISORI O PERMANENTI?

Meh, teschio, ma questi tiranti sono provvisori o permanenti?



Non chiederlo a me.
Io so solo che tutto passa.

LA "GERARCHIA DELLE RESISTENZE" NEL PROGETTO DEI TIRANTI SECONDO NTC 2008 & NTC 2018

È CERTAMENTE INUSUALE CHE UNA NORMA TECNICA CONTENGA DELLE
PRESCRIZIONI PRIVE DI UN RAGIONEVOLE FONDAMENTO.
LO È ANCOR PIÙ IN PAESI, COME L'ITALIA, CON UNA CIVILTÀ MILLENARIA.

TUTTAVIA L'IMPENSABILE È SUCCESSO !

LE NTC 2008, AL PAR. 6.6.2 "VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)" PENULTIMO
CAPOVERSO, IMPONEVANO PER I TIRANTI IL RISPETTO DELLA GERARCHIA DELLE
RESISTENZE SECONDO CRITERI PRIVI DI OGNI RAGIONEVOLE FONDAMENTO,
CON LA CONSEGUENZA DI UN INUTILE E COSTOSO SOVRADIMENSIONAMENTO
DELL'ARMATURA:

*" Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli di acciaio
armonico, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, si deve
verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del
tratto libero sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della
fondazione dell'ancoraggio "*

LA "GERARCHIA DELLE RESISTENZE" NEL PROGETTO DEI TIRANTI SECONDO NTC 2008 & NTC 2018

L'ERRORE ERA COSÌ GROSSOLANO CHE GLI ESTENSORI DELLE NTC 2018 SEMBRAVA AVESSERO, IN PUDICO SILENZIO, ABOLITO IL CAPOVERSO CHE IN POCO PIÙ DI TRE RIGHE TANTO DANNO AVEVA CAUSATO AL BUON NOME DELL'INGEGNERIA ITALIANA ED AL BENE COMUNE.

IN EFFETTI IL "FAMIGERATO" CAPOVERSO ERA STATO ELIMINATO DAL PAR. 6.2.2 DI NTC 2018, MA SOLO PER ESSERE QUASI FURTIVAMENTE INSERITO, CON LIEVI MODIFICHE FORSE PEGGIORATIVE, AL PAR. 7.11.6.4.1 "VERIFICHE DI SICUREZZA" CHE TRATTA DEGLI ANCORAGGI DELLE PARATIE IN PRESENZA DI SISMA:

" Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli o barre di acciaio armonico, nel rispetto della progettazione in capacità, si deve verificare che la resistenza di progetto allo snervamento sia sempre maggiore del valore massimo della resistenza di progetto della fondazione dell'ancoraggio"

L'IMPENSABILE È SUCCESSO DI NUOVO !



*dove sta la gerarchia delle resistenze?
fate la vostra puntata*



NTC 2008

Cap. 6 PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Par. 6.6 TIRANTI DI ANCORAGGIO

6.6.2 Verifiche di sicurezza (SLU)

... omissis ...

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con **trefoli** di acciaio armonico, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, si deve verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

Nei tiranti di prova ... omissis ...

$$R_{ak(1\%)} \geq \begin{cases} R_{a,m} & \text{(resistenze misurate)} \\ R_{ak(bulbo)} \\ R_{ad(bulbo)} = R_{ak(bulbo)}/\gamma_{Rap} \end{cases} \quad ?$$

NTC 2018

Cap. 7 PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

Par. 7.11 OPERE E SISTEMI GEOTECNICI

7.11.6.3 Paratie

7.11.6.4 Sistemi di vincolo

7.11.6.4.1 Verifiche di sicurezza

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con **trefoli o barre** di acciaio armonico, nel rispetto della progettazione in capacità, si deve verificare che la resistenza di progetto allo snervamento sia sempre maggiore del valore massimo della resistenza di progetto della fondazione dell'ancoraggio.

$$? \begin{cases} R_{ak(1\%)} \geq R_{ad(bulbo)} & \text{max?} \\ R_{ad} \geq R_{ad(bulbo)} & \text{max?} \end{cases}$$

TORNIAMO AD NTC 2018

NTC 2018

Cap. 7 PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

Par. 7.11 OPERE E SISTEMI GEOTECNICI

7.11.6.3 Paratie

7.11.6.4 Sistemi di vincolo

7.11.6.4.1 Verifiche di sicurezza

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli o barre di acciaio armonico, nel rispetto della progettazione in capacità, si deve verificare che la resistenza di progetto allo snervamento sia sempre maggiore del valore massimo della resistenza di progetto della fondazione dell'ancoraggio.

Punto! Due punti!! Ma si, fai vedere che abbondiamo. Abbondandis in abbondandum.

$$\left. \begin{array}{l} ? \\ R_{ak(1\%)} \\ R_{ad} \end{array} \right\} \geq R_{ad(bulbo)} \text{ max?}$$

1° termine
indeterminato

2° termine
indeterminato



TIRANTI DI ANCORAGGIO SECONDO N.T.C. 2018: uno sguardo critico

NTC 2018 - Cap. 6 - Par. 6.6 TIRANTI DI ANCORAGGIO6.6.1 Criteri di progetto

.... omissis ...

Per la valutazione del carico limite si può procedere in prima approssimazione con formule teoriche o con correlazioni empiriche. La conferma sperimentale con prove di trazione in sito nelle fasi di progetto e di collaudo è sempre necessaria.

6.6.2. VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

"linguaggio liquido" in NTC 2018

- ❑ Con un po' di benevolenza si può pensare che il distratto estensore della norma volesse riferirsi in modo del tutto generico alle conferme sperimentali (test di collaudo), dimenticando di specificare tra carico limite e carico di esercizio.
- ❑ Tuttavia, per come è scritta la norma, si potrebbe configurare l'obbligo di eseguire speciali prove "a sfilamento" in fase di collaudo. Ma su quali tiranti ? Certo non su quelli di progetto, che devono restare integri.
- ❑ **Peraltro nessun ingegnere con un minimo di esperienza nel campo dei tiranti di ancoraggio sarebbe mai incorso in una simile inesattezza.**

Ciò non fa che confermare il giudizio fortemente critico sulla "qualità" della normativa : i 10 anni trascorsi da NTC 2008 non sono stati sufficienti ad eliminare neanche gli errori più grossolani .

"linguaggio liquido" in NTC 2018

N.T.C. 2018 : uno sguardo critico ai tiranti di ancoraggio

NTC 2018

Cap. 7 PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

Par. 7.11 OPERE E SISTEMI GEOTECNICI

7.11.6.3 Paratie

7.11.6.4 Sistemi di vincolo

7.11.6.4.1 Verifiche di sicurezza

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli o barre di acciaio armonico, nel rispetto della progettazione in capacità, si deve verificare che la resistenza di progetto allo snervamento sia sempre maggiore del valore massimo della resistenza di progetto della fondazione dell'ancoraggio.

tragico esempio di
confusione mentale

1

2

3

Posto che il linguaggio serve a comunicare in modo non confuso idee e concetti, si deve osservare :

1. risulta arduo immaginare un tirante che abbia un'armatura della parte libera diversa da quella del bulbo
2. - per l'acciaio armonico dei trefoli non esiste lo snervamento (ma R_{ak1})
- non esiste alcuna "resistenza di progetto allo snervamento"
3. non esiste un "valore massimo" della "resistenza di progetto della fondazione", che è univocamente definita (a meno che non la si confonda con le resistenze allo sfilamento misurate durante le prove)

breve sintesi del "linguaggio liquido" di NTC 2018 ... ed altre amenità

1. *I test di collaudo costituiscono una valida verifica sperimentale del carico limite del bulbo (o fondazione)*
2. *I tiranti possono avere un'armatura della parte libera diversa da quella del bulbo*
3. *Per l'acciaio armonico dei trefoli è definita la tensione di snervamento*
4. *A dispetto di tutto il sistema dei coefficienti parziali, per l'acciaio armonico dei trefoli oltre alla (fantomatica) "resistenza allo snervamento" ed alla "resistenza di progetto" è possibile definire anche la "resistenza di progetto allo snervamento".*
5. *La "resistenza di progetto della fondazione" (bulbo) non è definita da un unico valore, ma presenta più valori dai quali è possibile ricavare il "valore massimo della resistenza di progetto allo sfilamento".*

LA GERARCHIA DELLE RESISTENZE NEL PROGETTO DEI TIRANTI SECONDO NTC 2008 & NTC 2018

UN ESEMPIO NUMERICO

Nihil intelligit anima sine phantasmata
San Tommaso d'Aquino

LA GERARCHIA DELLE RESISTENZE BULBO-ARMATURA NEI TIRANTI DI ANCORAGGIO CONFRONTO TRA NTC 2008 ED NTC 2018

Il confronto verrà fatto considerando per NTC 2008 la prima delle 3 possibili interpretazioni, mentre per NTC 2018 verranno esaminate tutte le opzioni.

NTC 2008

6.6.2 Verifiche di sicurezza (SLU)

... omissis ...

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli di acciaio armonico, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, si deve verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

Nei tiranti di prova ... omissis ...

$$R_{ak(1\%)} \geq \left\{ \begin{array}{l} R_{a,m} \text{ (resistenze misurate)} \\ R_{ak(bulbo)} \\ R_{ad(bulbo)} = R_{ak(bulbo)} / \gamma_{Rap} \end{array} \right. \quad ?$$

1° termine
(quasi) univoco

2° termine
indeterminato

NTC 2018

Cap. 7 PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

Par. 7.11 OPERE E SISTEMI GEOTECNICI

7.11.6.3 Paratie

7.11.6.4 Sistemi di vincolo

7.11.6.4.1 Verifiche di sicurezza

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli o barre di acciaio armonico, nel rispetto della progettazione in capacità, si deve verificare che la resistenza di progetto allo snervamento sia sempre maggiore del valore massimo della resistenza di progetto della fondazione dell'ancoraggio.

$$\left. \begin{array}{l} R_{ak(1\%)} \\ R_{ad} \end{array} \right\} \geq R_{ad(bulbo) \text{ max?}}$$

1° termine
indeterminato

2° termine
indeterminato

NTC 2008 ed NTC 2018 RESISTENZA DI PROGETTO DEL BULBO DA PROVE PRELIMINARI (richiami)

RESISTENZA DI PROGETTO DEL BULBO " $R_{ad(bulbo)}$ " DA PROVE PRELIMINARI

$$R_{ak(bulbo)} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{a,m})_{medio}}{\xi_{a1}} ; \frac{(R_{a,m})_{min}}{\xi_{a2}} \right\}$$

con :

$R_{ak(bulbo)}$: resistenza caratteristica del bulbo

$R_{a,m}$: resistenze misurate

$\xi_{a,1} = 1.4$ per $n = 2$

$\xi_{a,2} = 1.3$ n = numero tiranti di prova

$\gamma_{Ra,p} = 1.2$ (tiranti definitivi)

$R_{ad(bulbo)}$ è la resistenza di progetto del bulbo

$$R_{ad(bulbo)} = R_{ak(bulbo)} / \gamma_{Ra,p} \geq E_d$$

$$\Rightarrow (R_{a,m})_{medio} \geq \xi_{a,1} \gamma_{Ra,p} E_d = 1.4 \times 1.2 E_d = 1.68 E_d \quad (1) \quad \text{se } (R_{a,m})_{medio} / \xi_{a,1} < (R_{a,m})_{min} / \xi_{a,2}$$

$$\Rightarrow (R_{a,m})_{min} \geq \xi_{a,2} \gamma_{Ra,p} E_d = 1.3 \times 1.2 E_d = 1.56 E_d \quad (2) \quad \text{se } (R_{a,m})_{medio} / \xi_{a,1} > (R_{a,m})_{min} / \xi_{a,2}$$

Impropria applicazione della gerarchia delle resistenze ai tiranti di ancoraggio

CONFRONTO TRA NTC 2008 ED NTC 2018

POSIZIONE DEL CASO DI STUDIO:

- ❑ Si debba progettare un tirante con armatura a trefoli in grado di resistere ad un'azione di progetto (SLU) : $E_d = 1220 \text{ kN}$
- ❑ Il carico limite del bulbo sarà determinato mediante l'esecuzione di prove di carico "di progetto" su 2 tiranti preliminari (n° tiranti di progetto (permanenti) < 80)

VERIFICHE STRUTTURALI**TREFOLO C.A.P. $\varnothing 6/10$ "**

- ❑ *resistenza caratteristica di rottura* : $R_{ak} \approx 260 \text{ kN}$
- ❑ *resistenza caratteristica all'1% di deformazione* : $R_{ak(1\%)} \approx \underline{234 \text{ kN}}$
- ❑ $R_{ad} = N_{SLU} = R_{ak(1\%)} / 1.15 \approx 234 \text{ kN} / 1.15 \approx \underline{203 \text{ kN}}$

TIRANTE A 6 TREFOLI

- ❑ $R_{ak(1\%)} \approx 6 \times 234 \text{ kN} \approx 1400 \text{ kN}$ è la resistenza caratteristica dell'armatura all'1%
- ❑ $R_{ad} = N_{SLU} \approx 6 \times 203 \text{ kN} \approx \underline{1220 \text{ kN}}$ è la resistenza di progetto dell'armatura



Pertanto ai fini della resistenza strutturale sarebbe sufficiente un'armatura con 6 trefoli c.a.p. 6/10"

- azione di progetto $E_d = 1220 \text{ kN}$ resistenza di progetto $R_{ad} \geq 1220 \text{ kN}$
- armatura necessaria ai fini delle verifiche strutturali : $1220 \text{ kN} / 203 \text{ kN} = 6 \text{ trefoli}$

NTC 2018 - Impropria applicazione della gerarchia delle resistenze ai tiranti di ancoraggio

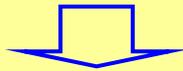
NTC 2018 : HP1

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{ak(1\%)} \geq R_{ad(bulbo)} \quad \text{HP1} \\ R_{ad} > R_{ad(bulbo)} \quad \text{HP2} \end{array} \right.$$

- azione di progetto $E_d = 1220 \text{ kN}$  resistenza di progetto $R_{ad} \geq 1220 \text{ kN}$
- armatura necessaria ai fini delle verifiche strutturali : $1220 \text{ kN} / 203 \text{ kN} = 6$ trefoli

- minimo valore del carico di sfilamento che si deve ottenere da prove di carico:

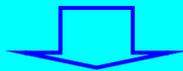
$$(R_{am})_{medio} = 1.68 R_{ad(bulbo)} = 1.68 \times 1220 \text{ kN} = 2050 \text{ kN}$$



armatura necessaria per rispettare la gerarchia delle resistenze (HP 1):
 $1220 \text{ kN} / 234 \text{ kN} = 5.2 \Rightarrow 6$ trefoli

- ma se invece con le prove si fosse raggiunto un carico di sfilamento maggiore, ad esempio:

$$(R_{am})_{medio} = 3200 \text{ kN} \quad R_{ad(bulbo)} = 3200 / 1.68 = 1905 \text{ kN} = 1.56 E_d$$



armatura necessaria per rispettare la gerarchia delle resistenze:
 $1905 \text{ kN} / 234 \text{ kN} = 8.2 \Rightarrow 9$ trefoli (anziché 6)

NTC 2018 - Impropria applicazione della gerarchia delle resistenze ai tiranti di ancoraggio

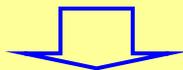
NTC 2018 : HP2

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{ak(1\%)} \geq R_{ad(bulbo)} \\ R_{ad} \geq R_{ad(bulbo)} \end{array} \right. \quad \text{HP 2}$$

- azione di progetto $E_d = 1220 \text{ kN}$  resistenza di progetto $R_{ad} \geq 1220 \text{ kN}$
- armatura necessaria ai fini delle verifiche strutturali : $1220 \text{ kN} / 203 \text{ kN} = 6$ trefoli

- minimo valore del carico di sfilamento che si deve ottenere da prove di carico:

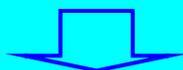
$$(R_{am})_{medio} = 1.68 R_{ad(bulbo)} = 1.68 \times 1220 \text{ kN} = 2050 \text{ kN}$$



armatura necessaria per rispettare la gerarchia delle resistenze:
 $1220 \text{ kN} / 203 \text{ kN} = 6$ trefoli

- ma se invece con le prove si fosse raggiunto un carico di sfilamento maggiore, ad esempio:

$$(R_{am})_{medio} = 3200 \text{ kN} \quad R_{ad(bulbo)} = 3200 / 1.68 = 1905 \text{ kN} = 1.56 E_d$$



armatura necessaria per rispettare la gerarchia delle resistenze:
 $1905 \text{ kN} / 203 \text{ kN} = 9.4 \Rightarrow 10$ trefoli (anziché 6)

IMPROPRIA APPLICAZIONE DELLA GERARCHIA DELLE RESISTENZE NEI TIRANTI DI ANCORAGGIO CONFRONTO TRA NTC 2008 ED NTC 2018

NTC 2018

TREFOLO c.a.p. \varnothing 6/10"

- resistenza caratteristica di rottura : $R_{ak} = 260$ kN
- resistenza caratteristica all'1% : $R_{ak}(1\%) = 234$ kN
- resistenza di progetto : $R_{ak}(1\%)/1.15 = 203$ kN

$$\left. \begin{array}{l} \text{HP1 } R_{ak}(1\%) \\ \text{HP2 } R_{ad} \end{array} \right\} \geq R_{ad(\text{bulbo})}$$

$$R_{ak(\text{bulbo})} = R_{am(\text{medio})} / 1.4$$

$$R_{ad(\text{bulbo})} = R_{am(\text{medio})} / 1.68$$

			GERARCHIA DELLE RESISTENZE BULBO-ARMATURA SECONDO NTC 2018			
			RESISTENZA DI PROGETTO DEL BULBO		GERARCHIA DELLE RESISTENZE	
VERIFICHE STRUTTURALI					HP1	HP2
Ed	Rad	N° trefoli = Rad / 203	$R_{am(\text{medio})}$	$R_{ad(\text{bulbo})} = R_{am(\text{medio})} / 1.68$	$R_{ak}(1\%) > R_{ad(\text{bulbo})}$	$R_{ad} > R_{ad(\text{bulbo})}$
(kN)	(kN)	(-)	(kN)	(kN)	N° trefoli = $R_{ad(\text{bulbo})} / 234$	N° trefoli = $R_{ad(\text{bulbo})} / 203$
1220	≥ 1220	1220/203=6	2050	1220	$1220/234 = 5.2 \Rightarrow 6$	$1220/203 = 6$
			3200	1905	$1905/234 = 8.2 \Rightarrow 9$	$1905/203 = 9.4 \Rightarrow 10$

IMPROPRIA APPLICAZIONE DELLA GERARCHIA DELLE RESISTENZE NEI TIRANTI DI ANCORAGGIO CONFRONTO TRA NTC 2008 ED NTC 2018

NTC 2008

TREFOLO c.a.p. \varnothing 6/10"

- resistenza caratteristica di rottura : $R_{ak} = 260$ kN
- resistenza caratteristica all'1% : $R_{ak}(1\%) = 234$ kN
- resistenza di progetto : $R_{ak}(1\%)/1.15 = 203$ kN

$$R_{ak(bulbo)} = R_{am(medio)} / 1.4$$

$$R_{ad(bulbo)} = R_{am(medio)} / 1.68$$

$$R_{ak(1\%)} \geq \begin{cases} R_{a,m}(\text{medio}) & \text{HP1} \\ R_{ak}(\text{bulbo}) & \text{HP2} \\ R_{ad}(\text{bulbo}) & \text{---} \end{cases}$$

			GERARCHIA DELLE RESISTENZE BULBO-ARMATURA SECONDO NTC 2008			
			RESISTENZA DI PROGETTO DEL BULBO		GERARCHIA DELLE RESISTENZE	
VERIFICHE STRUTTURALI					HP1	HP2
Ed	Rad	N° trefoli = Rad / 203	$R_{am(medio)}$	$R_{ad(bulbo)}$ $R_{ak(bulbo)}$	$R_{ak(1\%)} > R_{am(medio)}$ N° trefoli = $R_{am(medio)}/234$	$R_{ak(1\%)} > R_{ak(bulbo)}$ N° trefoli = $R_{ak(bulbo)}/234$
(kN)	(kN)	(-)	(kN)	(kN)		
1220	≥ 1220	1220/203=6	2050	$R_{ad(bulbo)} = 1220$	2050/234 = 8.76 \Rightarrow 9	1464/234 = 6.3 \Rightarrow 7
				$R_{ak(bulbo)} = 1464$		
			3200	$R_{ad(bulbo)} = 1905$	3200/234 = 13.6 \Rightarrow 14	2286/234 = 9.8 \Rightarrow 10
				$R_{ak(bulbo)} = 2286$		

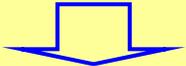
Ma supponiamo ora che NTC 2018 debba essere interpretata, come si può anche dedurre dall'ambiguo richiamo al "*valore massimo della resistenza di progetto dell'ancoraggio*", in continuità con NTC 2008, confrontando la resistenza dell'armatura $R_{ak(1\%)}$ con le resistenze misurate durante le prove riferite al valor medio $R_{am(medio)}$: $R_{ak(1\%)} \geq R_{am(medio)}$ (N.B. la norma parla di valor massimo)

- azione di progetto $E_d = 1220 \text{ kN}$  resistenza di progetto $R_{ad} \geq 1220 \text{ kN}$
- armatura necessaria ai fini delle verifiche strutturali : $1220 \text{ kN} / 203 \text{ kN} = 6$ trefoli

❑ minimo valore del carico medio di sfilamento che si deve ottenere da prove di carico:

$$(R_{am})_{medio} = 1.68 R_{ad(bulbo)} = 1.68 \times 1220 \text{ kN} = 2050 \text{ kN}$$



 armatura necessaria per rispettare la gerarchia delle resistenze:
 $2050 \text{ kN} / 234 \text{ kN} = 8.76 \Rightarrow 9$ trefoli (anziché 6 trefoli)

❑ ma se invece con le prove si fosse raggiunto un carico di sfilamento maggiore, ad esempio:

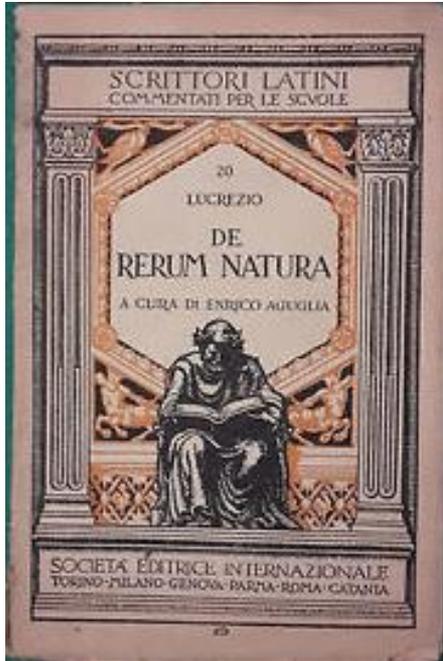
$$(R_{am})_{medio} = 3200 \text{ kN}$$

$$R_{ad(bulbo)} = 3200 / 1.68 = 1905 \text{ kN} = 1.56 E_d$$



 armatura necessaria per rispettare la gerarchia delle resistenze:
 $3200 \text{ kN} / 234 \text{ kN} = 13.6 \Rightarrow 14$ trefoli (anziché 6)

SUL PERCHÉ UNA NORMA POSSA CONTENERE PRESCRIZIONI CHIARAMENTE ASSURDE (LA GERARCHIA DELLE RESISTENZE TRA BULBO ED ARMATURA NEL PROGETTO DI TIRANTI)



οὐδέν ἐξ οὐδενός

Empedocle, Περὶ Φύσεως - - V sec. a. C.



Agrigento, Tempio di Giunone
V sec. a.C.

“Ex nihilo, nihil”

Lucrezio, De rerum natura - I sec a.C.

che possiamo parafrasare in vari modi, tra loro equivalenti:

“La vita deve precedere la legge”

“La buona prassi progettuale deve sottendere la stesura della norma”

*“Non puoi aspettarti nulla di buono
da persone incompetenti e presuntuose”*

APPROCCIO CRITICO AD N.T.C. 2018

RIFLESSIONI CONCLUSIVE

NTC 2018 : UNA SINTESI CRITICA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti

NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018

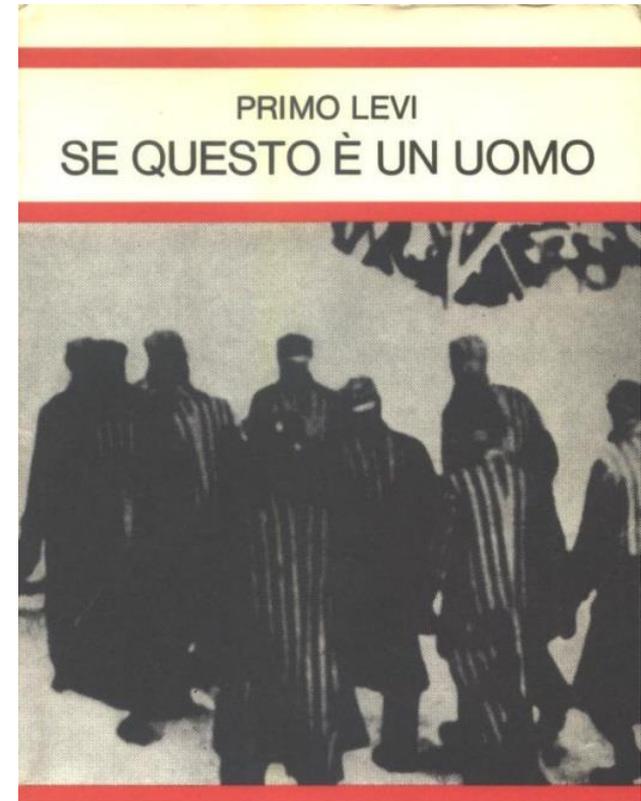
DM Infrastrutture 17 gennaio 2018
pubblicato su S.O. n. 8 alla G.U. 20 febbraio 2018, n. 42

Presentazioni di:
Massimo Sessa
Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Emanuele Renzi
Coordinatore del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici
Franco Braga
Coordinatore del Gruppo di lavoro incaricato di redigere la Circolare
esplicativa delle NTC
Armando Zambrano
Presidente Consiglio Nazionale Ingegneri

DOWNLOAD

- Banca dati digitale di tutte le Norme Tecniche precedenti
- Le nuove Linee Guida del calcestruzzo strutturale
- Le nuove Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante



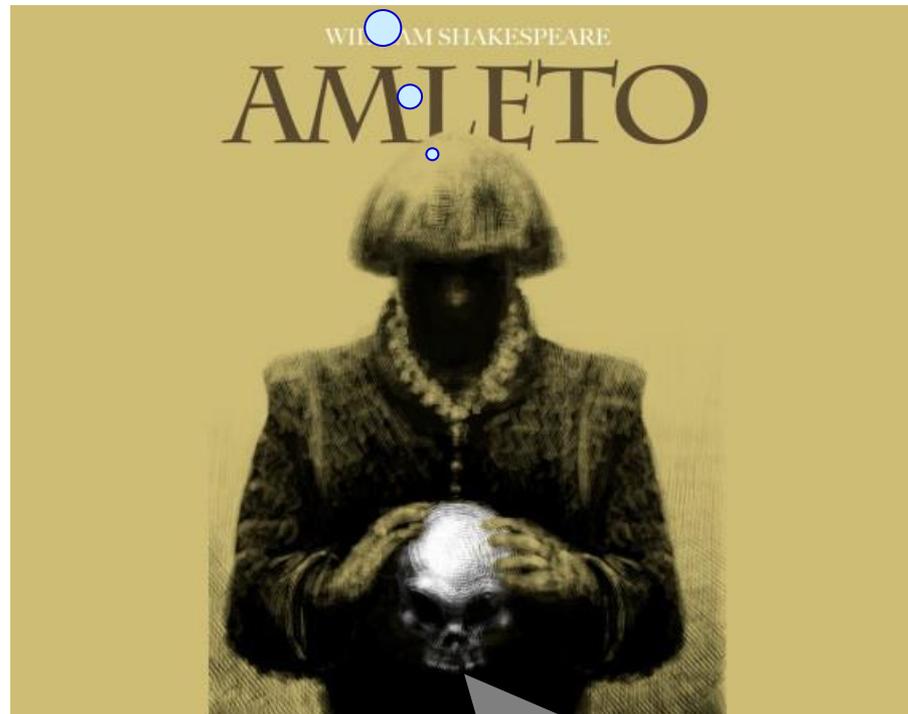


GIULIO EINAUDI EDITORE

Parafrasando Levi :
" se questa è una Norma ... "

NTC 2018 : UNA SINTESI CRITICA

Meh, teschio, ma tu l'hai capita bene questa normativa ?



Non me ne parlare.
Leggendola mi è venuto il mal di testa.

*Vuoi giocare a fare una
normativa "fantastica" ?*

*Che bello ! Perché non la
chiamiamo NTC 2018 ?*





ACCADEMIA DELLA CRUSCA

..... dal 1583

Uno storico baluardo a difesa della lingua e della cultura italiana

L'Accademia non ha fatto mancare il suo monito in occasione della emanazione delle NTC 2018



ACCADEMIA DELLA CRUSCA

Villa Medicea di Castello
Via di Castello, 46 - 50141 Firenze
Tel. 055 454277/8 - Fax 055 454279
www.accademiadellacrusca.it

Firenze, 20 Febbraio 2018

A Sua Eccellenza

Il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti
della Repubblica Italiana

AVETE USCITO UNA NORMATIVA
CHE ERA MEGLIO SE NON LA
USCIVATE.



ACCADEMIA DELLA CRUSCA

Il Presidente

Crusco de Cruscantis

EUROCODICI & COMUNITA' EUROPEA
RIFLESSIONI IN LIBERTÀ : PERCHÉ ?

Ma siamo proprio sicuri che sia stato utile azzerare le tradizioni ingegneristiche di ogni Paese, così intimamente connesse alla storia della Nazione ed alle specifiche peculiarità del suo territorio, livellando ogni originalità vitale su un unico modello di riferimento, asettico perché concepito a tavolino e quindi non ancorato alla graduale evoluzione delle conoscenze e della tecnica maturata nei secoli in un peculiare contesto geografico, storico e sociale, che è unico ed irripetibile per ogni Paese ?

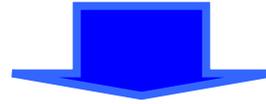


"REDUCTIO AD UNUM"

.... sempre riaffiora la gnosi, con uno dei suoi principi fondanti, e le sue multiformi espressioni storiche

EUROCODICI & COMUNITA' EUROPEA
RIFLESSIONI IN LIBERTA' : LA SCELTA

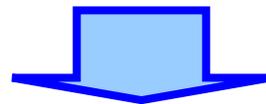
COMUNITÀ EUROPEA
& EUROCODICI ?



PURTROPPO (PER ORA) NON POSSIAMO FARNE A MENO
PERÒ MANEGGIARE CON CURA



COMUNITÀ EUROPEA
& EUROCODICI ?



NO GRAZIE !
PREFERIAMO RESTARE LIBERI E CON LA NOSTRA IDENTITÀ



LA SCELTA OBBLIGATA, OGGI

LA SPERANZA / L'OBBIETTIVO



“Per liquidare un popolo si comincia con il privarli della memoria.

Si distruggono i loro libri, la loro cultura, la loro storia.

E qualcun'altro scrive loro altri libri, li fornisce di un'altra cultura, inventa per loro un'altra storia.

Dopo di che il popolo comincia lentamente a dimenticare quello che è e quello che è stato.

Ed il mondo intorno a lui lo dimentica ancora più in fretta.”

M. Kundera

monito / riflessione



SEGUE UNA SERIE DI IMMAGINI DI CAPOLAVORI
DELL'ARTE ITALIANA

(ARCHITETTURA, SCULTURA E PITTURA)

DAL PERIODO DELLA MAGNA GRECIA AL 1700

sottofondo musicale del "Nabucco"



Venere di Capua – copia marmorea di statua in bronzo del IV secolo a.c.



Tempio della Concordia – Agrigento - V secolo a.c.



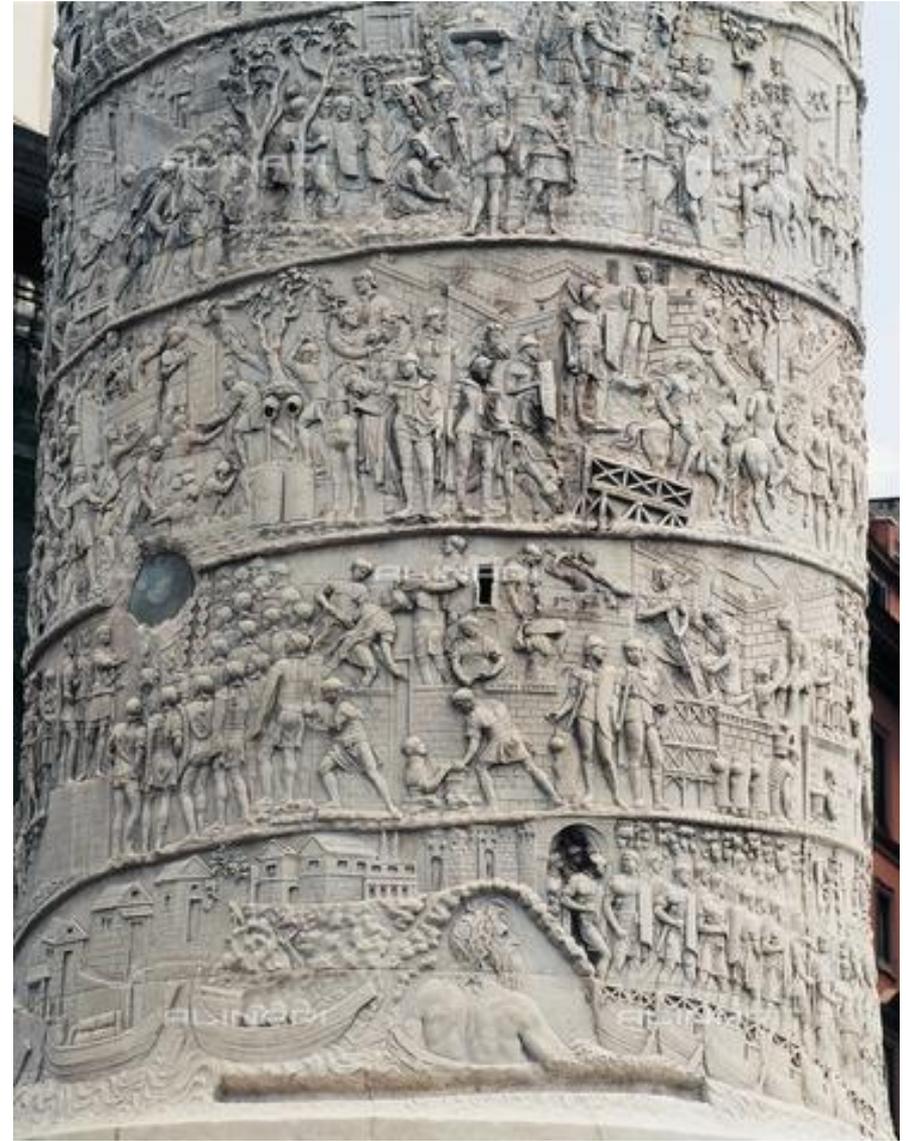
Acquedotto romano di Pont du Gard - anno 17 a.c

Panteon, Roma - I secolo a.c.





Ara Pacis Augustea - I secolo d.c.



Colonna Traiana, Roma - Il secolo d.C.



Regina Viarum (Via Appia) - IV- III secolo a.C.

I romani costruirono oltre 100.000 km di strade lastricate, e 150.000 km in terra battuta



Ravenna, Basilica di Sant'Apollinare in Classe - VI secolo





Reggio Calabria, La Cattolica di Stilo - X secolo



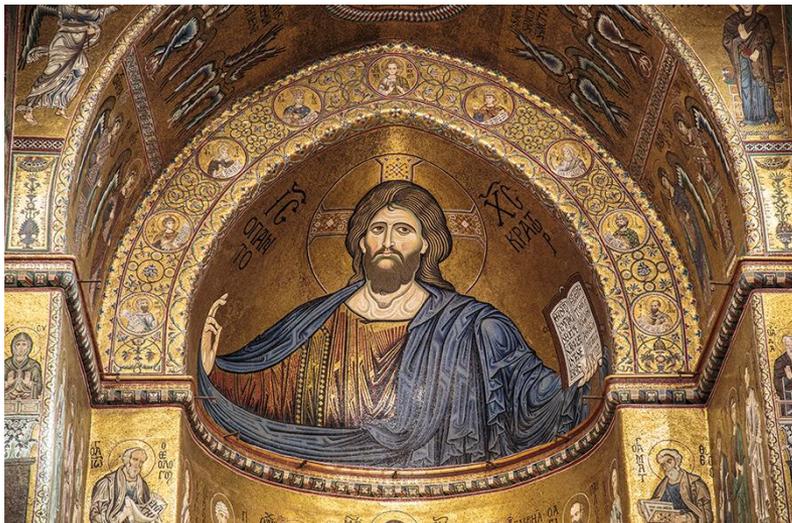


Duomo di Cefalù - XII secolo

Mosaico absidale con Cristo Pantocrator



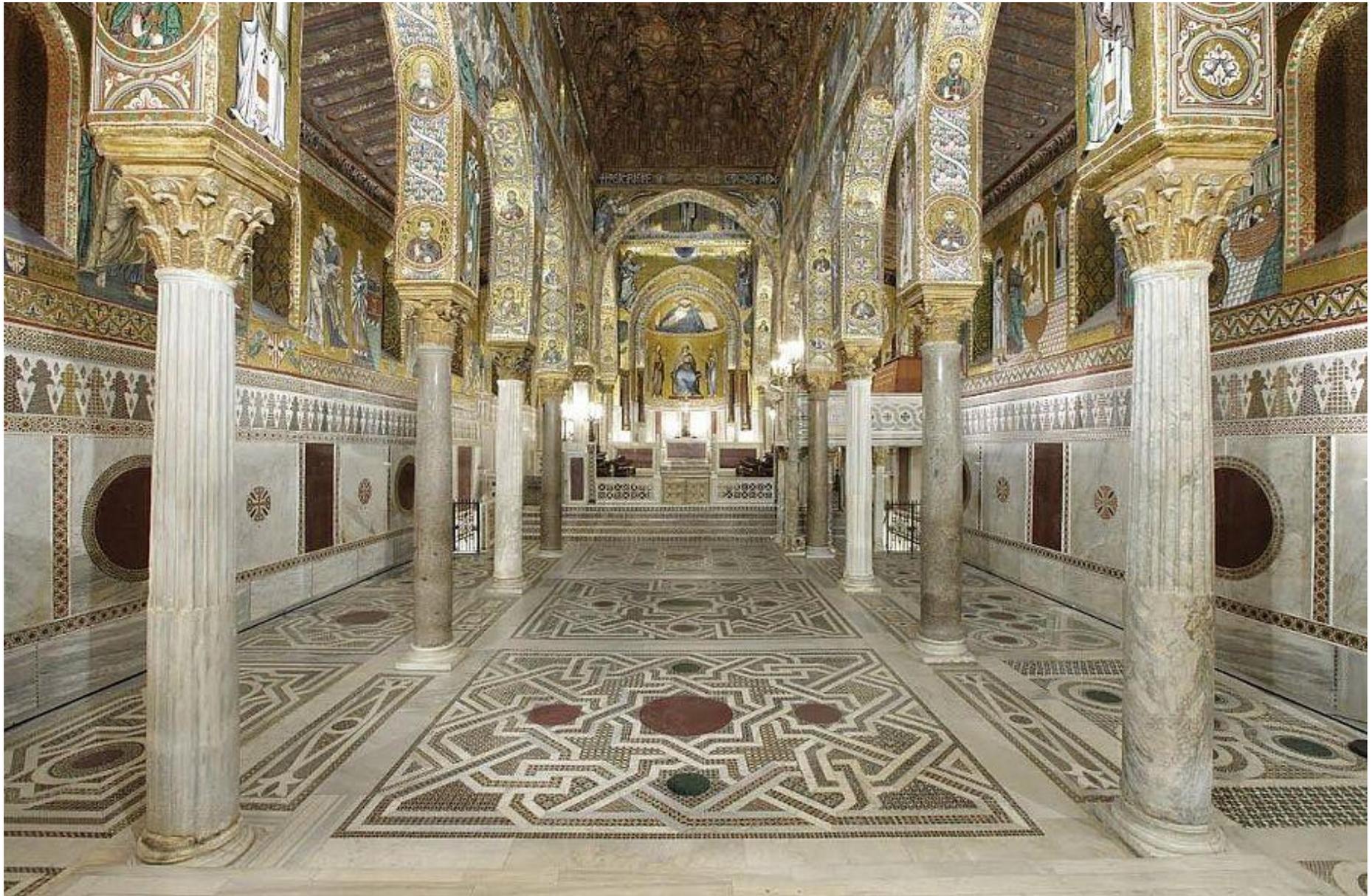
Duomo di Monreale, Palermo – XII secolo
Facciata ed esterno dell'abside



Mosaico absidale con Cristo Pantocrator



Chiostro di Monreale, Palermo – XII secolo



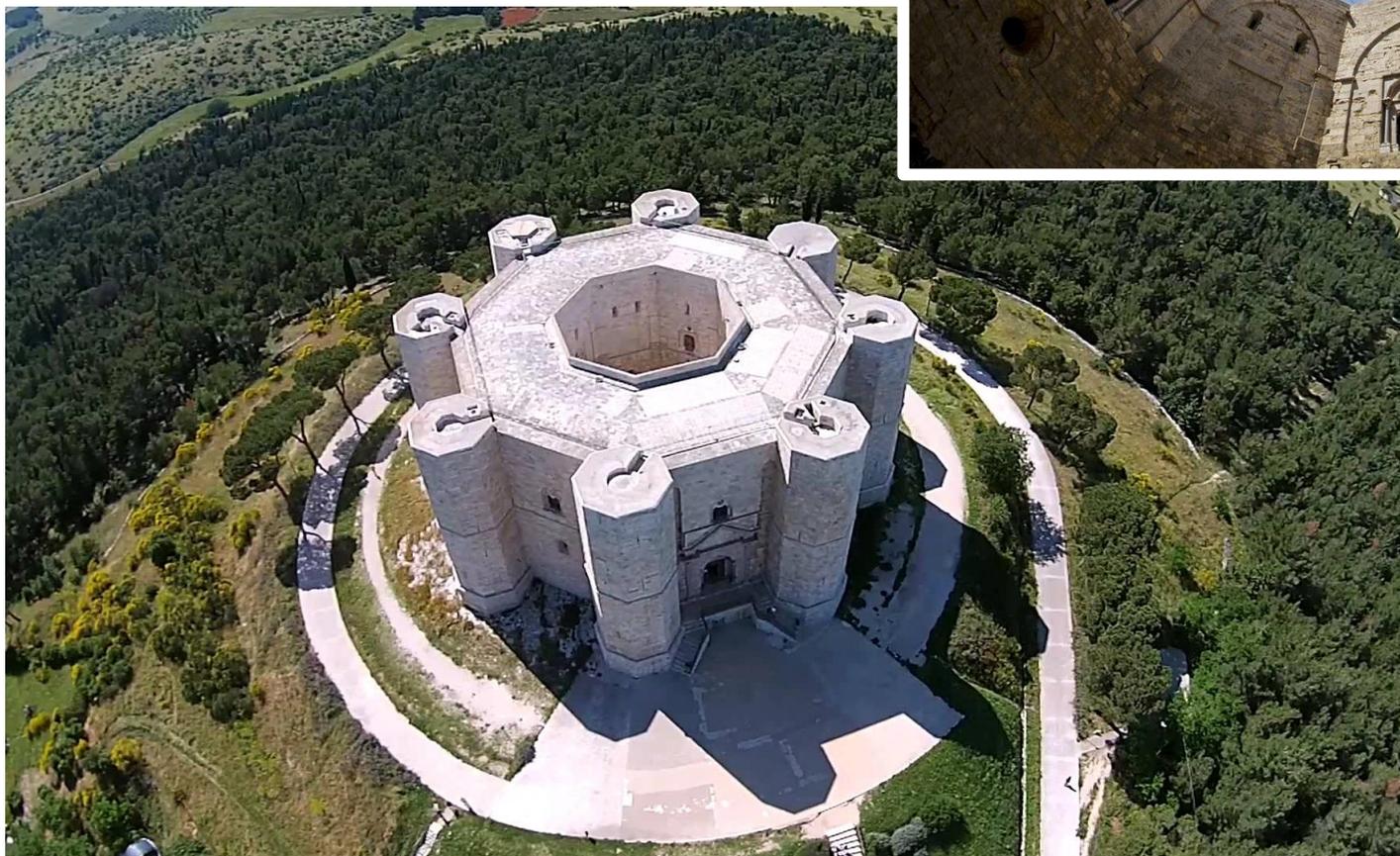
Cappella palatina, Palermo XII secolo

Cattedrale di Trani - XII secolo



Basilica di San Nicola, Bari - XI secolo

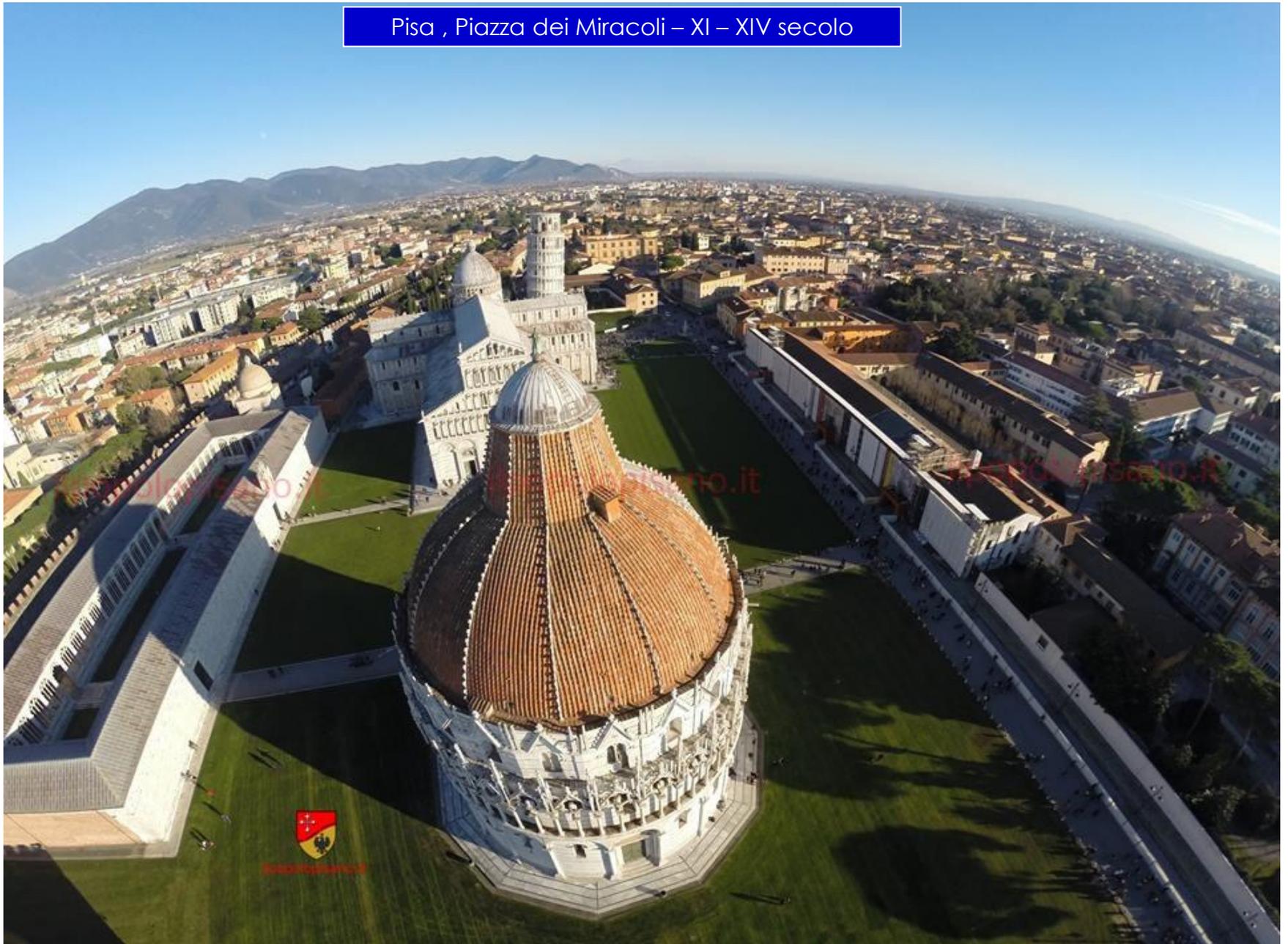
Bari, Castel del Monte - XIII secolo



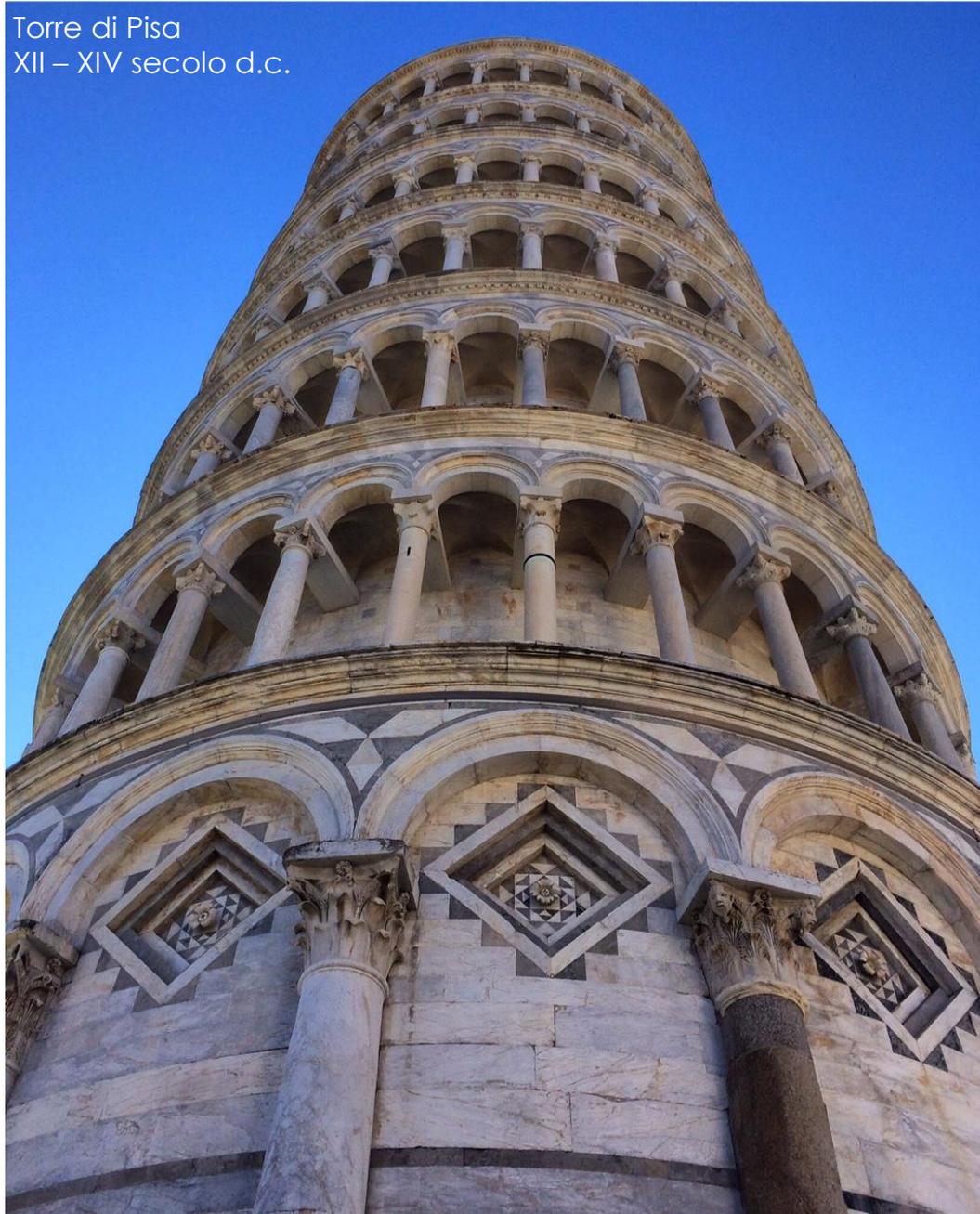
Duomo di Amalfi X – XIII secolo



Pisa , Piazza dei Miracoli – XI – XIV secolo

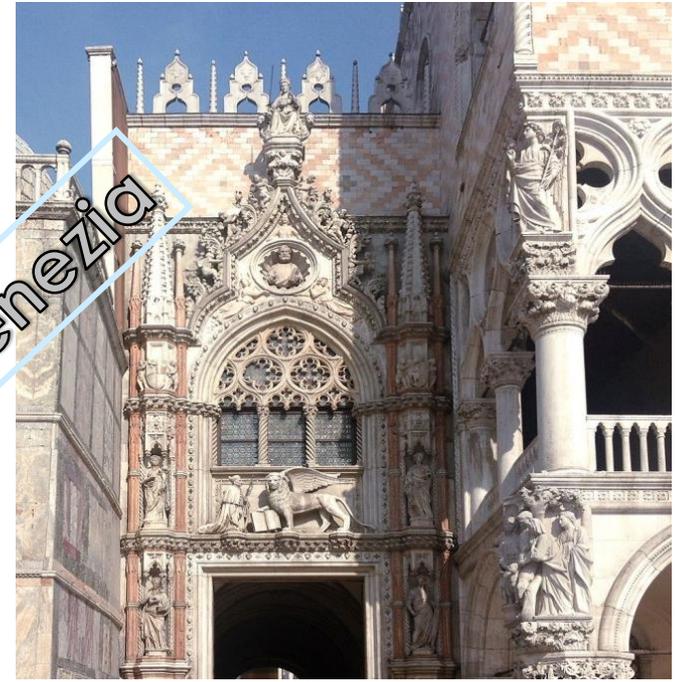


Torre di Pisa
XII – XIV secolo d.c.





L'Aquila , Basilica di Santa Maria in Collemaggio - XIII secolo



Solo per ricordare che c'è anche Venezia





Firenze, Duomo di Santa Maria del Fiore - XIII – XV secolo





Giotto (1267–1337)
Cappella degli Scrovegni, Padova



Cimabue (1240-1302)
La Maestà di Assisi (sopra)
La Maestà del Louvre (a sinistra)





Duomo di Orvieto XIII – XV secolo



Duomo di Milano XVI – XIX secolo



Certosa di Pavia - XIV secolo





Filippo Lippi (1406 - 169) – Annunciazione e Madonna "lippina"



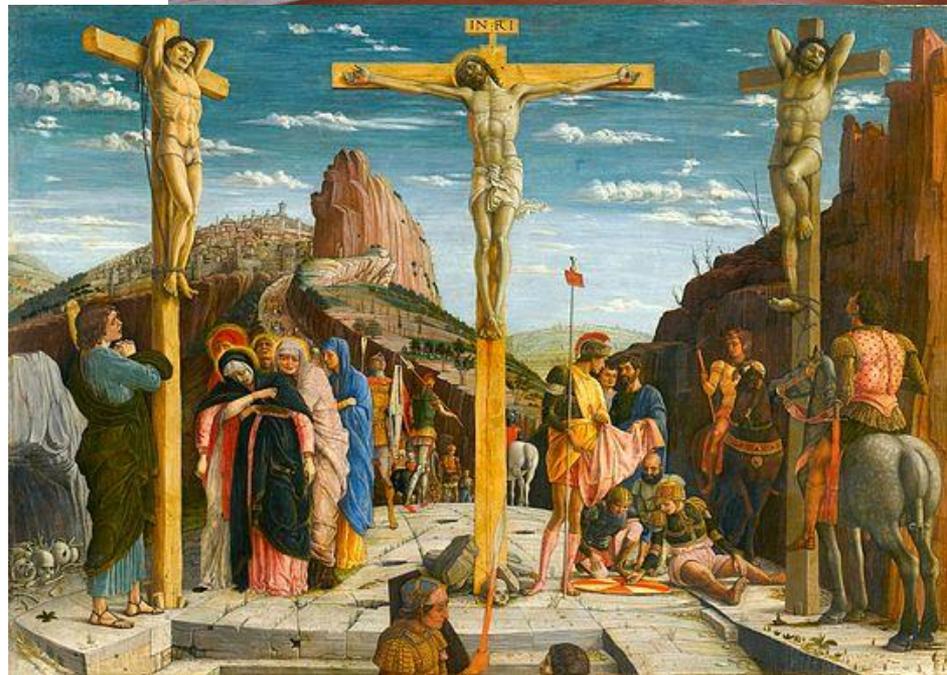


Martirio di San Sebastiano (sopra)
Crocifissione (a destra)

Andrea Mantegna (1431 – 1506)



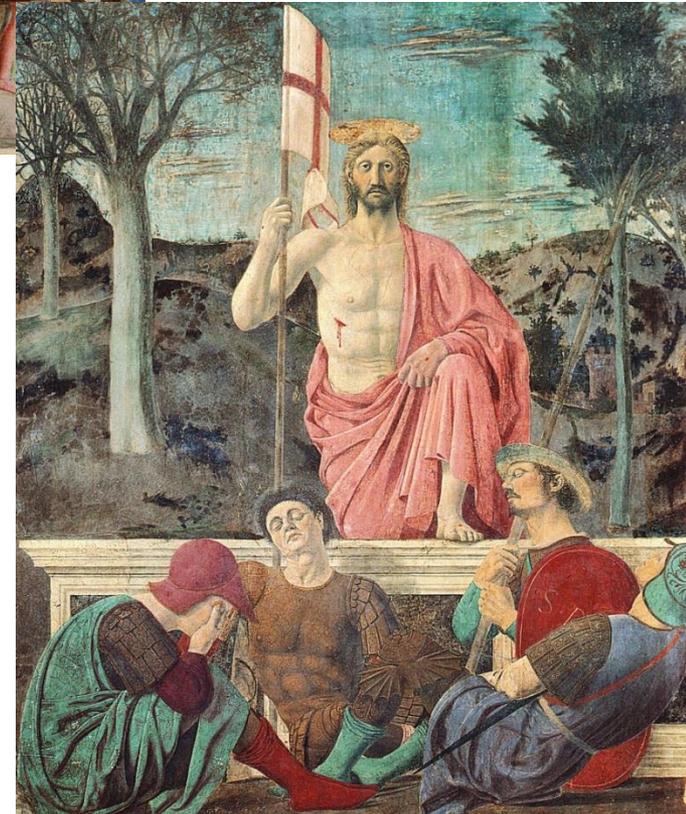
Camera degli sposi - Palazzo ducale di Mantova





Resurrezione

La battaglia di Eracleo e Cosroe



La città ideale



Piero della Francesca (1416 – 1492)



Sandro Botticelli (1445-1510) – Primavera

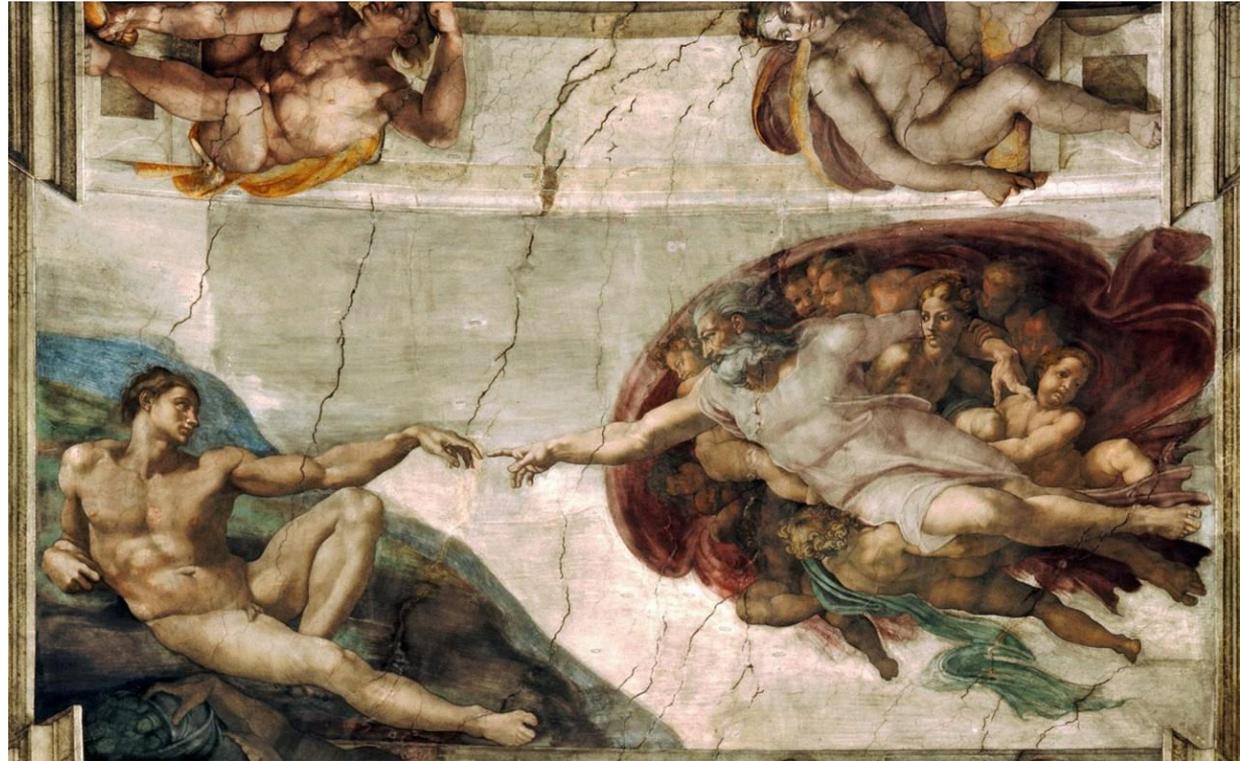




Sandro Botticelli (1445-1510) – La nascita di Venere e Ritratto di giovane donna







Michelangelo Buonarroti 1475 - 1564



Piazza del Campidoglio, Roma – XVI secolo



Palazzo Farnese Caprarola, Viterbo - XVI secolo





Chiesa di San alle 4 fontane, Roma - XVII secolo



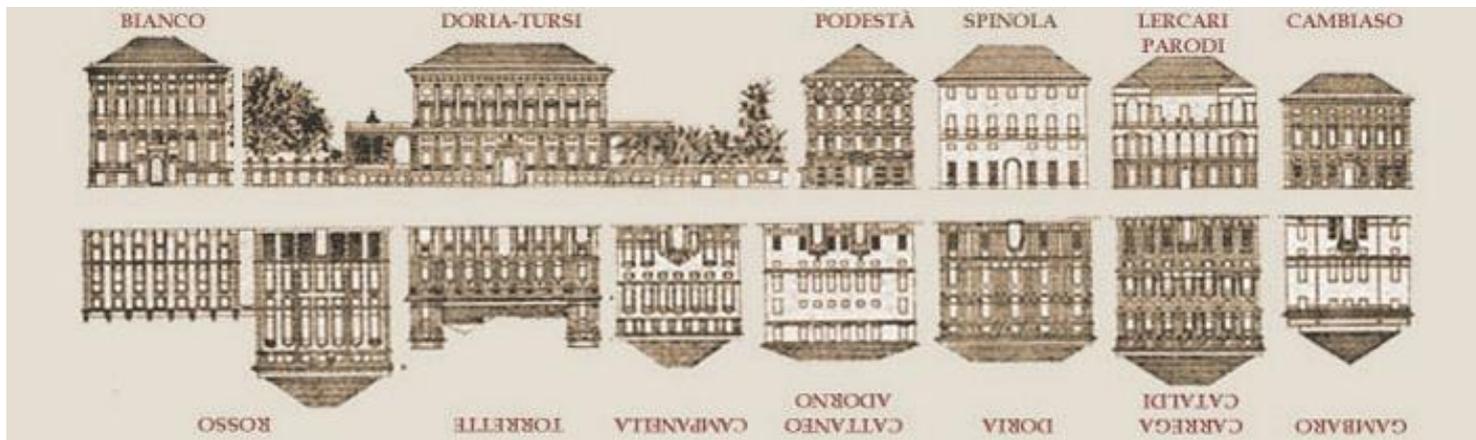
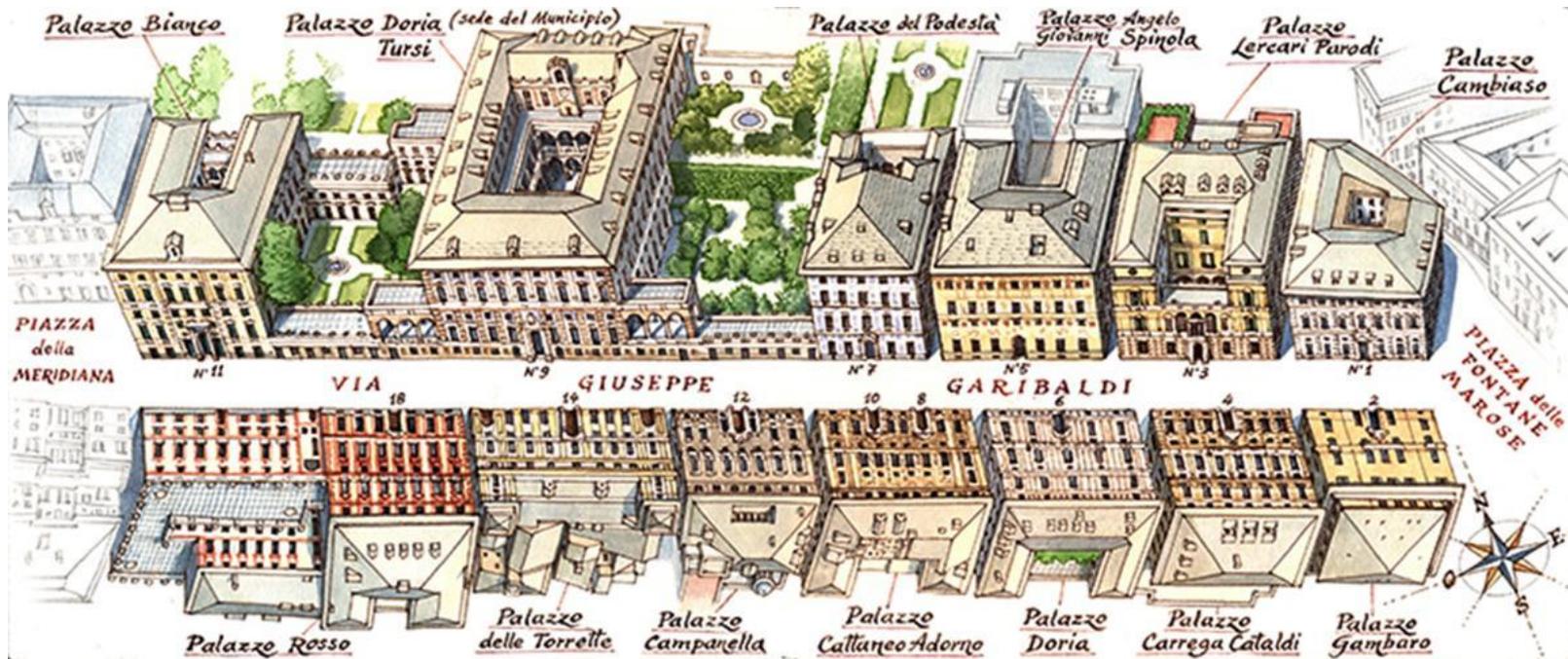
Piazza Navona, Roma - XVII secolo







I "ROLLI" DI VIA NUOVA A GENOVA





GENOVA - I PALAZZI DI VIA NUOVA/GARIBALDI (1550 - 1600/1716)





Genova – Palazzo Rosso (XVII secolo)
Facciata ed interni





Genova - Palazzo Doria Tursi (XVI secolo)



Palazzo Doria Tursi e palazzo Rosso visti dal giardino pensile di Palazzo Bianco

Palazzo Doria Tursi - Scalone e cortile interno





Madonna del cardellino



Madonna belvedere

Raffaello Sanzio (1483-1520)



Raffaello Sanzio (1483-1520)
Incendio di borgo (sopra) – Sposalizio della Vergine (a sinistra)



Caravaggio (1571 – 1610)
Il baro (accanto) e La vocazione di Matteo (sotto)





Canaletto (1697 – 1768)
Ingresso al Canal Grande e la Riva degli Schiavoni



Scalinata di Trinità dei Monti XVII – XVIII secolo





Duomo di San Giorgio a Ragusa – XVIII secolo





© GIUSY VACCARO
photography

Duomo di San Giorgio a Modica – XVIII secolo



Palazzina di caccia di Stupinigi – XVIII secolo



Basilica di Superga - XVIII secolo





Reggia di Caserta - XVIII secolo





Reggia di Caserta - XVIII secolo



L'ITALIA NEL 1815

55



ITALIA
PIU' DI 2000 ANNI
DI CIVILTA'

FINE

Preferiamo sbagliare da soli!