



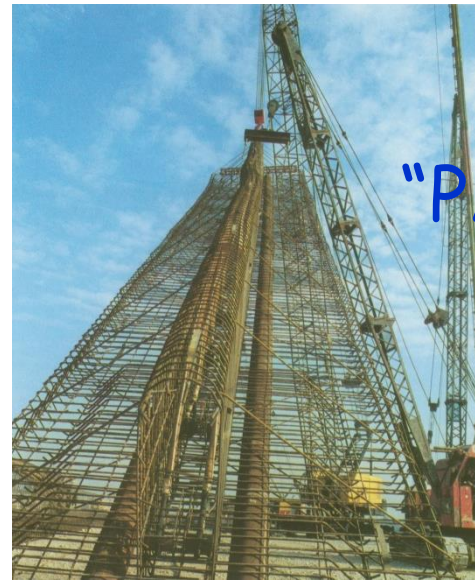
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari

# "PARATIE MULTIANCORATE"

(progetto, applicazioni e tecnologie)  
4ª Edizione

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

Bari, 22-29 Gennaio / 05-12-19 Febbraio 2019  
Sede Ordine Ingegneri Bari



## 1ª SESSIONE

Introduzione - Campi di applicazione - Metodi di calcolo/1  
Bari, 22 Gennaio 2019

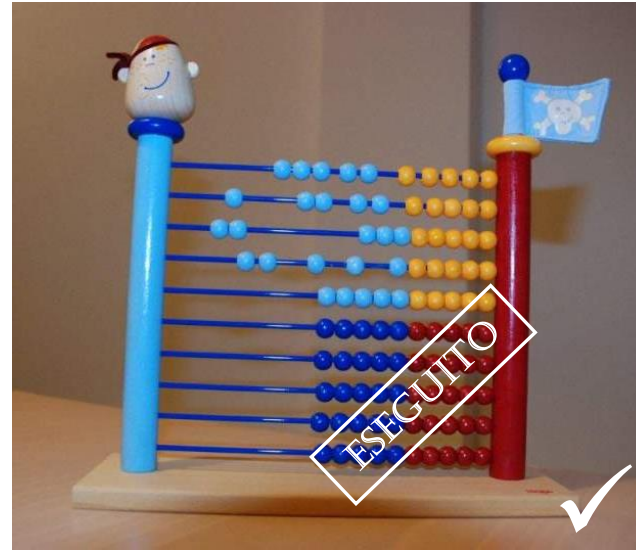


ESEGUITO

AVANZAMENTO  
LAVORI

## 2ª SESSIONE

Metodi di calcolo/2 - Software di calcolo  
Bari, 29 Gennaio 2019



ESEGUITO

## 3ª SESSIONE

Verifiche di stabilità  
Aspetti esecutivi  
Bari, 5 Febbraio 2019



## 4ª SESSIONE

Normative - Monitoraggio  
Aspetti contrattuali  
Bari, 12 Febbraio 2019



## 5ª SESSIONE

Tiranti di ancoraggio  
Bari, 19 Febbraio 2019

# "PARATIE MULTIANCORATE"

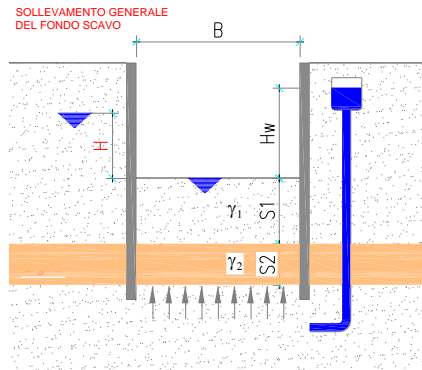
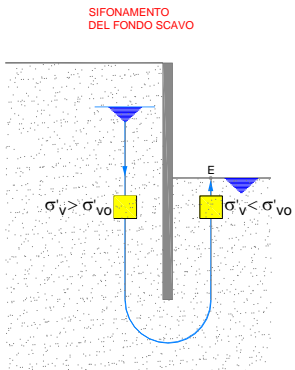
(progetto, applicazioni e tecnologie)

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

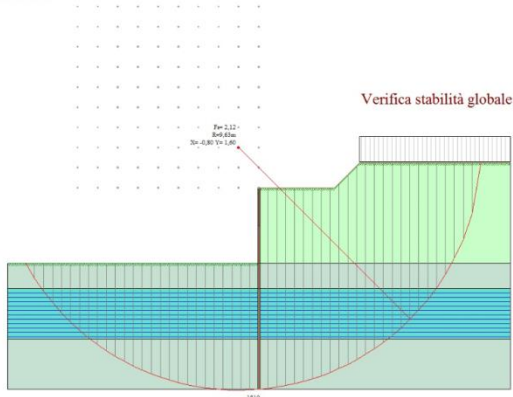
## 3<sup>a</sup> SESSIONE

### Verifiche di stabilità - Aspetti esecutivi

Bari, 5 Febbraio 2019



tia generica a tratti



## **1ª SESSIONE** : 22 Gennaio 2019

1. INTRODUZIONE AL CORSO
2. CAMPI DI APPLICAZIONE E TIPOLOGIE DELLE "OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI"
3. METODI DI CALCOLO : PARTE PRIMA

ESEGUITO



## **2ª SESSIONE** : 29 Gennaio 2019

4. METODI DI CALCOLO : PARTE SECONDA
  - Metodi di calcolo "a rottura" : terreno rigido-plastico
  - Esercitazioni con risoluzione di paratie a sbalzo e con tirante senza ausilio di computer
  - Metodi di calcolo con terreno discreto elasto-plastico
5. APPROCCIO CRITICO AI SOFTWARE DI CALCOLO GEOTECNICO

ESEGUITO



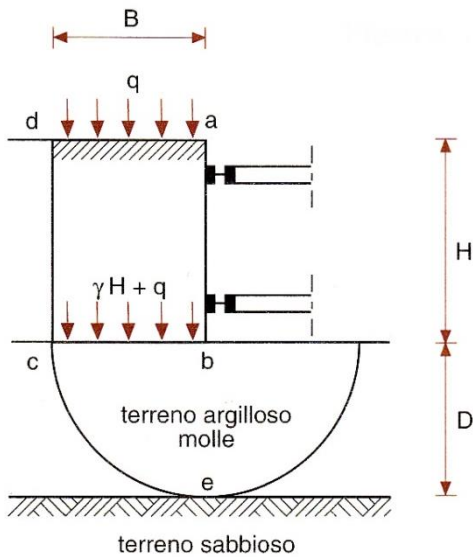
## **3ª SESSIONE** : 5 Febbraio 2019

6. STABILITA' DEL FONDO SCAVO
7. STABILITA' GLOBALE
8. ASPETTI ESECUTIVI
  - Paratie in c.a. gettate in opera
  - Paratie in c.a. prefabbricate
  - Diaframmi di pali
  - Berlinesi di micropali e tiranti
  - Palancolate metalliche



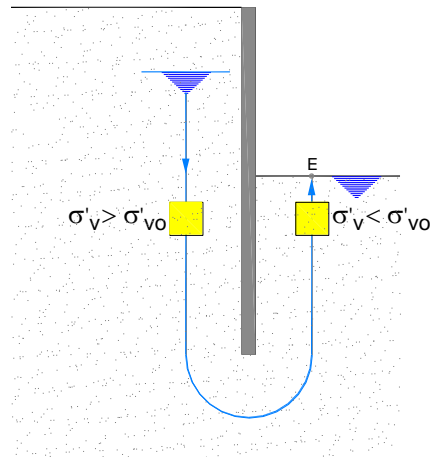
PROGRAMMA

# STABILITÀ DEL FONDO SCAVO

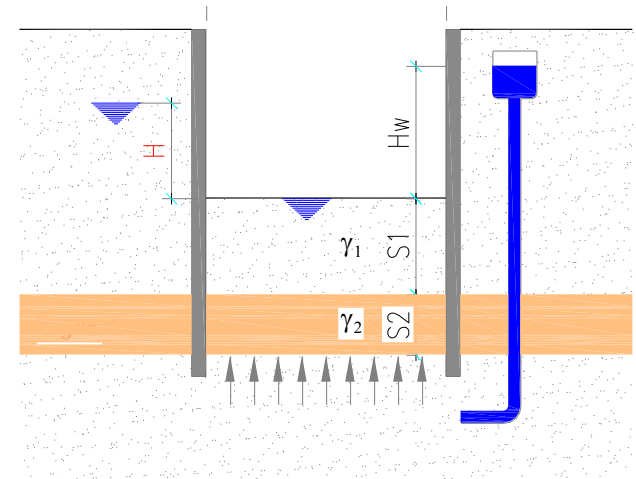


fuori falda

## SIFONAMENTO



## SOLLEVAMENTO DEL FONDOSCAVO



in falda

Manca la paratia propriamente detta

SCAVO FUORI FALDA



SCAVI SBADACCHIATI  
(terreni coesivi teneri)

*Possibile "rottura" con  
sollevamento del fondo  
(per deficit di capacità  
portante inversa)*

STABILITA' DEL  
FONDO SCAVO

SCAVO IN FALDA

Filtrazioni consentite



*Sifonamento*



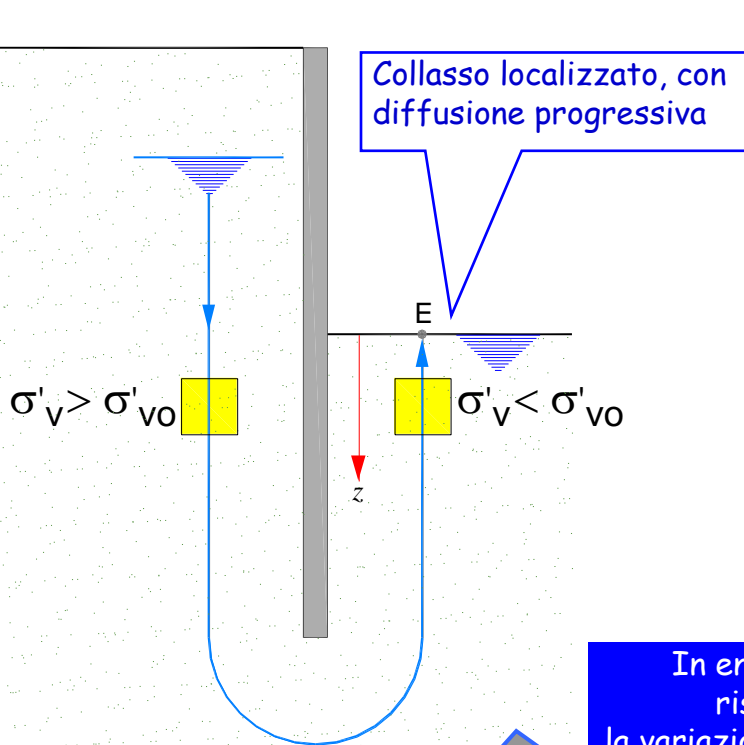
Filtrazioni non consentite



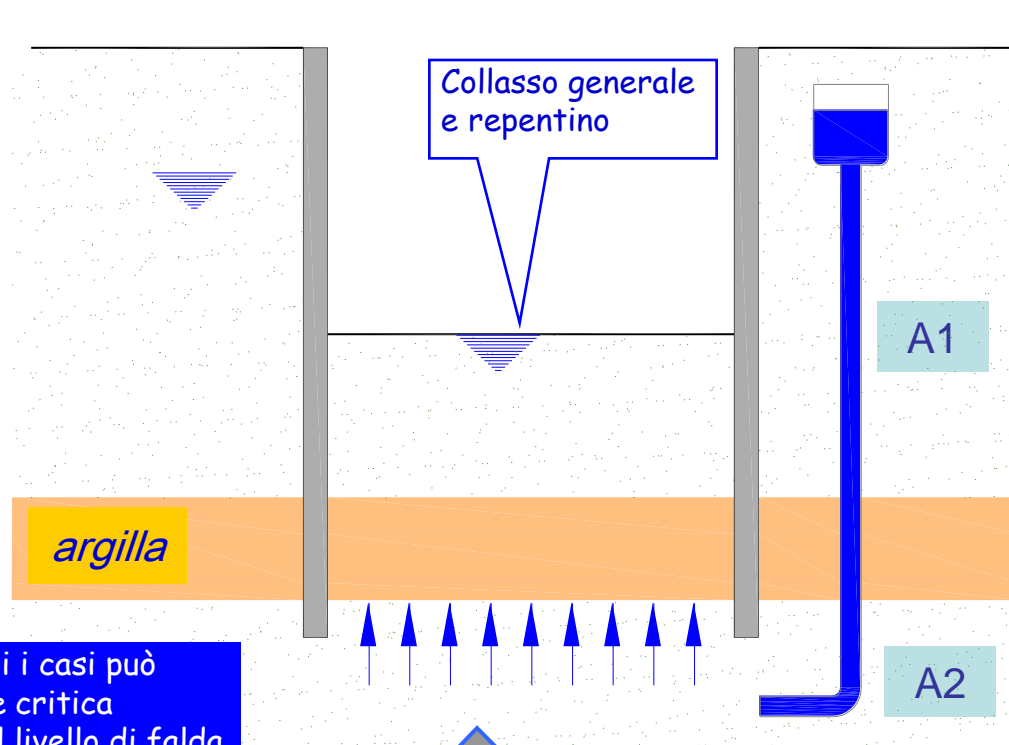
*Sollevamento generale  
del fondo scavo*

## STABILITA' DEL FONDO SCAVO SCAVO IN FALDA

### FILTRAZIONI CONSENTITE : SIFONAMENTO



### FILTRAZIONI NON CONSENTITE : SOLLEVAMENTO DEL FONDO SCAVO





In entrambi i casi può risultare critica la variazione del livello di falda

Le portate filtranti non si esauriscono al termine dello scavo.  
Assume rilevanza anche la valutazione delle portate filtranti ed il loro emungimento.

Le portate filtranti si esauriscono al termine dello scavo.  
L'emungimento delle portate filtranti ha rilevanza marginale.

## SCAVI IN FALDA FALDA : PRINCIPALI PROBLEMATICHE

- ❑ Sicurezza delle maestranze
- ❑ Interferenza con le opere adiacenti
- ❑ Aggottamento e/o filtrazioni residue
- ❑ **Stabilità del fondo scavo**  **sollevamento (assenza di filtrazioni)**  
 **sifonamento (presenza di filtrazioni)**
- ❑ Salvaguardia dell'acquifero
- ❑ Controlli e monitoraggi
- ❑ Costi e tempi di costruzione



*N.B. La stabilità del fondo scavo è solo uno degli aspetti della progettazione di uno scavo in presenza di falda :*

FILTRAZIONI  
CONSENTITE

- Sifonamento del fondo scavo
- Spinte sulle opere di sostegno
- Cedimenti di consolidazione indotti al contorno, per la depressione della piezometrica
- Acqua nello scavo (portate da emungere e punti di recapito)

**INTERAZIONE FALDA / STRUTTURE**  
in fase di costruzione / esercizio

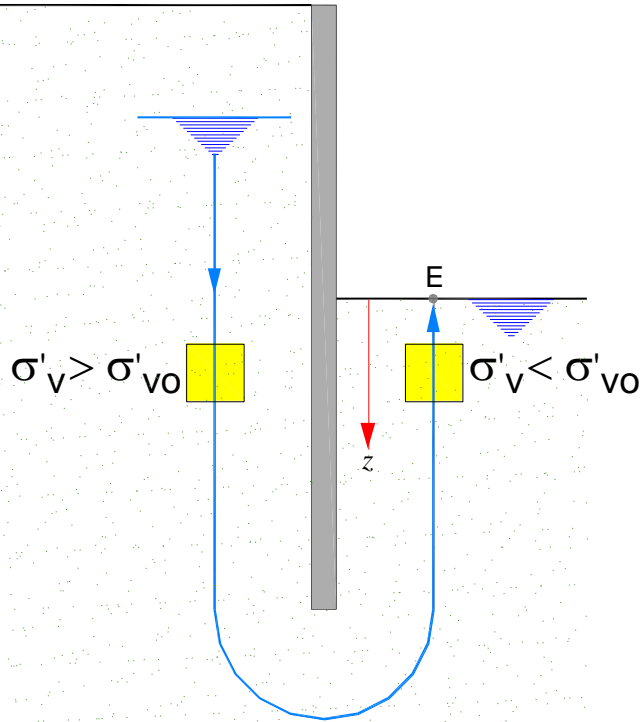


PROGETTO DI  
UNO SCAVO IN FALDA

FILTRAZIONI NON  
CONSENTITE

- Sollevamento generale del fondo scavo
- Spinte sulle opere di sostegno
- Problemi indotti dalla modifica della piezometrica (generalmente con innalzamento)

## FILTRAZIONI CONSENTITE : TEORIA DEL SIFONAMENTO



In presenza di filtrazioni, a monte ed a valle risulta:

$$\sigma'_v = \sigma'_{v0} - i \gamma_w z \quad (1)$$

essendo  $z =$  carico piezometrico

$i = dh/dl$  gradiente idraulico

con  $i < 0$  a monte,  $i > 0$  a valle)

A valle della paratia  $\sigma'_{v0} = \gamma' z$  e quindi la (1) si può scrivere :

$$\sigma'_v = (\gamma' - i \gamma_w) z \Rightarrow \sigma'_v = 0 \text{ quando:}$$

$$i = i_c = \frac{\gamma'}{\gamma_w} \approx 1$$

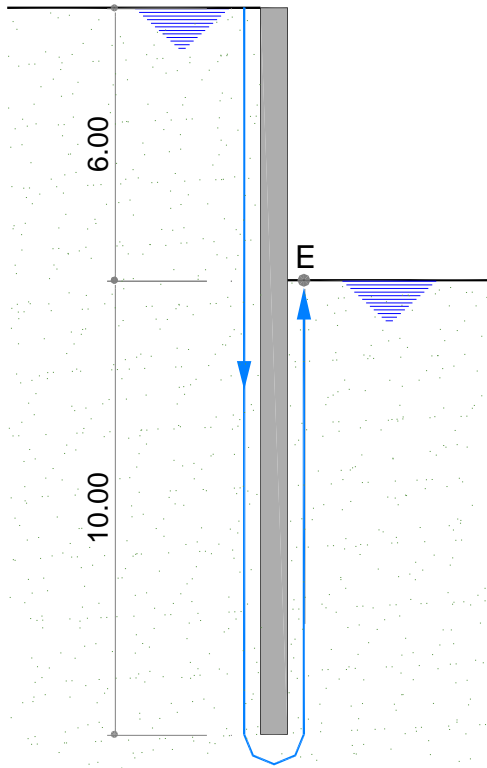
$i_c =$  gradiente di efflusso critico

Posto  $i_E$  il gradiente di efflusso in E, risulta :

$$F = \frac{i_c}{i_E} \approx \frac{1}{i_E}$$

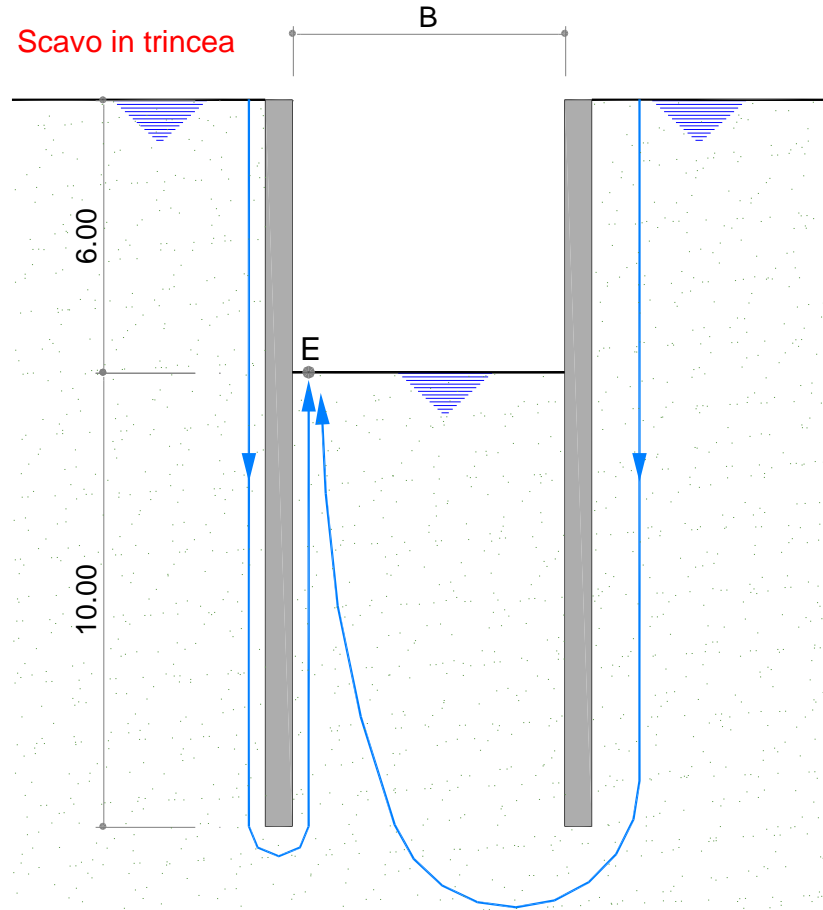
## SIFONAMENTO : IMPORTANZA DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO

Scavo indefinito



$$F = \frac{i_c}{i_E} = \frac{1}{0.2} = 5$$

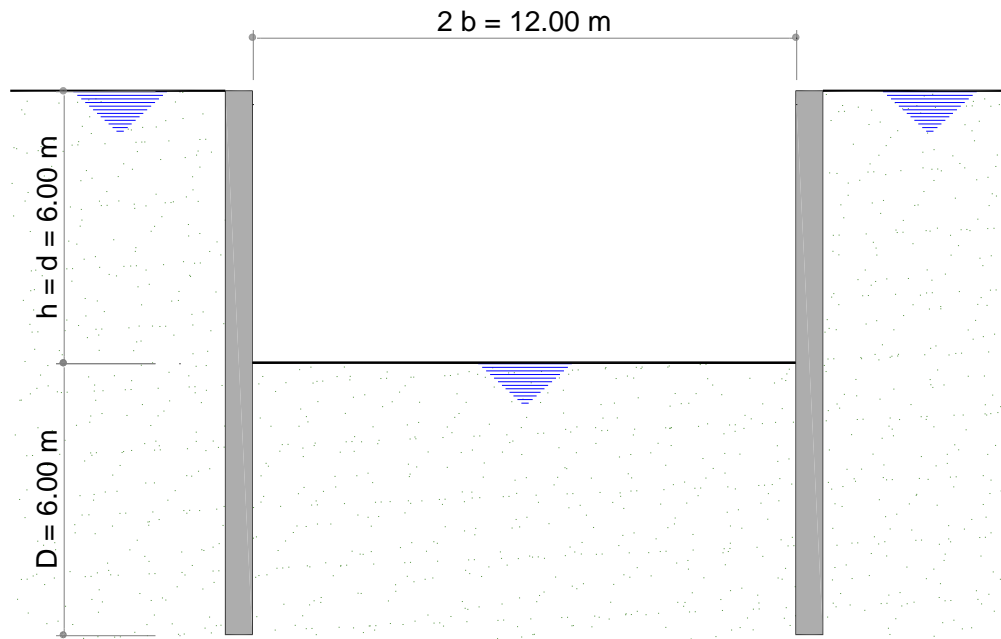
Scavo in trincea



$$B = 12.00m \Rightarrow F = \frac{i_c}{i_E} = \frac{1}{0.37} = 2.69$$

$$B = 6.00m \Rightarrow F = \frac{i_c}{i_E} = \frac{1}{0.42} = 2.38$$

FILTRAZIONI ENTRO LO SCAVO : IMPORTANZA DELL'ANALISI GEOTECNICA PRELIMINARE



ghiaia e sabbia :  $k = 10^{-2}$  cm/sec

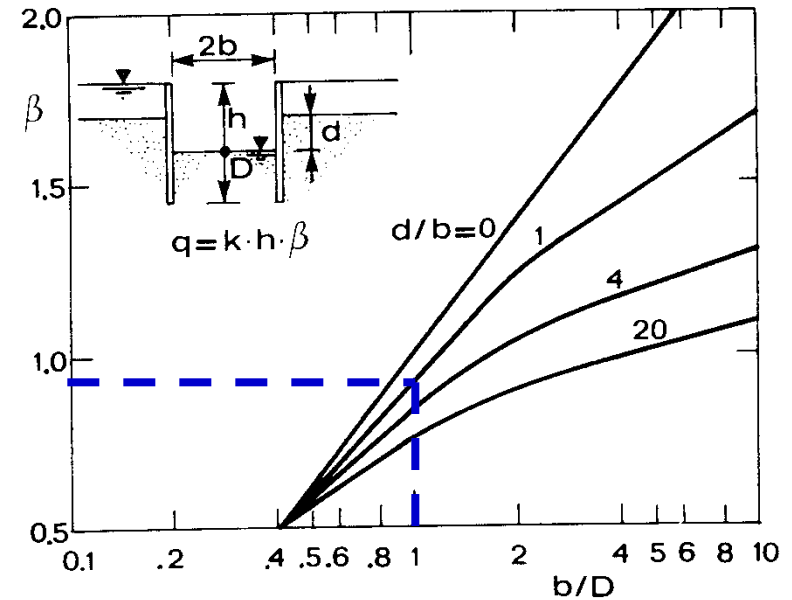


Figura 4.27 Portata di filtrazione nel caso di uno scavo nastroforme in un mezzo poroso di spessore infinito.

$b = D = h = 6.00$  m  $\rightarrow$   $b/D = d/b = 1.00$

$\rightarrow \beta = 0.9$

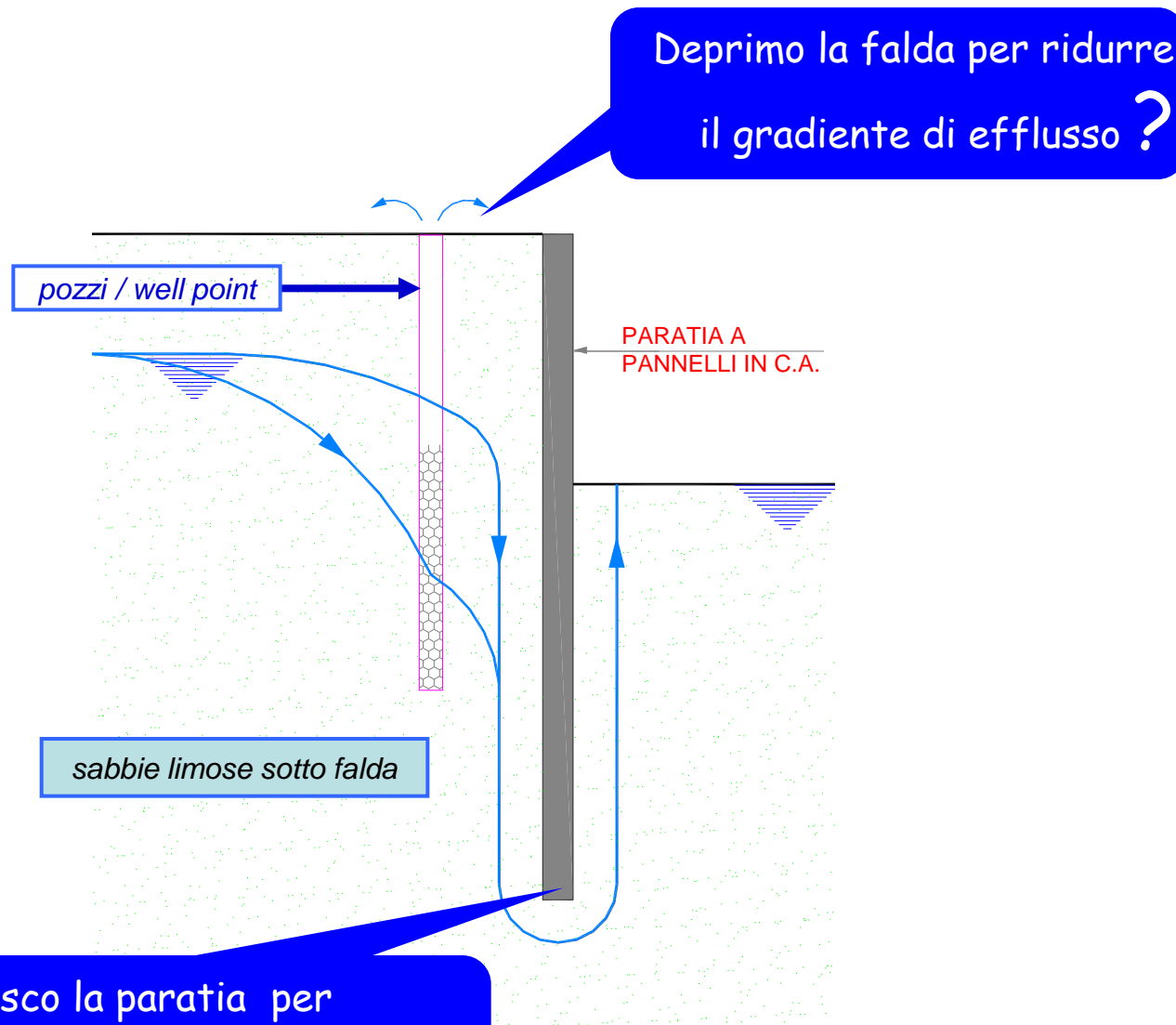
Portata filtrante a metro lineare di fronte di scavo :

$q = k h \beta = 10^{-4} \times 6.00 \times 1.00 \times 0.9 \text{ m}^3/\text{sec} = 5.4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sec}$

Per 10.00 m di fronte, in 1 ora :

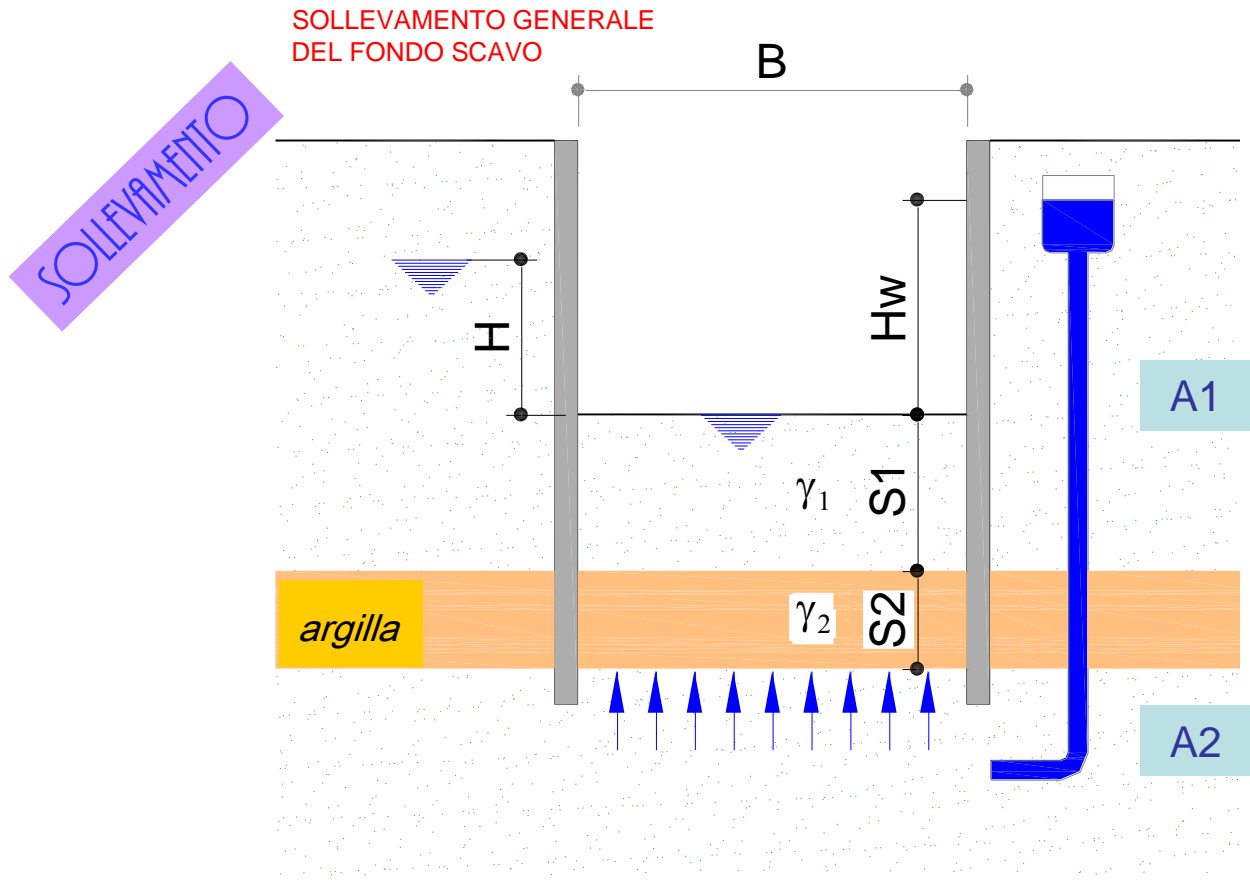
$q = 10.00 \times 5.4 \times 10^{-4} \times 3.600 = 19.44 \text{ m}^3$

## UN CLASSICO PROBLEMA DI SCAVO IN PRESENZA DI FILTRAZIONI CON RISCHIO DI SIFONAMENTO



Approfondisco la paratia per ridurre il gradiente di efflusso ?

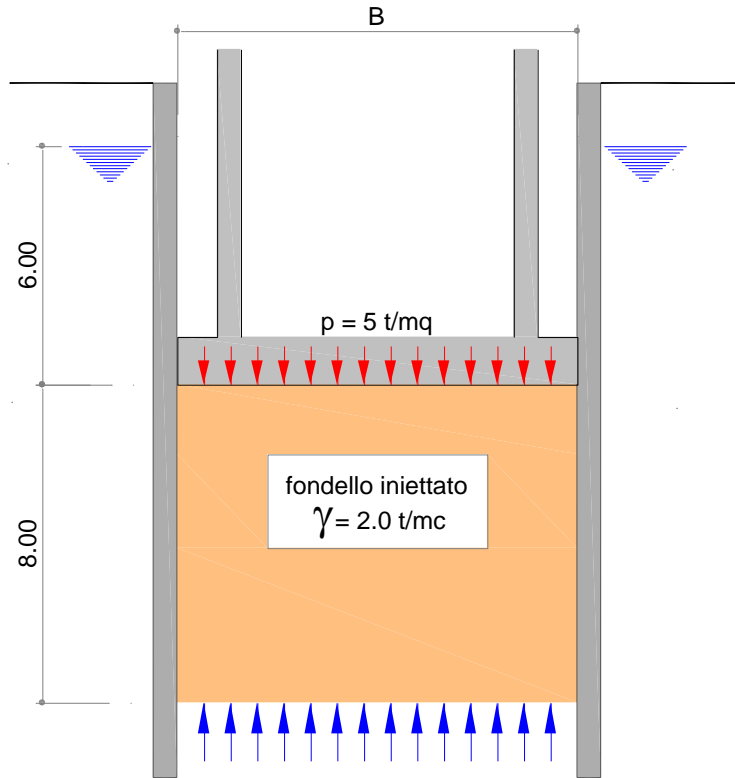
FILTRAZIONI NON CONSENTITE : SOLLEVAMENTO GENERALE DEL FONDO SCAVO



$$F = \frac{B(s_1\gamma_1 + s_2\gamma_2)}{B\gamma_w(H_w + s_1 + s_2)}$$

IMPORTANZA DI CONSIDERARE TUTTE LE FASI DELLA COSTRUZIONE

SOLLEVAMENTO GENERALE  
DEL FONDO SCAVO : SITUAZIONI A BREVE TERMINE



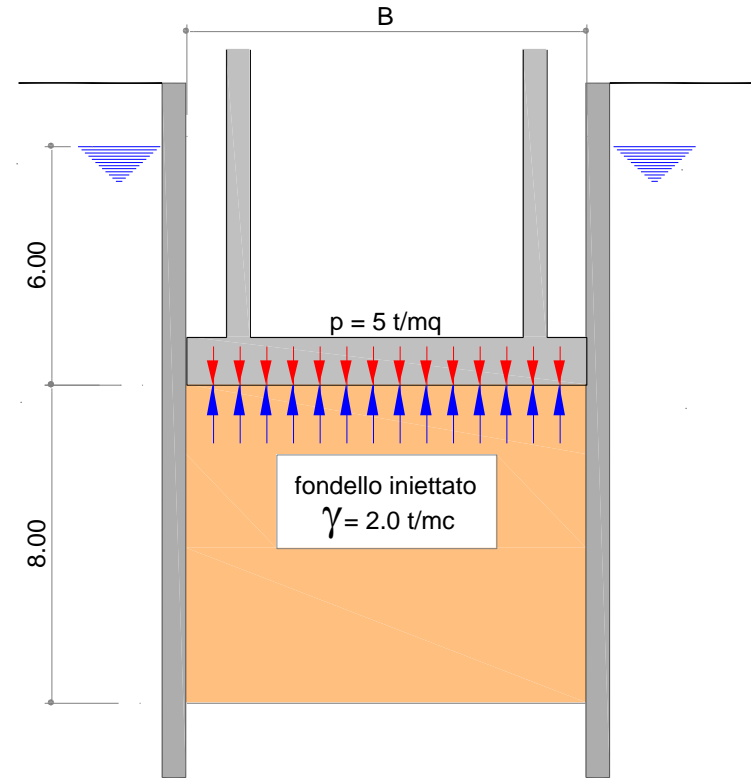
Provvisorio  
senza struttura

$$F = \frac{B(8.00 \times 2.00)}{B(14.00 \times 1.00)} = 1.14$$

A breve  
termine  
con struttura

$$F = \frac{B(8.00 \times 2.00 + 5.00)}{B(14.00 \times 1.00)} = 1.50$$

SOLLEVAMENTO GENERALE  
DEL FONDO SCAVO : SITUAZIONE A LUNGO TERMINE

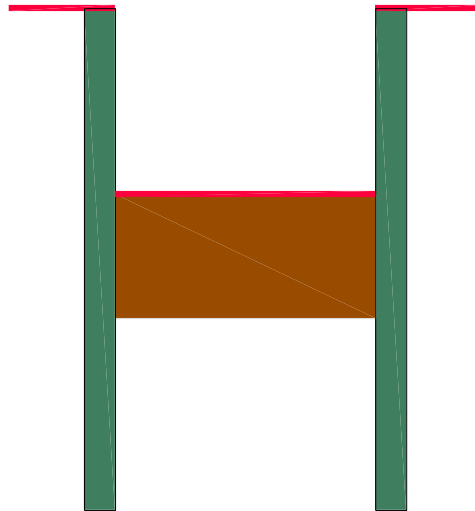


A lungo termine

$$F = \frac{B \times 5.00}{B \times (6.00 \times 1.00)} < 1$$

**N.B. Notare che non vi è stata  
variazione di livello della falda esterna**

## POSSIBILI MODI PER REALIZZARE UN FONDELLO IMPERMEABILE



### INIEZIONI

L'intervento può essere eseguito sia prima che dopo l'esecuzione delle paratie.

### JET-GROUTING

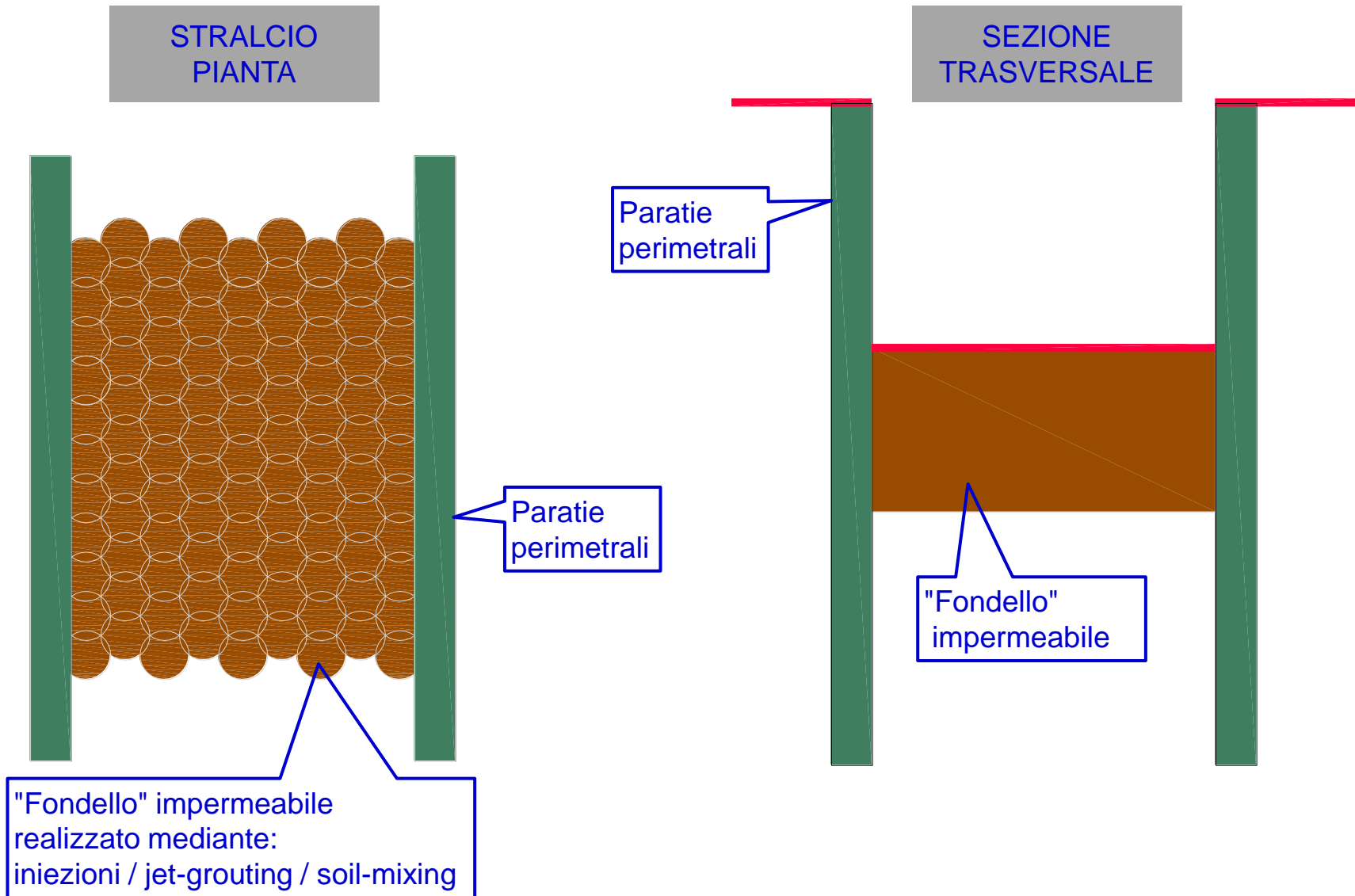
L'intervento può essere eseguito sia prima che dopo l'esecuzione delle paratie.

### SOIL MIXING

L'intervento deve essere eseguito prima dell'esecuzione delle paratie.



## POSSIBILI MODI PER REALIZZARE UN FONDELLO IMPERMEABILE



CRITICITÀ DELLA VERIFICA PER  
SOLLEVAMENTO GENERALE DEL FONDO SCAVO  
un case history

PROGETTO DI DISINQUINAMENTO  
DELLA LAGUNA DI VENEZIA

VASCA DI MODULAZIONE DI FAVARO VENETO (VE)  
IMPRESA INCOSIN / Garrasi 1998-2000



Canaletto (1697-1768) – S. Giorgio Maggiore e Punta Dogana

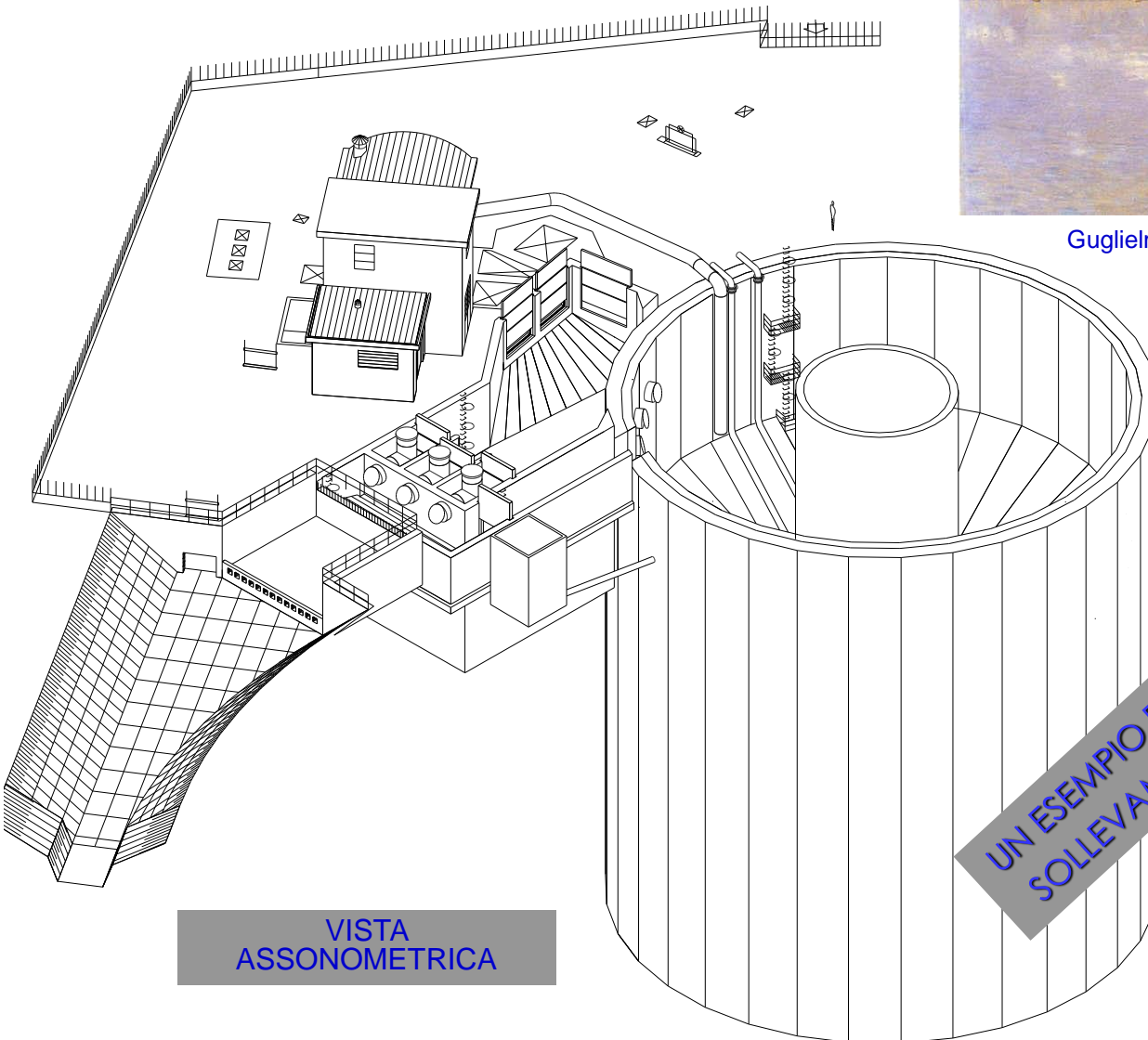


Guglielmo Ciardi (1842-1917) – S. Giorgio

PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA  
VASCA DI MODULAZIONE DI FAVARO VENETO (VE)  
Impresa INCOSIN/Garrasi 1998-2000



Guglielmo Ciardi (1842-1917) – Barche di pescatori



VISTA  
ASSONOMETRICA

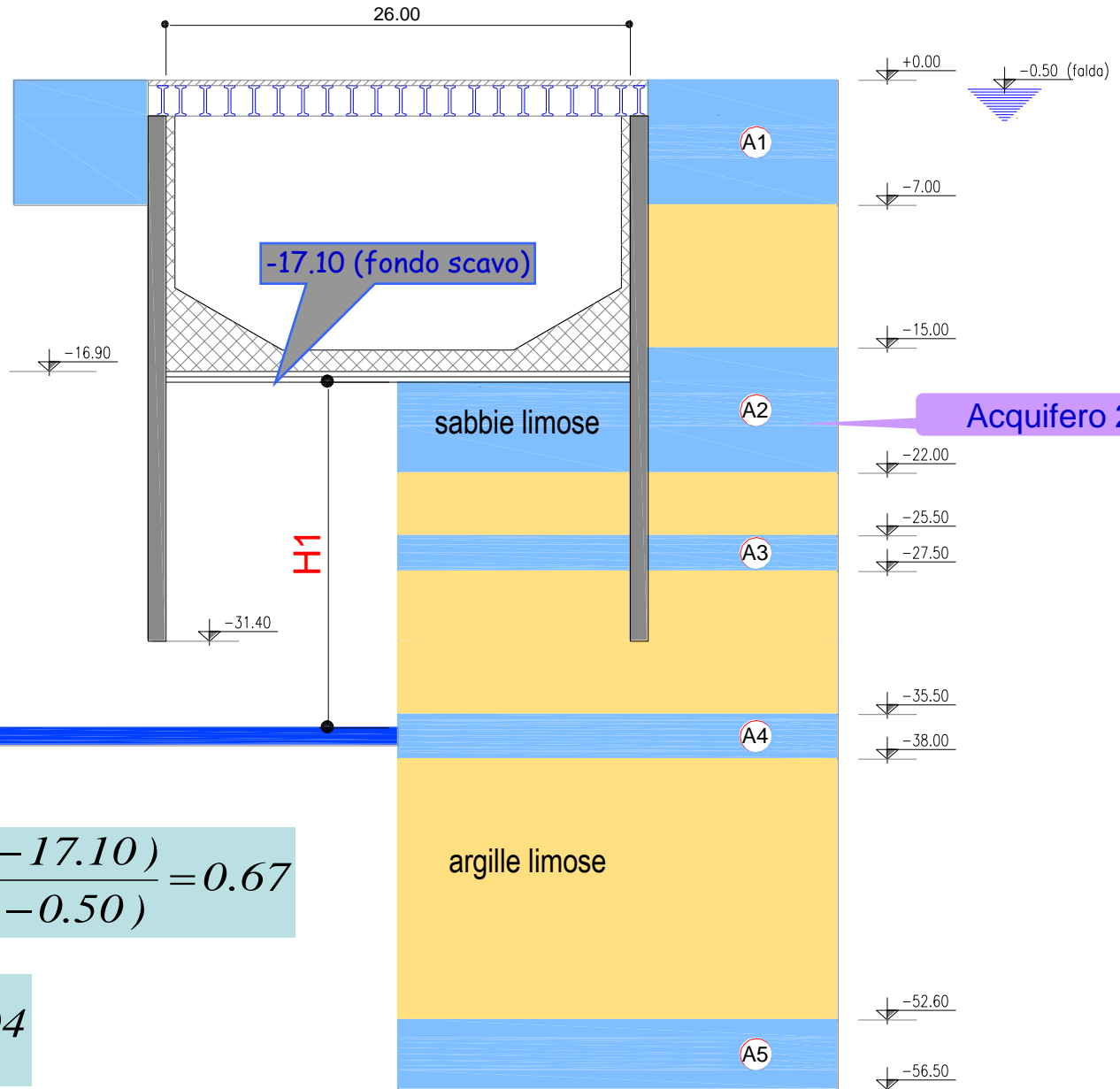
UN ESEMPIO DELLA CRITICITÀ DELLA VERIFICA PER  
SOLLEVAMENTO GENERALE DEL FONDO SCAVO

N.B. Sifonamento :  
pericolo occulto.

PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA  
 VASCA DI MODULAZIONE DI FAVARO VENETO (VE) – Impresa INCOSIN/Garrasi 1998-2000

Carico idraulico comune a tutti gli acquiferi

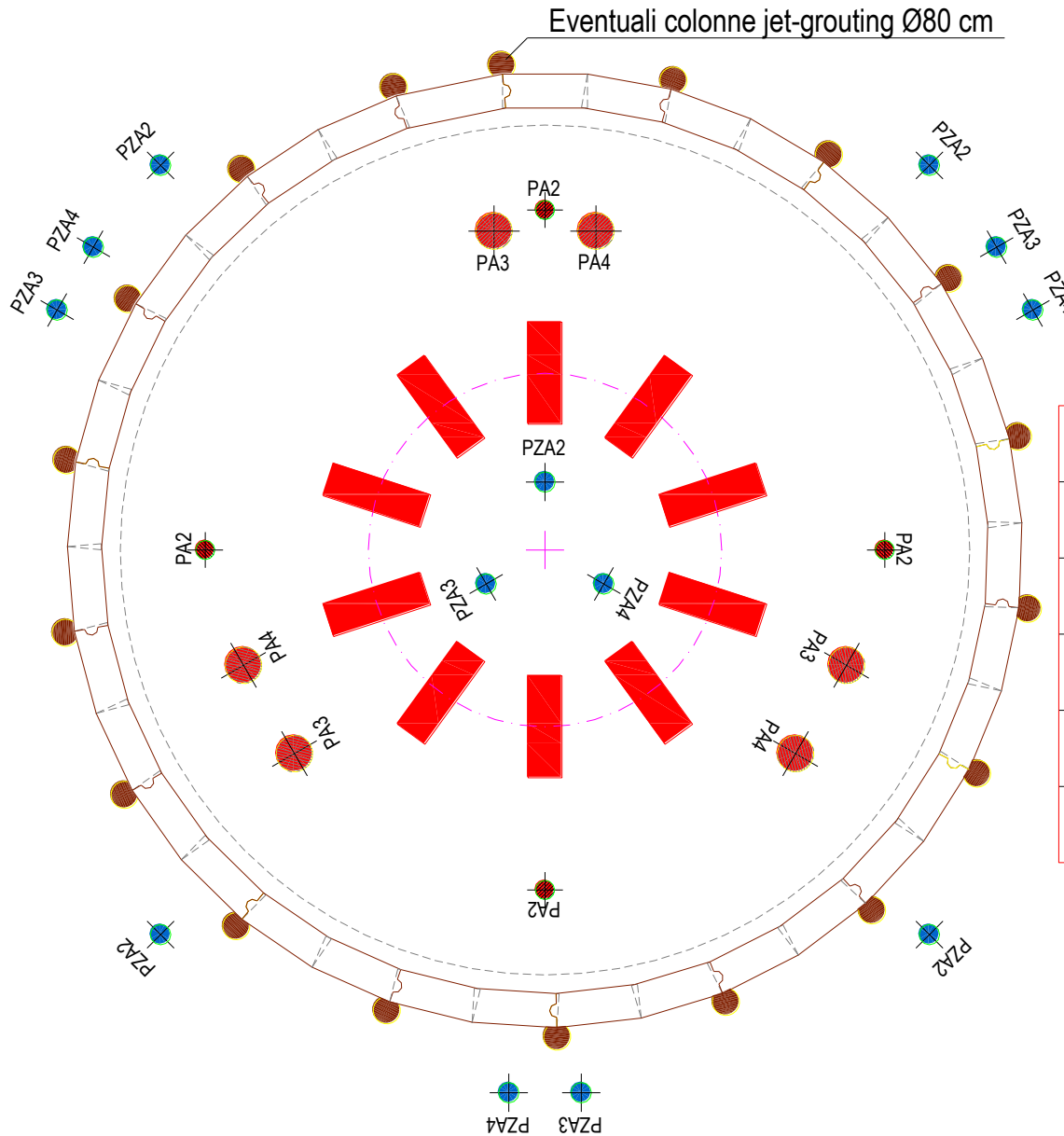
$\left\{ \begin{array}{l} H1 = 18.40 \text{ m} \\ H2 = 35.00 \text{ m} \end{array} \right.$









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

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

PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA  
 VASCA DI MODULAZIONE DI FAVARO VENETO (VE) – Impresa INCOSIN/Garrasi 1998-2000



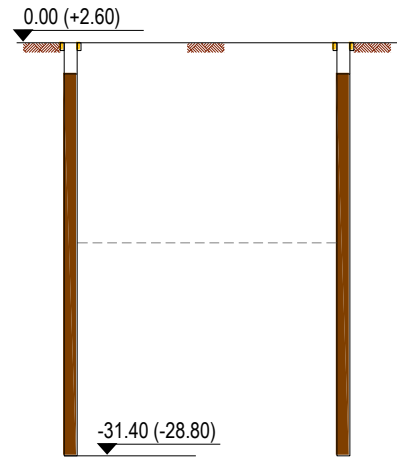
*Dispositivo di dewatering e controllo*

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

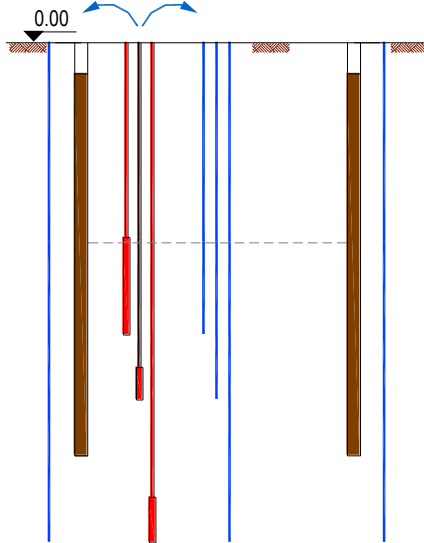
# PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA

## Vasca di modulazione di Favaro Veneto (VE) : le fasi esecutive necessarie per il dewatering e la costruzione

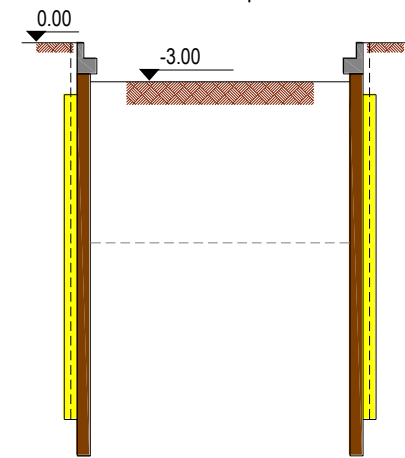
FASE 1: Cordoli guida  
FASE 2: Diaframmi



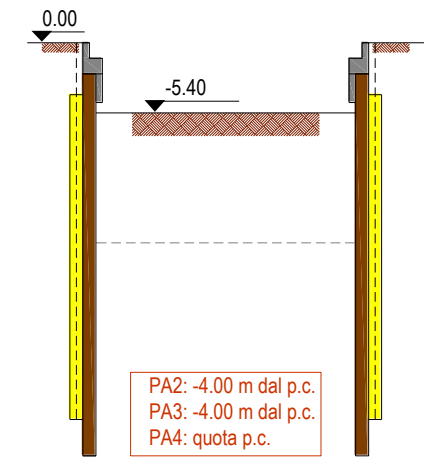
FASE 3: Pozzi e piezometri  
FASE 4: Prove di emungimento



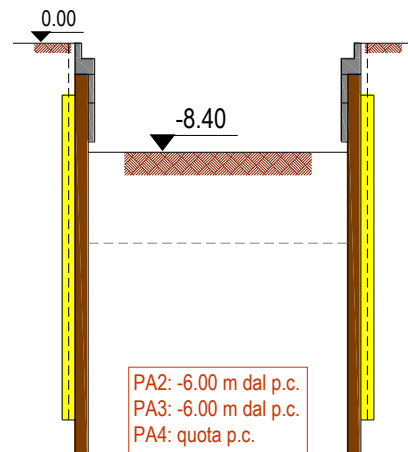
FASE 5: Colonne jet-grouting  
FASE 6: Scavo sino a -3.00 m dal p.c.  
Getto anello superiore



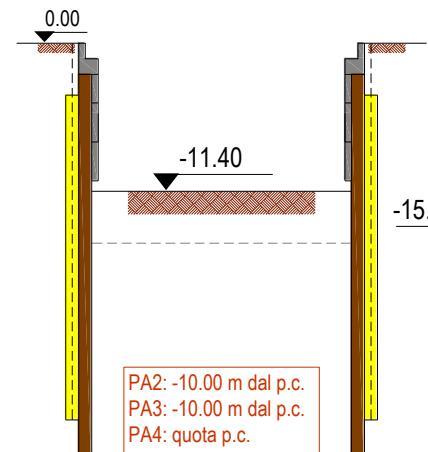
FASE 7: Scavo fino a -5.40 dal p.c.  
getto del primo concio di rifodera



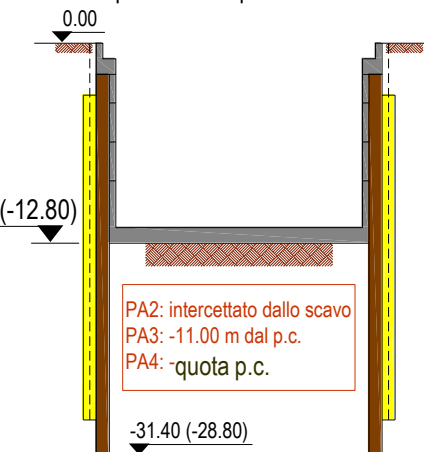
FASE 8: Scavo fino a -8.40 dal p.c. e getto del secondo concio di rifodera



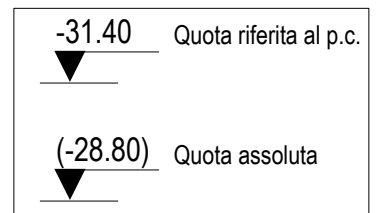
FASE 9: Scavo fino a -11.40 dal p.c. e getto del terzo concio di rifodera



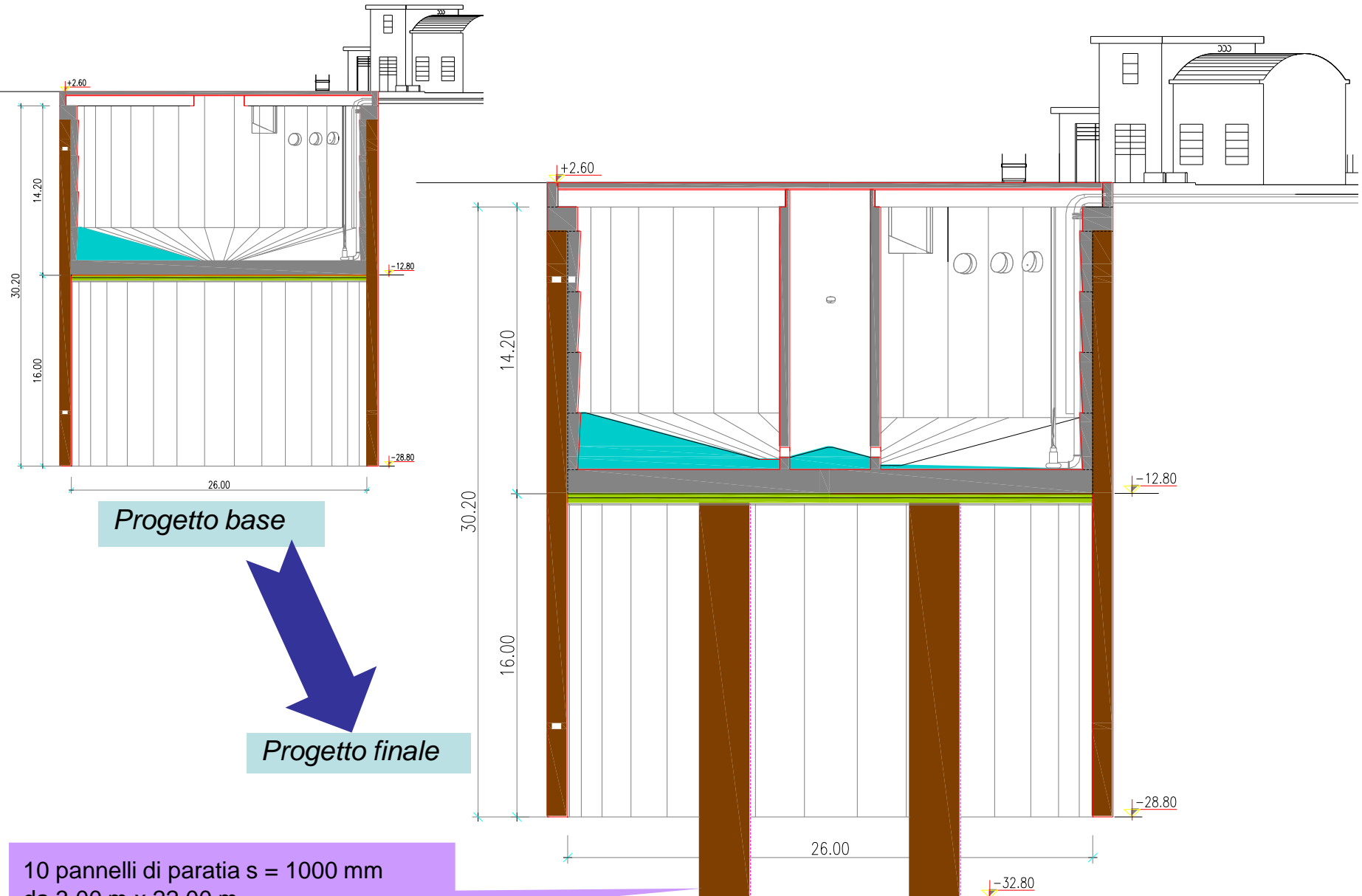
FASE 10: Scavo fino a -15.40 dal p.c. getto della platea e del quarto concio di rifodera



FASE 11: Completamento della struttura (corpo centrale e copertura)  
FASE 12: Disattivazione dei pozzi



PROGETTO DI DISINQUINAMENTO DELLA LAGUNA DI VENEZIA  
VASCA DI MODULAZIONE DI FAVARO VENETO (VE) – Impresa INCOSIN/Garrasi 1998-2000



Progetto base

Progetto finale

10 pannelli di paratia s = 1000 mm  
da 3.00 m x 22.00 m

QUANDO LA LAGUNA SI DISINQUINAVA DA SOLA



G. Ciardi (1842-1917) – Mattino a Venezia



G. Ciardi (1842-1917) – Giudecca



P. Galter (1840-1901) – Pescatori in laguna tra cielo e mare



E. W. Cooke (1811-1880) – Nella laguna veneta



QUANDO LA LAGUNA SI DISINQUINAVA DA SOLA



G. Ciardi (1842-1917) – Laguna con barche e pescatori



P. Fragiaco (1856-1922) – Barche in laguna



C. Monet (1840-1926) Canal Grande



P. Fragiaco (1856-1922) – Venezia povera

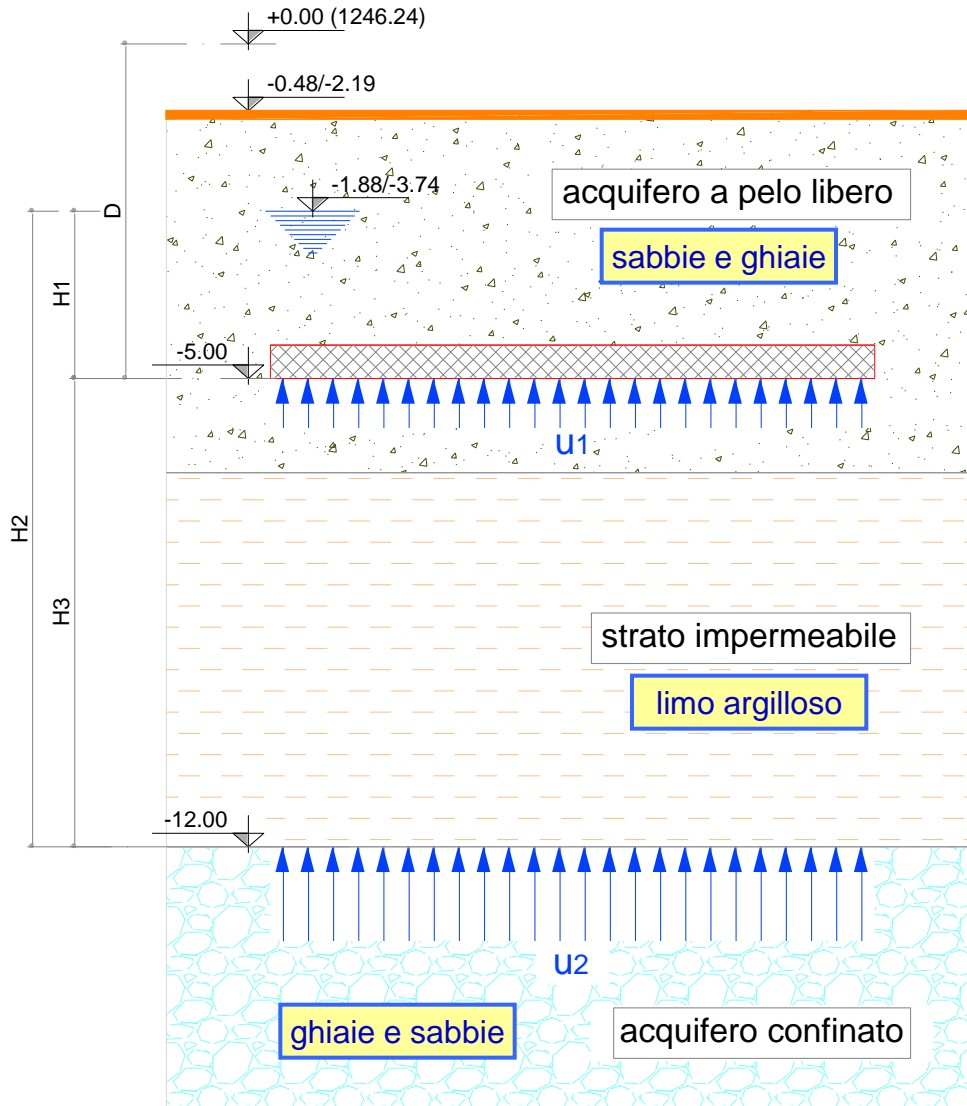
## SOLLEVAMENTO GENERALE DEL FONDO SCAVO

*IL PERICOLO E' DIETRO L'ANGOLO*



## SOLLEVAMENTO GENERALE DEL FONDO SCAVO : IL PERICOLO E' DIETRO L'ANGOLO

Comune di PONTEDILEGNO (BS) : Complesso Residenziale in Via Sora



### FALDA A -1.88 m DA 0.00 PROGETTO

$$H1 = (5.00 - 1.88) \text{ m} = 3.12 \text{ m}$$

$$H2 = 10.12 \text{ m}$$

$$H3 = 7.00 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 19 \text{ kN/m}^3$$

Da confrontare con gli scarichi in fondazione

#### verifica al galleggiamento

$$u1 = \gamma_w \times H1 = 31.2 \text{ kPa}$$

#### verifiche stabilità fondo scavo (sollevamento)

$$u2 = \gamma_w \times H2 = 101.2 \text{ kPa}$$

$$F = (\gamma_{\text{sat}} \times H3) / u2 = 1.31$$

#### profondità critica (relativa) di scavo (F = 1)

$$H3_{\text{critico}} = u2 / \gamma_{\text{sat}} = 101.2 / 19 \approx 5.33 \text{ m}$$

$$D_{\text{critico}} = -12.00 + 5.33 = -6.67 \text{ m}$$

(N.B. rispetto a quota + 0.00 m = 1246.24 m s.l.m.)

Verifiche geotecniche preliminari per la stabilità al galleggiamento ed al sollevamento del fondo scavo nel progetto delle villette.

Al momento dello studio la principale piazza del paese era collassata nel corso di scavi di sbancamento incautamente progettati, con danni alle opere di sostegno perimetrali ed agli edifici prospicienti.

Comune di PONTEDILEGNO (BS) : Complesso Residenziale in Via Sora

## PROVE DI EMUNGIMENTO PER VALUTARE I PROBLEMI DI CANTIERIZZAZIONE



Realizzazione scavo: dimensioni 3 m x 4 m x h 3,50 m



Prova di emungimento

### TEMPO ABBASSAMENTO LIVELLO ACQUA DA P.C.

T0 = 0 - 2,50 m

T1 = 5 minuti - 2,66 m

Portata  $12 \text{ mq} \times 0,16 \text{ m} / 5 \text{ minuti} = 0,40 \text{ mc/minuto}$

### TEMPO RISALITA LIVELLO ACQUA DA P.C.

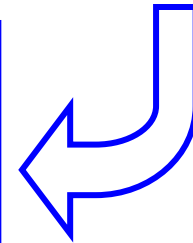
T0 = 0 - 2,66 m

T1 = 5 minuti - 2,61 m

T1 = 10 minuti - 2,56 m

Livello acqua risalito di 10 cm in 10 minuti


Portata ricarica  $12 \text{ mq} \times 0,10 \text{ m} / 10 \text{ minuti} = 0,12 \text{ mc/minuto}$



# POSSIBILI RIMEDI


## SIFONAMENTO (filtrazioni consentite)

Isolare gli acquiferi di monte e di valle :  *si annullano le filtrazioni*

Allungare il percorso di filtrazione approfondendo la paratia :  
 *si abbatte il gradiente idraulico di efflusso*

Abbatte la piezometrica a monte o a valle (pozzi, well point)

Caricare il fondo scavo con pietrame (ad es. materassi Reno) + tessuto non tessuto

Realizzare un fondello impermeabile con iniezioni (o congelamento) :  
 *il problema diventa così una verifica di stabilità per sollevamento generale*

## SOLLEVAMENTO GENERALE DEL FONDO SCAVO (filtrazioni non consentite)

Se possibile, modificare il progetto riducendo la profondità di scavo

Ridurre la sottospinta idraulica destabilizzante abbattendo la piezometrica sotto il fondo scavo con pozzi, well point, etc

Realizzare un fondello impermeabile sufficientemente "pesante"

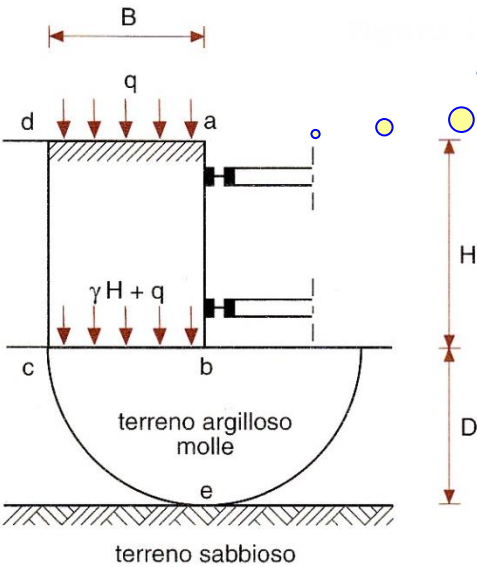
"Nailing" con tiranti verticali in VTR (da eseguirsi prima dello scavo)

Tiranti verticali con funzione strutturale (collegati ad un solettone di fondo) : facendo molta attenzione ai tempi di esecuzione

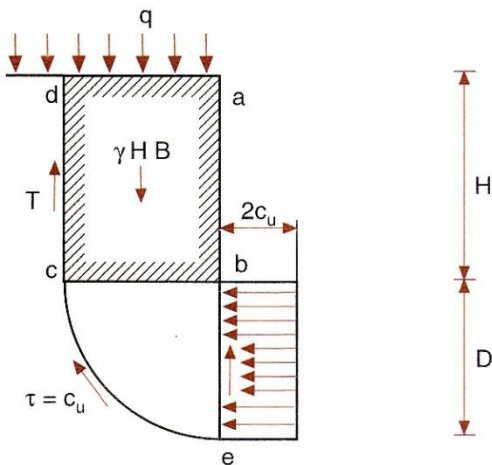


SCAVI SBADACCHIATI IN TERRENI COESIVI : STABILITA' DEL FONDO SCAVO  
**A. SCAVI DI LARGHEZZA SUPERIORE ALLA PROFONDITA' E LUNGHEZZA INDEFINITA**

**SENZA PARATIA**



a)



b)

Generalmente il problema si presenta solo per le argille molli

**APPROCCIO DI CALCOLO**

Il problema può essere assimilato ad un problema di fondazione. Il terreno a lato dello scavo agisce come un sovraccarico e quindi se il suo peso è superiore alla capacità portante si produce una rottura del fondo con sollevamento.

Si ammette che la superficie di rottura sia circolare e che la larghezza B della colonna di terreno "abcd" sia uguale alla profondità D del terreno argilloso molle.

*forza resistente lungo cd :*

$$T = c_u \left( H - \frac{2c_u}{\gamma} \right) \quad \text{per terreno coesivo}$$

$$T = \frac{1}{2} k_a \gamma H^2 \operatorname{tg} \varphi \quad \text{per terreno non coesivo}$$

Caso improbabile

*momenti intorno al punto b*

**Per B = D**

$$(\gamma H B + q B) \frac{B}{2} - T B - \int_0^{\pi/4} c_u (B d\alpha) B \leq 2 c_u B \frac{B}{2}$$

$$(\gamma H B + q B) \frac{B}{2} - T B - \frac{\pi}{4} c_u B^2 \leq 2 c_u B \frac{B}{2}$$

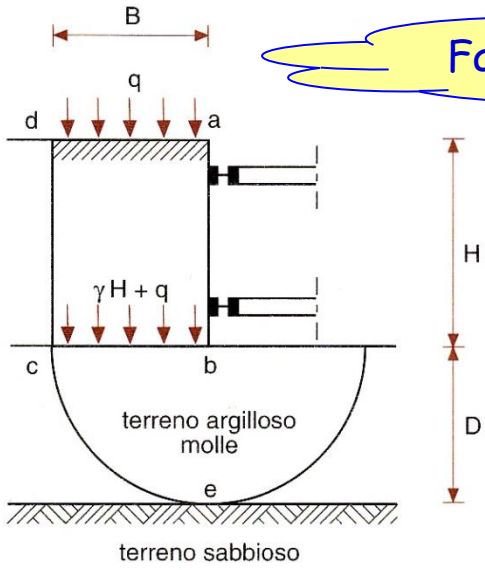
SCAVI SBADACCHIATI IN TERRENI COESIVI : STABILITA' DEL FONDO SCAVO  
**A. SCAVI DI LARGHEZZA SUPERIORE ALLA PROFONDITA' E LUNGHEZZA INDEFINITA**

SENZA PARATIA

Facciamoci un ordine di grandezza...

ASSUMIAMO :

H = 6.00 m (altezza limite ragionevole per il tipo di opera)  
 D = 8.00 m (B = D)  
 q = 10 kN/m<sup>2</sup>  
 γ = 20 kN/m<sup>3</sup>



a)

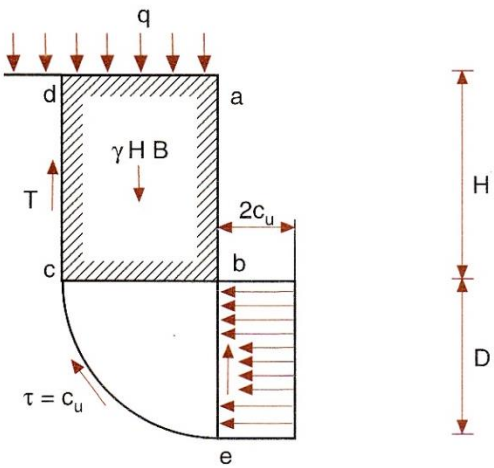
dalla slide precedente

*momenti intorno al punto b*

$$(\gamma H B + q B) \frac{B}{2} - T B - \int_0^{\pi/4} c_u (B d\alpha) B \leq 2 c_u B \frac{B}{2}$$

$$(\gamma H B + q B) \frac{B}{2} - T B - \frac{\pi}{4} c_u B^2 \leq 2 c_u B \frac{B}{2}$$

Si ottiene l'eguaglianza dei momenti equilibranti e squilibranti per:  
 $c_u \approx 30 \text{ kPa} \approx 0.30 \text{ Kg/cm}^2$

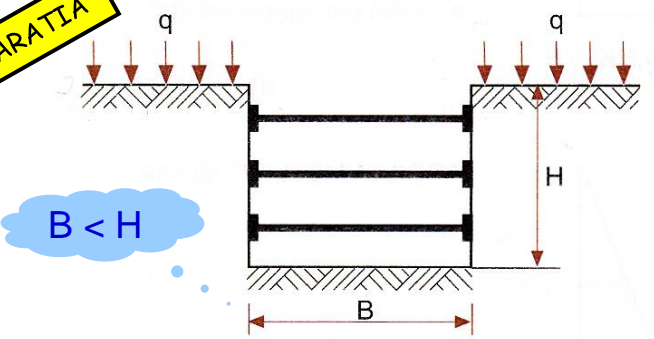


b)

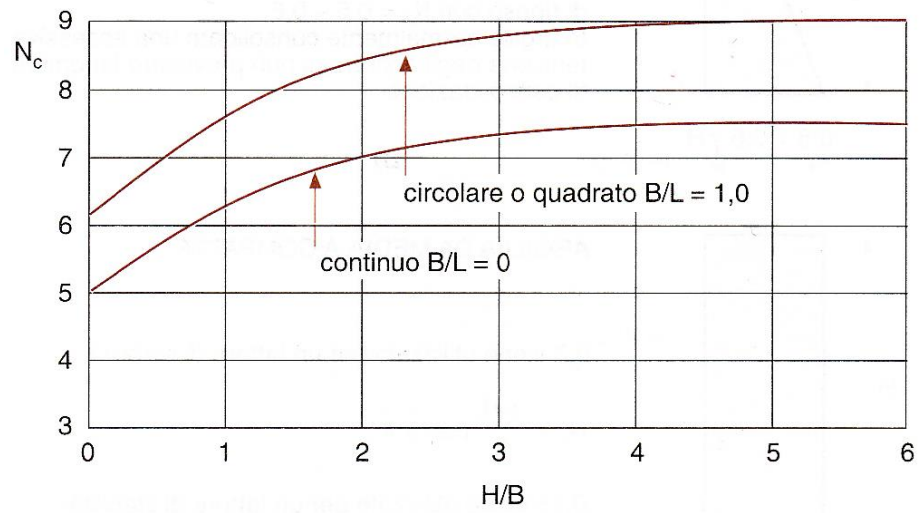
SCAVI SBADACCHIATI IN TERRENI COESIVI : STABILITA' DEL FONDO SCAVO

**B. SCAVI DI FORMA QUADRATA, RETTANGOLARE O CIRCOLARE DI LARGHEZZA INFERIORE ALLA PROFONDITA'**

SENZA PARATIA



**APPROCCIO DI CALCOLO DI BJERRUM and EIDE**  
 Si assimila lo scavo ad una fondazione e quindi la capacità portante corrisponde a quella di una fondazione avente area di base e profondità eguale a quella dello scavo, ma tensioni di taglio di senso opposto.



per  $\varphi = 0$   
 $q_c = N_c c_u$   
 $F_s = \frac{N_c c_u}{\gamma H + q}$

Capacità portante

$N_c (\text{rettangolo}) = \left( 0,84 + 0,16 \frac{B}{L} N_c \right) (\text{quadrato})$   
 L = lunghezza dello scavo

Facciamoci un ordine di grandezza.....

**PER UNO SCAVO CONTINUO, ASSUMENDO :**  
 $H = 6.00 \text{ m}$   
 $B = 3.00 \text{ m} \Rightarrow H/B = 2 \Rightarrow N_c = 7$   
 $B/L = 0$   
 $q = 10 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$   
 Per  $F_s = 1$  risulta :  $c_u \approx 19 \text{ kPa} \approx 0.19 \text{ kg/cm}^2$

$c_u = (\gamma H + q) / N_c = (20 \times 6.00 + 10) / 7 = 18.57 \text{ kPa}$



**POSSIBILI RIMEDI PER  
MIGLIORARE LA STABILITA'  
DEL FONDO SCAVO  
IN CASO  
DI SCAVI SBADACCHIATI**

Risultano sempre  
molto problematici

Consolidamento del terreno

Scavo per campioni ed appesantimento del fondo

Tiranti verticali con funzione strutturale collegati ad un solettone di fondo (abbinati a scavo per campioni)

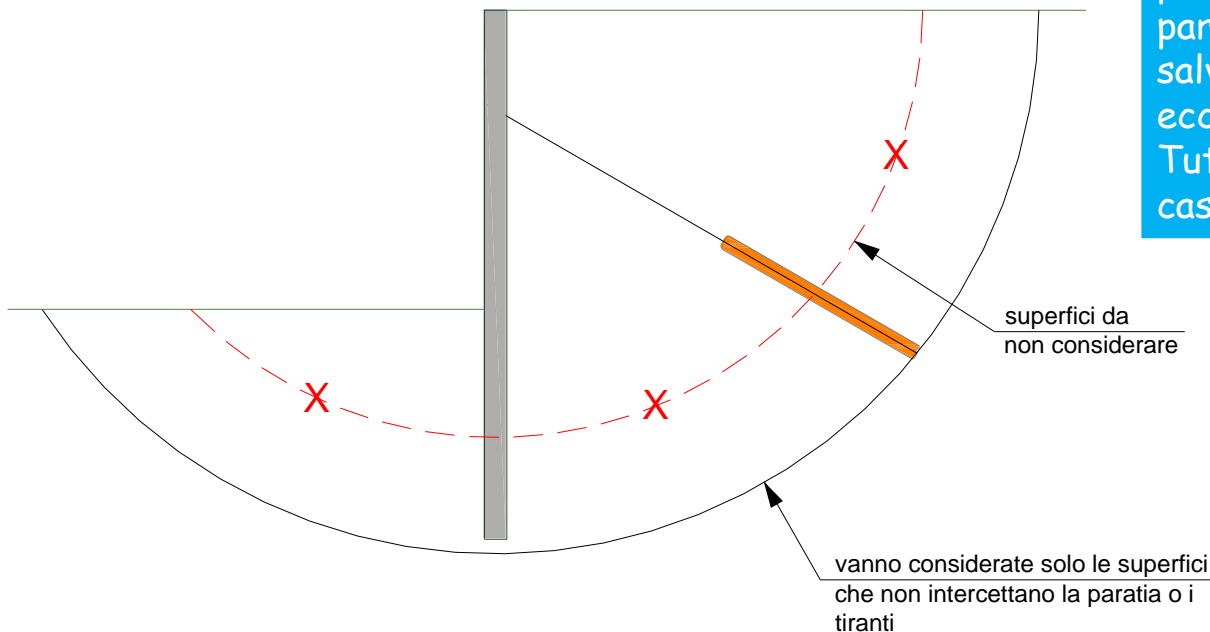
Nailing con tiranti verticali in VTR (da eseguirsi prima dello scavo)

## VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Paratie poste su un pendio : ↴  
verifica di stabilità globale del pendio

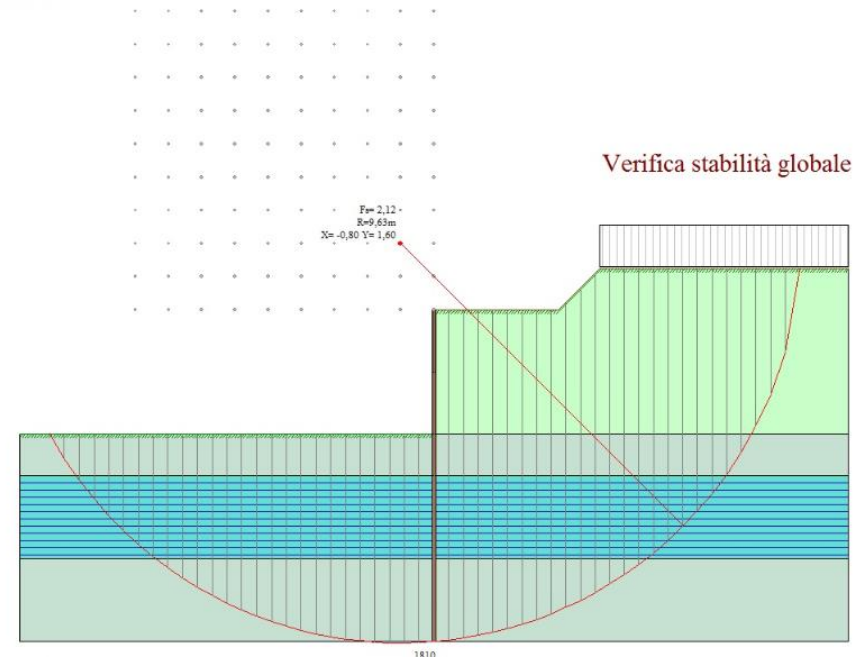
Paratie in aree pianeggianti : ↴  
verifica di stabilità globale opera/terreno

Nessun ingegnere dotato di "sound engineering judgment" si porrebbe il problema della stabilità globale di una paratia realizzata in aree pianeggianti, salvo condizioni al contorno del tutto eccezionali. Tuttavia la Normativa la prevede in ogni caso.



## STABILITA' GLOBALE TERRENO - PARATIA

- ❑ La verifica di stabilità globale opera/terreno va condotta, come per tutti i sistemi geotecnici, facendo ricorso ai vari metodi formulati da vari autori per l'analisi di stabilità dei pendii: Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern and Price, etc.
- ❑ Occorre tuttavia impostare la ricerca delle superfici critiche in modo da escludere tutte quelle che intercettano la paratia o i tiranti.
- ❑ L'approccio di calcolo è A2+M2+R2



### APPROCCI PROGETTUALI E COEFFICIENTI PARZIALI PER LA VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE TERRENO-PARATIA

(TAB. 6.2.I – TAB. 6.2.II – TAB. 6.8.I di NTC 2018)

#### VERIFICA (GEO) DI STABILITA' GLOBALE DEL SISTEMA TERRENO - PARATIA

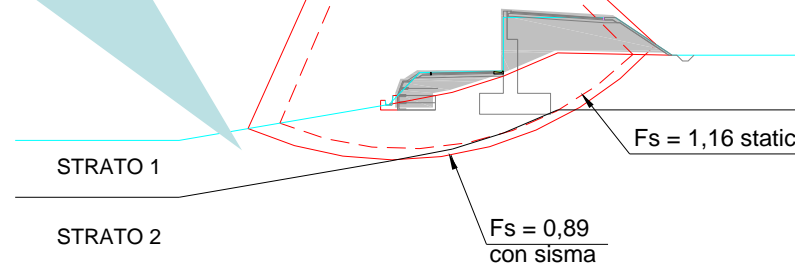
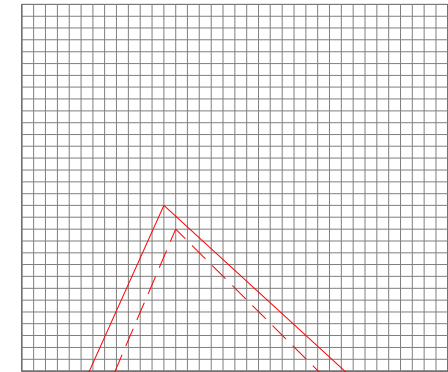
CONDIZIONE	STATO LIMITE	COMBINAZIONE	AZIONI				PARAMETRI TERRENO			RESISTENZE
			PERMANENTI		VARIABILI		tanφ <sub>k</sub> '	c <sub>k</sub> '	c <sub>uk</sub>	R <sub>d</sub>
			sfav.	fav.	sfav.	fav.				
			γ <sub>F</sub>				γ <sub>M</sub>			γ <sub>R</sub>
STATICA	SLU (GEO)	A2 + M2 + R2	1,0	1,0	1,3	0,0	1,25	1,25	1,40	1,1
SISMICA	SLV (GEO)	-----	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,2

\* I coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui parametri geotecnici sono tutti unitari

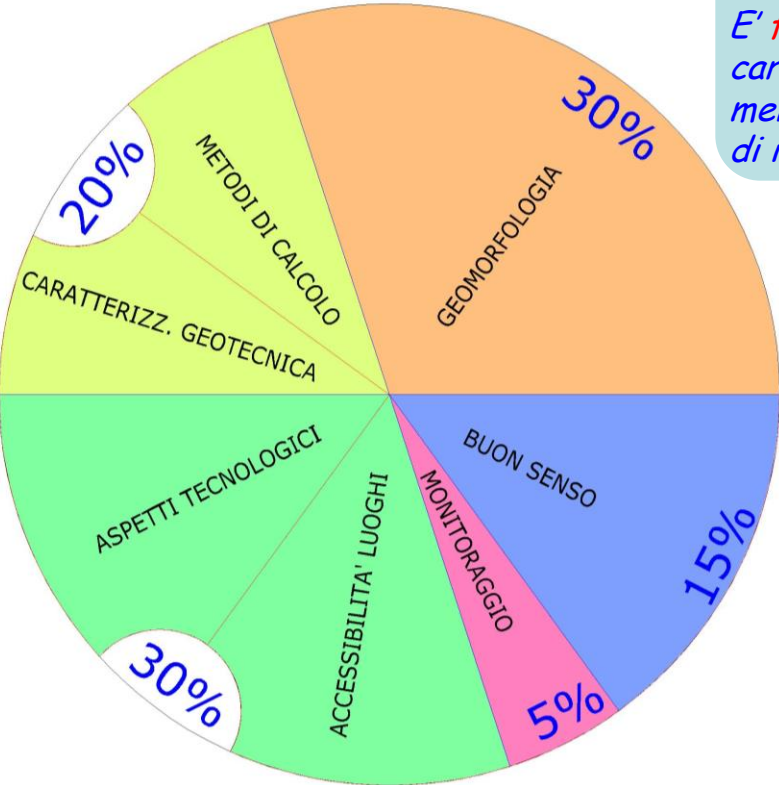
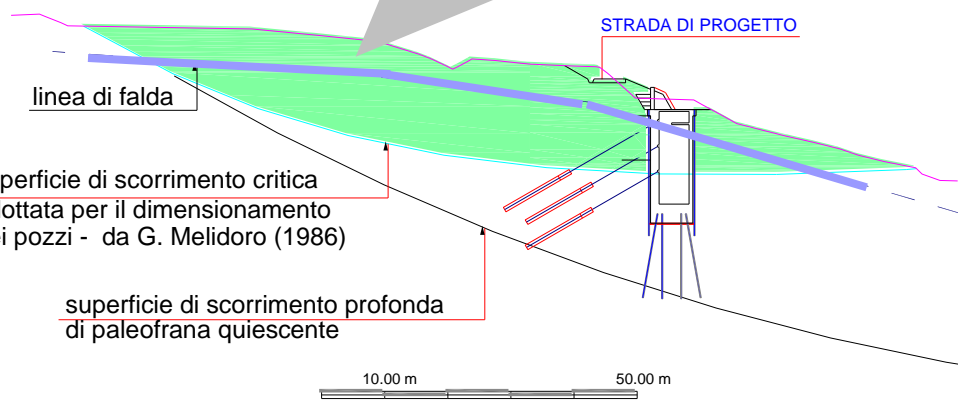
**INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DELLE FRANE**

IMPORTANZA PONDERALE DEI VARI ASPETTI

*Pendio senza superfici di scorrimento predefinite. E' fondamentale la caratterizzazione geotecnica, mentre lo studio geologico è privo di importanza.*



*Pendio con superfici di scorrimento predefinite (paleofrana)*



*Esempio di studio geomorfologico indispensabile per poter progettare*



# EFFETTI DELLA FILTRAZIONE SULLA STABILITA' DI UN PENDIO INDEFINITO

$$F : \frac{W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi}{W \operatorname{sen} \alpha + J}$$

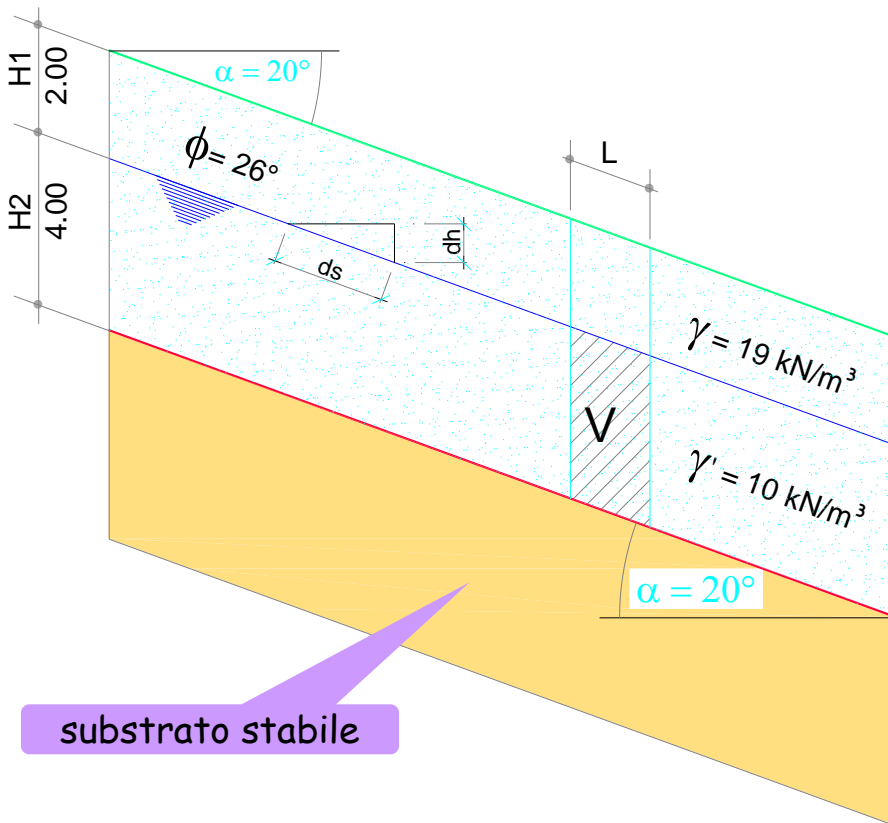
$$W = \gamma H_1 L \cos \alpha + \gamma' H_2 L \cos \alpha$$

$$J = \gamma_w i V \quad \text{ed essendo: } i = dh/ds = \operatorname{sen} \alpha$$

$$V = H_2 L \cos \alpha \Rightarrow J = \gamma_w \operatorname{sen} \alpha H_2 L \cos \alpha$$

trascurando la forza di filtrazione ( $J = 0$ )

$$F : \frac{\cos \alpha \operatorname{tg} \phi}{\operatorname{sen} \alpha} = 1,34$$



se poniamo

$$H_1 = 2,00 \text{ m}$$

$$H_2 = 4,00 \text{ m}$$

$$L = 1,00 \text{ m} \quad \text{risulta: } W = 73,30 \text{ kN/m}$$

$$W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi = 35,75 \text{ kN/m}$$

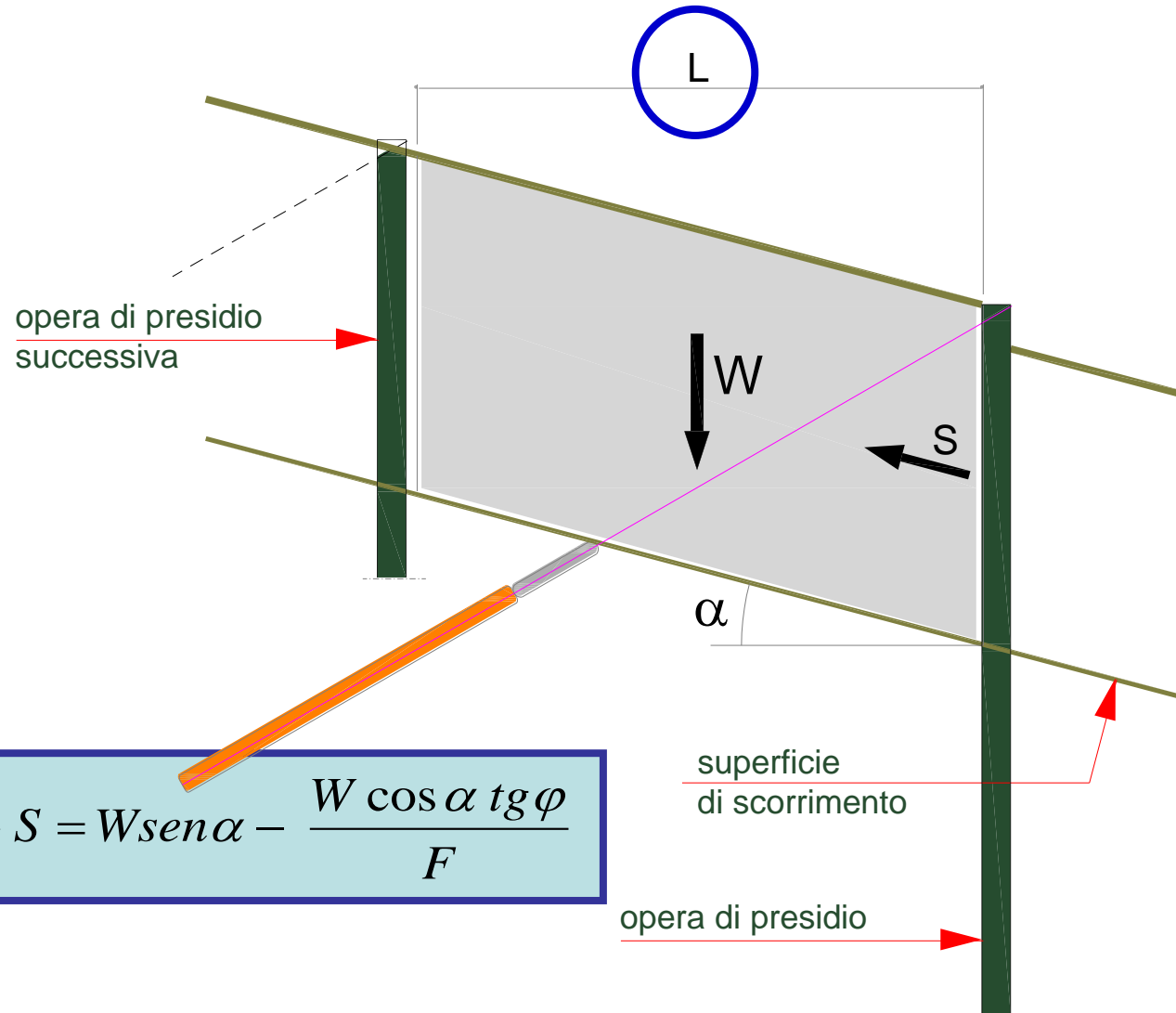
$$W \operatorname{sen} \alpha = 25,07 \text{ kN/m}$$

$$J = 12,86 \text{ kN/m}$$

considerando la forza di filtrazione

$$F : \frac{W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi}{W \operatorname{sen} \alpha + J} = \frac{35,75}{25,07 + 12,86} = 0,94$$

## CONSOLIDAMENTO DI UN PENDIO INDEFINITO : SE NON FISSIAMO "L" SONO SOLO CHIACCHIERE



$$F = \frac{W \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi}{W \operatorname{sen} \alpha - S} \quad \Rightarrow \quad S = W \operatorname{sen} \alpha - \frac{W \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi}{F}$$

IL CORSO È STATO PENSATO ED ARTICOLATO PER FORNIRE UNO

# "STATO DELL'ARTE CRITICO"

SULLA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE DELLE PARATIE MULTIANCORATE

" voglio teste ben fatte,  
non teste ben piene "

memo

THE IDEA OF A UNIVERSITY  
DEFINED AND ILLUSTRATED

I. IN NINE DISCOURSES ADDRESSED TO THE CATHOLICS OF  
DUBLIN  
II. IN OCCASIONAL LECTURES AND ESSAYS ADDRESSED TO THE  
MEMBERS OF THE CATHOLIC UNIVERSITY

BY  
JOHN HENRY NEWMAN, D.D.  
OF THE ORATORY



THIRD EDITION

LONDON  
BASIL MONTAGU PICKERING  
196, PICCADILLY  
1873

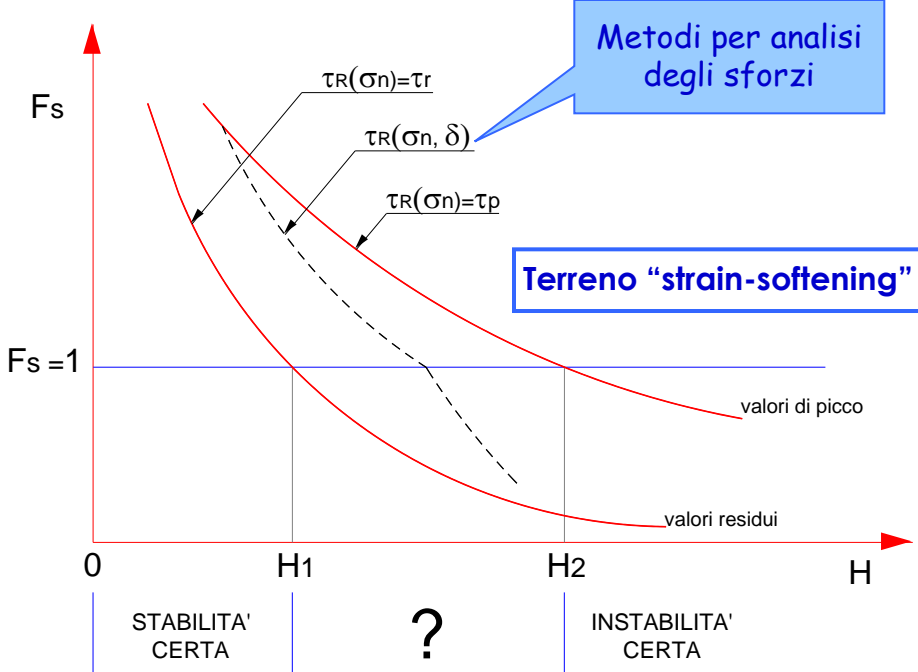
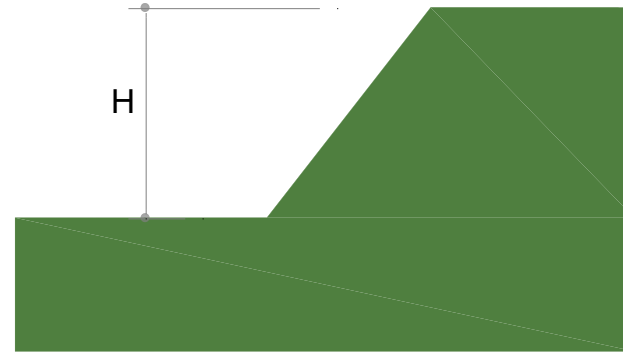
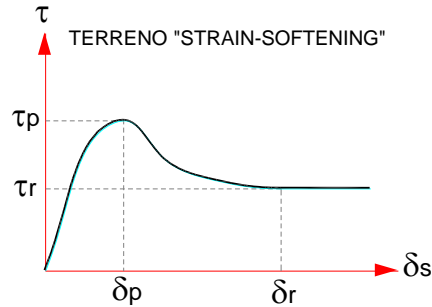
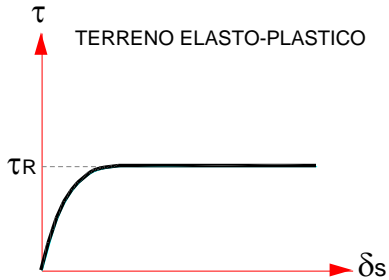


John Henry Newman

# STABILITA' GLOBALE : METODO PER ANALISI DEGLI SFORZI

*... una meteora nei cieli della progettazione ...*

**metodi all' equilibrio limite :**  $\tau_R$  dipende solo dallo sforzo normale  $\sigma_n$   
**metodi per analisi degli sforzi :**  $\tau_R$  dipende dallo sforzo normale  $\sigma_n$  e dalla deformazione  $\delta_s$



$F_s = \frac{\tau_R}{\tau}$  [1] classica definizione puntuale, in termini di tensioni

$F_s = \int \frac{\tau_R}{\tau} dl$  [2] definizione in termini di forze totali

se si assume  $F_s = \text{cost.}$  la [1]  $\equiv$  [2]

infatti dalla [1] risulta :

$\int \tau dl = \int \frac{\tau_R}{F_s} dl = \frac{1}{F_s} \int \tau_R dl$  da cui si ottiene la [2]



## ASPETTI ESECUTIVI



PARATIE IN C.A. GETTATE IN OPERA

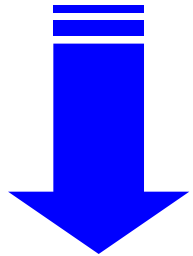
PARATIE IN C.A. PREFABBRICATE

DIAFRAMMI DI PALI

BERLINESI DI MICROPALI

PALANCOLATE METALLICHE

TIRANTI ➡ Vª Sessione



- operazioni preparatorie
- modalità di scavo/perforazione
- modalità di getto
- tolleranze
- dettagli costruttivi
- piano dei controlli in corso d'opera
- eventuali monitoraggi



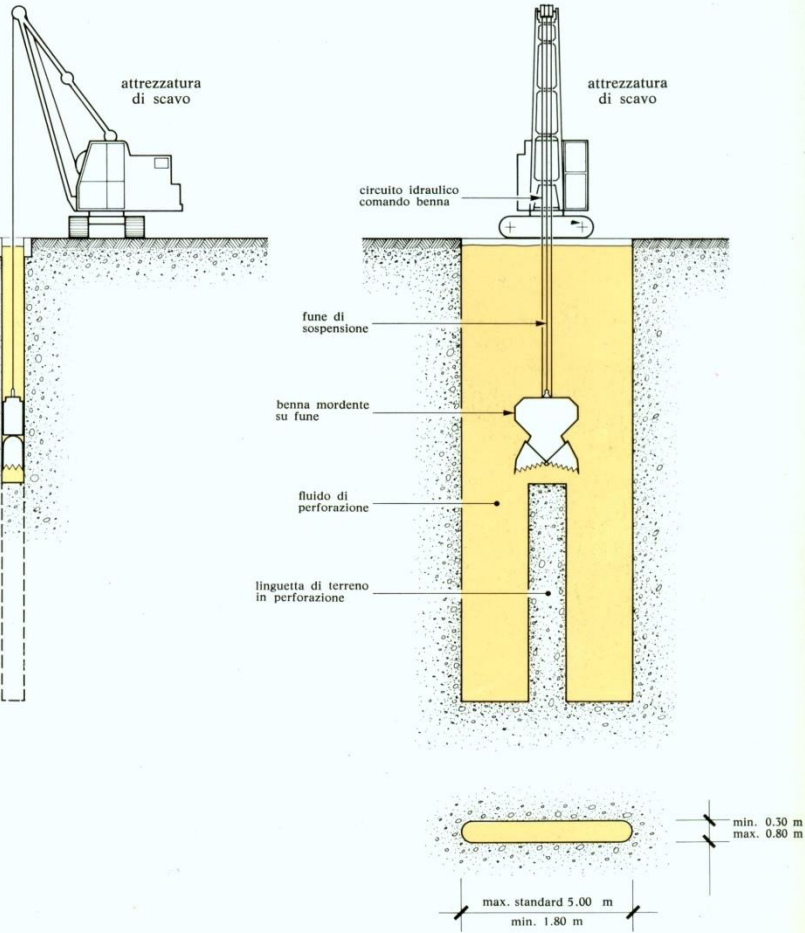
PARATIE IN C.A. GETTATE IN OPERA  
□ sezione rettangolare



### ATTREZZATURA DI SCAVO DIAFRAMMI CON BENNA MORDENTE SU FUNE (tipo Tranchesol)

VISTA DI FIANCO

VISTA DI FRONTE



### ATTREZZATURA DI SCAVO DIAFRAMMI CON BENNA SU ASTA GUIDATA (tipo Kelly)

VISTA DI FIANCO

VISTA DI FRONTE

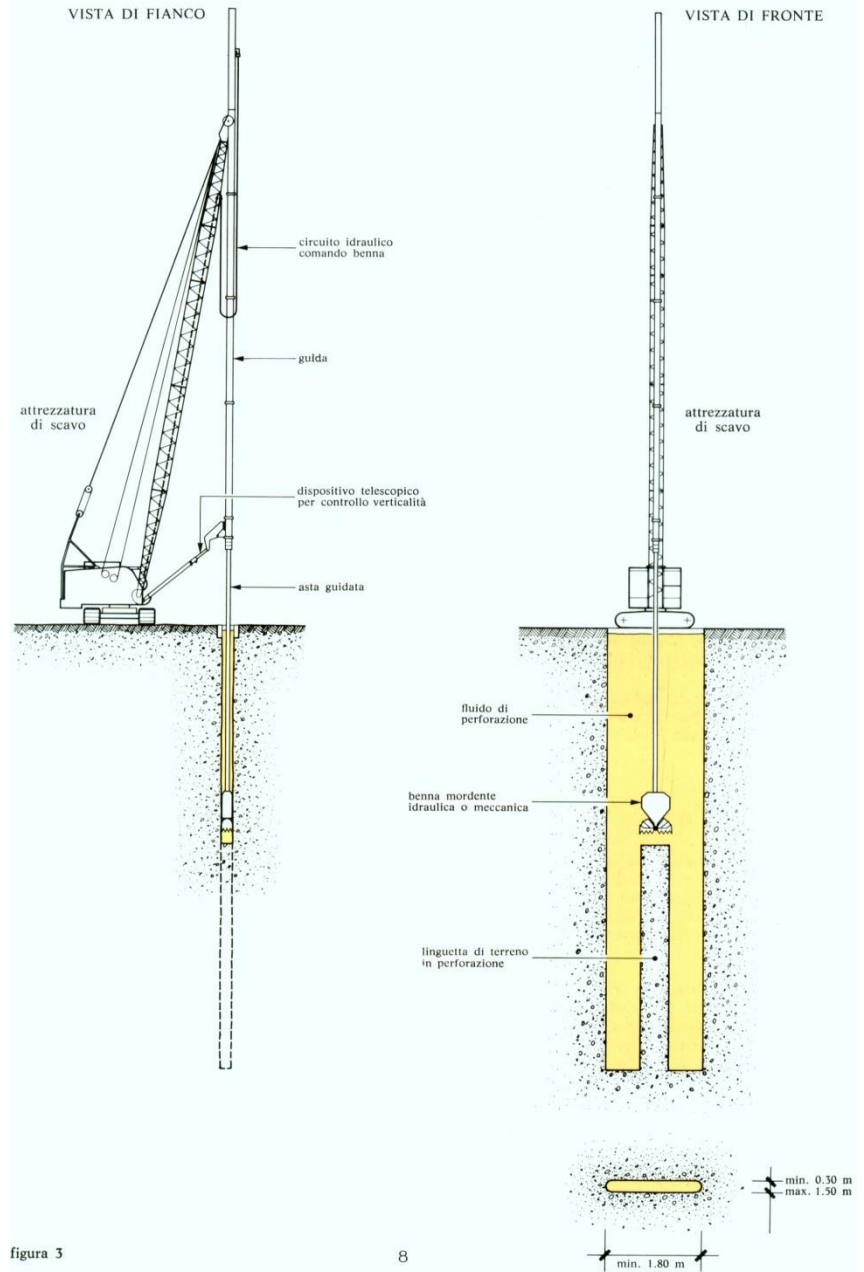


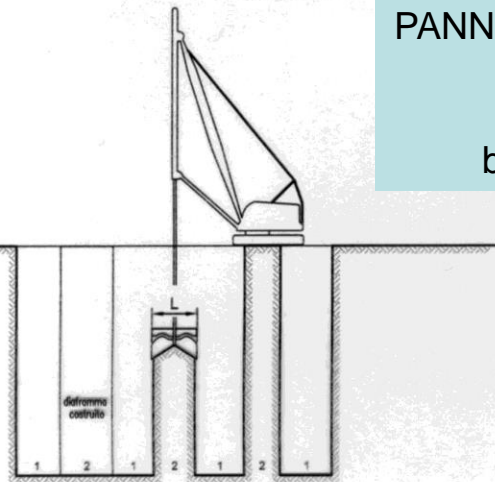
figura 3

### PANNELLI SENZA GIUNTO

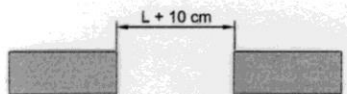
“accostati”



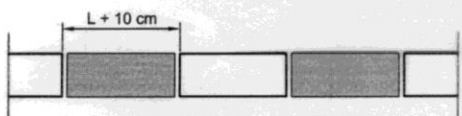
benna rettangolare



1ª FASE Scavo pannelli dispari



2ª FASE Getto di calcestruzzo pannelli dispari



3ª FASE Scavo pannelli pari

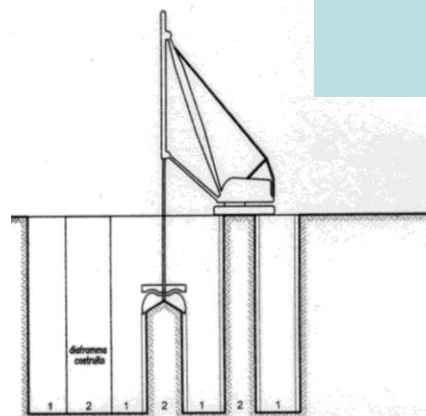


4ª FASE Getto di calcestruzzo pannelli pari

### PANNELLI CON TUBO - GIUNTO



benna “tonda”



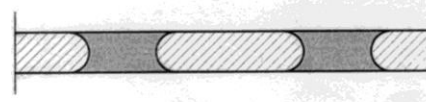
1ª FASE Scavo pannelli dispari



2ª FASE Posa in opera tubi giunto e getto del calcestruzzo

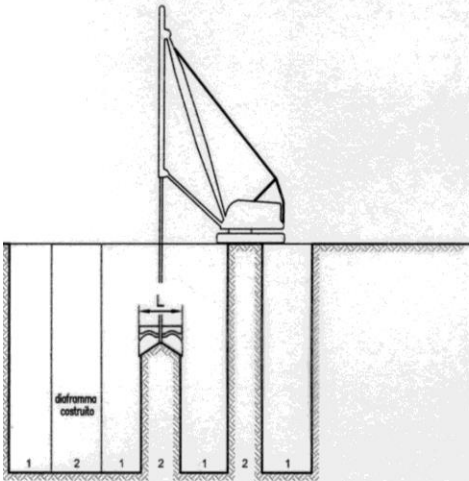


3ª FASE Estrazione tubi giunto e scavo pannelli pari

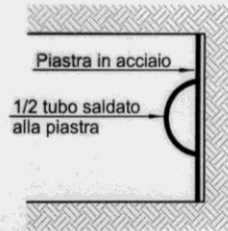


4ª FASE Getto del calcestruzzo pannelli pari

## PANNELLI CON GIUNTO "A CLAVETTE"



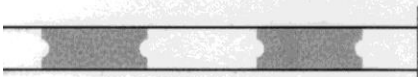
Particolare in pianta del giunto "a clavette"



1ª FASE Scavo pannelli dispari



2ª FASE Posa in opera giunto "a clavette" e getto del calcestruzzo



3ª FASE Estrazione giunto "a clavette" e scavo pannelli pari



4ª FASE Getto di calcestruzzo pannelli pari

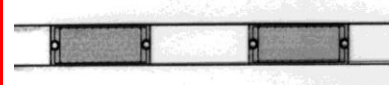
## PANNELLI CON GIUNTO "TUBO-SCALPELLO"



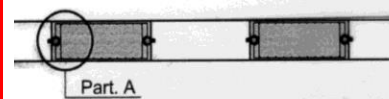
1ª FASE Scavo pannelli dispari



2ª FASE Posa in opera tubo giunto a perdere in PVC e getto del calcestruzzo



3ª FASE Scavo pannelli pari

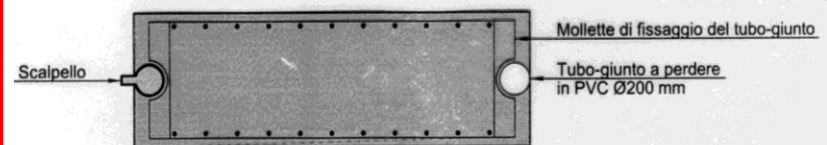


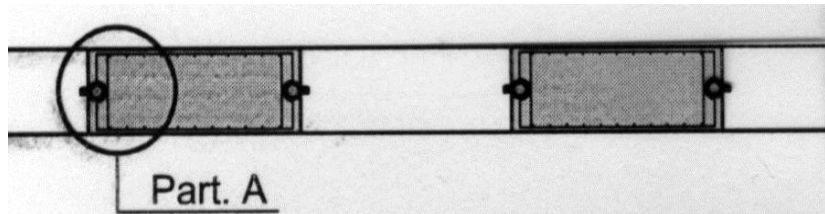
4ª FASE Apertura del giunto con uso di scalpello



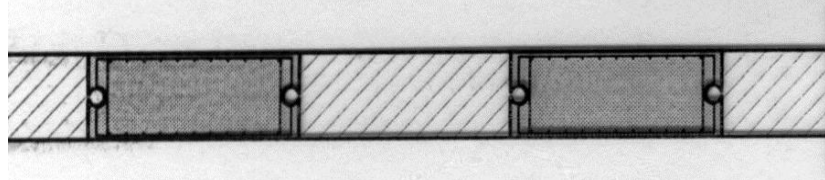
5ª FASE Getto pannelli pari

Particolare A





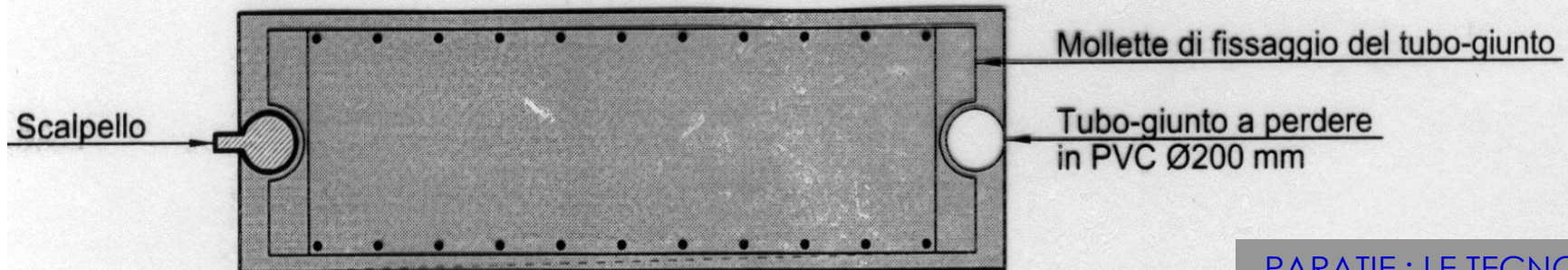
4<sup>^</sup> FASE Apertura del giunto con uso di scalpello



5<sup>^</sup> FASE Getto pannelli pari

## PANNELLI CON GIUNTO "TUBO-SCALPELLO" PARTICOLARI

Particolare A





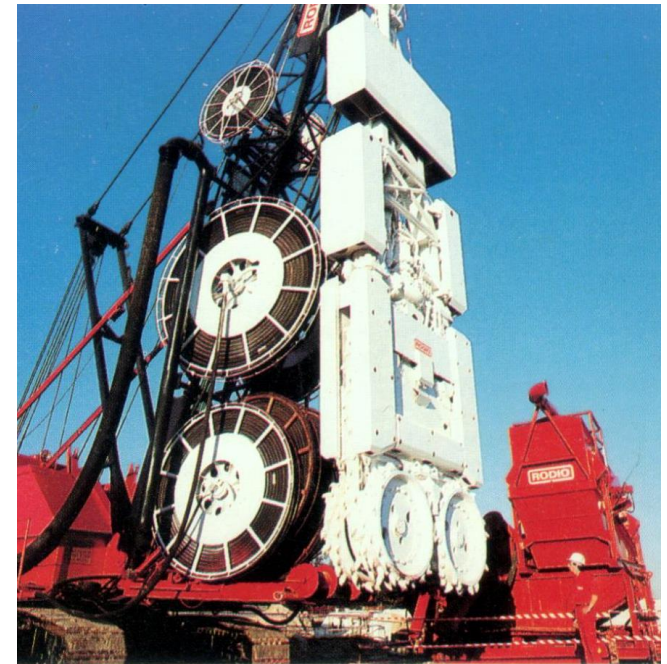
PARATIE A "T"

## PARATIE A " T "

- ❑ lo scavo può essere eseguito in unica fase mediante speciali benne a T, o più semplicemente scavando in successione i due lati del pannello con una benna rettangolare.
- ❑ rispetto ad un pannello a sezione rettangolare il problema della stabilità delle pareti dello scavo riveste maggiore importanza e richiede adeguate cautele e provvedimenti
- ❑ la gabbia d'armatura deve, ovviamente, essere unica
- ❑ la realizzazione delle corree può essere considerata quasi indispensabile per una corretta esecuzione del lavoro

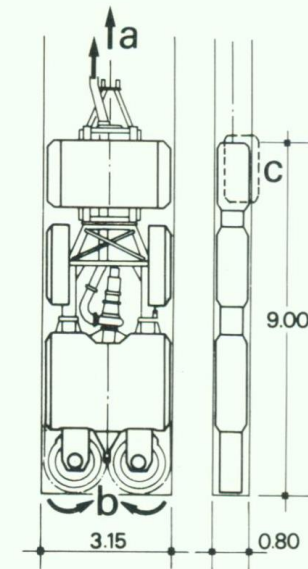
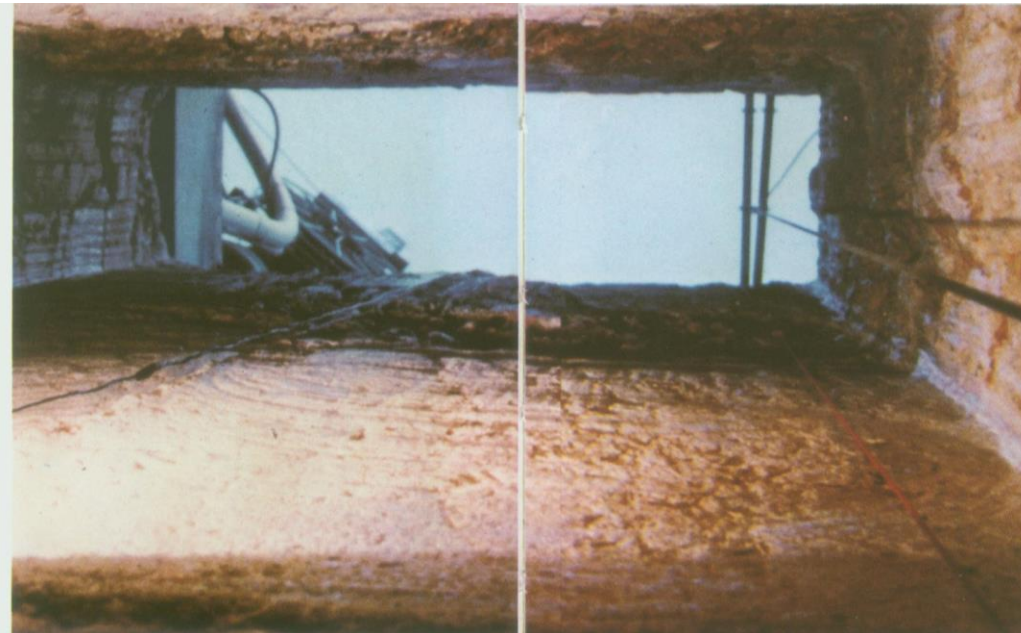






Romill milling machine

I  
D  
R  
O  
F  
R  
E  
S  
A

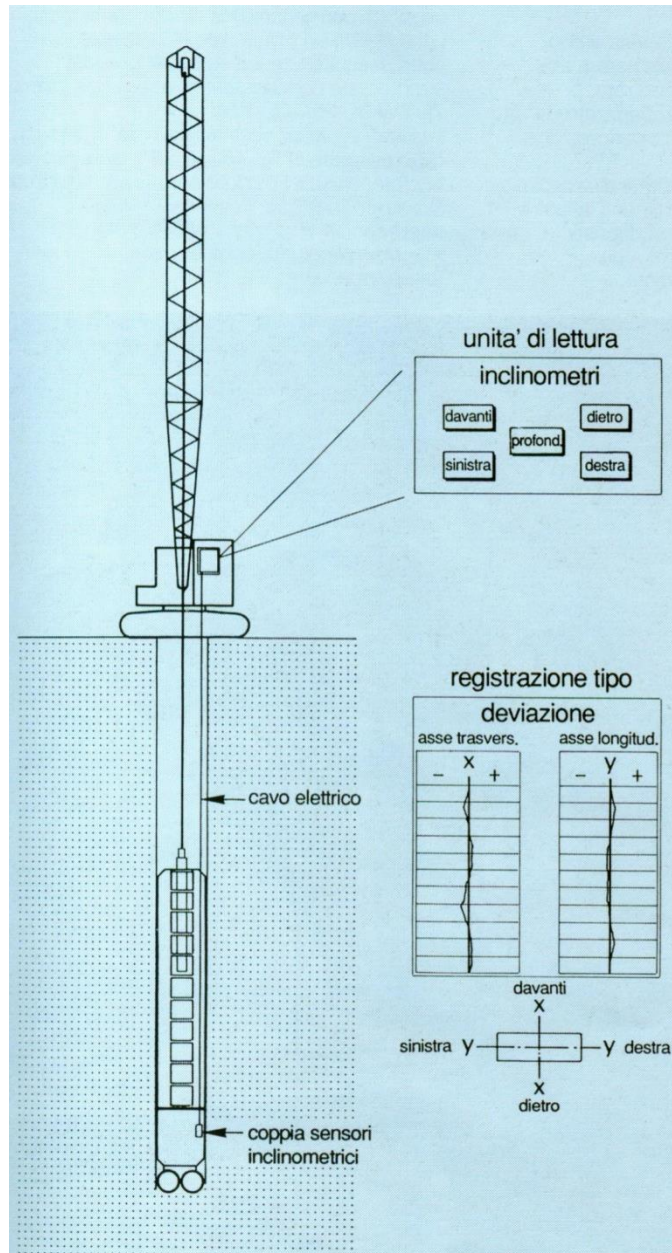


- a Romill weight balancing
- b rotational speed of milling wheels control
- c shield displacement

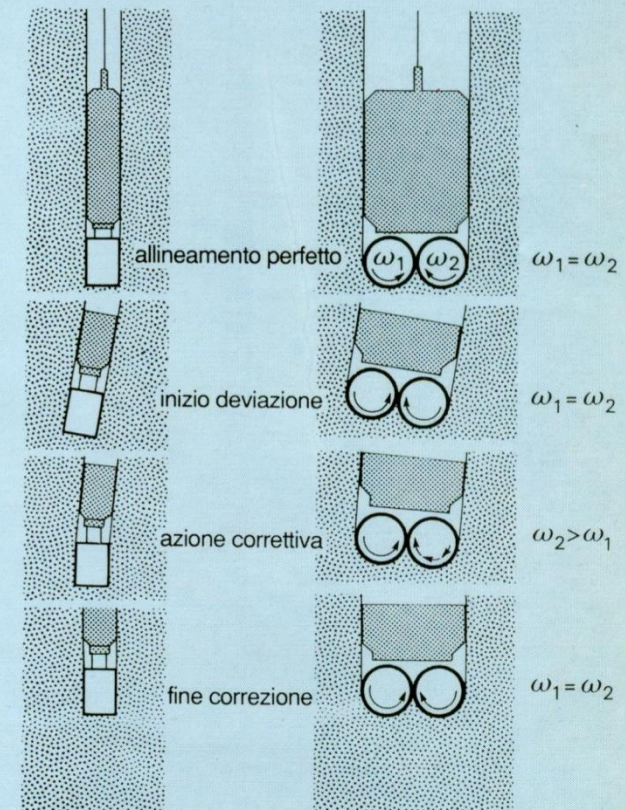
## IDROFRESA (ROMILL): correzione automatica dell'assetto verticale

Introdotta in Italia dalla RODIO negli anni '80, è stata largamente usata ogni qualvolta la natura dei terreni impediva il ricorso alle paratie tradizionali.

Infatti l'idrofresa consente lo scavo di rocce tenere e l'attraversamento di strati di roccia dura.



sul piano trasversale      sul piano longitudinale





## IDROFRESA (ROMILL)

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche delle frese utilizzate al Nodo di Torino  
 Technical characteristics of the hydromills used on the Turin railway junction

Descrizione Description	Fresa Hydrom. 1	Fresa Hydrom. 2	Fresa Hydrom. 3	Fresa Hydrom. 4	Fresa Hydrom. 5
Peso (t) Weight (t)	130	120	120	100	80
Coppia max. fresa (kgm) Boring head maximum torque (kgm)	12000	6000	4000	4000	4000
Potenza max. alla fresa (CV) Boring head maximum power (Hp)	890	565	475	475	475
Potenza max. alla pompa (CV) Pump maximum power (Hp)	240	240	240	240	240
Potenza max. escavatore (CV) Excavator maximum power (Hp)	300	300	300	300	300
Altezza max. da terra (m) Maximum height from ground (m)	30	24	26	7	5
Altezza max. chassis (m) Chassis maximum height (m)	26	20	22	5	4
Lunghezza di scavo (m) Excavating length (m)	2.40	3.14	2.40	2.40	2.40
Larghezza di scavo (m) Excavating width (m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Portata torbida bentonitica (m <sup>3</sup> /h) Bentonitic mucker flow rate (m <sup>3</sup> /h)	450	450	450	450	450



PARATIE IN C.A. GETTATE IN OPERA

**CANTIERIZZAZIONE**

## PARATIE MULTIANCORATE :

### ELABORATI DA PRODURRE PER UNA CORRETTA CANTIERIZZAZIONE (limitatamente alle paratie)

- Pianta corree con piano di tracciamento
- Pianta pannelli con numerazione
- “Prospetto aperto” dei pannelli con la quota di testa, di piede e di fondo scavo
- Gabbie d'armatura complete di particolari costruttivi
- Particolari nicchie alloggiamento tiranti
- Particolari testata tiranti
- Tolleranze di posizionamento altimetrico e planimetrico pannelli
- Quota fine getto e quota scapitozzatura finita
- Tolleranze di posizionamento altimetrico gabbia
- Piano dei controlli in corso d'opera (limitatamente alle paratie)

## PARATIE IN C.A. : PIANO DEI CONTROLLI

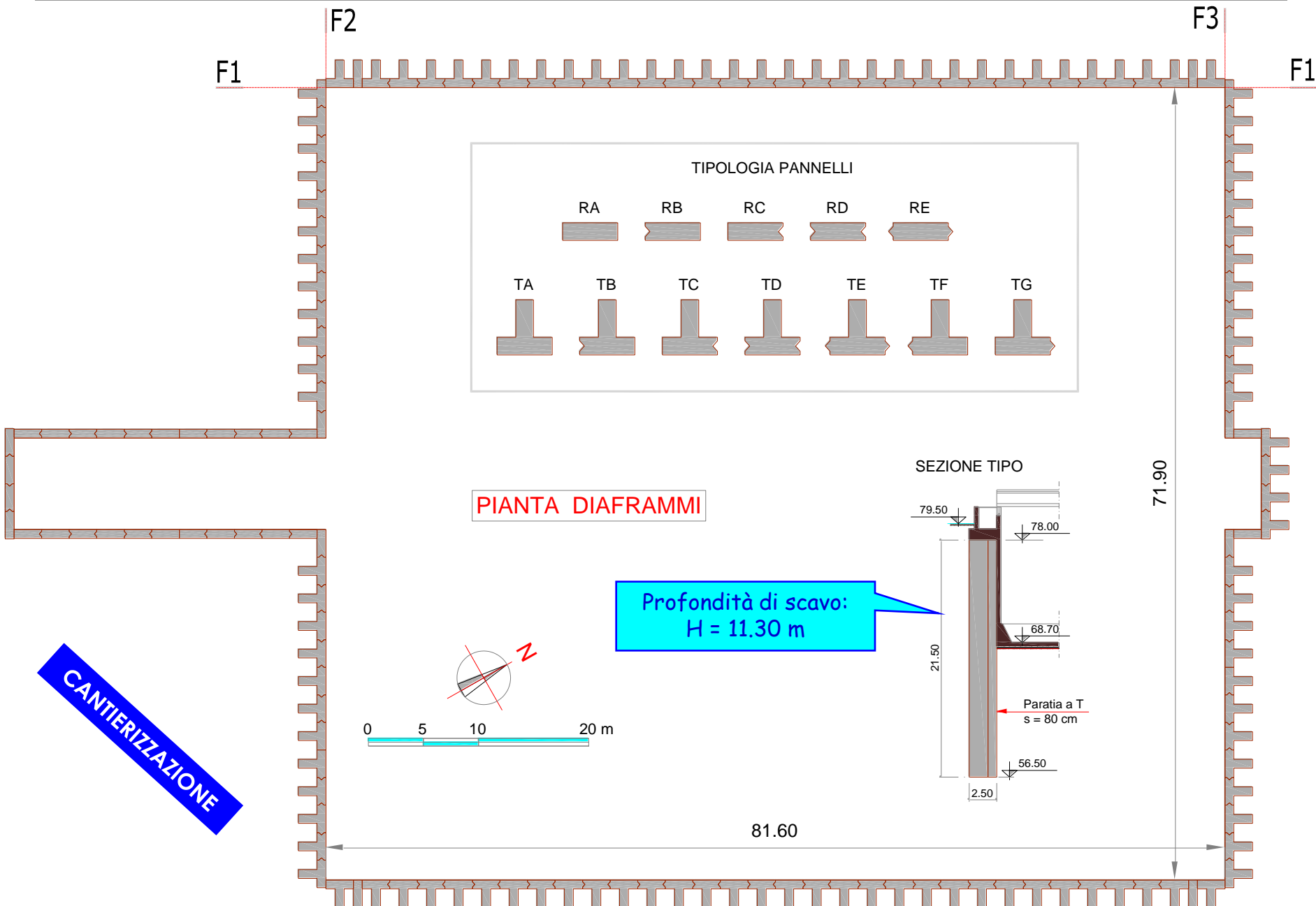
CANTIERIZZAZIONE

1. STABILITA' PIANI DI LAVORO → CORREE + fasce limitrofe
2. TRACCIAMENTO PLANO-ALTIMETRICO → CORREE
3. VERTICALITA' SCAVO → KELLY + EVENTUALE STRUMENTAZIONE
4. QUOTA VERTICALE PANNELLO FINITO
  - Specificare quota fine getto e tolleranze
  - Specificare quota testa gabbia e tolleranze verticali
  - Specificare quota fine scapitozzatura
5. CONTROLLO QUALITA' FANGHI DI PERFORAZIONE
  - All'uscita dall'impianto (fango fresco)
  - In fase di scavo
  - Prima della posa della gabbia
  - Prima del getto
6. CALCESTRUZZO
  - "Slump" al cono Abrams (classe di consistenza)
  - Classe di esposizione e di resistenza
  - Tempo di lavorabilità (se occorre, ritardanti di presa)
  - Portata di fornitura e numero di betoniere a piè d'opera

Se necessario :

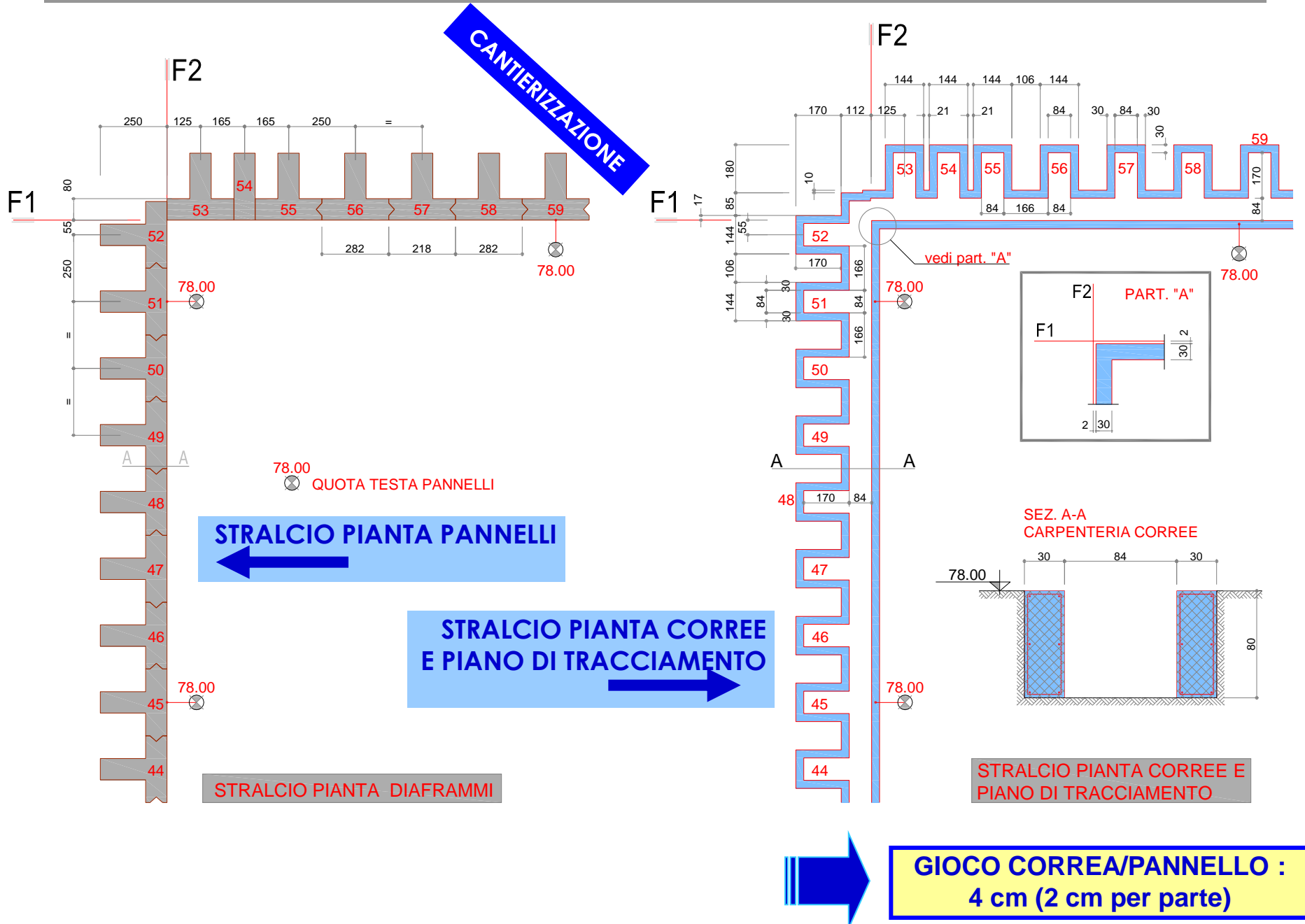
CONTROLLI DI INTEGRITA'  
CON CAROTAGGIO SONICO  
CROSS HOLE, IN FORI  
PREDISPOSTI

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI ARZIGNANO (VI) - PARATIE PERIMETRALI VASCA NITRATI - INCOSIN/Garrasi - 1996



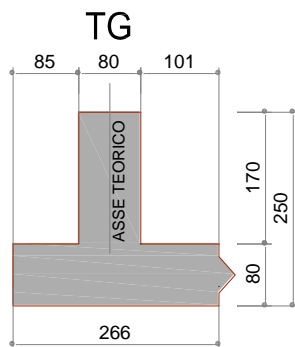
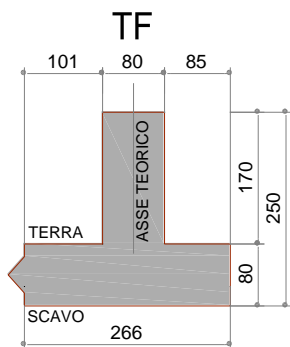
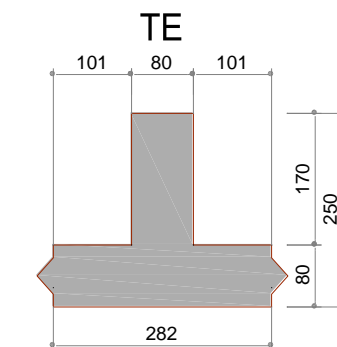
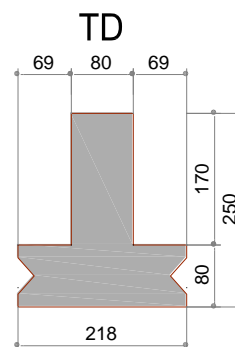
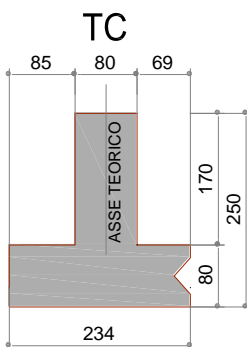
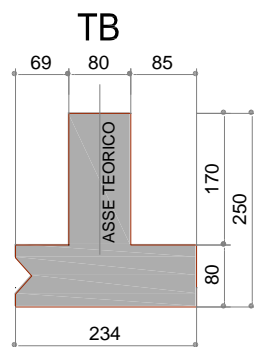
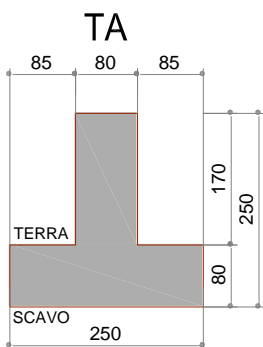
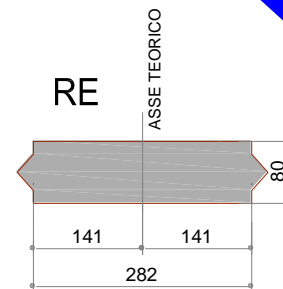
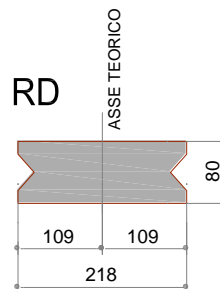
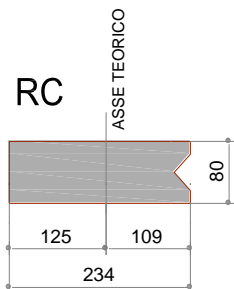
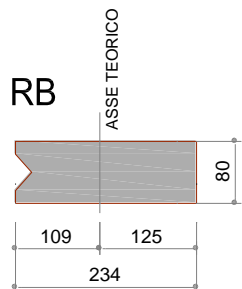
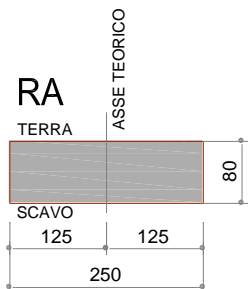


IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI ARZIGNANO (VI) - PARATIE PERIMETRALI VASCA NITRATI - INCOSIN/Garrasi - 1996

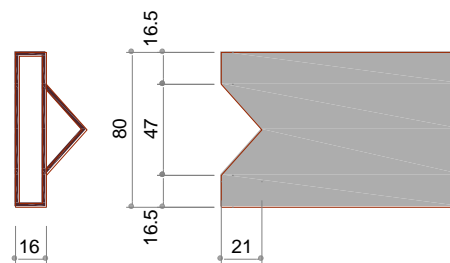


## TIPOLOGIA PANNELLI

**CANTIERIZZAZIONE**



### PARTICOLARE GIUNTO



## CLASSIFICAZIONE DEI PANNELLI E DELLE GABBIE D'ARMATURA

CANTIERIZZAZIONE

### GUIDA ALLA INDIVIDUAZIONE DEL TIPO DI GABBIA

L'individuazione della gabbia di armatura avviene mediante una serie alfanumerica composta da due lettere maiuscole seguite da un numero (ad esempio TB1) secondo lo schema nel seguito illustrato.

1ª lettera (T o R):	individua il tipo di pannello		T = sezione a T		
			R = sezione rettangolare		
2ª lettera (A,B,...G):	individua il tipo di giunto e le esatte dimensioni del pannello, come da schemi in TAV. 388/1-				
numero (1,2,3,4)	individua la quota di testa e del piede del pannello e della gabbia, in base allo schema allegato				
		Pannello		Gabbia	
		Quota testa	Quota piede	Quota testa	Quota piede
	1	+ 78.00	+ 56.50	+ 78.80	+ 57.00
	2	+ 78.00	+ 60.50	+ 78.80	+ 61.00
	3	+ 77.00	+ 56.50	+ 77.80	+ 57.00
	4	+ 76.50	+ 56.50	+ 77.30	+ 57.00

## CLASSIFICAZIONE DEI PANNELLI E DELLE GABBIE D'ARMATURA

PANNELLI RETTANGOLARI : DATI CARATTERISTICI				
PANNELLO	TIPO	QUOTA TESTA	QUOTA PIEDE	TIPO GABBIA
13	B	78.00	56.50	RB1
14	C	"	60.50	RC2
15	E	"	"	RE2
16	D	"	"	RD2
17	E	"	"	RE2
18	B	"	"	RB2
35	C	"	"	RC2
36	E	"	"	RE2
37	D	"	"	RD2
38	E	"	"	RE2
39	B	"	"	RB2
40	C	"	56.50	RC1
54	A	"	"	RA1
85	A	"	"	RA1
99	B	77.00	"	RB3
100	A	"	"	RA3
105	A	"	"	RA3
106	C	"	"	RC3

CANTIERIZZAZIONE

## CLASSIFICAZIONE DEI PANNELLI E DELLE GABBIE D'ARMATURA

CANTIERIZZAZIONE

**TABELLA 2**  
**PANNELLI A T : DATI CARATTERISTICI**

PANNELLO	TIPO	QUOTA TESTA	QUOTA PIEDE	TIPO GABBIA
6	G	78.00	56.50	TG1
7	D	"	"	TD1
8	E	"	"	TE1
9	D	"	"	TD1
10	E	"	"	TE1
11	D	"	"	TD1
12	E	"	"	TE1
41	E	"	"	TE1
42	D	"	"	TD1
43	E	"	"	TE1
44	D	"	"	TD1
45	E	"	"	TE1
46	D	"	"	TD1
47	E	"	"	TE1
48	D	"	"	TD1
49	E	"	"	TE1
50	D	"	"	TD1
51	E	"	"	TE1
52	B	"	"	TB1
53	A	"	"	TA1
55	C	"	"	TC1
56	E	"	"	TE1
57	D	"	"	TD1
58	E	"	"	TE1
59	D	"	"	TD1
60	E	"	"	TE1
61	D	"	"	TD1
62	E	"	"	TE1
63	D	"	"	TD1
64	E	"	"	TE1
65	D	"	"	TD1
66	E	"	"	TE1
67	D	"	"	TD1
68	E	"	"	TE1
69	D	"	"	TD1
70	E	"	"	TE1

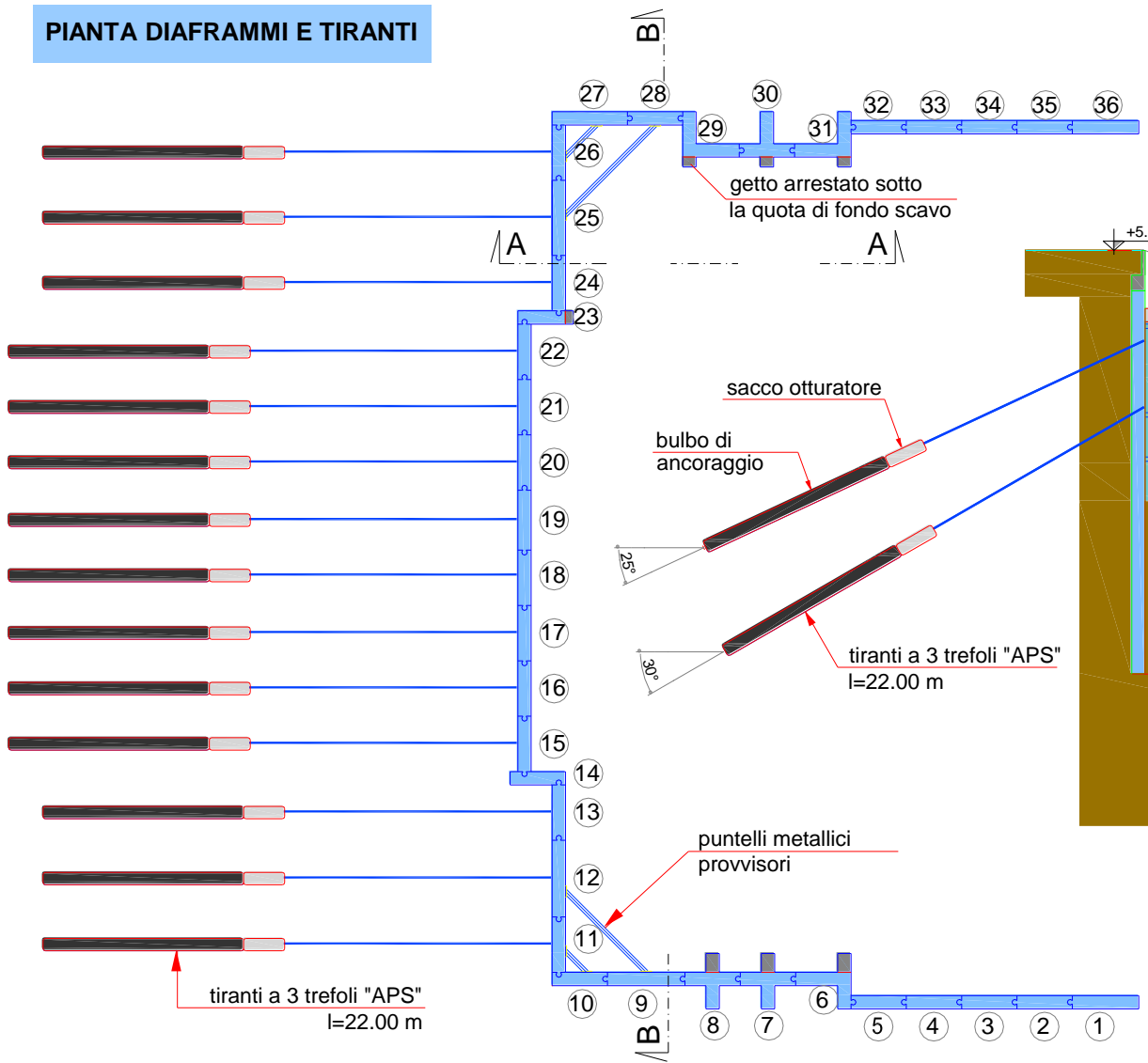
**TABELLA 2 (seguito)**  
**PANNELLI A T : DATI CARATTERISTICI**

PANNELLO	TIPO	QUOTA TESTA	QUOTA PIEDE	TIPO GABBIA
71	D	78.00	56.50	TD1
72	E	"	"	TE1
73	D	"	"	TD1
74	E	"	"	TE1
75	D	"	"	TD1
76	E	"	"	TE1
77	D	"	"	TD1
78	E	"	"	TE1
79	D	"	"	TD1
80	E	"	"	TE1
81	D	"	"	TD1
82	E	"	"	TE1
83	D	"	"	TD1
84	F	"	"	TF1
86	A	76.50	"	TA4
87	C	"	"	TC4
88	E	77.00	"	TE3
89	D	"	"	TD3
90	E	"	"	TE3
91	D	"	"	TD3
92	E	"	"	TE3
93	D	"	"	TD3
94	E	"	"	TE3
95	D	"	"	TD3
96	E	"	"	TE3
97	D	"	"	TD3
98	E	"	"	TE3
101	C	"	"	TC3
102	E	"	"	TE3
103	D	"	"	TD3
104	F	"	"	TF3
107	E	"	"	TE3
108	D	"	"	TD3
109	E	"	"	TE3
110	B	"	"	TB3

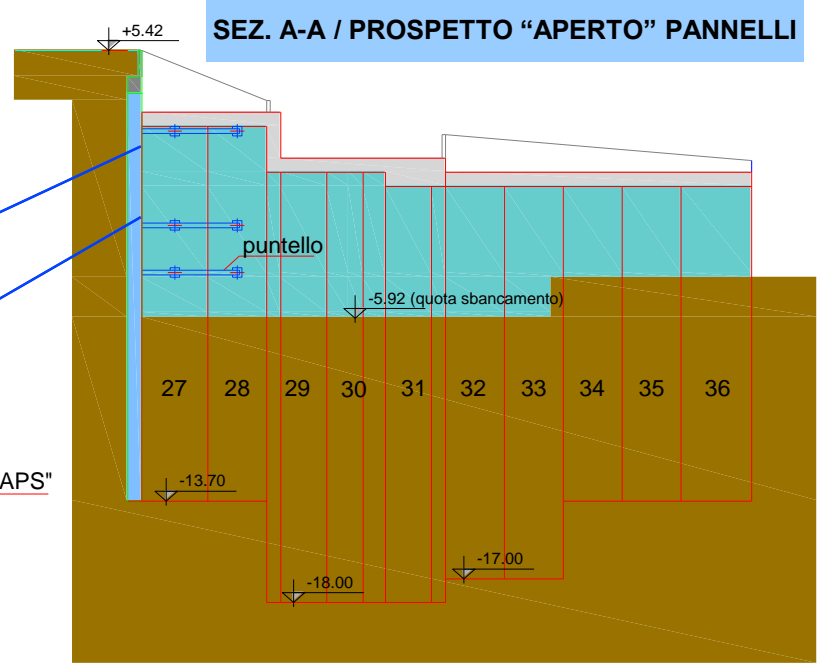
RICCIONE : PARCHEGGIO INTERRATO IN VIA XIX OTTOBRE - Garrasi - 1998

CANTIERIZZAZIONE

PIANTA DIAFRAMMI E TIRANTI



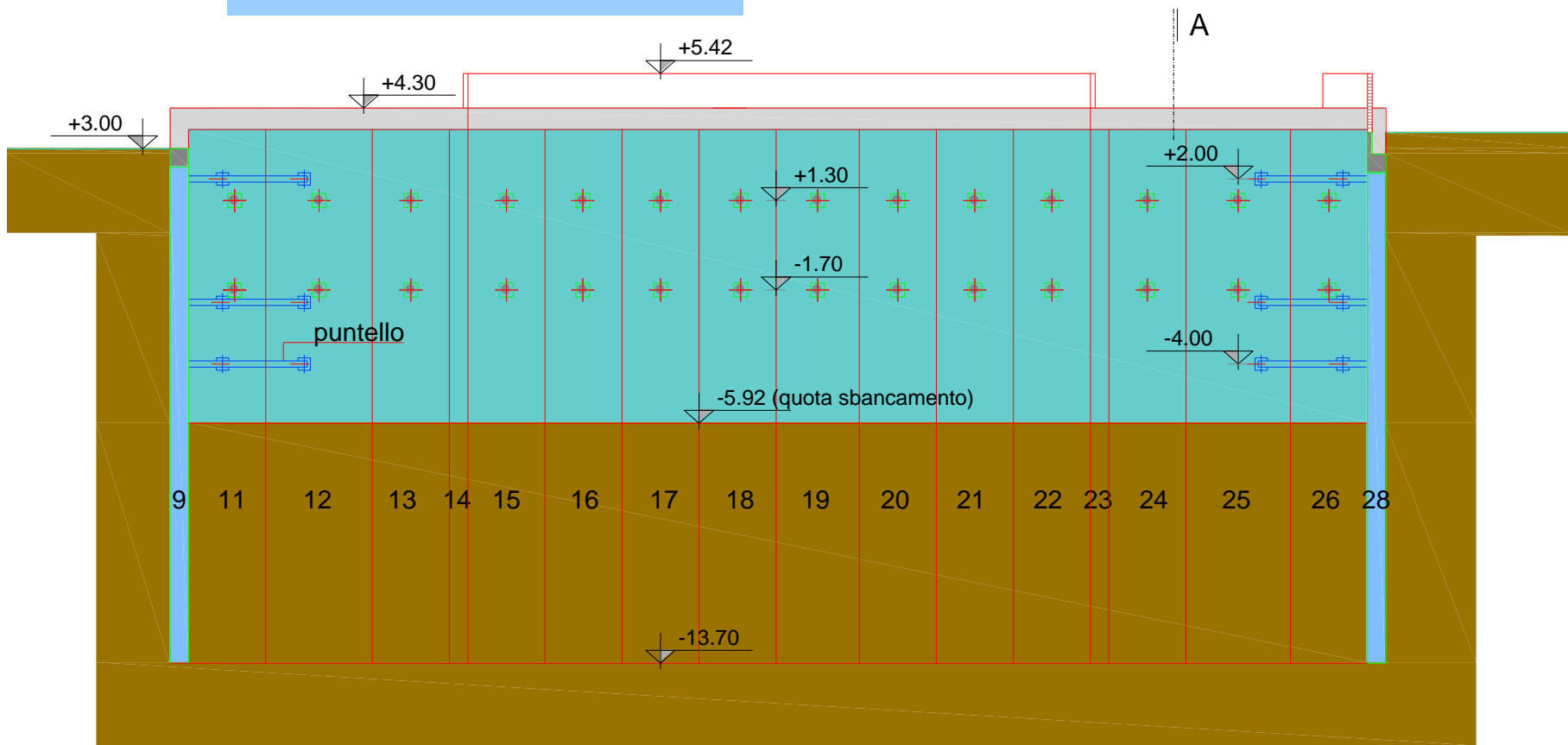
SEZ. A-A / PROSPETTO "APERTO" PANNELLI



0 1 5 10 m

**RICCIONE : PARCHEGGIO INTERRATO IN VIA XIX OTTOBRE - Garrasi - 1998**

**SEZ. B-B / PROSPETTO "APERTO" PANNELLI**

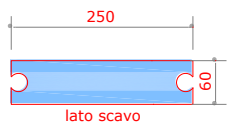


 Tiranti a 3 trefoli tipo "APS" - l = 22.00 m

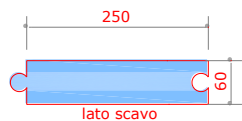
**CANTIERIZZAZIONE**

**CANTIERIZZAZIONE**

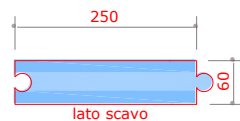
**PANNELLO TIPO 1**  
Pannelli n° 5-26-28-32



**PANNELLO TIPO 2**  
Pannelli n° 11-15-16-17-18-24-33-34-35



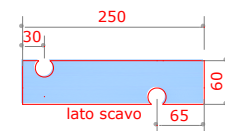
**PANNELLO TIPO 2\***  
Pannelli n° 2-3-4-13-20-21-22



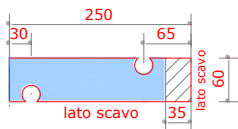
**PANNELLO TIPO 3**  
Pannello n° 10



**PANNELLO TIPO 4**  
Pannello n° 14



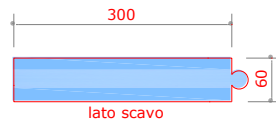
**PANNELLO TIPO 4\***  
Pannello n° 23



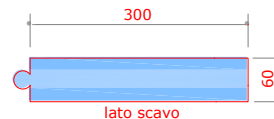
**PANNELLO TIPO 5**  
Pannello n° 19



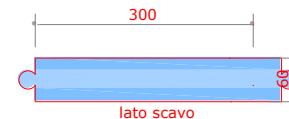
**PANNELLO TIPO 6**  
Pannello n° 1



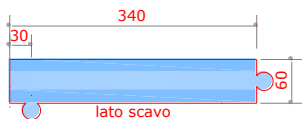
**PANNELLO TIPO 6\***  
Pannello n° 36



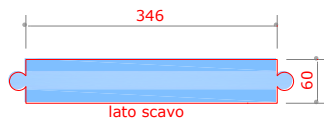
**PANNELLO TIPO 7**  
Pannello n° 25



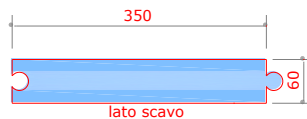
**PANNELLO TIPO 8**  
Pannello n° 27



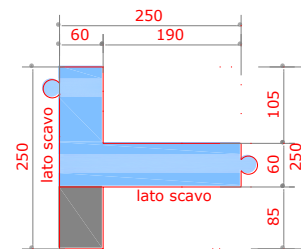
**PANNELLO TIPO 9**  
Pannello n° 12



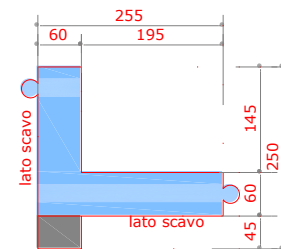
**PANNELLO TIPO 10**  
Pannello n° 9



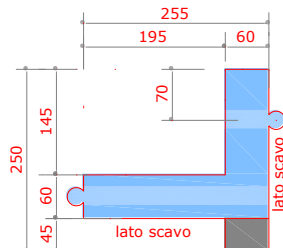
**PANNELLO TIPO 11**  
Pannello n° 6



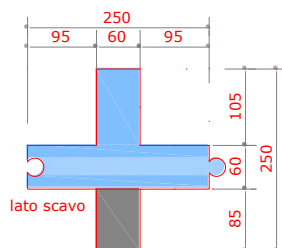
**PANNELLO TIPO 12**  
Pannello n° 29



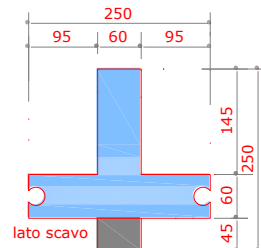
**PANNELLO TIPO 13**  
Pannello n° 31



**PANNELLO TIPO 14**  
Pannello n° 7-8



**PANNELLO TIPO 15**  
Pannello n° 30

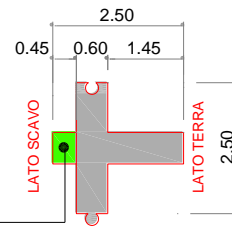


**TIPOLOGIA PANNELLI**

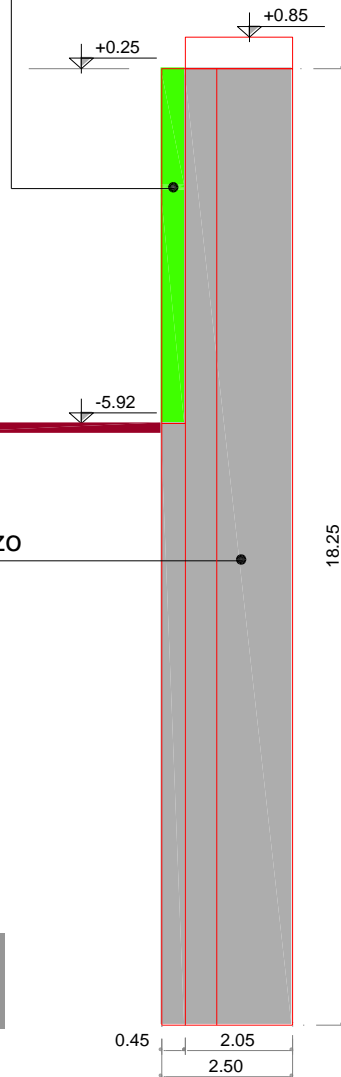


**PANNELLO TIPO 15 (Pannello 30)**

zona protetta dal getto mediante  
cassero a perdere bucherellato  
e riempito di ghiaia



PIANTA



SEZIONE  
TRASVERSALE

**CANTIERIZZAZIONE**

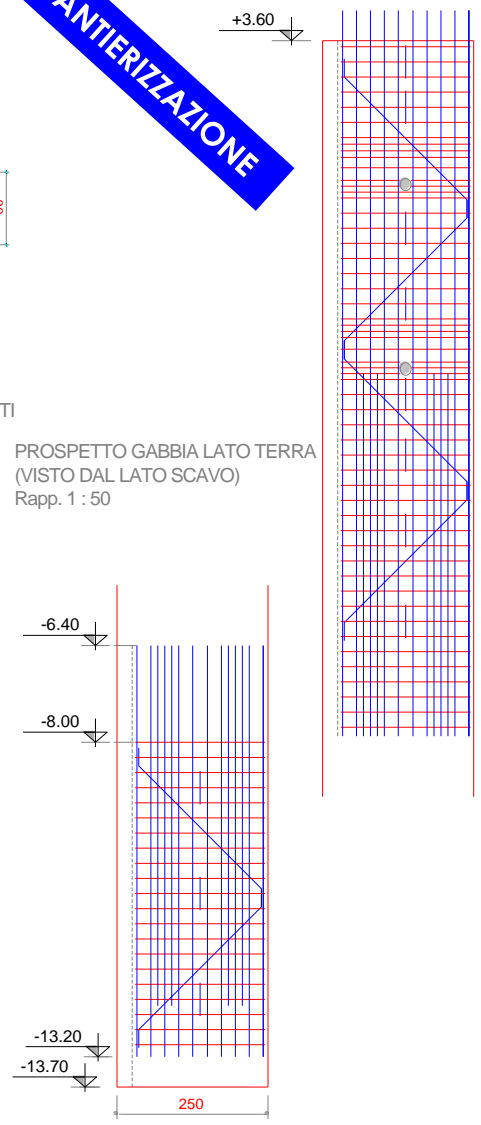
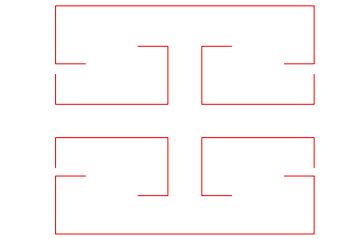
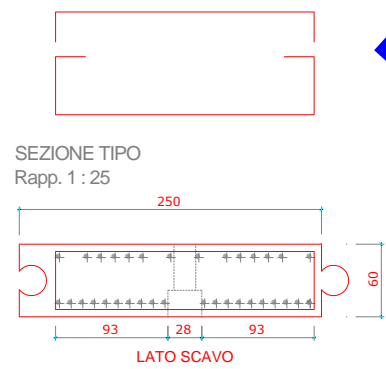
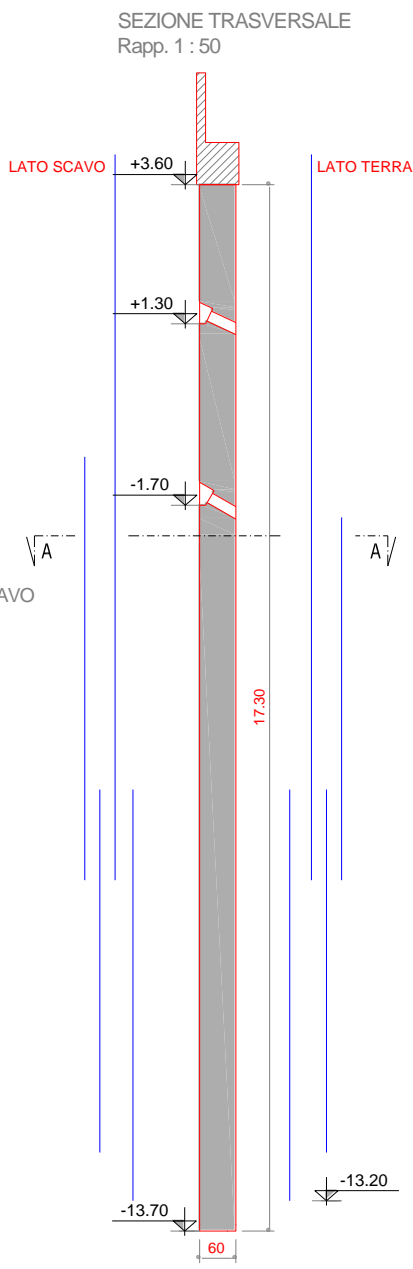
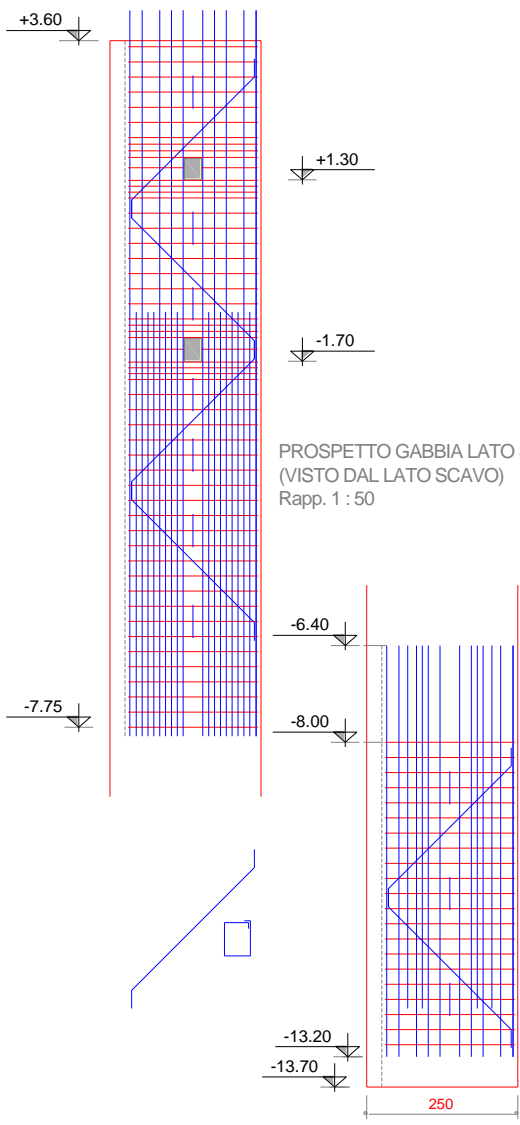
La "cantierizzazione" può essere a volte non meno impegnativa ed importante del calcolo strutturale

**RICCIONE – PARCHEGGIO INTERRATO  
IN VIA XIX OTTOBRE - Garrasi 1998**

**GABBIA PANNELLI N° 13-20-21-22**  
(PANNELLO TIPO 2\*)

**PANNELLI RETTANGOLARI**

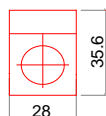
**CANTIERIZZAZIONE**



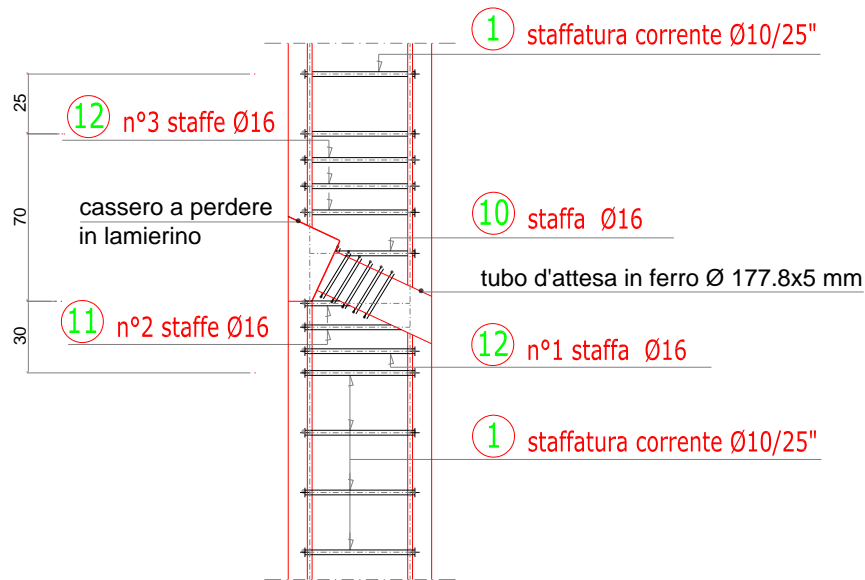
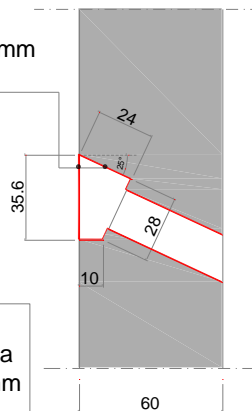
# PANNELLI RETTANGOLARI DETTAGLI ARMATURE

## PARTICOLARE NICCHIA ED ARMATURA TIRANTI SUPERIORI

cassero a perdere in lamierino s = 2 mm  
zincato a caldo con foro Ø 170 mm  
coassiale al tubo d'attesa



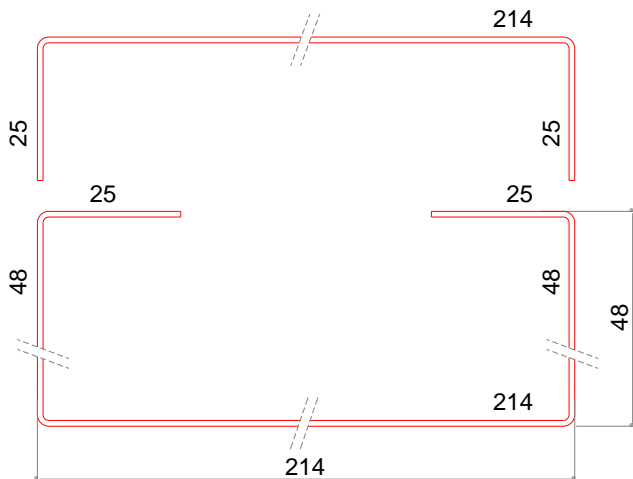
N.B.  
A getti eseguiti porre in opera  
contropiastra 250x250x20 mm  
con foro centrale Ø 120 mm



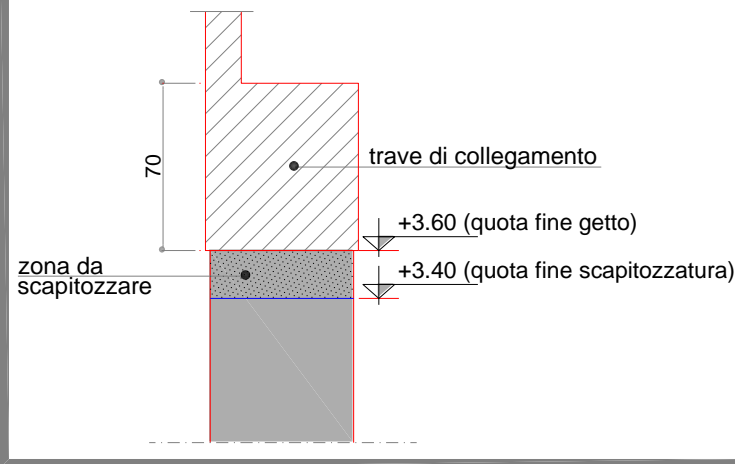
**CANTIERIZZAZIONE**

### PARTICOLARE STAFFE

N.B. LE QUOTE DELLE STAFFE E DEI SAGOMATI  
SI RIFERISCONO AGLI INGOMBRI ESTERNI

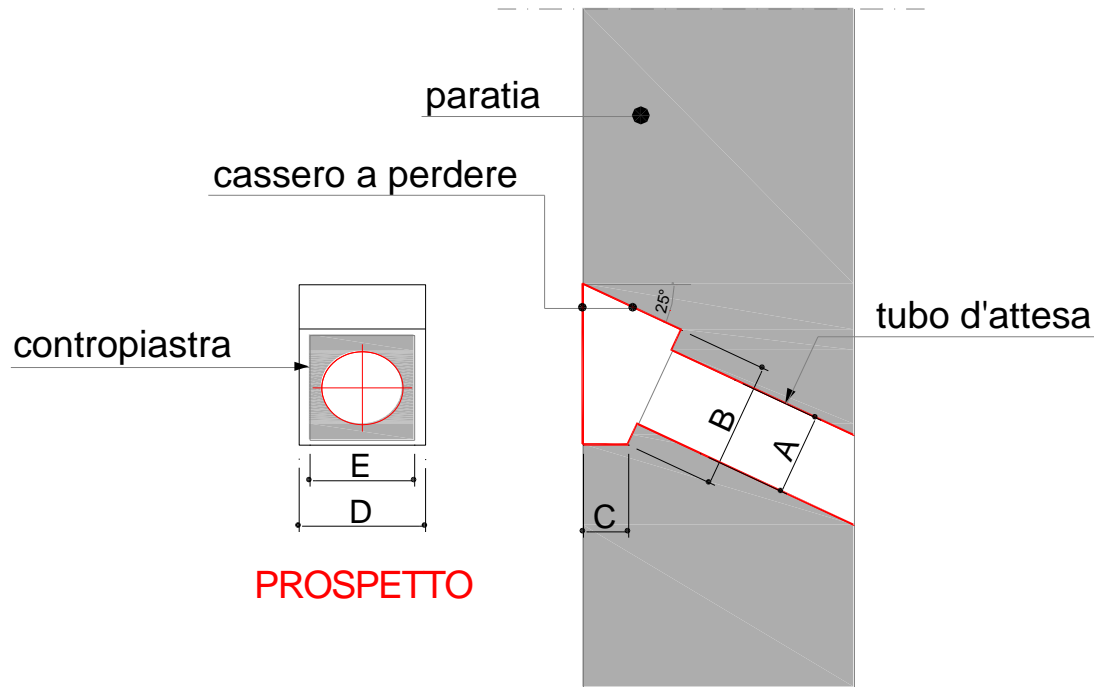


### PARTICOLARE TESTATA PANNELLO E TRAVE DI COLLEGAMENTO



## NICCHIA ALLOGGIAMENTO TIRANTI

CANTIERIZZAZIONE



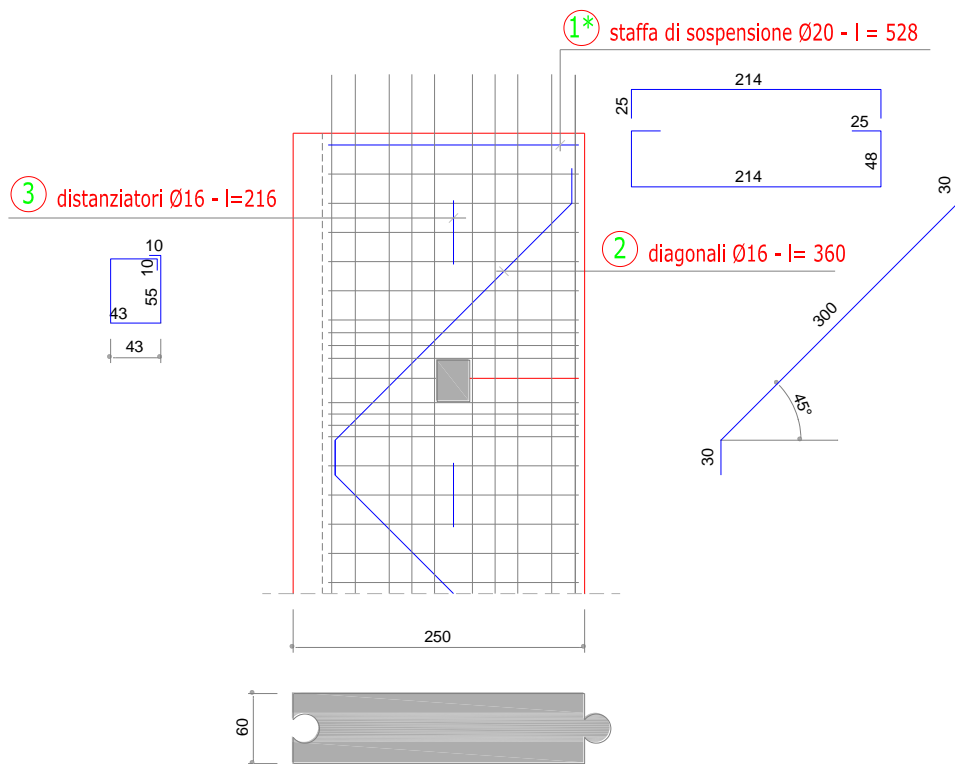
- A dipende dal diametro di perforazione e dalla piastra di testata del tirante
- B dipende da A e da E (in subordine dalle caratteristiche del sistema di tesatura)
- C dipende da esigenze di protezione alla corrosione
- D dipende da A e da E (in subordine dalle caratteristiche del sistema di tesatura)
- E dipende da A, dalla piastra di testata del tirante e dal suo carico di progetto

## PANNELLI RETTANGOLARI : ARMATURE AUSILIARIE

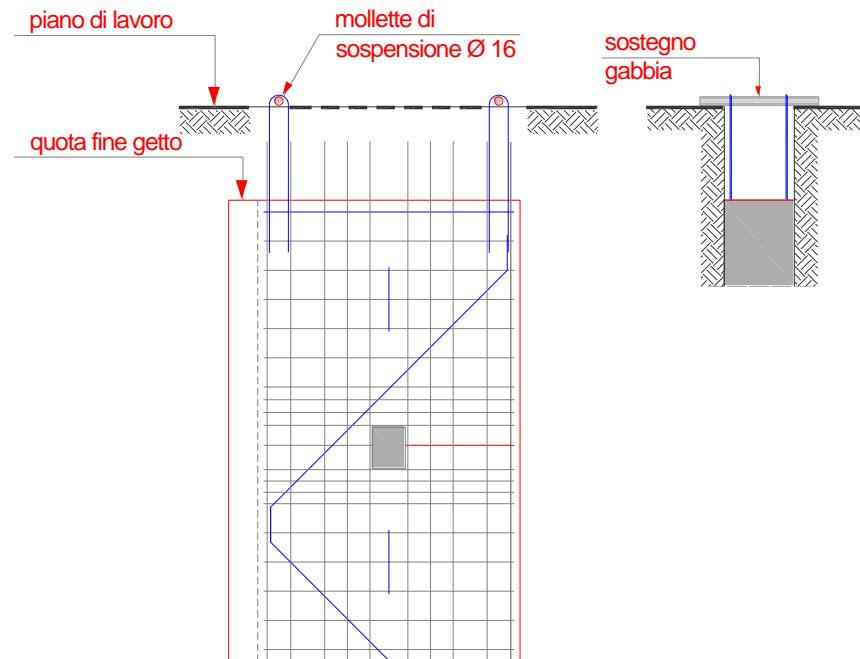
- distanziatori
- diagonali
- armature di sospensione

**CANTIERIZZAZIONE**

**PIANO DI LAVORO  
PROSSIMO ALLA QUOTA DI FINE GETTO**



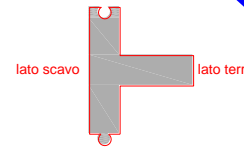
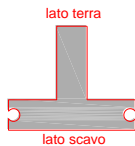
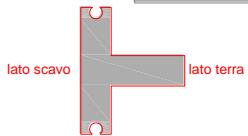
**PIANO DI LAVORO  
PIU' ALTO DELLA QUOTA DI FINE GETTO**



**GABBIA PANNELLO N° 30 (PANNELLO TIPO 15)**

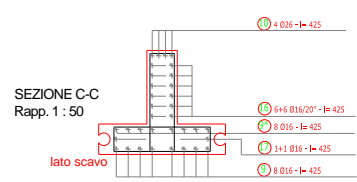
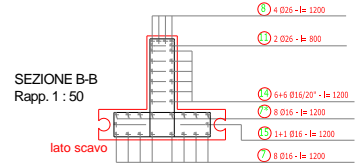
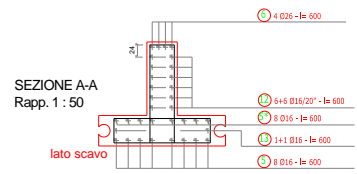
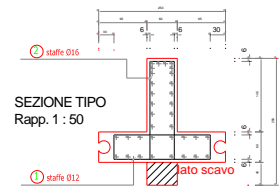
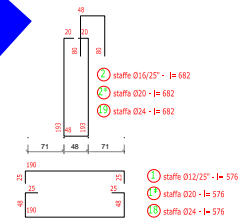
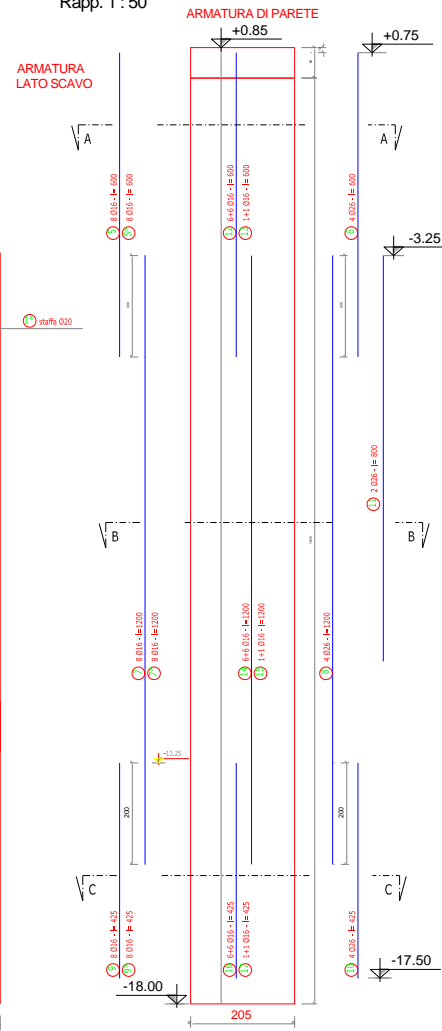
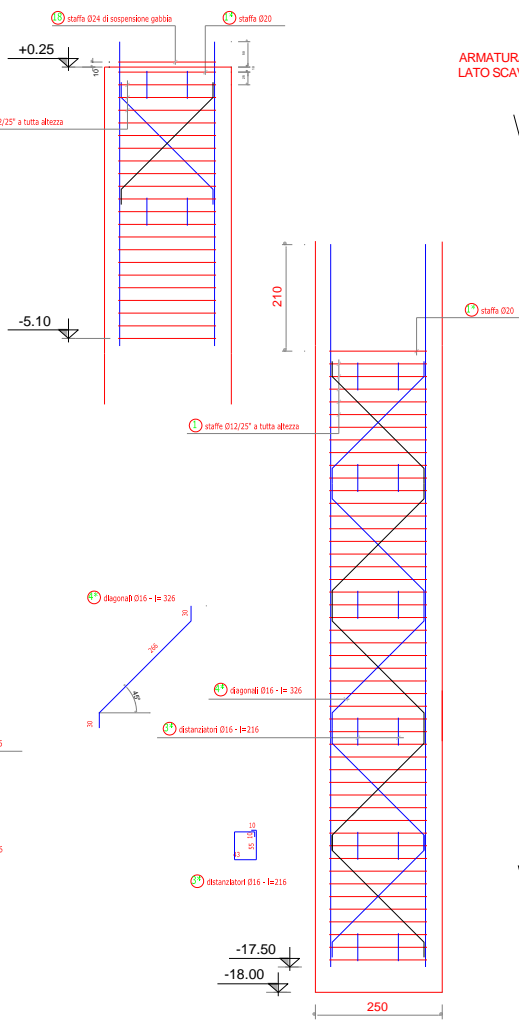
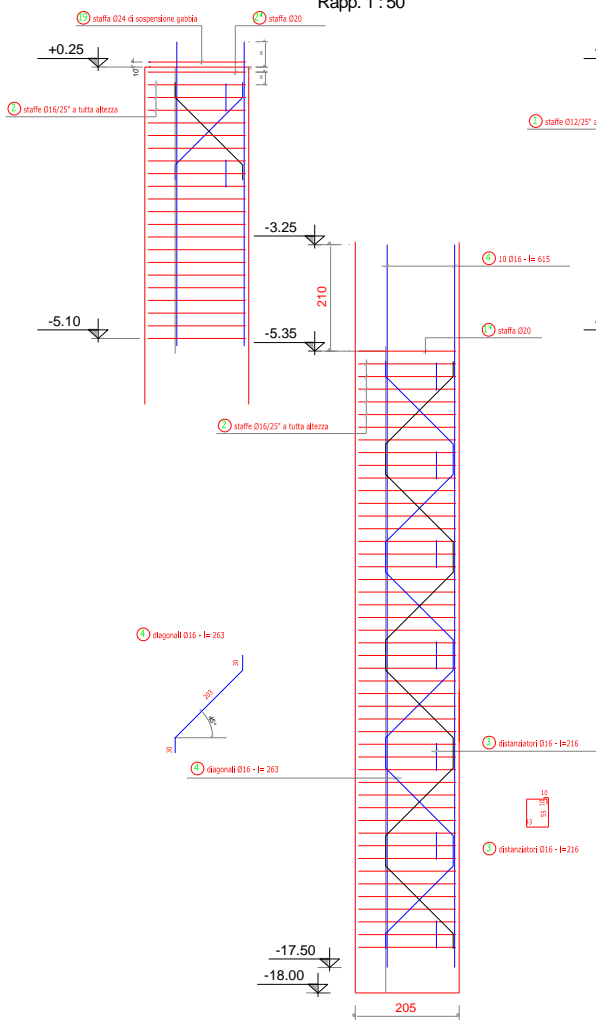
**PANNELLI A T**

**CANTERIZZAZIONE**



PROSPETTI CON POSIZIONE DIAGONALI, DISTANZIATORI E STAFFE  
Rapp. 1 : 50

SEZIONE TRASVERSALE  
Rapp. 1 : 50



**MAI**

APPOGGIARE  
LE GABBIE D'ARMATURA  
SUL FONDO DELLO SCAVO

CANTIERIZZAZIONE

**MAI**

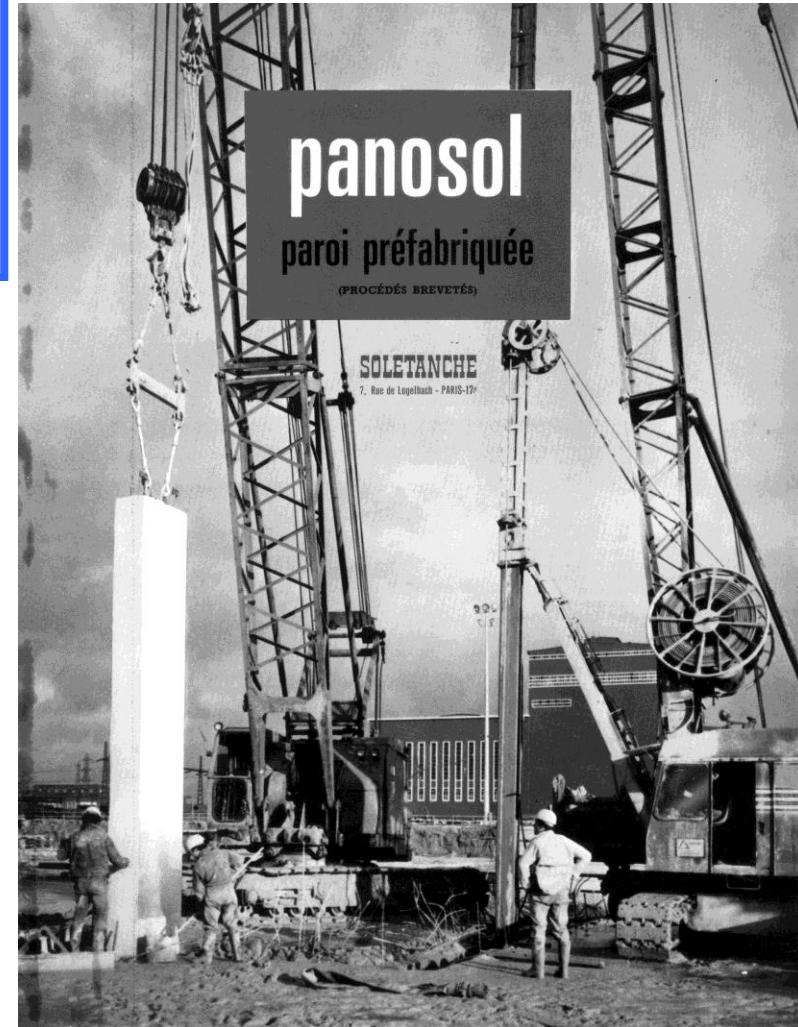
ESEGUIRE IL GETTO DEL  
CALCESTRUZZO SENZA TUBO-GETTO

### VANTAGGI

- ❑ Ottima finitura superfici scoperte – durabilità.
- ❑ Controllo assai più preciso delle dimensioni trasversali, della posizione dell'armatura e della qualità del cls.
- ❑ Minor ingombro trasversale, a parità di resistenza flessionale.
- ❑ Maggiori possibilità di inserire ferri d'attesa, nicchie, etc.
- ❑ **Ridotti tempi esecutivi** ←

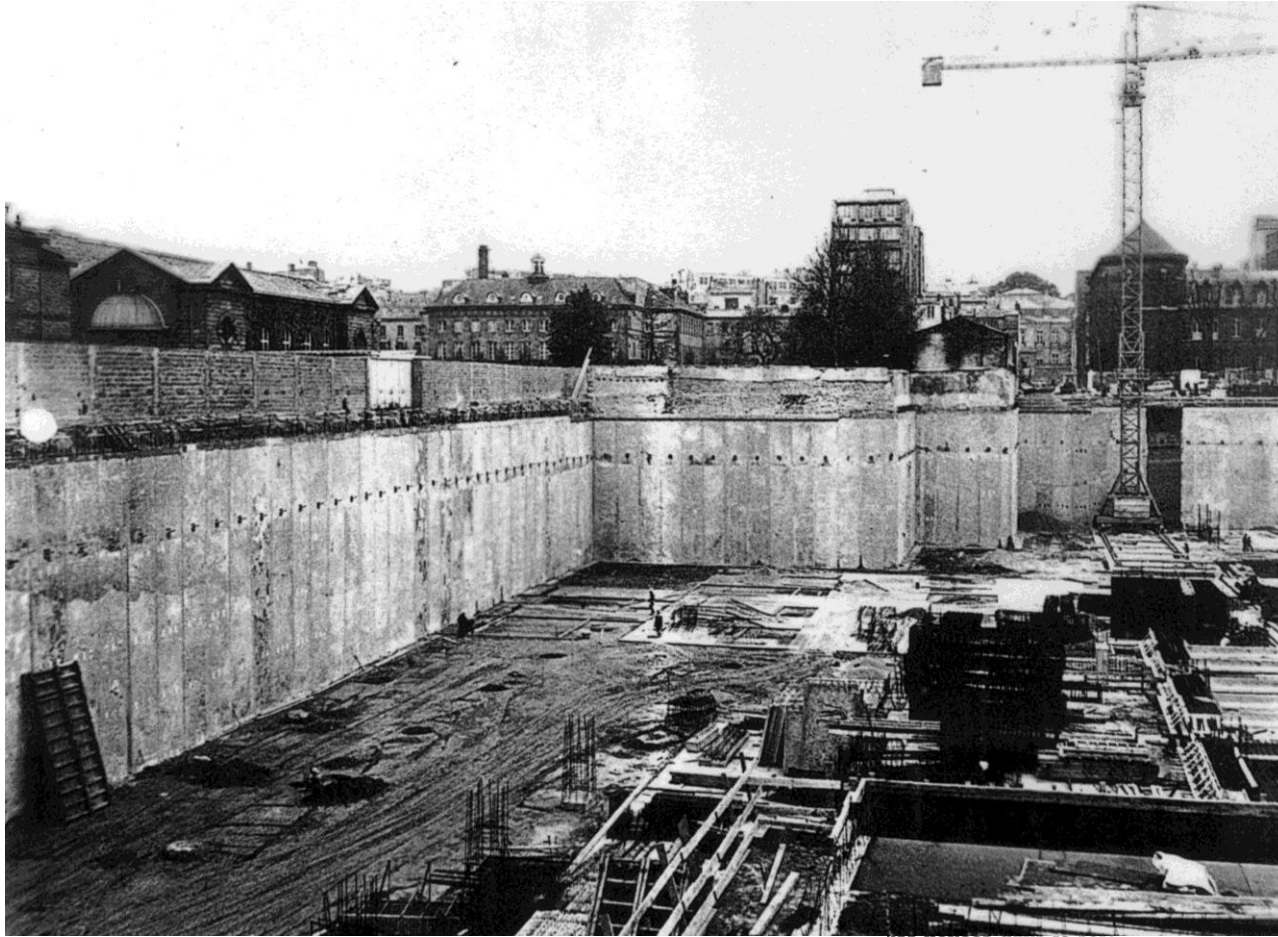
### SVANTAGGI

- ❑ Limiti nelle dimensioni per motivi di movimentazione.

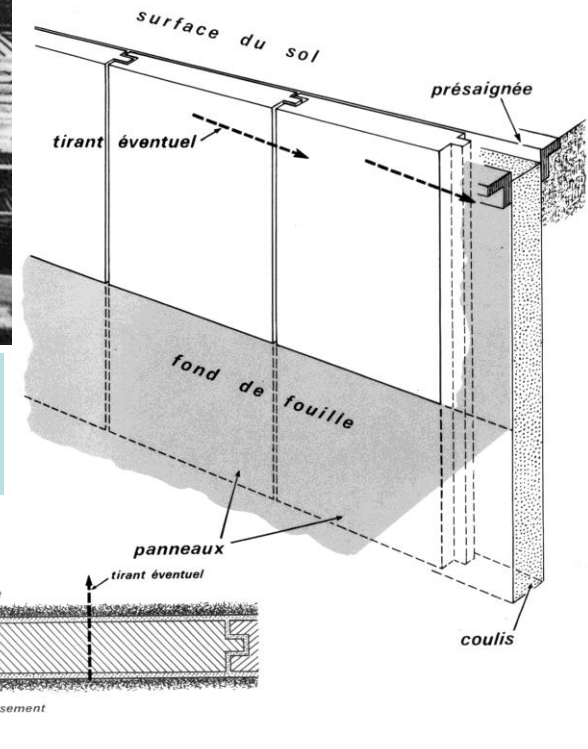


PARATIE PREFABBRICATE



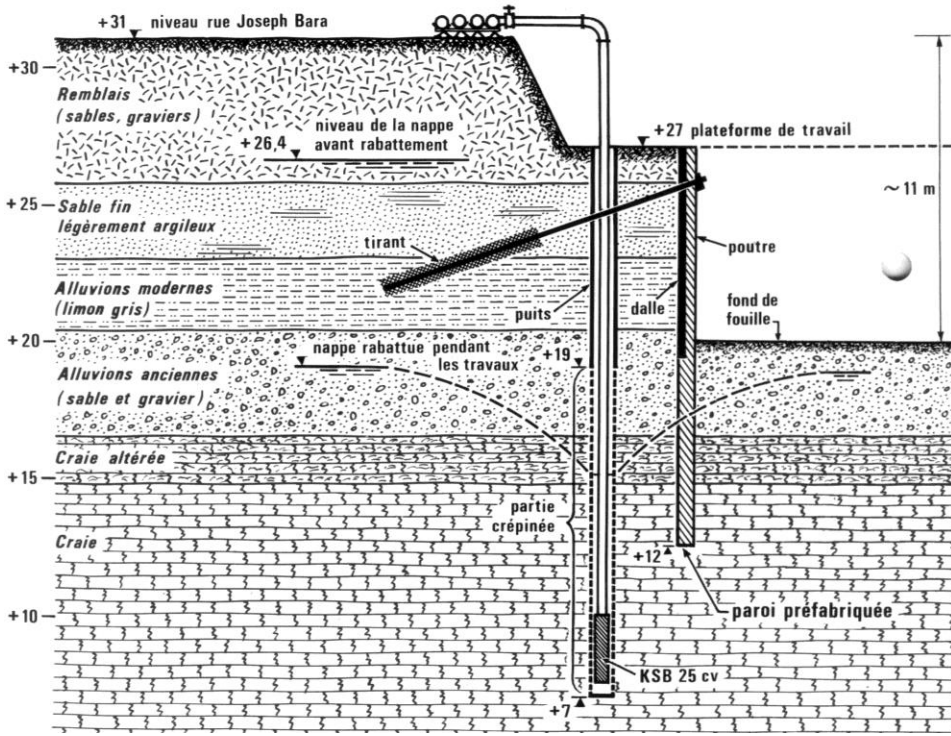


Paris – Rue du Faubourg St. Honoré  
SOLETANCHE (RODIO) - 1971-72



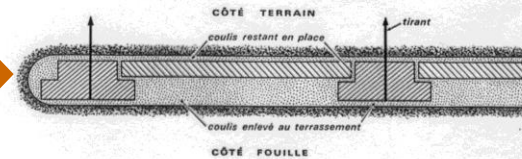
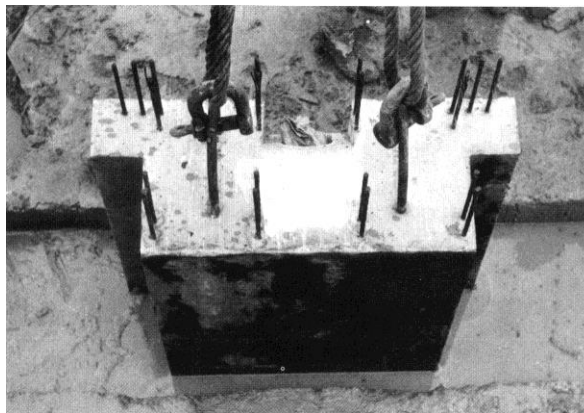
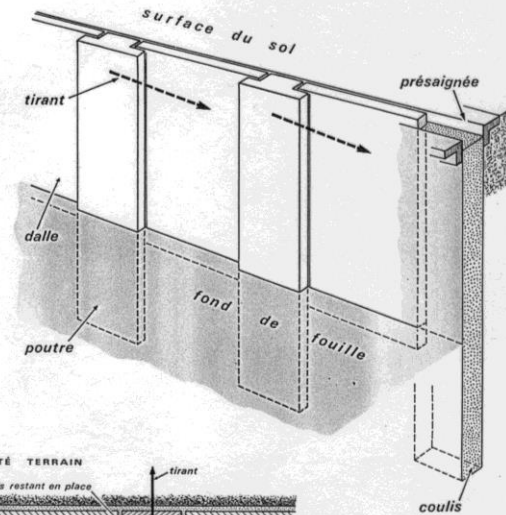
PARATIE PREFABBRICATE

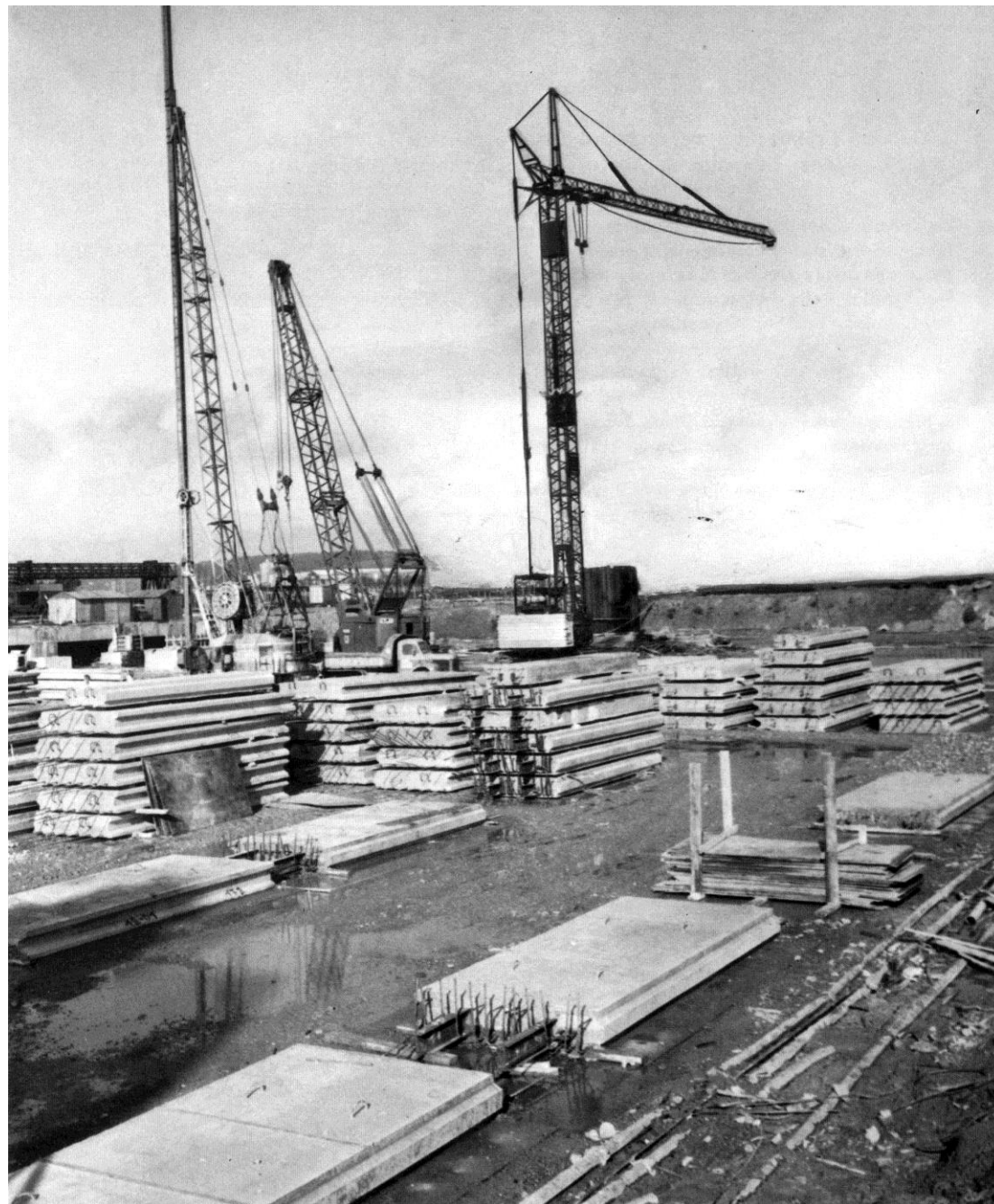
PARATIE PREFABBRICATE



Paroi en cours de dégagement construite pour l'immeuble E.D.F. à ISSY-LES-MOULINEAUX.

Structure constituée par des poutres entre lesquelles s'insère une dalle. Les poutres sont butées en pied par les terres. Elles sont retenues en tête, par exemple par des tirants. Les dalles reçoivent les poussées des terres qu'elles transmettent aux poutres sur lesquelles elles s'appuient. Ce sont les poutres qui en définitive retiennent les poussées. Elles sont 2 fois plus épaisses que les dalles (50 cm par exemple pour les poutres et 25 cm pour les dalles).

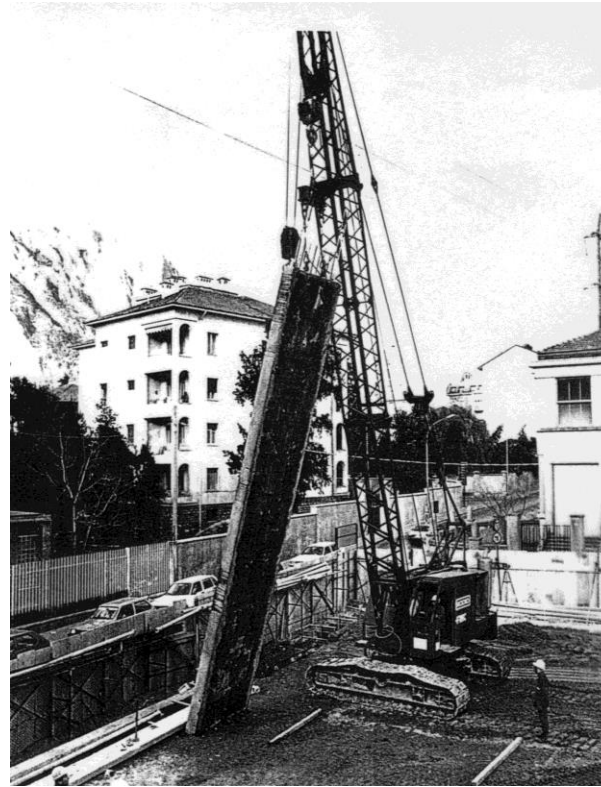




PARATIE PREFABBRICATE :  
STOCCAGGIO DEI PANNELLI IN CANTIERE



*fase di scavo con il pannello prefabbricato a piè d'opera*



*sollevamento del pannello per la posa in opera*



*posizionamento in quota della testa pannello*

## PARATIE PREFABBRICATE : FASI ESECUTIVE

Centrale ENEL Bergamo – Impresa RODIO – 1975

## PARATIE PREFABBRICATE : USO DEI FANGHI AUTOINDURENTI

### FANGHI AUTOINDURENTI

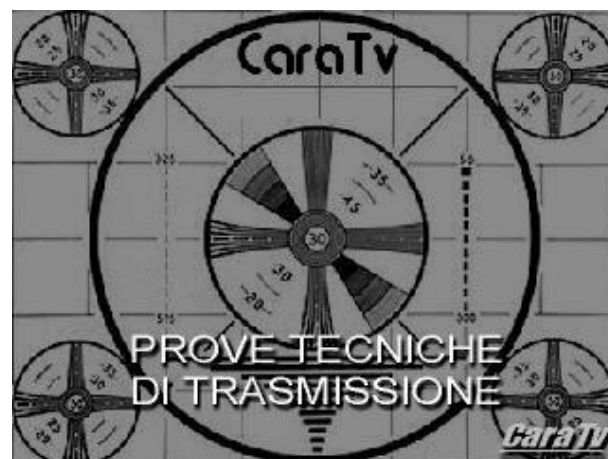
I cosiddetti "fanghi autoindurenti" sono miscele composte da acqua-cemento-bentonite che hanno le seguenti caratteristiche:

- ❑ sinché sono mantenuti in agitazione dall'azione di scavo della benna hanno le caratteristiche reologiche di un fango di perforazione, e quindi stabilizzano le pareti del cavo
- ❑ restando in quiete induriscono e sviluppano resistenze variabili in funzione del dosaggio di cemento
- ❑ sono praticamente impermeabili
- ❑ in funzione del dosaggio mantengono un' elevata deformabilità anche dopo l'indurimento e quindi il materiale può subire notevoli deformazioni senza fessurarsi



Sviluppati con la tecnologia dei diaframmi plastici, dove il "fango autoindurente" diventa il diaframma di progetto, possono efficacemente essere utilizzati come fango di scavo nel caso delle paratie prefabbricate.

(In alternativa si può utilizzare un fango convenzionale, sostituendolo con una miscela cementizia dopo la posa in opera del pannello prefabbricato).





## CAMPO D'IMPIEGO

Opere di sostegno e schermi impermeabili

## CAMPO D'IMPIEGO RELATIVAMENTE AL TERRENO

Terreni medio fini e fini (dalle sabbie alle argille normalconsolidate)

## VANTAGGI

Rapidità di posa in opera

Ottima tenuta idraulica del giunto

Possibilità di recupero/riutilizzo

## SVANTAGGI/LIMITI

Vibrazioni indotte durante l'infissione

Limitata resistenza rispetto ad una paratia in c.a.  
(il limite cessa - di fatto - per le palancole multiancorate)

PALANCOLATE METALLICHE

MODALITÀ  
DI INFISSIONE  
DELLE PALANCOLE

PERCUSSIONE

Martello a caduta libera

Martello diesel

Martello idraulico

VIBRO - INFISSIONE

PRESSO - INFISSIONE

SISTEMI  
MISTI

Batti-vibro-infissione

Vibro-presso-infissione



## INFISSIONE DELLE PALANCOLE MEDIANTE PERCUSSIONE





# INFISSIONE DELLE PALANCOLE MEDIANTE VIBRO - INFISSIONE



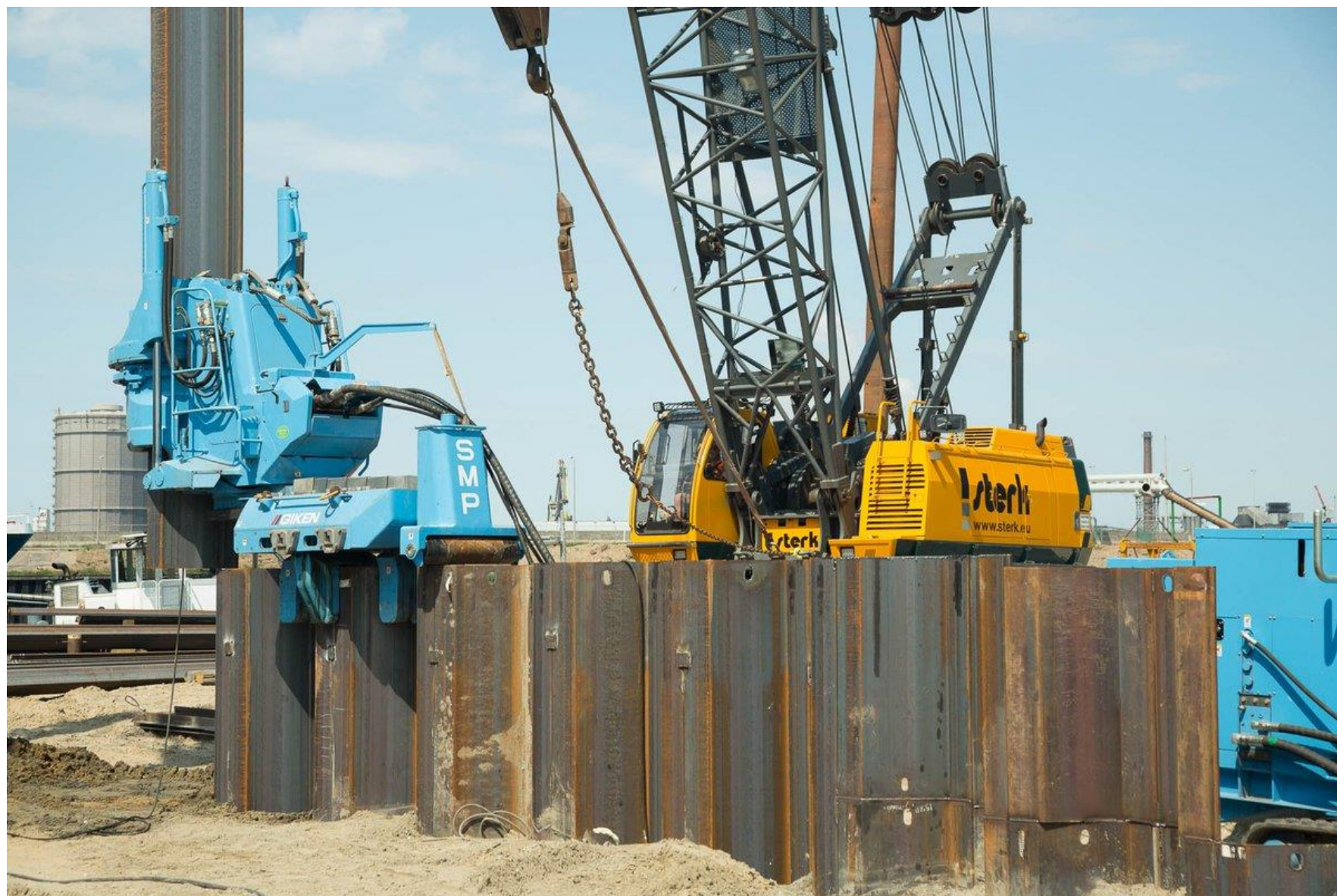


INFISSIONE DELLE PALANCOLE MEDIANTE  
PRESSO - INFISSIONE



Il contrasto alla  
spinta si ottiene  
ancorando  
l'attrezzatura alle  
palancole già infisse

## INFISSIONE DELLE PALANCOLE MEDIANTE PRESSO - INFISSIONE



## INFISSIONE DELLE PALANCOLE MEDIANTE PRESSO - INFISSIONE



Il contrasto alla spinta è fornito dal peso proprio dell'attrezzatura

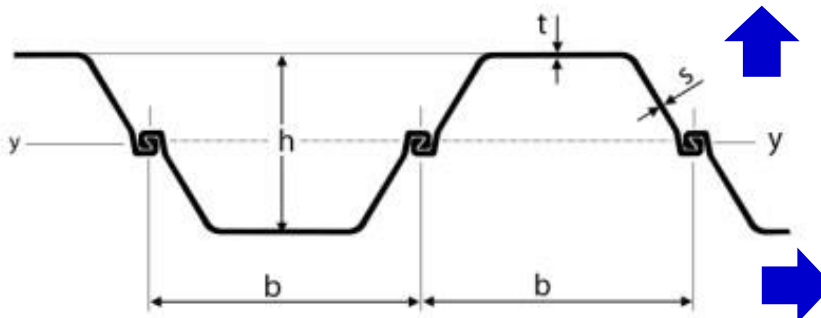
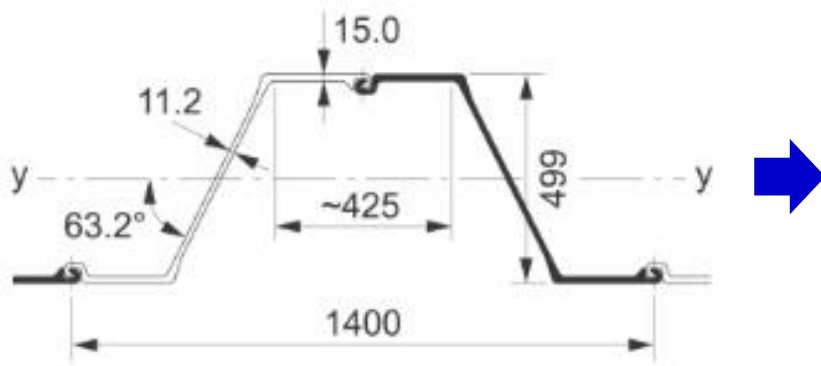
## INFISSIONE DELLE PALANCOLE MEDIANTE PRESSO - INFISSIONE



Il sistema è  
particolarmente  
indicato dovendo  
operare in prossimità  
di edifici



## PRINCIPALI TIPI DI PALANCOLE

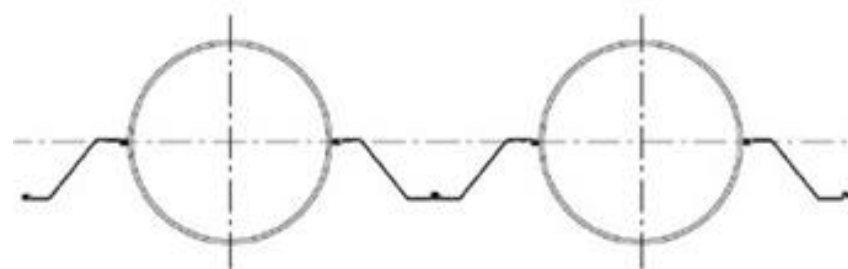


## PRINCIPALI TIPI DI PALANCOLE : SEZIONE MISTA CON PUTRELLA





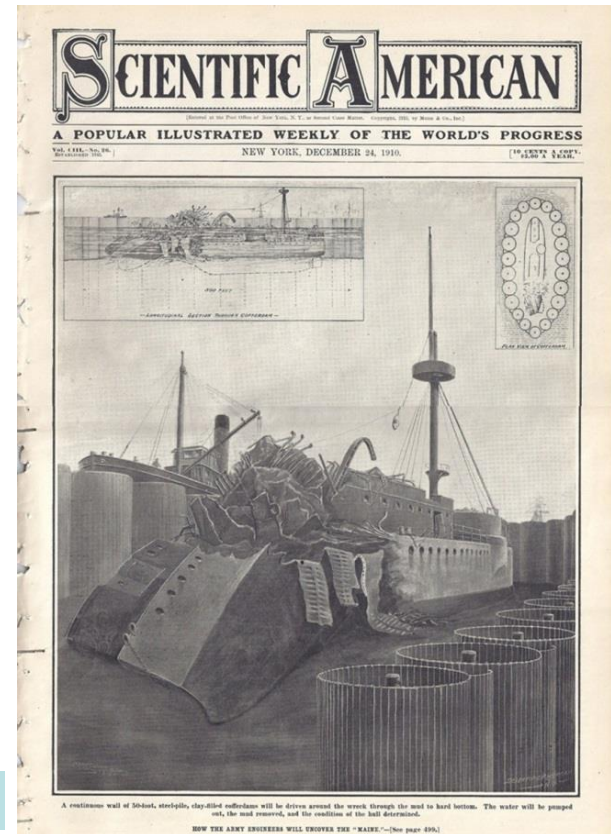
## PRINCIPALI TIPI DI PALANCOLE : SEZIONE MISTA CON TUBI



# I COFFERDAM & LA STORIA

## REMEMBER THE MAINE

1898 - 1911



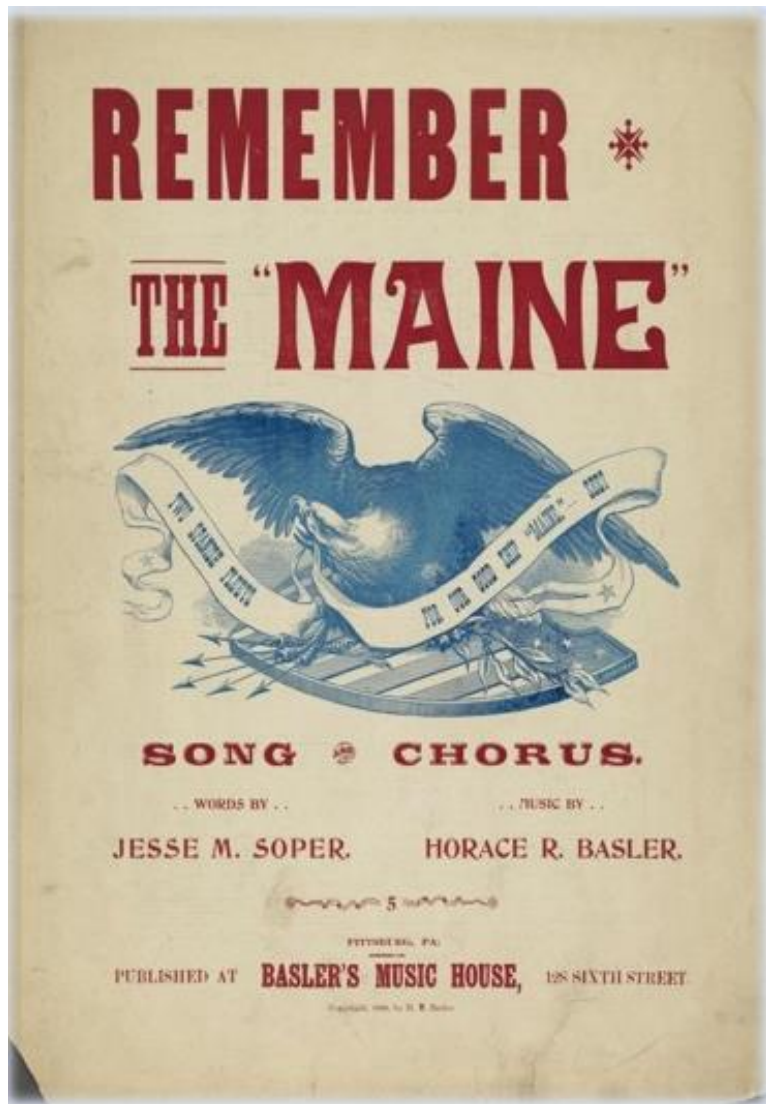
15 Febbraio 1898

15 Febbraio 1898



# LA VICENDA DEL MAINE

nell'immaginario collettivo USA



# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898

## IL QUADRO GENERALE

A metà del XIX secolo la Spagna conservava, del suo già immenso impero coloniale, soltanto Cuba, Portorico e le Filippine, oltre al Marocco Spagnolo.

Sulla grande isola caraibica gli USA avevano da tempo rivolto il proprio interesse : nel 1823 il Congresso discusse una proposta di occupazione, che non ebbe seguito solo per la dissuasione diplomatica di Francia ed Inghilterra. Trent'anni dopo proposero alla Spagna, che rifiutò, di acquistare l'isola per 130 milioni di dollari : da questo momento gli Stati Uniti iniziarono una politica di infiltrazione economica con massicci investimenti sulle piantagioni dell'isola, il che trasformò automaticamente le beghe interne di quella remota provincia spagnola in un *affaire* che toccava da vicino gli interessi americani.

L'aggressività americana riprese con più vigore nella seconda metà del secolo con Theodore Roosevelt che, in base alla dottrina del **destino manifesto**, sosteneva la necessità di conquistare Cuba e le Hawaii, e l'azione fiancheggiatrice di alcuni grandi editori (Hearst e Joseph Pulitzer) che videro nella situazione caraibica un'inesauribile fonte di colpi giornalistici (veri o falsi) con conseguente incremento della tiratura dei loro giornali.

# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898



Jhon Gast (1872) – *Progresso Americano* ovvero *Allegoria del Destino Manifesto*

LA DOTTRINA DEL DESTINO MANIFESTO

Rappresentazione umoristica della dottrina del **Destino Manifesto** con Theodore Roosevelt che spazza via dall'America i resti del colonialismo europeo. Il cartiglio sulla bandiera recita : **Europa, ascolta. Fuori dal suolo americano.**



Nothing could be more definite and emphatic than Mr. Roosevelt's reaffirmation of the Monroe doctrine. It is to be recorded the world, a declaration that there must be no territorial acquisitions by a non-American power at the expense of any American power on American soil. —*their paper*

# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898

## IL CASUS BELLI

Nel 1868 era scoppiata a Cuba una rivolta che, dopo lunghe vicissitudini che videro l'appoggio degli USA alla fazione più radicale degli insorti, si concluse nel 1897 con un accordo con il quale la Spagna riconosceva a Cuba una certa autonomia e la rappresentanza alle Cortes di Madrid, oltre a riforme amministrative e sociali.

Il 25 gennaio 1898 gli USA inviarono all'Avana la corazzata Maine, ufficialmente in visita di cortesia, in realtà per provocazione. Le autorità spagnole, che non avevano alcun interesse ad accrescere la tensione, accolsero gli uomini del Maine come ospiti di riguardo con un sontuoso banchetto, e furono a loro volta invitate a bordo del Maine : in questo clima, che se non era di aperta distensione era almeno di cortesia, maturò il fattaccio.

Il 15 febbraio 1898 il Maine viene squassato da una misteriosa esplosione e si inabissa con 262 uomini : l'opinione pubblica americana, aizzata dai giornali che accusavano apertamente gli spagnoli, reclama la guerra.

La Spagna chiede l'arbitrato della Royal Navy, che emette un giudizio tecnico favorevole all'ipotesi di un'esplosione avvenuta all'interno della corazzata.

Il 21 Aprile 1898 gli Stati Uniti dichiarano guerra alla Spagna.

# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898

**\$50,000 REWARD.—WHO DESTROYED THE MAINE?—\$50,000 REWARD.**

EDITION FOR GREATER NEW YORK

**NEW YORK JOURNAL**  
AND ADVERTISER.

NO. 1872. NEW YORK, THURSDAY, FEBRUARY 17, 1898. 16 PAGES. PRICE ONE CENT.

**DESTRUCTION OF THE WAR SHIP MAINE WAS THE WORK OF AN ENEMY.**

**\$50,000!**  
**\$50,000 REWARD!**  
For the Detection of the Perpetrator of the Maine Outrage!

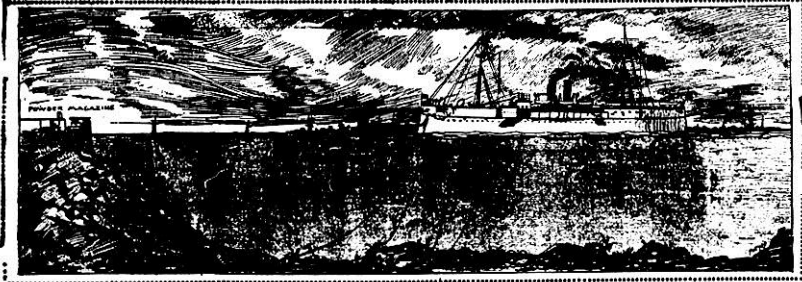
The War Ship Maine... **\$50,000 CASH** offered for the person who... **W. S. HELPER**

Assistant Secretary Roosevelt Convinced the Explosion of the War Ship Was Not an Accident.

The Journal Offers \$50,000 Reward for the Conviction of the Criminals Who Sent 258 American Sailors to Their Death. Naval Officers Unanimous That the Ship Was Destroyed on Purpose.

**\$50,000!**  
**\$50,000 REWARD!**  
For the Detection of the Perpetrator of the Maine Outrage!

The War Ship Maine... **\$50,000 CASH** offered for the person who... **W. S. HELPER**



**NAVAL OFFICERS THINK THE MAINE WAS DESTROYED BY A SPANISH MINE.**

... (Caption text) ...

**Hidden Mine or a Sunken Torpedo Believed to Have Been the Weapon Used Against the American Man-of-War—Officers and Men Tell Thrilling Stories of Being Blown Into the Air Amid a Mass of Shattered Steel and Exploding Shells—Survivors Brought to Key West Scout the Idea of Accident—Spanish Officials Protest Too Much—Our Cabinet Orders a Searching Inquiry—Journal Sends Divers to Havana to Report Upon the Condition of the Wreck. Was the Vessel Anchored Over a Mine?**

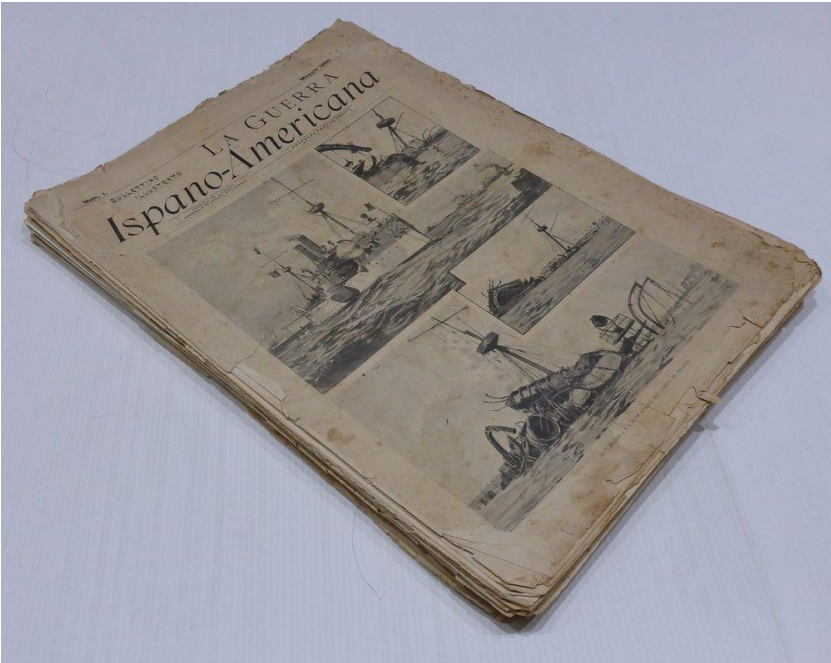
BY CAPTAIN E. L. ZALINSKI, U. S. A.

(Captain Zalinski is the inventor of the famous dynamite gun, which would be the principal force in our coast defense in case of war.)

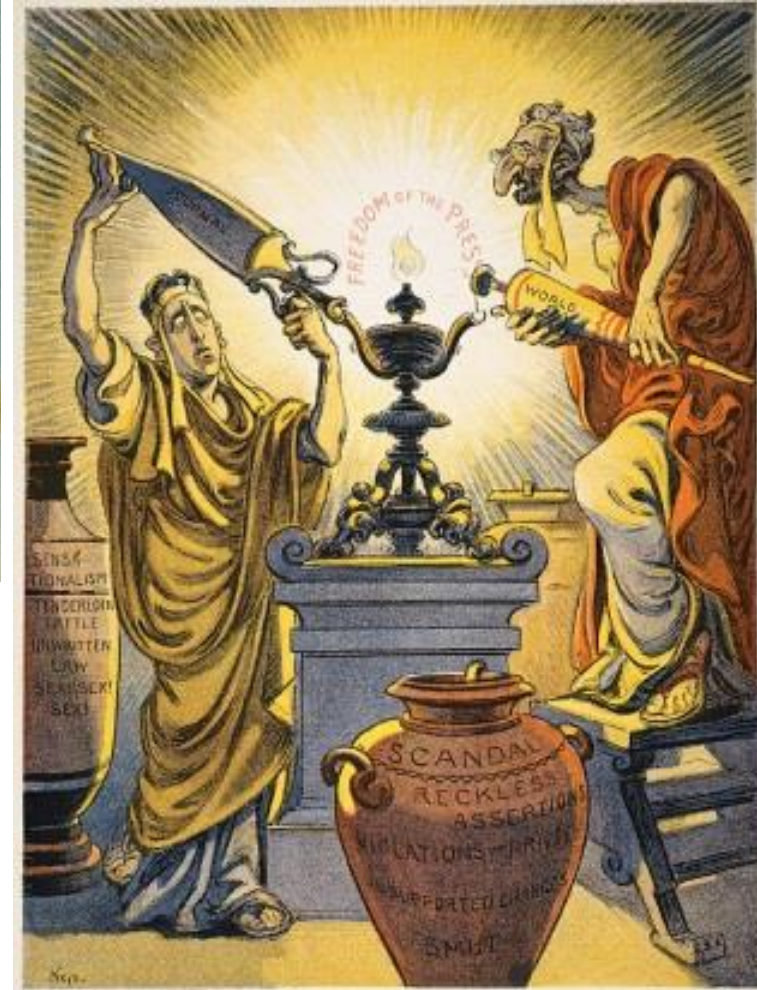
Assistant Secretary of the Navy Theodore Roosevelt says he is convinced that the destruction of the Maine in Havana Harbor was not an accident. The Journal offers a reward of \$50,000 for exclusive evidence that will convict the person, persons or Government criminally responsible for the destruction of the American battle ship and the death of 258 of its crew.

The suspicion that the Maine was deliberately blown up grows stronger every hour. Not a single fact to the contrary has been produced. Captain Sigbee, of the Maine, and Consul-General Lec both urge that public opinion be suspended until they have completed their investigation. They are taking the course of careful men who are convinced that there has been treachery.

Washington reports very late that Captain Sigbee had feared some such event as a hidden mine. The English cipher code was used all day yesterday by naval officers in cabling instead of the usual American code.



# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA & LA NASCITA DEL YELLOW JOURNALISM



THE HIGH PRIESTS OF THE SACRED FLAME.

Hearst e Pulitzer nei panni di sommi sacerdoti della libertà di stampa



Vignetta umoristica contemporanea sulle origini delle fake news



# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898



LA GUERRA LAMPO

FRONTE DEL PACIFICO  
(Guerra delle Filippine)

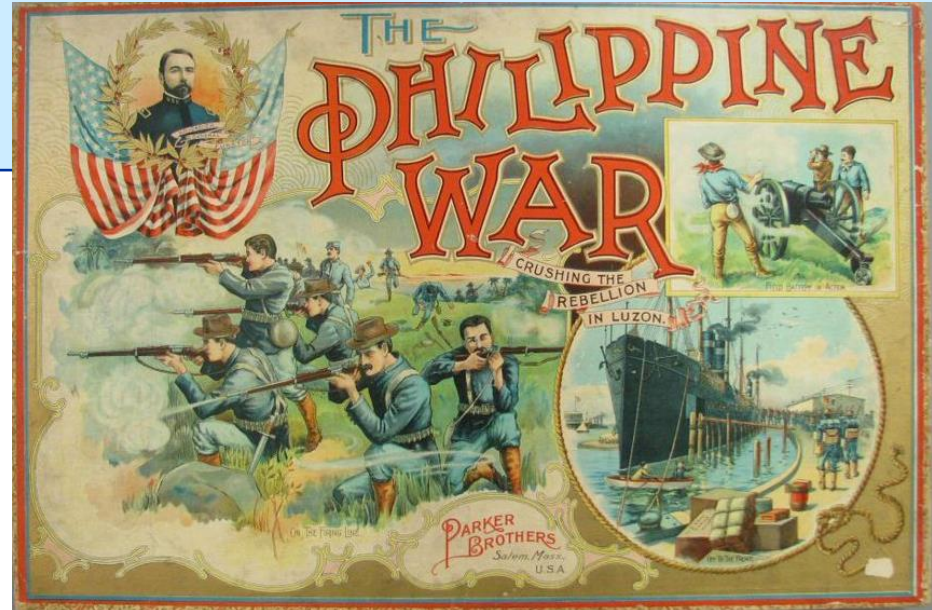
FRONTE ATLANTICO  
(Guerra di Cuba)

# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898

## LA GUERRA LAMPO/1

### Fronte del Pacifico (Filippine)

- ❑ A fine febbraio 1898 la flotta USA del Pacifico viene distaccata ad Hong Kong e posta in preallarme; il 25 aprile riceve l'ordine di salpare per le Filippine ed aprire le ostilità.
- ❑ Il 1 maggio la flotta USA distrugge completamente quella spagnola, ormeggiata a Manila. Segue l'occupazione delle Filippine la cui annessione agli USA verrà riconosciuta col Trattato di Parigi del dicembre 1899. Tali accordi non vengono riconosciuti dalle forze indipendentiste dell'isola, che per vari anni impegnano gli USA in una guerra logorante (Guerra delle Filippine), cui segue il riconoscimento di una parziale autonomia.
- ❑ La piena indipendenza sarà ottenuta solo nel 1946.



# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898

## LA GUERRA LAMPO/2

### Fronte Atlantico (Cuba)

- ❑ L'8 aprile la flotta spagnola salpa da Cadice verso Cuba, ed il 18 maggio attracca nel porto di Santiago (Cuba) a cui poco dopo la flotta USA mette il blocco.
- ❑ Il 22 giugno 16.000 soldati americani sbarcano a Cuba, presso Santiago : ha inizio una serie di scontri con i 9.000 soldati spagnoli, ritiratisi nell'interno dell'isola.
- ❑ Il 3 luglio la flotta spagnola viene completamente annientata nel tentativo di forzare il blocco : gli americani lamentano solo 1 morto ed 1 ferito; gli spagnoli, oltre alla perdita di tutte le navi, 160 morti, 300 feriti e 1800 prigionieri.
- ❑ Il 25 luglio gli americani sbarcano ed occupano Portorico.
- ❑ Le ostilità cessano il 12 agosto, dopo meno di 4 mesi di guerra.
- ❑ Col Trattato di Parigi del dicembre 1898, gli USA si annettono le Filippine, Portorico e l'isola di Guam. Cuba viene dichiarata indipendente sotto la tutela temporanea degli USA.

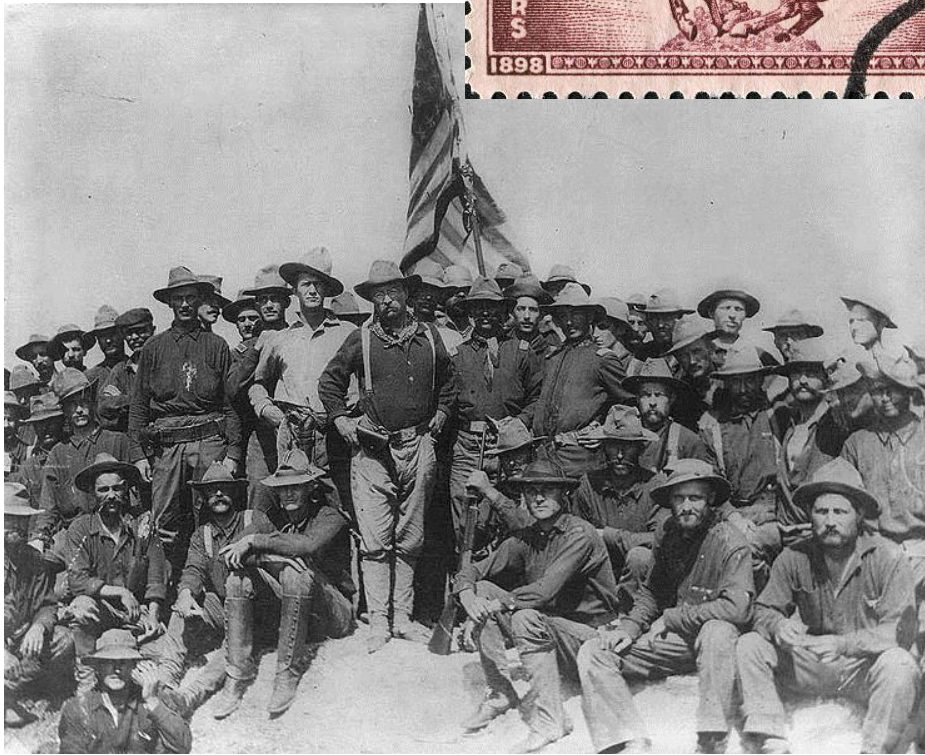
# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898



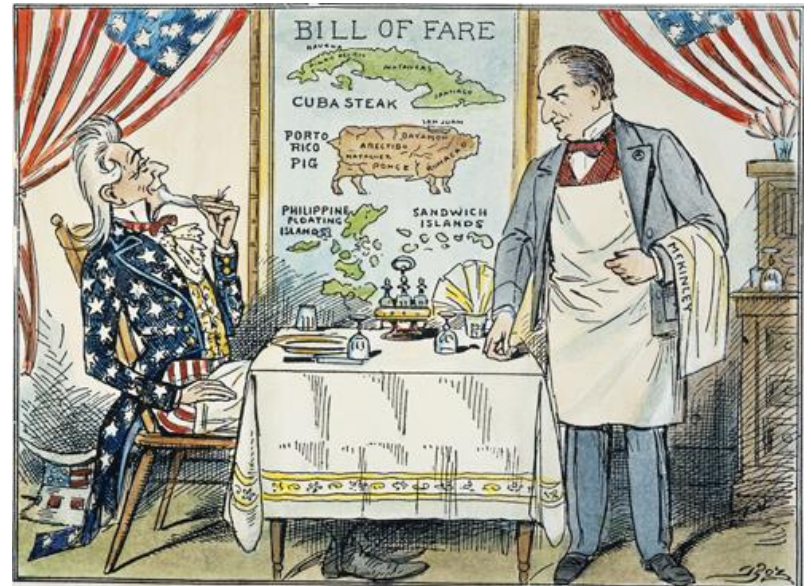
# LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898



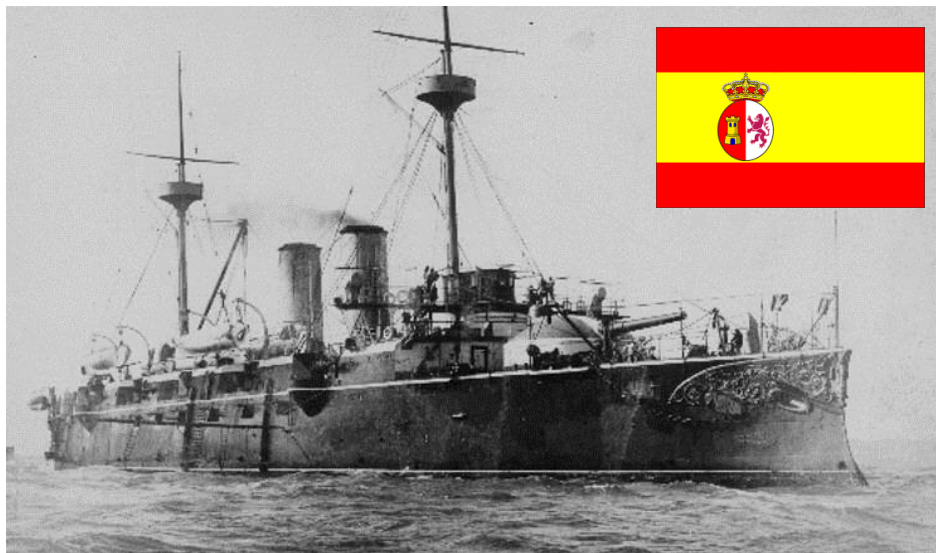
Il Trattato di Parigi : nella forma e nella sostanza



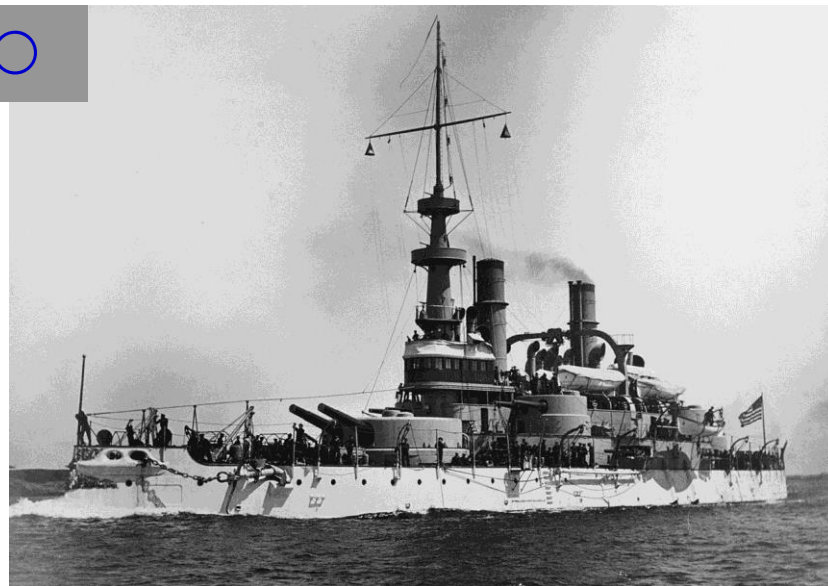
Theodore Roosevelt con i suoi Rough Riders (rudi incursori) dopo la conquista di San Juan Hill (isola di Cuba). La fama acquisita con la guerra di Cuba valse a Roosevelt la nomina presidenziale nel 1901.



## LA GUERRA ISPANO-AMERICANA - 1898 : FRONTE ATLANTICO



L'incrociatore spagnolo Vizcaya (sopra)  
ed il suo relitto (sotto) dopo la battaglia di Santiago



Le US battleship Indiana (sopra) ed Oregon (sotto),  
due delle quattro corazzate della squadra USA  
alla battaglia di Santiago

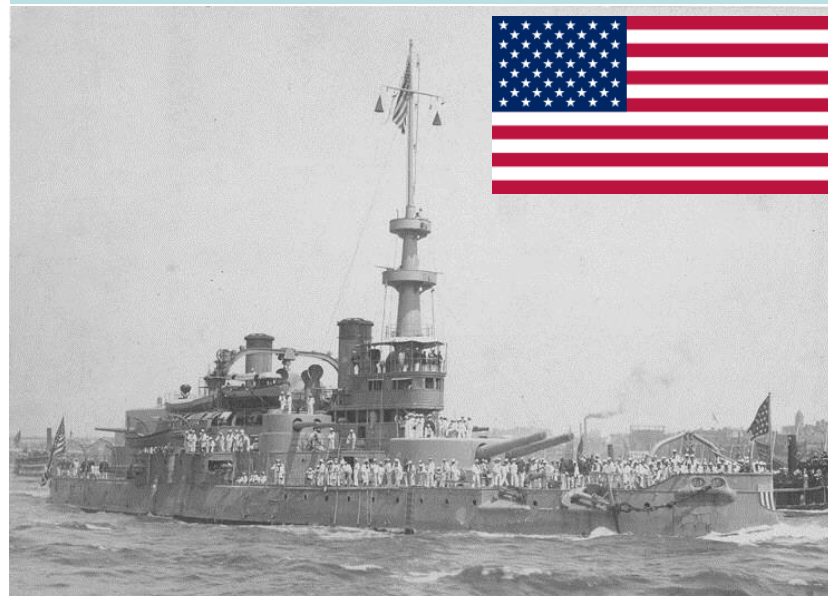
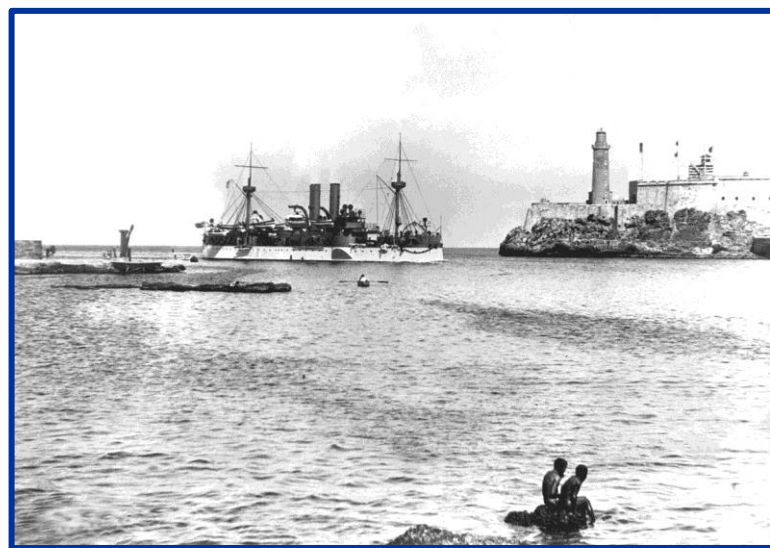
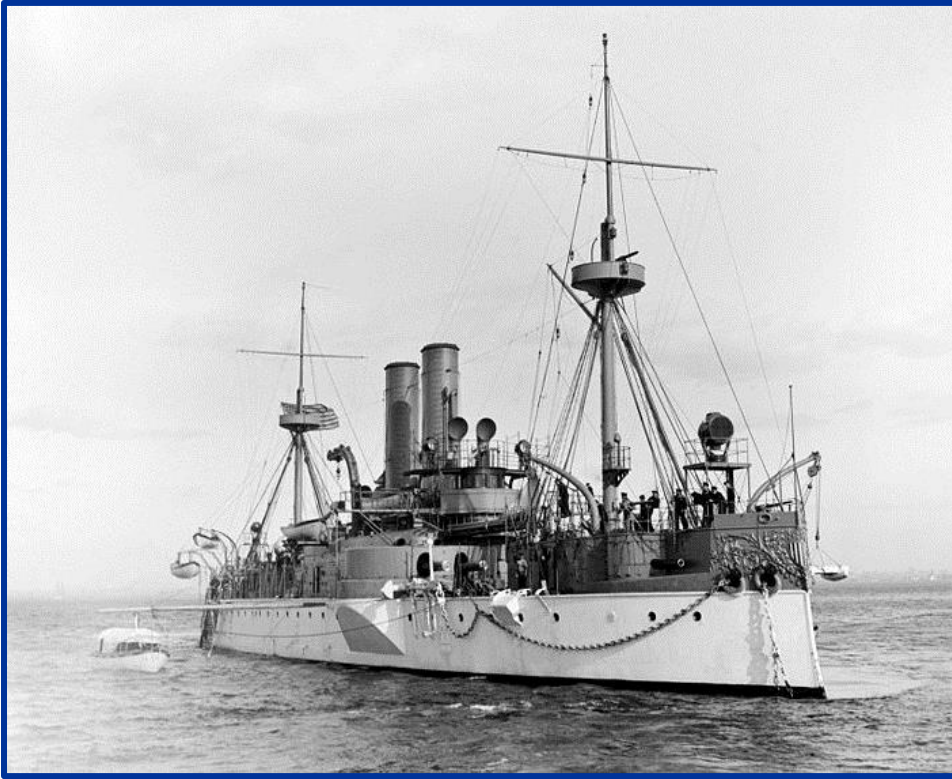


Photo #: NH 61222 OREGON returning from Cuba

## USS MAINE

- ❑ nave da battaglia «pre Dreadnought»
- ❑ entrata in servizio : 17 settembre 1895
- ❑ affondata a l'Avana : 15 febbraio 1898
- ❑ dislocamento : 6.789 t
- ❑ equipaggio : 374 uomini
- ❑ armamento :
  - 2x2 cannoni da 254 mm
  - 6 cannoni da 152 mm
  - 6 cannoni da 100 mm
  - 7 cannoni da 57 mm
  - vari cannoni minor calibro
  - 4 tubi lancialisuri



Il Maine doppia il «Castello del Moro» il 25 gennaio 1898 per entrare nel porto dell'Avana, dove poco dopo verrà affondato da una misteriosa esplosione

1



## NAVI DA BATTAGLIA PRE-DREADNOUGHT (PLURICALIBRO)

1 La USS Massachussets (Classe Indiana)

2 La giapponese Mikasa, unica corazzata pre-dreadnought esistente.

Fu la nave ammiraglia della flotta giapponese alla battaglia di Tsushima (1905)

3 La torretta di prua con i pezzi da 305 mm della Mikasa

2



3





## NAVI DA BATTAGLIA CLASSE DREADNOUGHT (MONOCALIBRO)

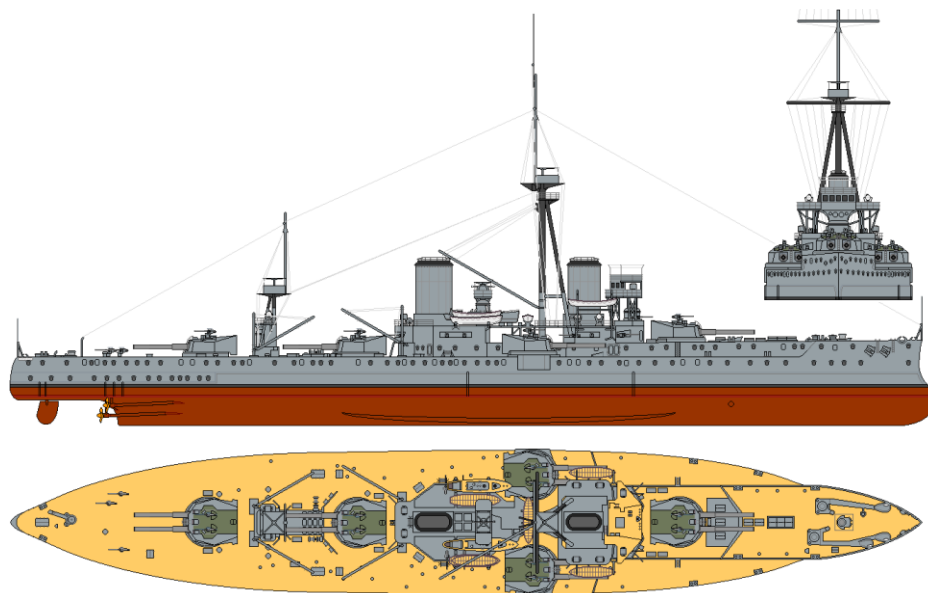
**1- 2** La HMS Dreadnought, della Royal Navy, prima corazzata monocalibro che ha dato il nome alla classe.

Montava 10 cannoni da 305 mm in torri binate. Entrata in servizio nel 1906, fu radiata nel 1919.

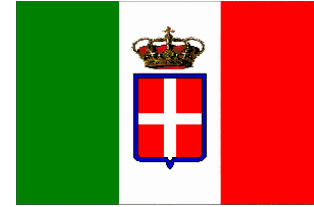
**3** La USS Texas, unica corazzata dreadnought oggi esistente.



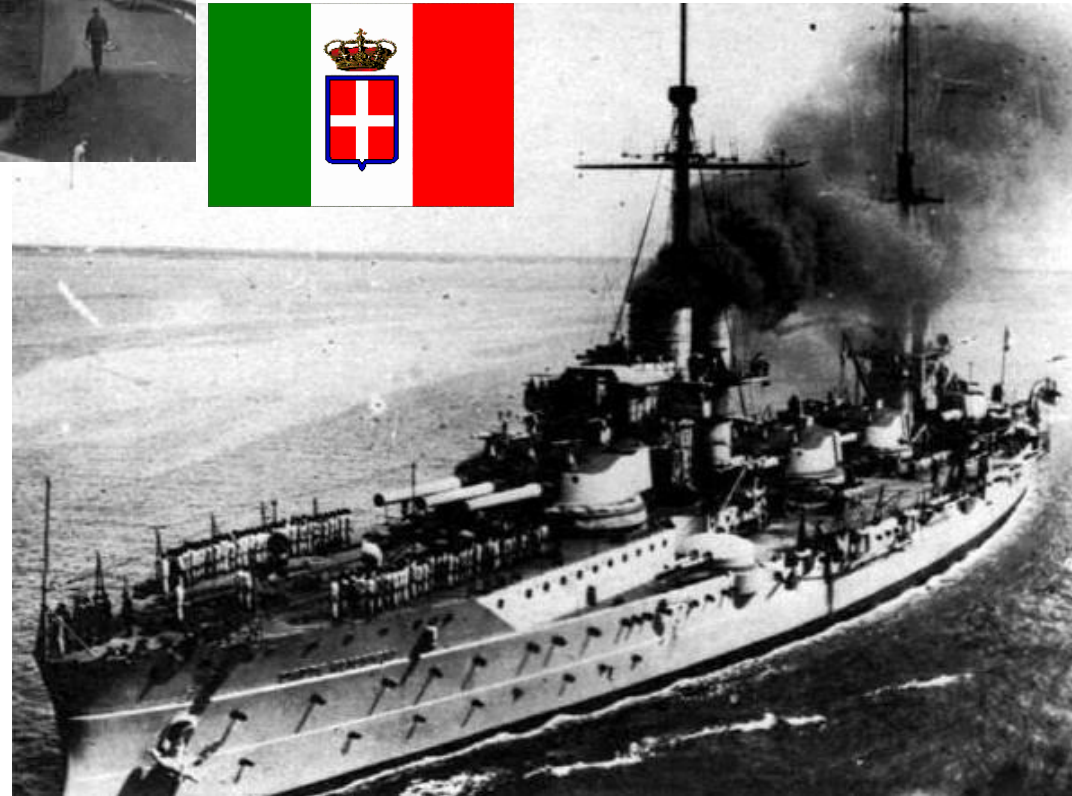
**2**



# LA PRIMA «DREADNOUGHT» ITALIANA : LA CORAZZATA DANTE ALIGHIERI



È stata la prima nave da battaglia al mondo ad avere l'armamento principale in torri trinate.



- ❑ nave da battaglia tipo «Dreadnought»
- ❑ entrata in servizio : 15.09.1913
- ❑ radiazione : 1.07.1928
- ❑ dislocamento : 19.500/21.800 t
- ❑ equipaggio : 970 uomini
- ❑ armamento :
  - 4x3 cannoni da 305/46 mm
  - 20 cannoni da 120/50 mm
  - 16 cannoni da 76/40 mm
  - vari cannoni minor calibro
  - 3 tubi lancialisuri

# TORNIAMO AL MAINE

○ meglio al suo relitto ...



Foto del relitto nel giugno del 1900

1/39, June 21, 1900.

# SCIENTIFIC AMERICAN

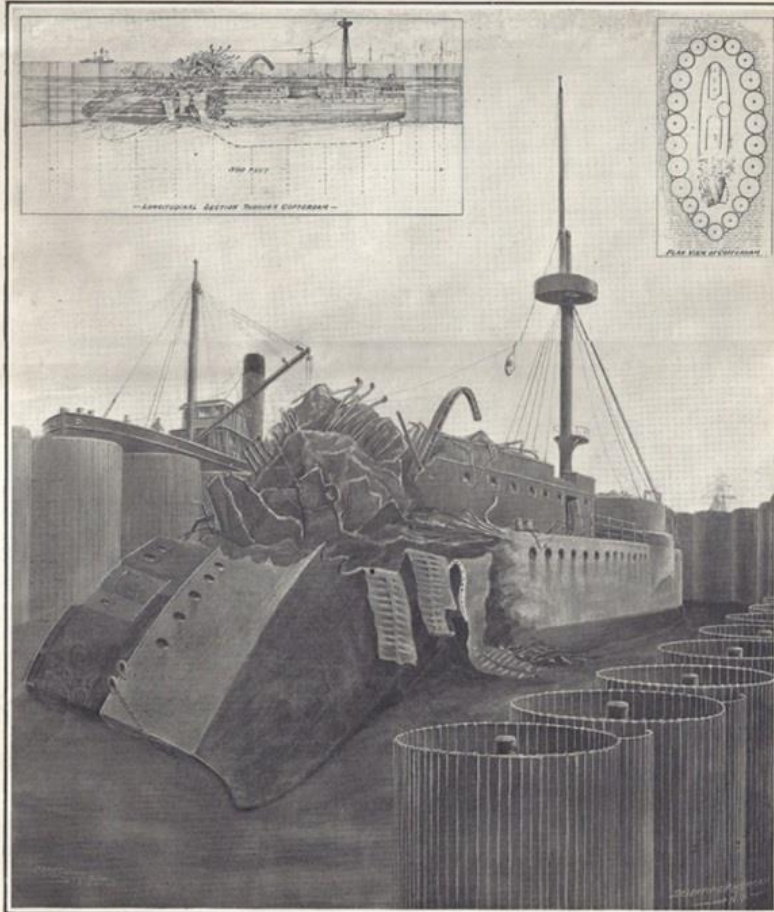
(Entered at the Post Office at New York, N. Y., as Second Class Matter. Copyright, 1910, by Munn & Co., Inc.)

A POPULAR ILLUSTRATED WEEKLY OF THE WORLD'S PROGRESS

Vol. 111, No. 51,  
Published Weekly

NEW YORK, DECEMBER 24, 1910.

10 CENTS A COPY.  
\$5.00 A YEAR.



A continuous wall of 50-foot, steel-pile, clay-filled cofferdams will be driven around the wreck through the mud to hard bottom. The water will be pumped out, the mud removed, and the condition of the hull determined.

HOW THE ARMY ENGINEERS WILL UNCOVER THE "MAINE."—(See page 499.)

NEL 1911 GLI USA VOLLERO RECUPERARE IL RELITTO DEL MAINE , CHE ANCORA AFFIORAVA NEL PORTO DELL'AVANA.

I LAVORI EBBERO UNA GRANDE CARICA SIMBOLICA PRESSO L'OPINIONE PUBBLICA, PER CIÒ CHE IL MAINE AVEVA SIGNIFICATO NELL'IMMAGINARIO PATRIOTTICO AMERICANO.

I NUMEROSI CIMELI RECUPERATI DAL RELITTO SONO ORA CONSERVATI IN VARI LUOGHI DEDICATI ALLA CONSERVAZIONE DELLA MEMORIA.

# UTILIZZO DEI COFFERDAM PER IL RECUPERO DEL MAINE - 1911



IL RELITTO DEL MAINE NEL PORTO DELL'AVANA

## UTILIZZO DEI COFFERDAM PER IL RECUPERO DEL MAINE - 1911

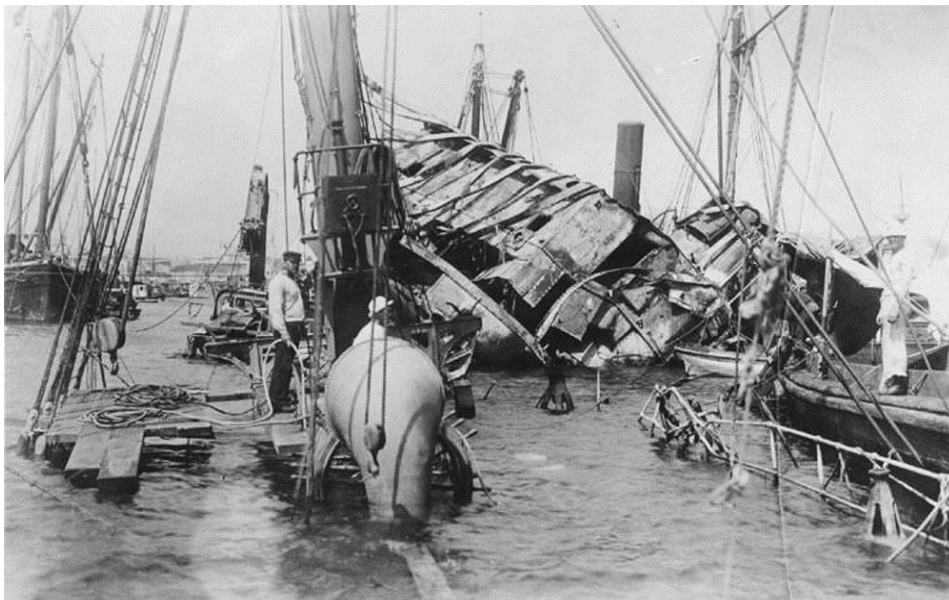


I COFFERDAM IN FASE DI REALIZZAZIONE – ALL'INTERNO IL RELITTO DELLA NAVE



VARIE FASI DEI LAVORI - NELLA FOTO IN BASSO LA CINTURAZIONE È STATA COMPLETATA ED È INIZIATO LO SVUOTAMENTO DEL BACINO INTERNO.





Recuperación de los restos del USS Maine, La Habana, 1911



Varie fasi dei lavori - Nella foto in basso a sinistra comincia ad emergere una delle due torrette binate dei cannoni da 254 mm





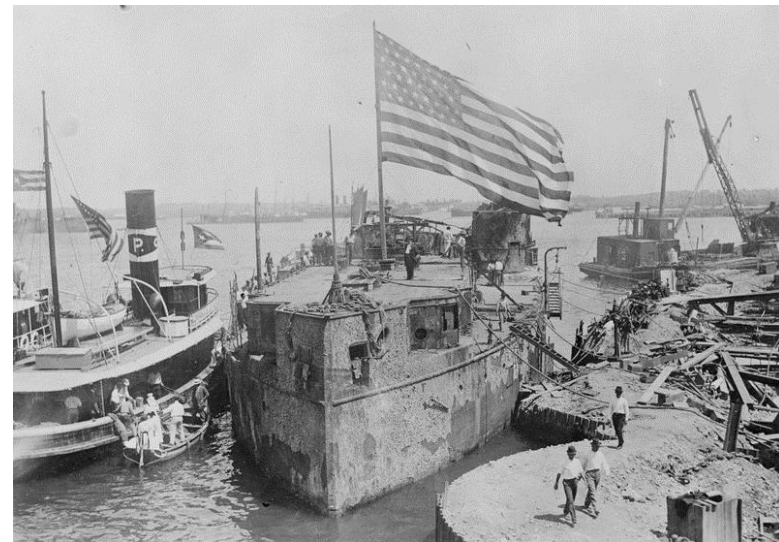
## VARIE FASI DELLO SVUOTAMENTO DEL BACINO





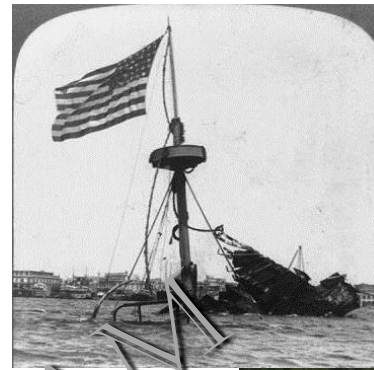
## FASI DEI LAVORI

- Cinturazione con i cofferdam
- Svuotamento del bacino interno
- Taglio della prua e «chiusura» dello scafo
- Recupero dei cimeli e riallagamento del bacino
- Traino del relitto fuori dal porto ed affondamento in mare aperto



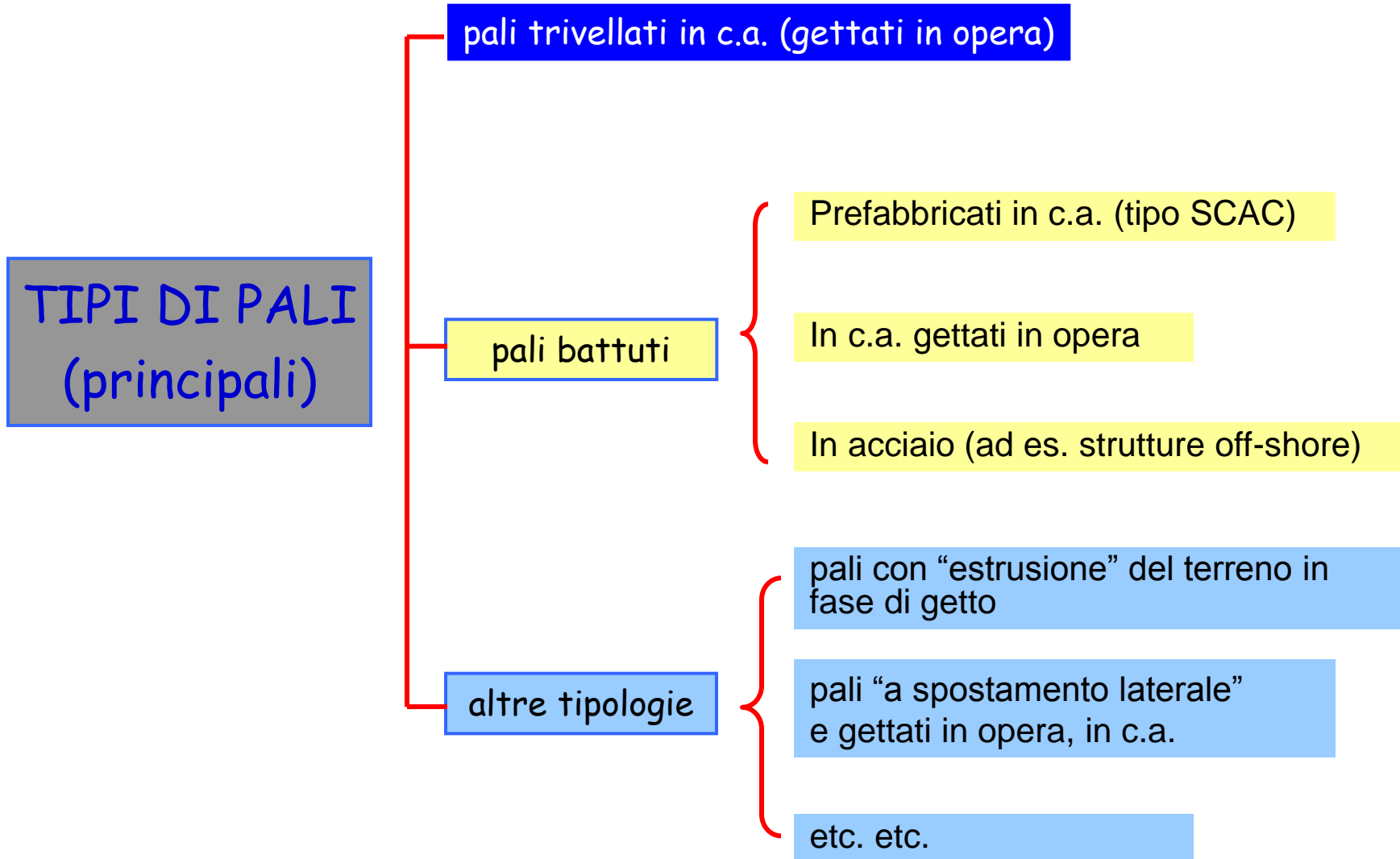
TRAINO DEL MAINE FUORI DAL PORTO, VERSO IL LUOGO DI AFFONDAMENTO  
SI NOTI LA MANCANZA DELL'ALBERO, RECUEPERATO COME CIMELIO





# DIAFRAMMI DI PALI : LE TECNOLOGIE



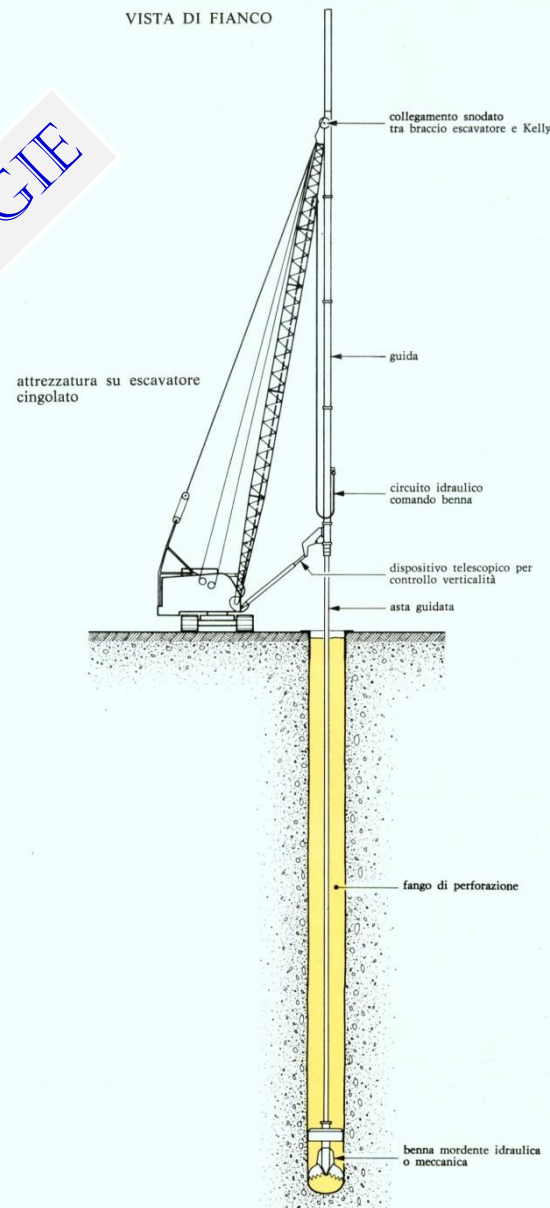


## PALI TRIVELLATI GETTATI IN OPERA - PERFORAZIONE SENZA ROTAZIONE CON BENNA E KELLY- CON O SENZA FANGO



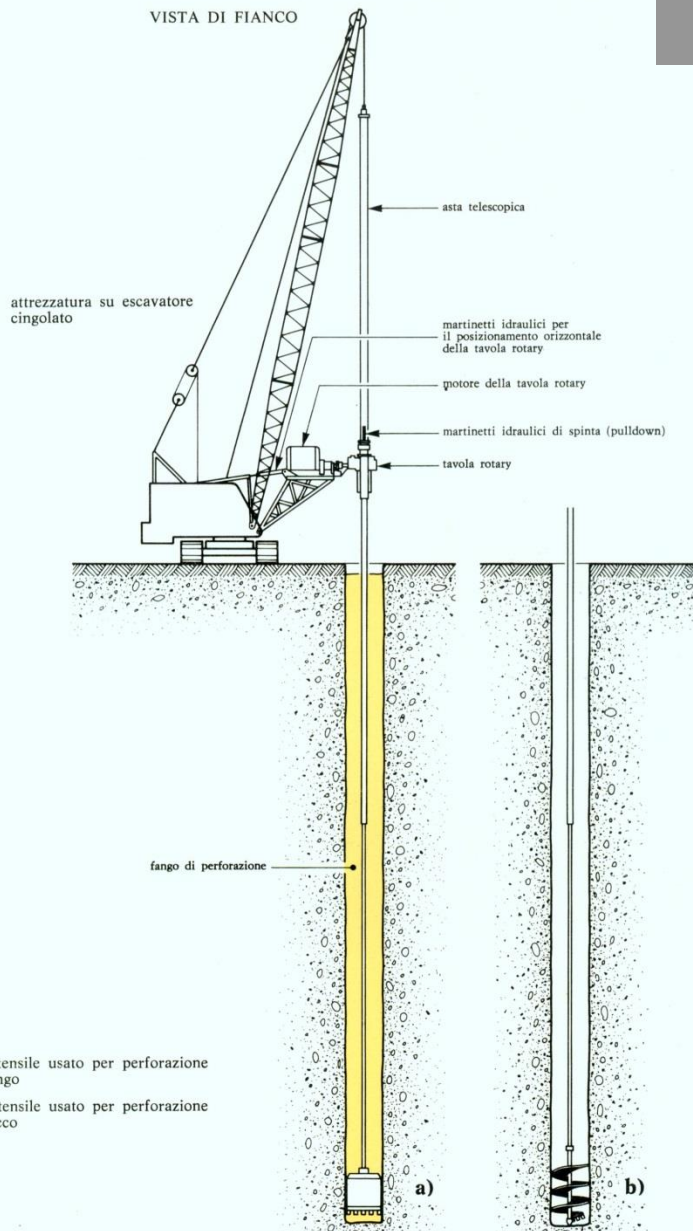
LE TECNOLOGIE

### ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE PALI CON BENNA SU ASTA GUIDATA (tipo Kelly)



### ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE PALI « A ROTAZIONE »

VISTA DI FIANCO



**a)** utensile usato per perforazione a fango

**b)** utensile usato per perforazione a secco

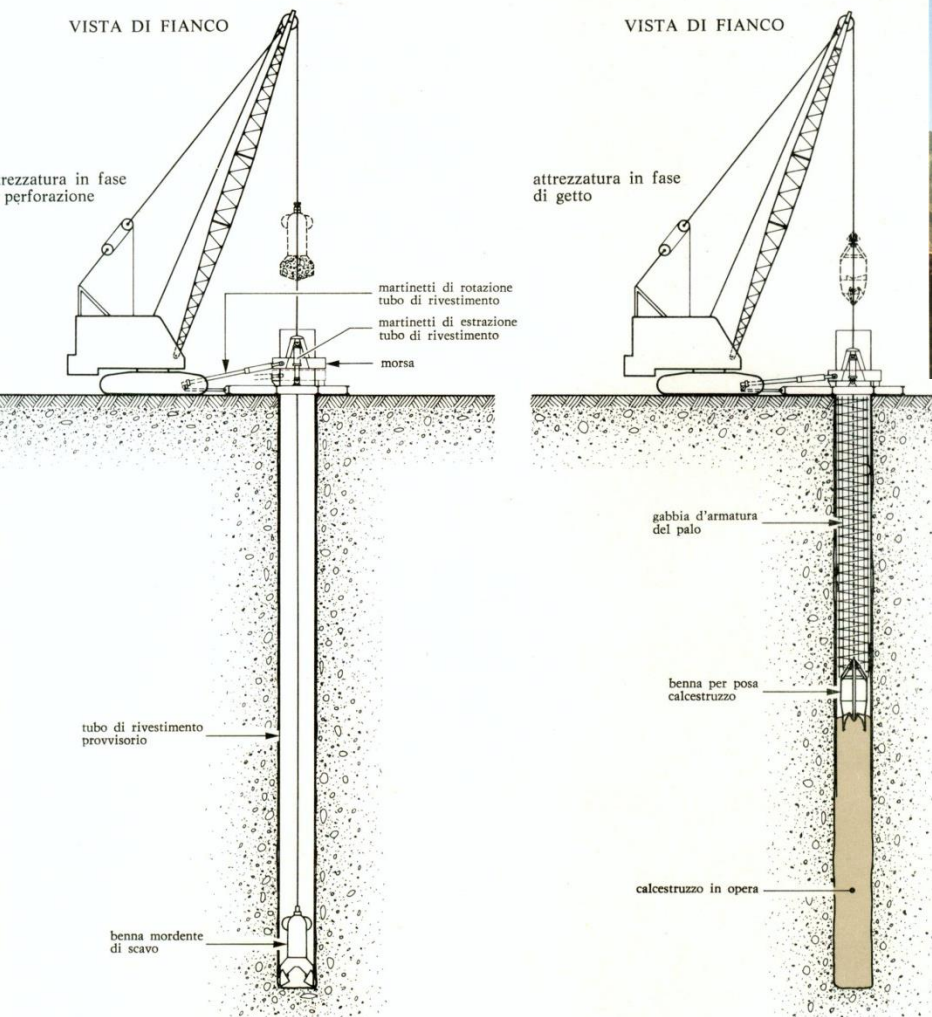
## PALI TRIVELLATI GETTATI IN OPERA PERFORAZIONE A ROTAZIONE CON "TAVOLA ROTARY" ED ASTA TELESCOPICA - CON O SENZA FANGO

LE TECNOLOGIE





### ATTREZZATURA PER PALI TUBATI Escavatore con muovicolumna



PALI GETTATI IN OPERA  
PALI TUBATI CON  
GIRACOLONNE E  
SCAVO CON BENNA



LE TECNOLOGIE



VIBROJETTING : INFISSIONE DEL RIVESTIMENTO CON VIBRATORE IDRAULICO + SCAVO ED EVACUAZIONE DETRITI CON GETTI D'ACQUA ED ARIA IN PRESSIONE.



PALI TUBATI : INFISSIONE DEL RIVESTIMENTO CON VIBROMORSA E SCAVO ALL'INTERNO CON BENNA

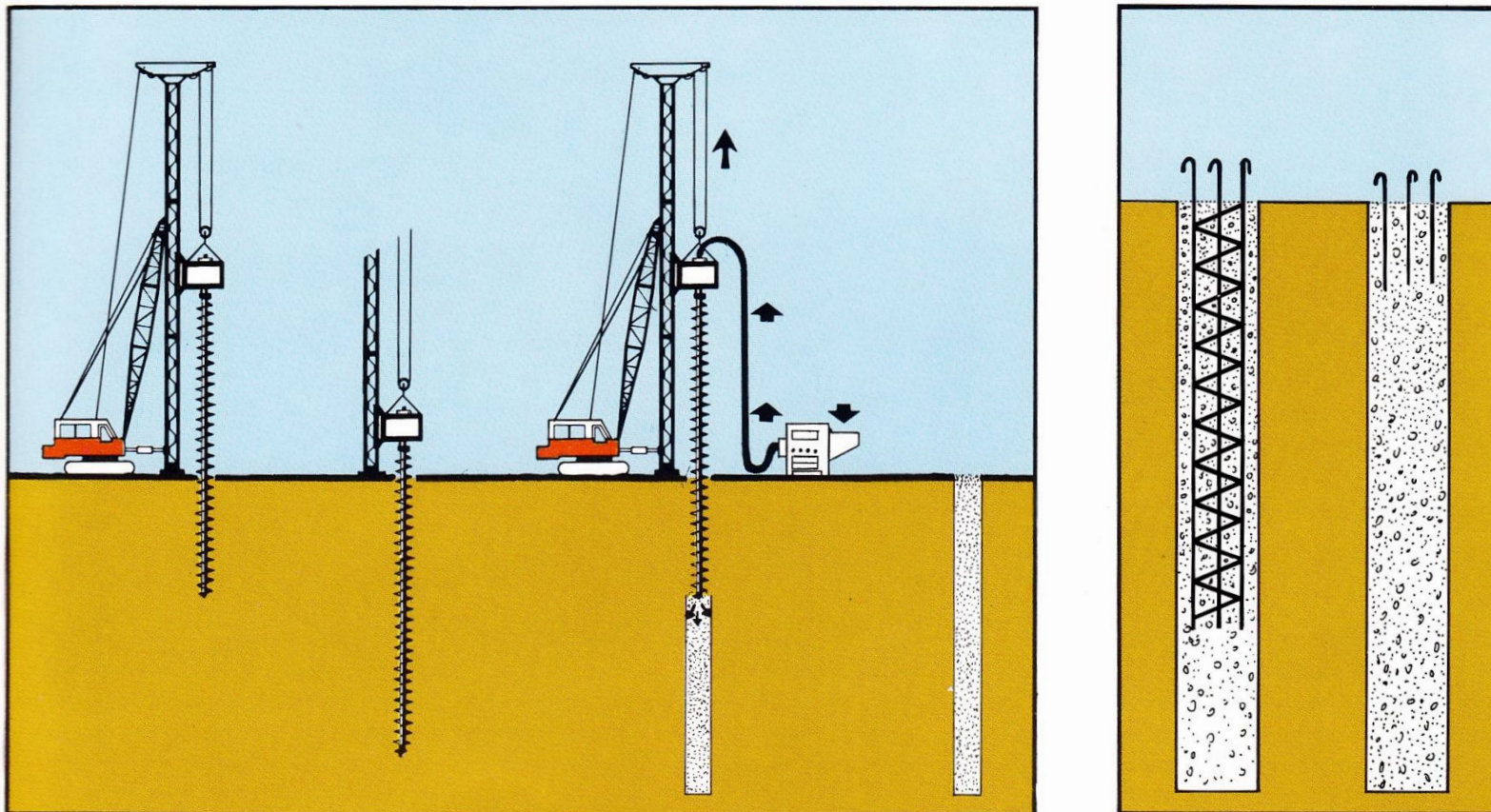
Diga in rockfill Khao Laem – Thailandia.  
Pali D = 760 mm (L = 15 - 55 m) eseguiti con martello a fondo foro per lo schermo impermeabile. RODIO – 1981-84

## PALI TRIVELLATI GETTATI IN OPERA PALO AUGER

TRIVELLAZIONE  
DRILLING

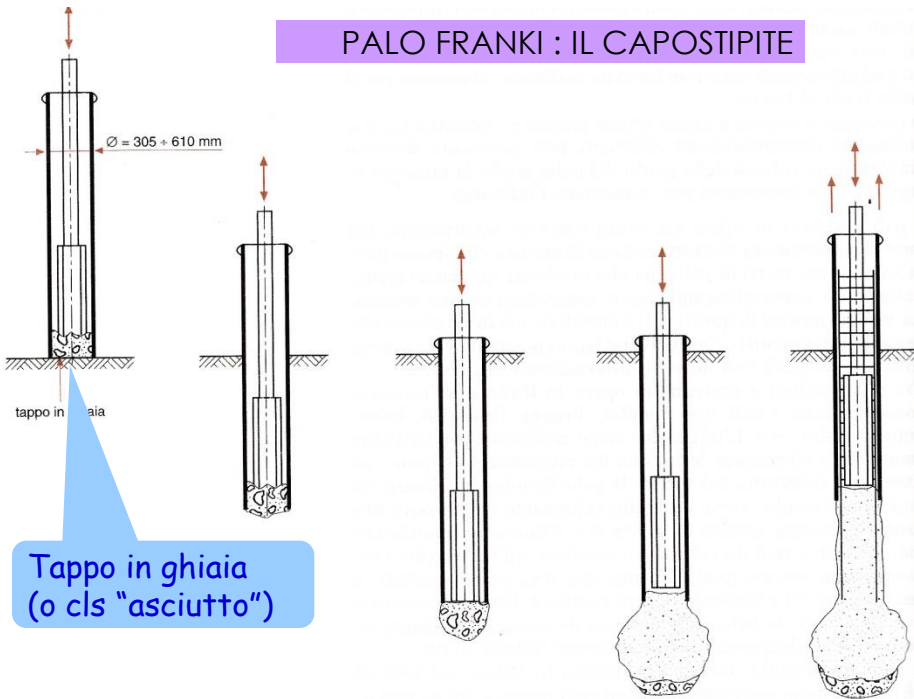
GETTO DEL CALCESTRUZZO  
POURING OF CONCRETE

ARMATURA  
REINFORCEMENT

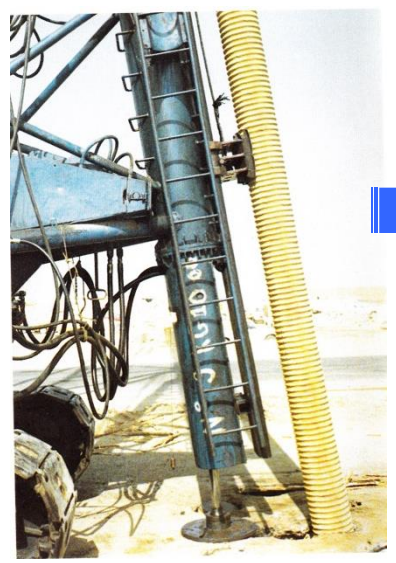


PALO AUGER (con estrusione del terreno in fase di getto)

**PALO FRANKI : IL CAPOSTIPITE**

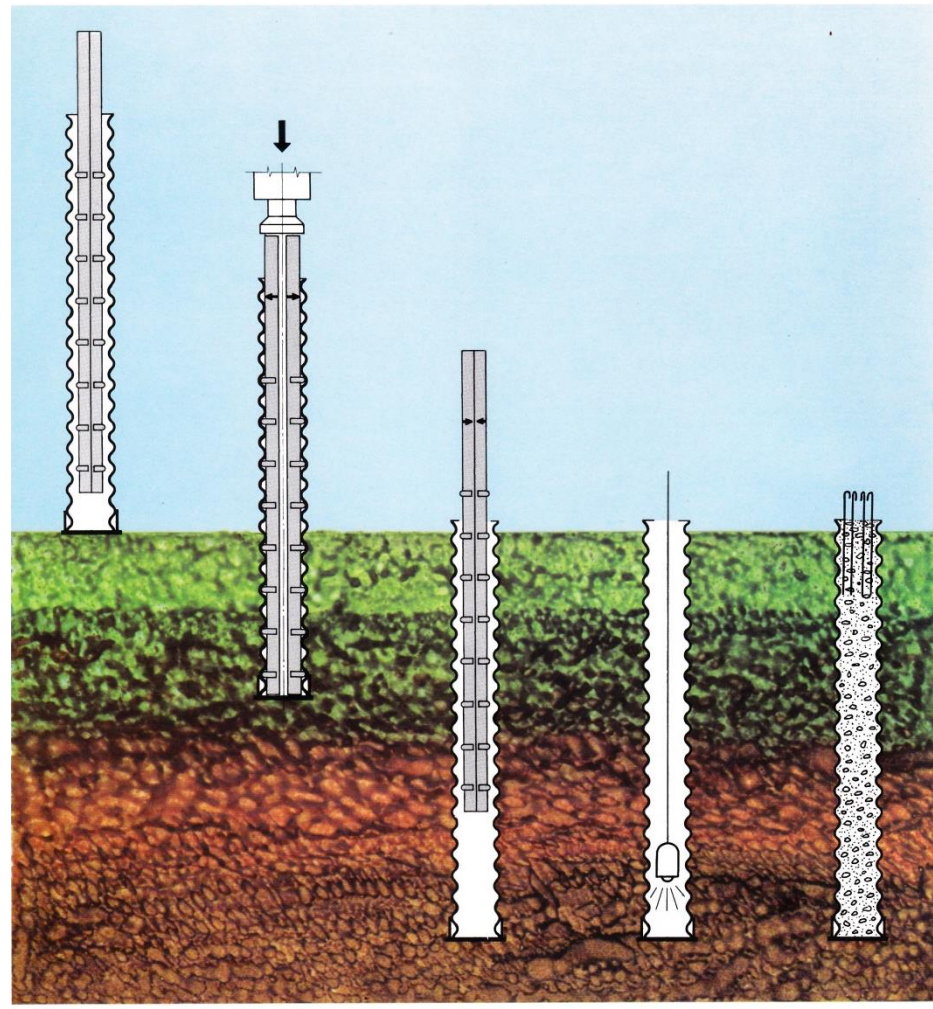


Tappo in ghiaia (o cls "asciutto")



**PALI BATTUTI GETTATI IN OPERA**

**PALO LACOR (CON LAMIERINO CORRUGATO E MANDRINO ESPANDIBILE)**



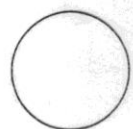
Inserting the mandrel into the shell  
*Inserimento del mandrino nella guida*

Driving with expanded mandrel  
*Infissione con mandrino espanso*

Collapsed mandrel withdrawn  
*Ritiro del mandrino chiuso*

Internal inspection  
*Ispezione interna*

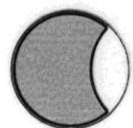
Concrete poured  
*Getto del calcestruzzo*



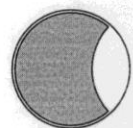
1ª FASE Perforazione



2ª FASE Posa in opera tubo-forma



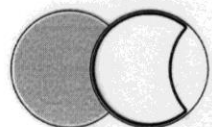
3ª FASE Getto di calcestruzzo



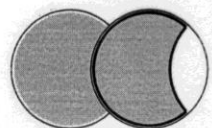
4ª FASE Estrazione tubo-forma



5ª FASE Scavo elemento adiacente



6ª FASE Posa in opera tubo-forma



7ª FASE Getto di calcestruzzo

## DIAFRAMMI DI PALI SECANTI

METODO «TRADIZIONALE»



Diga in rockfill Khao Laem – Thailandia.  
Schermo impermeabile a pali secanti. RODIO – 1981-84

## DIAFRAMMI DI PALI SECANTI CON SISTEMA CSP (Cased Secant Piles) – Brevetto TREVI

La tecnologia CAP (Cased Auger Piles = Pali rivestiti con elica continua) consiste nell'eseguire pali trivellati isolati mediante un'elica continua coassiale ad un rivestimento esterno.



Il sistema CSP (Cased Secant Piles) adotta tale tecnologia di scavo per realizzare diaframmi di pali secanti.

La tecnologia CAP e CSP garantisce contro il benchè minimo rilassamento (decompressione) del terreno in fase di scavo.



Scavo in assenza di fanghi bentonitici

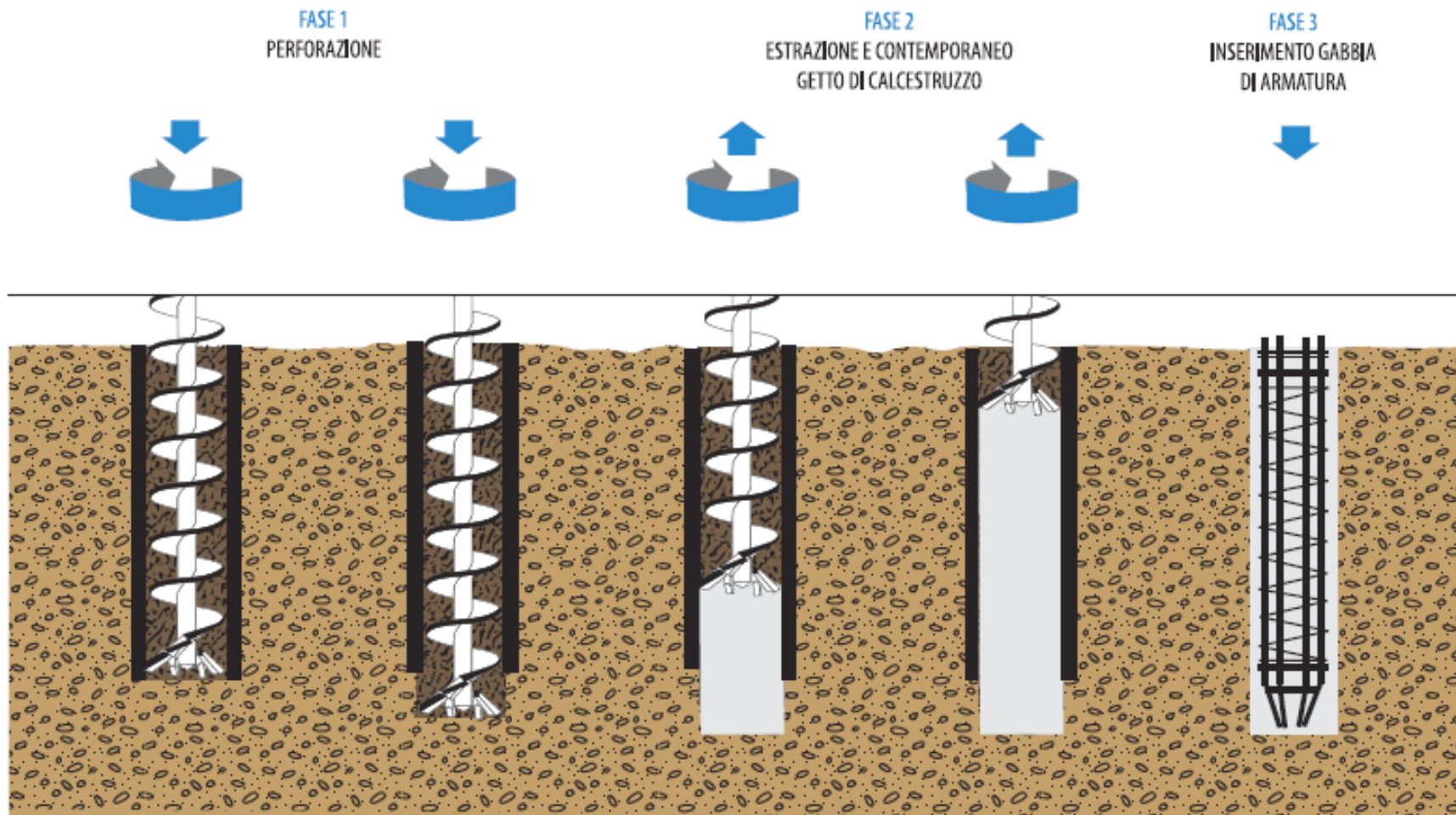
Diametri realizzabili  
da 600 mm a 1.200 mm

Profondità massima rivestita  
21 m

Profondità massima palo  
ca. 30 m

Scavo in roccia  
fino a resistenze di 25/30 MPa  
(compressione semplice UCS)

## DIAFRAMMI DI PALI SECANTI CON SISTEMA CSP (Cased Secant Piles) – Brevetto TREVI



Pali Secondari armati con gabbia



Pali Primari non armati

Pali Secondari armati con gabbia



Pali Primari armati con profilo

## DIAFRAMMI DI PALI SECANTI CON SISTEMA CSP

- ❑ Elica e rivestimento sono azionati da 2 rotary indipendenti e reciprocamente controrotanti, che scorrono lungo l'antenna della sonda.
- ❑ Diametro dei pali : da 600 mm a 1.200 mm
- ❑ Profondità massime raggiungibili:
  - rivestimento : 21.00 m
  - elica : 30 m
- ❑ Modalità di avanzamento :
  - Terreni coesivi : elica e rivestimento procedono in parallelo
  - Terreno incoerenti grossolani : l'elica precede in avanzamento il rivestimento
  - Rocce : il rivestimento precede in avanzamento l'elica, che munita di denti da roccia disgrega la corota così formata.
- ❑ Getto del calcestruzzo con pompa avente capacità di 80 – 120 mc/h
- ❑ Caratteristiche del calcestruzzo:
  - inerti  $\varnothing \leq 18$  mm
  - classe di fluidità S5 o SCC
- ❑ Lunghezza massima gabbie :
  - 15 m con cls S5 (slump 220 mm)
  - > 15 m con cls SCC (autocompattante)





## DIAFRAMMI DI PALI SECANTI CON SISTEMA CSP

Esempio di correa di guida



Esempio di diaframma finito



## DIAFRAMMI DI PALI SECANTI CON SISTEMA CSP

I pali CSP sono di gran lunga più vantaggiosi laddove le tecnologie basate sull'utilizzo di benna o idrofresa risultano inadatte a causa della stratigrafia, delle vibrazioni indotte o, in generale, della logistica del cantiere.



### PRINCIPALI VANTAGGI DEL SISTEMA

#### Cased Secant Piles

- Utilizzo in tutti i tipi di terreni e in rocce tenere con resistenza UCS sino a 25-30 Mpa
- Scavo in assenza di fanghi bentonitici
- Assenza di vibrazioni o impulsi tipici dei sistemi a percussione
- Assenza di trincee o scavi aperti che comportino la decompressione del terreno, rendendo la tecnologia particolarmente indicata per la realizzazione di diaframmi in adiacenza a fabbricati o manufatti esistenti
- Assenza di ingombranti impianti per il confezionamento e dissabbiamento dei fanghi
- Maggior velocità di esecuzione rispetto ai pali realizzati con sistemi tradizionali
- Minor costo rispetto ai pali tradizionali

## BERLINESI DI MICROPALI

Scavo di 40 m di profondità per aumento del salto idraulico ed alloggiamento turbine.



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

## BERLINESI DI MICROPALI

ENEL - Nuova centrale  
idroelettrica di Orichella - Sila.  
RODIO / Garrasi 1973 - 75

### ASPETTI CRITICI ESECUTIVI

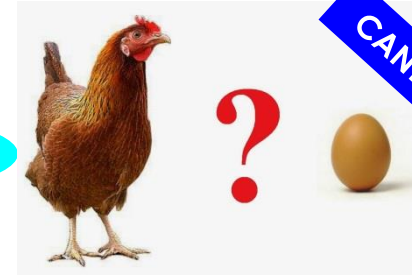
Posizionamento planimetrico  
Scarti di verticalità  
Giunzione micropali  
Travi di collegamento dei tiranti

*..... se il progettista si fida, è  
già un buon segno .....*



## BERLINESI DI PALI E MICROPALI IL PROBLEMA DELLA TRAVE DI RIPARTIZIONE DEI TIRANTI

*..... è nato prima il tirante  
o la sua trave di ripartizione ..... ?*



CANTIERIZZAZIONE



Della serie :  
"BENE, MA NON BENISSIMO"

## BERLINESI DI PALI E MICROPALI : ESEMPI DI TRAVI DI RIPARTIZIONE IN ACCIAIO

CANTIERIZZAZIONE



Lieve  
sovradimensionamento  
dell'intervento ?



Per 2 punti passa  
sempre una retta



## BERLINESI DI PALI E MICROPALI : ESEMPI DI TRAVI DI RIPARTIZIONE IN CLS

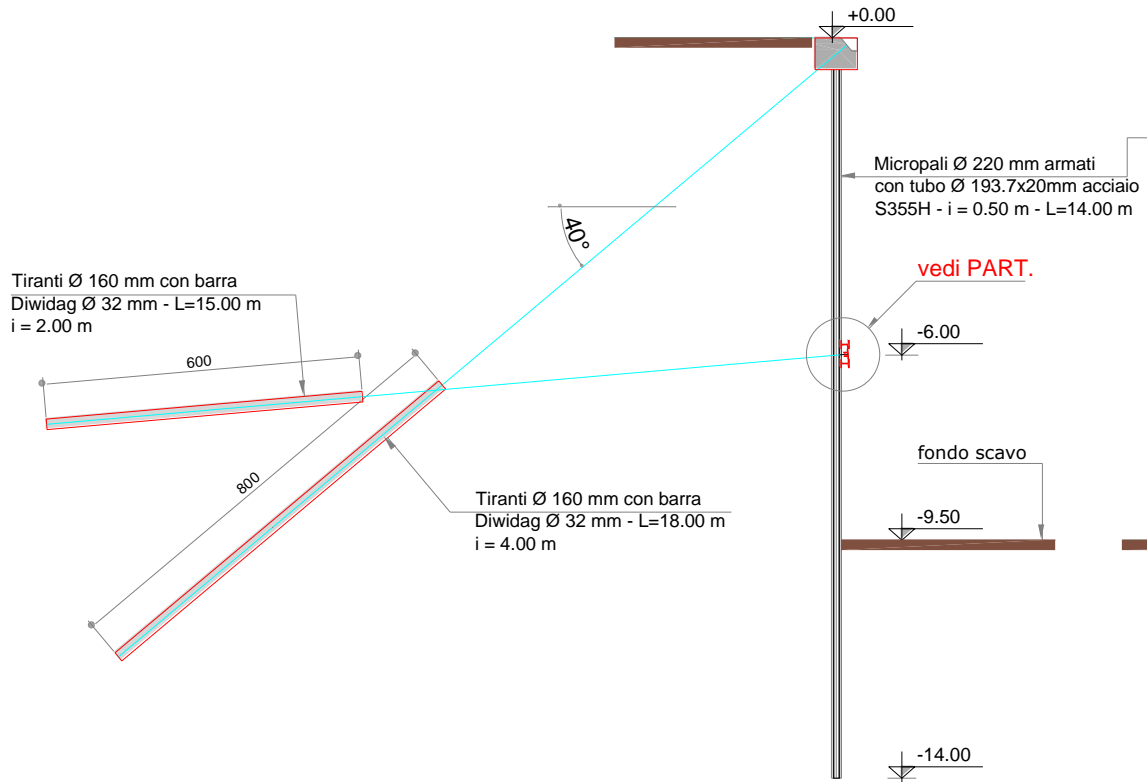
CANTIERIZZAZIONE



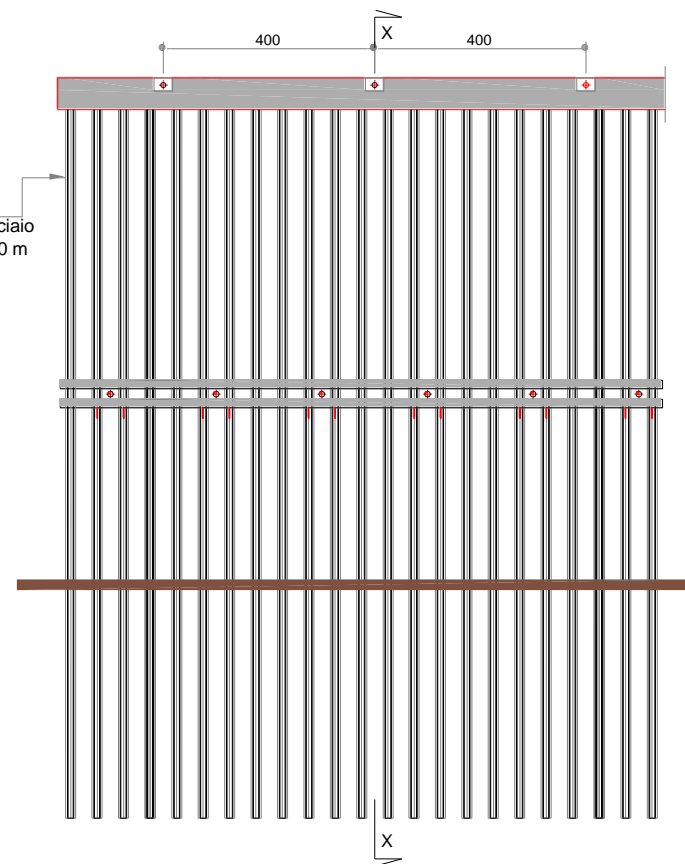
**PARTICOLARI COSTRUTTIVI :  
TRAVI COLLEGAMENTO IN ACCIAIO**

**PARATIA TIPO P.4**  
Stratigrafia "C" : scavo sino a 9.50 m

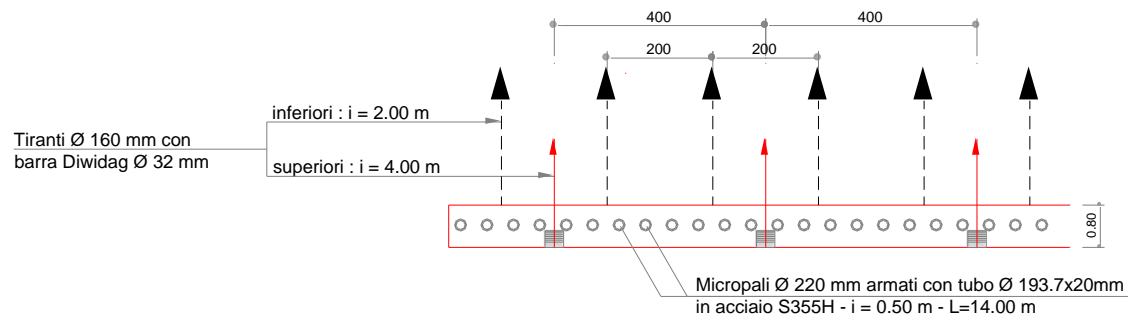
SEZIONE X-X



STRALCIO PROSPETTO



STRALCIO PIANTA



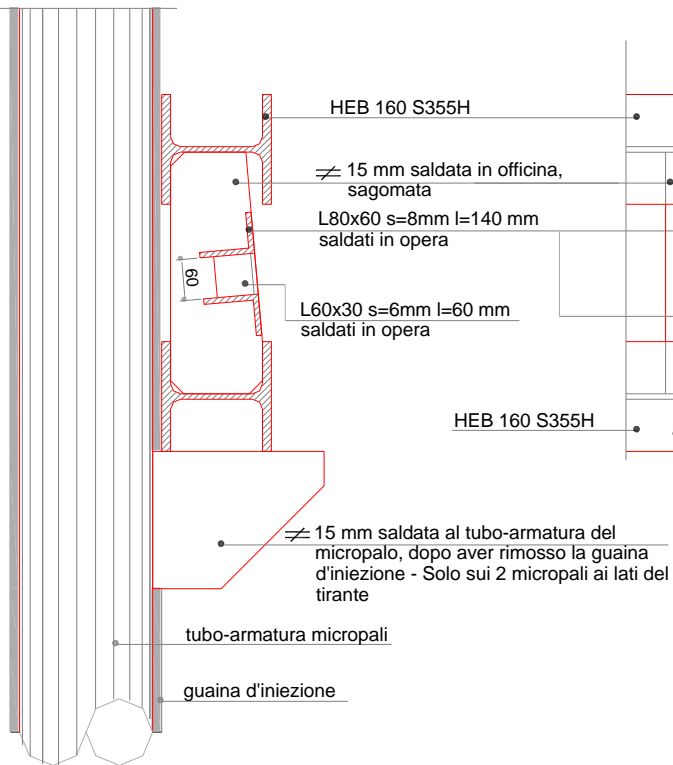
**CANTIERIZZAZIONE**



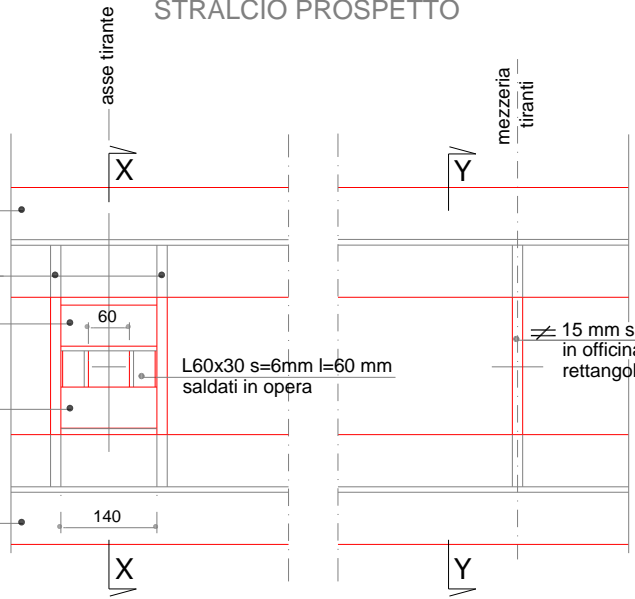
**CANTIERIZZAZIONE**

**CARPENTERIA TRAVE COLLEGAMENTO TIRANTI INFERIORI**

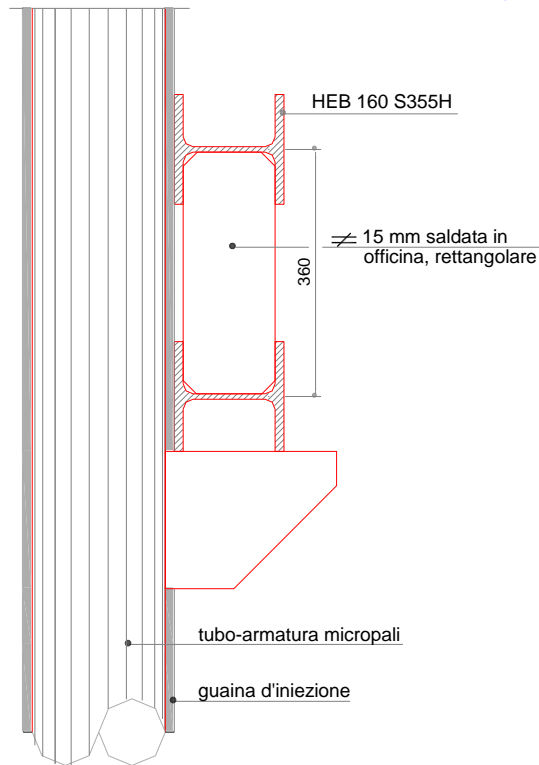
SEZIONE X-X  
(asse tirante)



STRALCIO PROSPETTO



SEZIONE Y-Y  
(mezzeria tiranti)

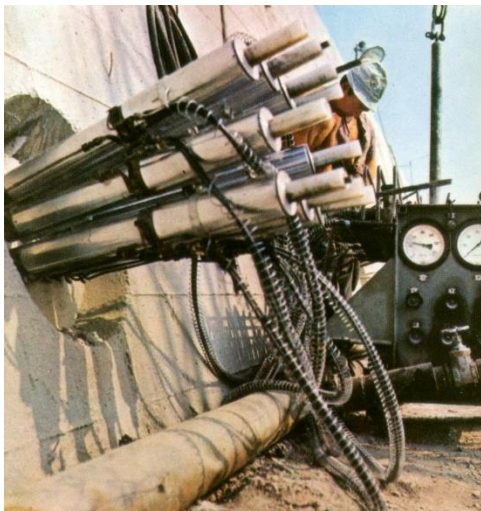


# TIRANTI

## ASPETTI ESECUTIVI E CANTIERIZZAZIONE

L'ARGOMENTO FARA' PARTE DELLA 5ª SESSIONE  
INTERAMENTE DEDICATA AI TIRANTI

QUI VIENE COMUNQUE BREVEMENTE TRATTATO PER DARE COMPLETEZZA  
ORGANICA AGLI ASPETTI ESECUTIVI DELLE PARATIE MULTIANCORATE



## IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE DEI TIRANTI

(Dopo la progettazione geotecnica e strutturale dell'opera tirantata)

### PROGETTO

- Lunghezza libera
- Lunghezza bulbo
- Armatura

Prove preliminari  
"di progetto"

NTC : nessuna  
prescrizione sulle  
modalità di prova  
(è un pregio)

Fa parte integrante del  
progetto del tirante la  
regolamentazione delle  
modalità esecutive :

- perforazione
- posa in opera
- iniezione
- collaudi
- tesatura definitiva

### CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

1. Impianto d'iniezione (adeguatezza alle prescrizioni di progetto)
2. Controlli sull'armatura
3. Controlli sulle modalità di deposito e movimentazione del tirante
4. Controlli sulle miscele d'iniezione
5. Controlli sulle modalità d'iniezione

### COLLAUDO E MONITORAGGI

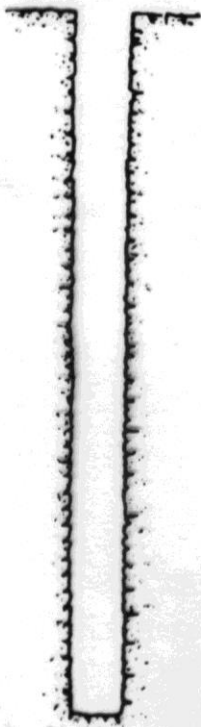
1. Prove di carico preliminari
2. Collaudo di tesatura non distruttivo sul 100% dei tiranti
3. Eventuali prove di carico speciali, non distruttive.
4. Tesatura al carico di progetto (eventualmente in più fasi)
5. Monitoraggio permanente dei tiranti (eventuale ?)

## FASI ESECUTIVE DI UN TIRANTE I.R.P.

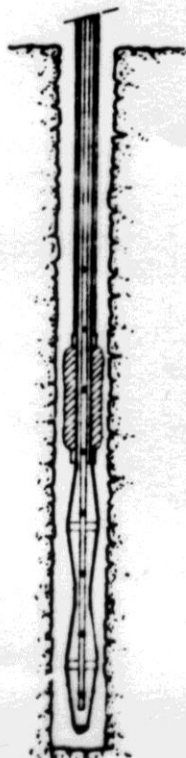
1. *Perforazione*
2. *Posa in opera tirante*
3. *Formazione della guaina*
4. *Iniezione del sacco otturatore (se previsto)*
5. *Iniezione in pressione del bulbo, eventualmente in più fasi*
6. *Test di collaudo*
7. *Tesatura finale al carico di progetto*
8. *Cementazione della parte libera*
9. *Sigillatura della testata*

**FASI ESECUTIVE DI UN TIRANTE A TREFOLI TIRSOL I.R.P.**  
(il capostipite dei tiranti con iniezioni ripetute in pressione)

1ª fase  
perforazione



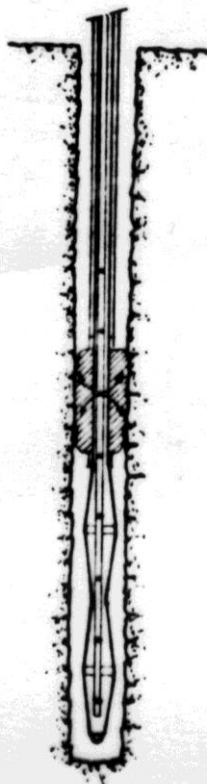
2ª fase  
posa in opera tirante



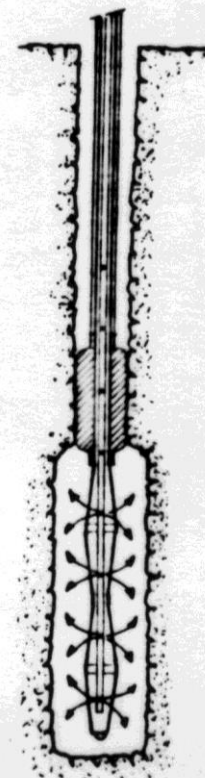
3ª fase  
formazione della guaina mediante iniezione dalla ultima valvola in fondo



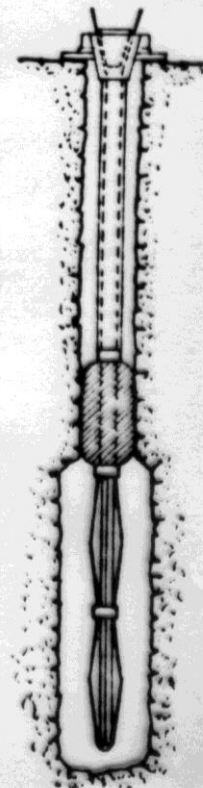
4ª fase  
iniezione in pressione del sacco otturatore



5ª fase  
iniezione in pressione (eventualmente in più fasi) del bulbo



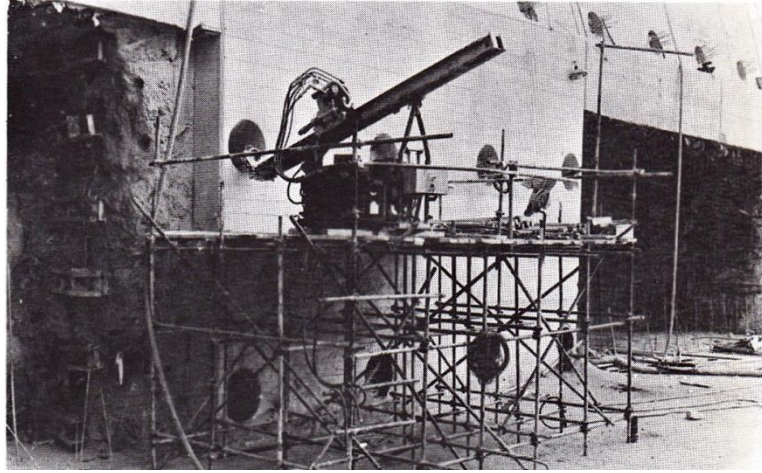
6ª fase  
tesatura



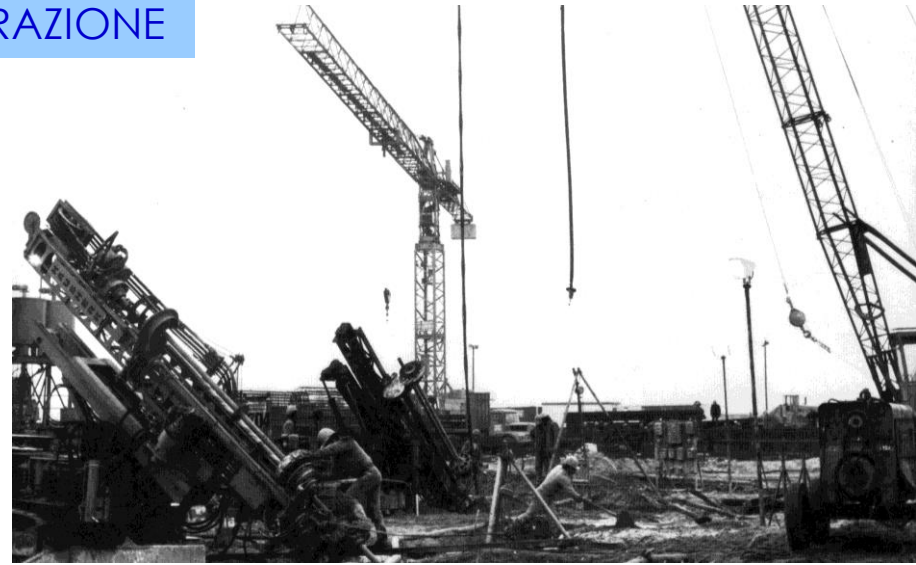
## PERFORAZIONE

- ❑ *Perforazione a distruzione di nucleo, a rotazione o rotopercolazione*
- ❑ *La scelta del "sistema di perforazione" (attrezzatura, metodo, utensile, fluido di raffreddamento e di spurgo, etc.) dipende dalla natura dei terreni. In casi particolari può essere condizionata dalle condizioni al contorno.*
- ❑ *Definire il diametro di perforazione in modo che sia di almeno 2 cm superiore all'ingombro del tirante*
- ❑ *Nel caso in cui ci sia il rischio di franamenti del foro durante la posa in opera del tirante, occorre prevedere l'uso del rivestimento continuo, da estrarre solo dopo la formazione della guaina.*

## ATTREZZATURE DI PERFORAZIONE



Tipica sonda anni '60/'70, montata su slitta. Era dotata di coppia limitata, e per esercitare tutta la spinta/tiro disponibile doveva essere ancorata. Di peso limitato, poteva operare agevolmente sui ponteggi.



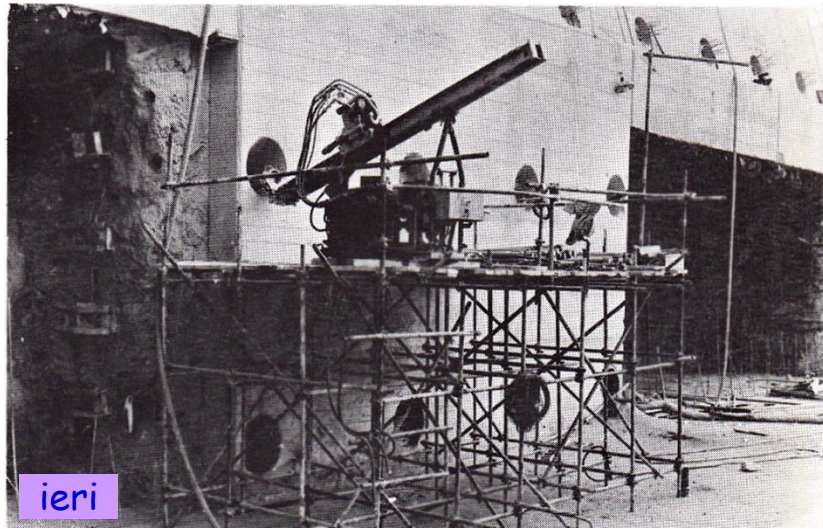
Tipica sonda anni '70/'80, montata su carro semovente cingolato. Era dotata di coppia e spinta/tiro elevati; il peso e le caratteristiche del carro le conferivano la necessaria stabilità.



Tipiche sonde di oggi : si noti come le caratteristiche generali differiscano molto poco da quelle degli anni '70/80



## L'EVOLUZIONE DELLE ATTREZZATURE DI PERFORAZIONE IN ESTREMA SINTESI





## CANTIERIZZAZIONE TIRANTI : MISCELLANEA

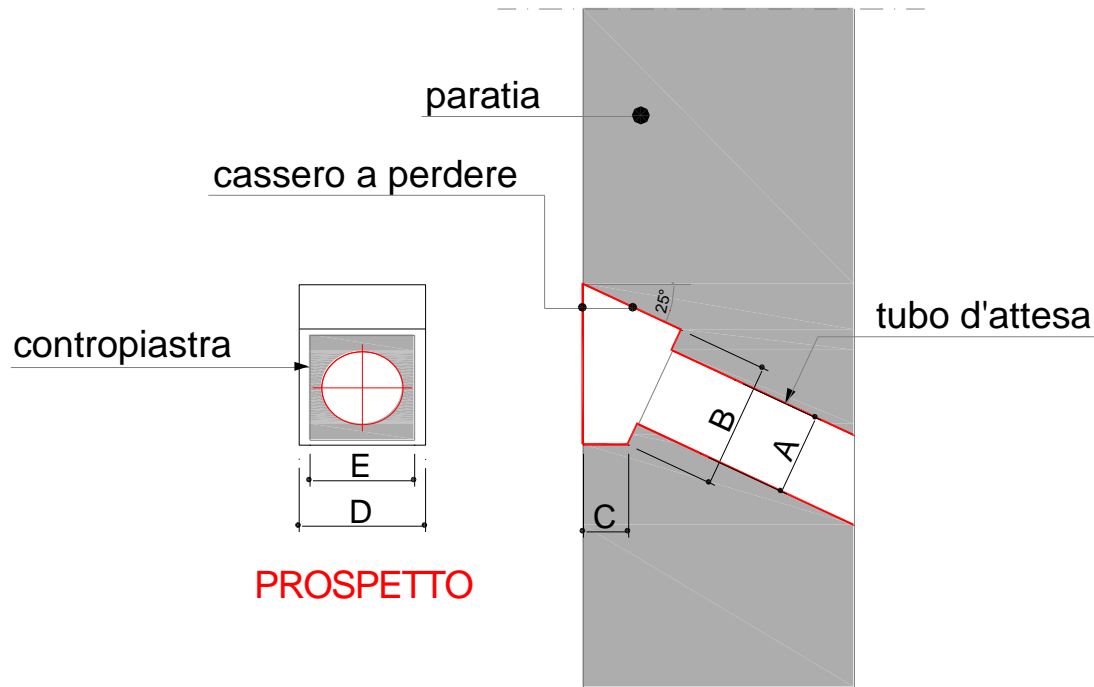
CANTIERIZZAZIONE

Una corretta cantierizzazione dei tiranti si articola come segue:

- a) disegni di dettaglio della trave di ripartizione e delle nicchie di alloggiamento
- b) dimensionamento dell'impianto d'iniezione con capacità adeguata al tempo previsto per l'esecuzione dei tiranti
- c) redazione delle specifiche tecniche (se già non fanno parte del progetto)
- d) esecuzione delle "prove di carico preliminari" su tiranti appositamente eseguiti
- e) numerazione dei tiranti
- f) compilazione delle schede d'iniezione, al passo con il procedere dei lavori
- g) controllo dell'avanzamento dei lavori
- h) test di collaudo sul 100% dei tiranti
- i) eventuali prove di carico speciali
- j) rapporto finale con la raccolta delle schede d'iniezione
- k) rapporto finale sui risultati dei test di collaudo
- l) rapporto sui risultati delle eventuali prove di carico speciali

## NICCHIA ALLOGGIAMENTO TIRANTI

CANTIERIZZAZIONE

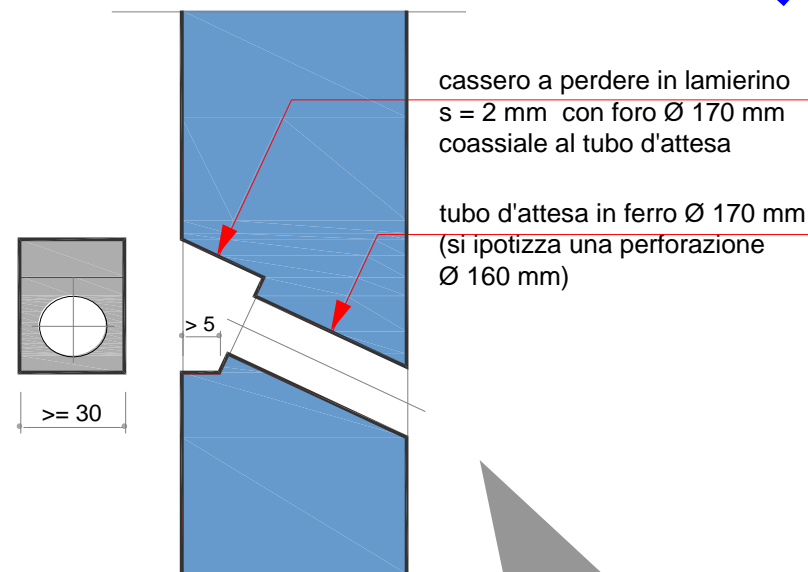
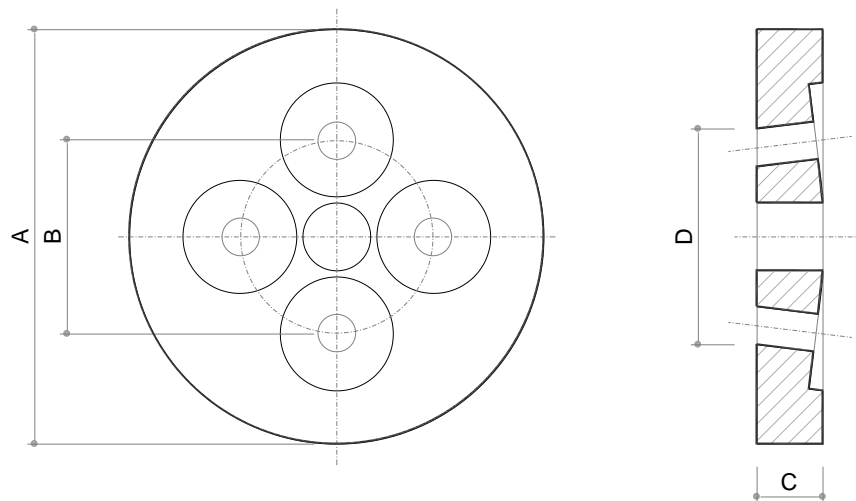


- A dipende dal diametro di perforazione e dalla piastra di testata del tirante
- B dipende da A e da E (in subordine dalle caratteristiche del sistema di tesatura)
- C dipende da esigenze di protezione alla corrosione
- D dipende da A e da E (in subordine dalle caratteristiche del sistema di tesatura)
- E dipende da A, dalla piastra di testata del tirante e dal suo carico di progetto

**CANTERIZZAZIONE**

## PARTICOLARI TESTATE E NICCHIE D'ATTESA DEI TIRANTI A TREFOLI

### PARTICOLARE NICCHIA D'ATTESA TIRANTE



PIASTRE DI TESTATA DEI TIRANTI A TREFOLI "TENSACCIAI"

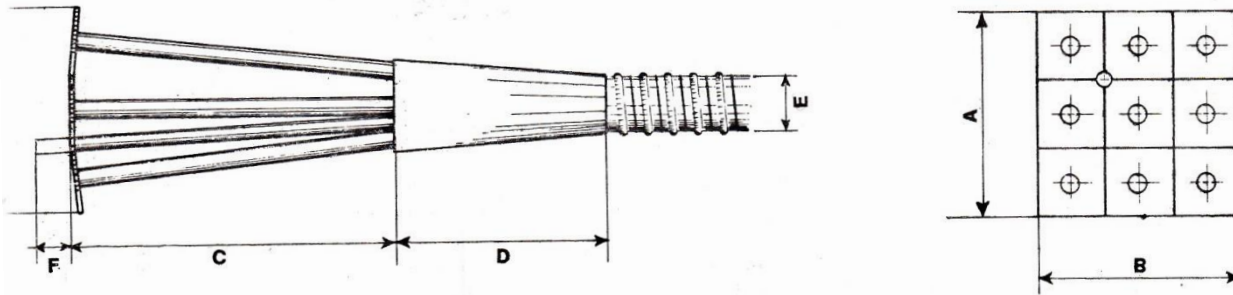
DENOMINAZIONE	TIPO PIASTRA	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
2 TR06	R	140X180	90	25	106
3 TR06	C	200	90	30	106
4 TR06	C	220	90	35	106
5 TR06	C	240	98	35	106
6 TR06	C	270	115	40	120
6 TR06	C	290	138	45	140
8 TR06	C	310	158	45	160
9 TR06	C	330	185	50	180
10 TR06	C	360	210	50	206

Il tubo d'attesa per il tirante deve avere diametro adeguato a consentire:

- il passaggio della batteria di perforazione;
- il corretto allargamento dei trefoli per il loro alloggiamento nella piastra di testata

# PARTICOLARI TESTATE E NICCHIE D'ATTESA DEI TIRANTI A TREFOLI

CANTERIZZAZIONE



DENOMINAZIONE CAVO	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (quote in mm)						CARATTERISTICHE STATICHE			
	A	B	C	D	E Ø int. est.	F	sezione nominale cm²	peso teorico Kg/ml	portata max in esercizio tonn.	portata iniziale tonn.
1 BT 06	80	100	400	200	36/39	50	1,40	1,11	15	19
2 BT 06	80	160	400	250	36/39	50	2,80	2,22	30	38
3 BT 06	80	240	400	250	36/39	50	4,20	3,33	45	57
4 BT 06 L	80	320	400	250	42/46	50	5,60	4,44	60	76
4 BT 06	160	160	400	250	42/46	50	5,60	4,44	60	76
5 BT 06	160	240	400	250	51/55	50	7,00	5,55	75	95
6 BT 06	160	240	400	250	51/55	50	8,40	6,66	90	114
7 BT 06	160	320	400	250	60/65	50	9,80	7,77	105	133
8 BT 06	160	320	400	250	60/65	50	11,20	8,88	120	152
9 BT 06	240	240	400	250	60/65	50	12,60	9,99	136	171
10 BT 06	160	400	500	350	72/77	50	14,00	11,10	151	190
11 BT 06	240	320	500	350	72/77	50	15,40	12,21	166	209
2 BT 06	240	320	500	350	72/77	50	16,80	13,32	181	228
3 BT 06	240	400	500	350	84/89	50	18,20	14,43	196	247
4 BT 06	240	400	500	350	84/89	50	19,60	15,54	211	266
5 BT 06	240	400	500	350	84/89	50	21,00	16,65	226	285
6 BT 06	320	320	600	400	84/89	50	22,40	17,76	242	304
20 BT 06	400	320	600	400	90/95	50	28,00	22,20	302	380
25 BT 06	400	400	600	400	100/105	50	35,00	27,75	378	476
30 BT 06	400	480	700	500	120/125	50	42,00	33,3	453	570
36 BT 06	480	480	700	500	130/135	50	50,4	39,96	543	684

Vecchia normativa

portate iniziali e finali indicate in tabella sono quelle...

## MODALITA' D'INIEZIONE : LA CENTRALE ED I CONTROLLI SULLE MISCELE

Centrale  
d'iniezione



miscelazione  
+  
stoccaggio  
+  
iniezione

*Dosaggio a peso dei componenti solidi, a volume di quelli liquidi*

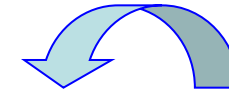
*Miscelatore primario ad alta turbolenza*

*Agitatore a bassa turbolenza*

*Iniettori oleodinamici a pistoni*

*La centrale d'iniezione controlla e registra i seguenti dati:*

- *numero tirante iniettato*
- *volume iniettato per la formazione della guaina*
- *numero e quota della valvola iniettata*
- *pressione di "rottura" della valvola*
- *volume della miscela iniettata*
- *pressione residua*



Controlli sulle  
miscele

*Viscosimetro Marsh*

- *3 controlli/turno*

*Peso specifico*

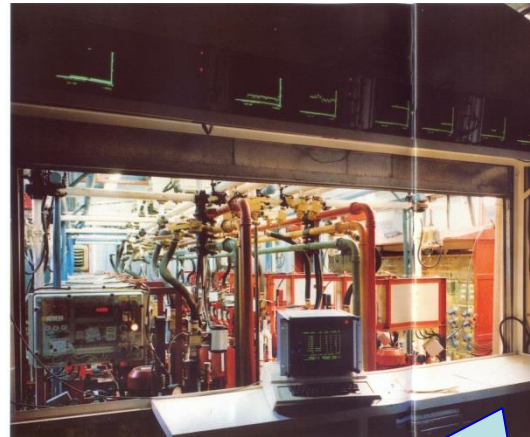
- *3 controlli/turno*

*Prova di essudazione*

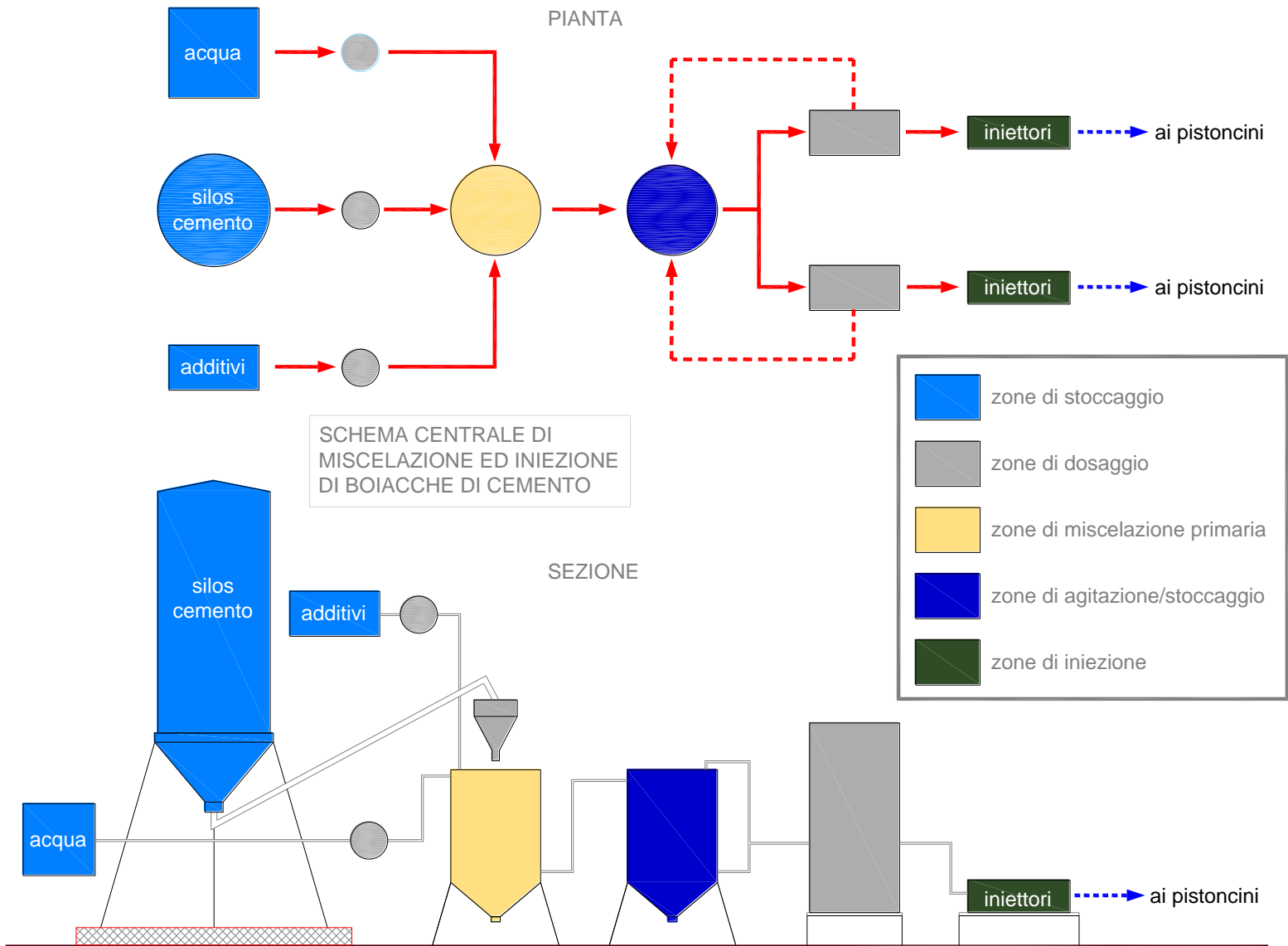
- *2 controlli/turno*

*Prove di resistenza a rottura*

- *1 provino/giorno*



*.....evoluzione della specie ....*



## MODALITA' D'INIEZIONE : FORMAZIONE DELLA GUAINA E DEL BULBO DEL TIRANTE

Iniezione di guaina

*in risalita dalla valvola di fondo, sino all'affioramento da bocca foro*

*Nessun limite alle quantità né alla velocità d'iniezione*

MISCELA PER MICROPALI E TIRANTI ( rapporto a/c =0.5 in peso)			
COMPOSIZIONE MISCELA			
	in peso (kg)	in volume (litri)	kg per m <sup>3</sup> di miscela
acqua	50	50,00	596
cemento	100	33,33	1192
espansivo	1,5	0,56	18
TOTALE	151,5	83,89	

*Per rottura guaina : p<sub>max</sub> = 70 atm*

*iniezione di 1<sup>a</sup> fase: sino al raggiungimento di (in alternativa)*

- assorbimento totale di 40 lt/valvola
- pressione residua di 20 atm.

*iniezione di 2<sup>a</sup> fase: sino al raggiungimento di (in alternativa)*

- assorbimento totale di 120 lt/valvola
- pressione residua di 20 atm.

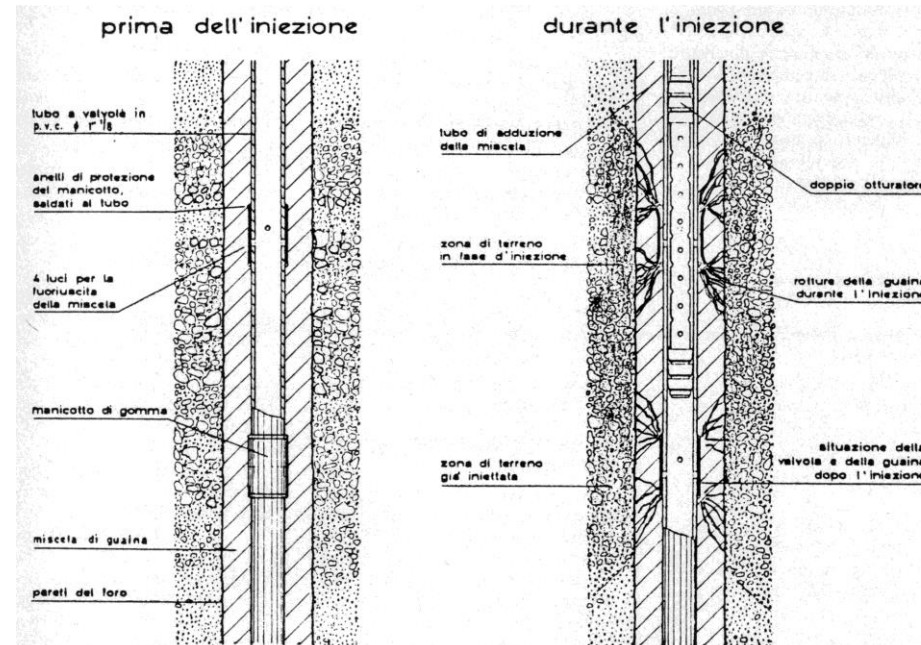
**Valori puramente indicativi**

Iniezione in pressione del bulbo

*Controllo combinato dei volumi e delle pressioni d'iniezione.*

*Anche la velocità d'iniezione incide sul buon esito del lavoro, ma di norma la sua regolazione viene affidata all'Impresa.*

*Con i tradizionali iniettori orizzontali a due pistoni dovrebbe essere ~ ≤ 0.6 mc/h (per singolo iniettore)*



**CANTIERIZZAZIONE**

**FAC-SIMILE DI MODULO D'INIEZIONE DI UN TIRANTE  
AVENTE BULBO L = 6.00 m CON VALVOLE D'INIEZIONE PASSO 50 cm**

<b>IMPRESA :</b>	<b>MODULO D'INIEZIONE TIRANTI A TREFOLI</b>
<b>CANTIERE :</b>	<b>TIRANTE n°</b>

**CARATTERISTICHE TIRANTE**

armatura : n° \_\_\_ trefoli c.a.p. Ø 6/10" a 7 fili tipologia : TIRANTE A PROTEZIONE TOTALE  
 lunghezza (m) : totale \_\_\_\_\_ parte libera \_\_\_\_\_ bulbo: \_\_\_\_\_  
 perforazione Ø \_\_\_\_\_ : data \_\_\_\_\_

	DATA	COMPOSIZIONE MISCELA			VOLUMI INIETTATI (litri)
		Cemento (kg)	Acqua	Additivi (kg/t)	
Iniezione di guaina		100	50	≈ 1	
Iniezione bulbo 1ª fase		"	"	"	
Iniezione bulbo 2ª fase (eventuale)		"	"	"	
volume totale d'iniezione					

POSIZIONE VALVOLA	INIEZIONE BULBO 1ª FASE		INIEZIONE BULBO 2ª FASE		NOTE
	Volume litri	Pressione bar	Volume litri	Pressione bar	
12					
11					
10					
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					

**FIRMA E TIMBRO DELL' IMPRESA**

**VISTO DELLA DIREZIONE LAVORI**

CANTIERIZZAZIONE TIRANTI : MISCELLANEA



## ESEMPIO DI SCHEDA RIEPILOGATIVA INIEZIONE E TESATURA TIRANTI

**CANTIERIZZAZIONE**

### SINTESI ESECUZIONE TIRANTI - INTERVENTO TIPO 4 : LUNETTA DI PALI E TIRANTI (incluse paratie laterali)

#### PARATIE LATERALI

##### CARATTERISTICHE TIRANTE

Armatura : 6 trefoli c.a.p.  $\varnothing$  6/10"

lunghezza totale : 24.00 m parte libera 12.00 m

bulbo: 12.00 m

TIRANTE N°	PERFORAZIONE	INIEZIONE GUAINA		INIEZIONE BULBO (tutte le fasi)		TEST COLLAUDO	TESATURA DEFINITIVA	
	Data	Data -	Volume (litri)	Data finale	Volume (litri)	Data	Data	Carico (KN)
<b>59</b>	19.07.2011	19.07.2011	1920	21.07.2011	1420	30.11.2011	30.11.2011	510
<b>60</b>	19.07.2011	19.07.2011	2100	21.07.2011	1610	30.11.2011	30.11.2011	510
<b>61</b>	20.07.2011	20.07.2011	2500	22.07.2011	1790	30.11.2011	30.11.2011	510
<b>62</b>	20.07.2011	20.07.2011	2020	22.07.2011	1730	30.11.2011	30.11.2011	510
<b>63</b>	20.07.2011	20.07.2011	2400	22.07.2011	1760	30.11.2011	30.11.2011	510
<b>64</b>	26.07.2011	26.07.2011	1960	28.07.2011	1800	30.11.2011	30.11.2011	510
<b>65</b>	26.07.2011	26.07.2011	2200	28.07.2011	1940	30.11.2011	30.11.2011	510
<b>66</b>	01.08.2011	01.08.2011	3020	04.08.2011	1920	30.11.2011	30.11.2011	510

#### LUNETTA : TIRANTI SUPERIORI

##### CARATTERISTICHE TIRANTE

Armatura : 6 trefoli c.a.p.  $\varnothing$  6/10" + punta TFEg

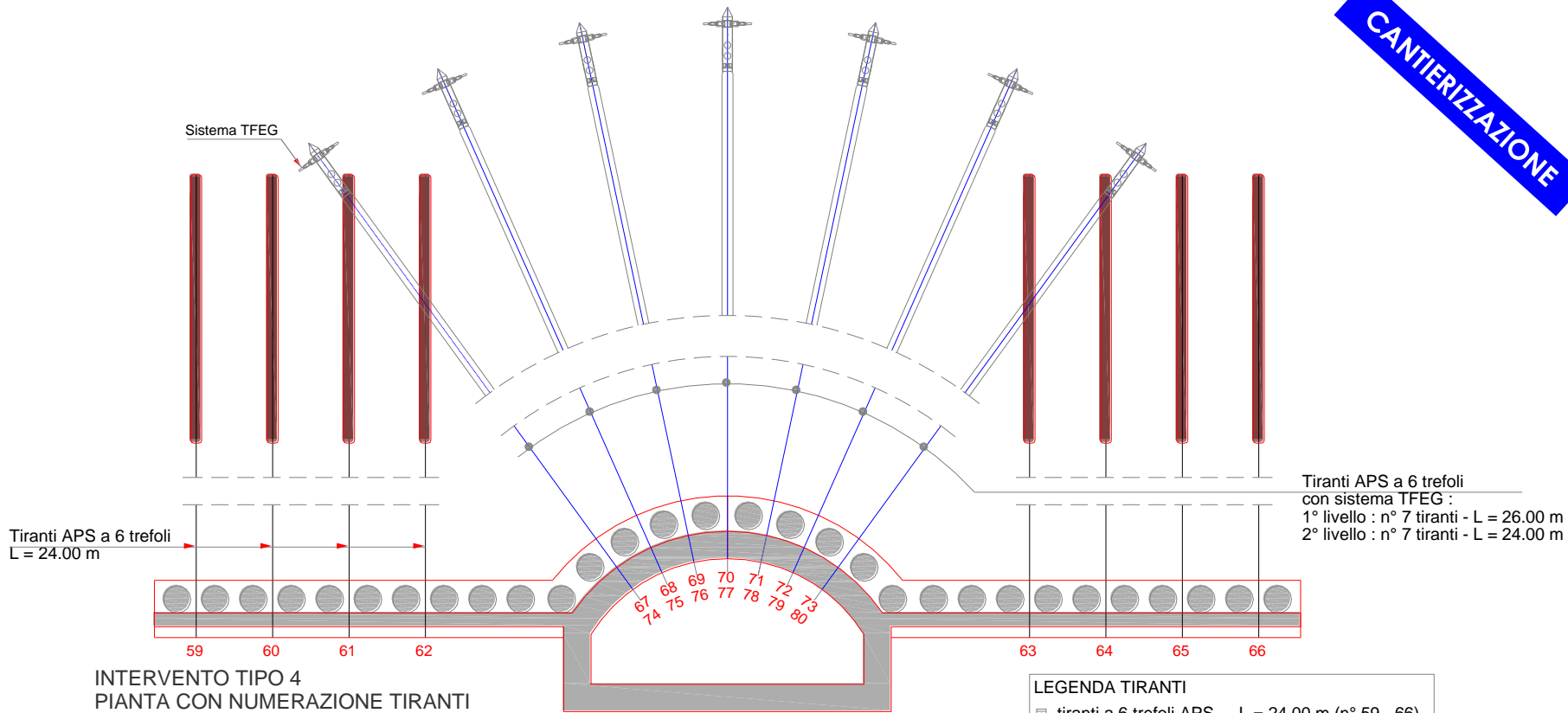
lunghezza totale : 26.00 m parte libera 14.00 m

bulbo: 12.00 m

TIRANTE N°	PERFORAZIONE	INIEZIONE GUAINA		INIEZIONE BULBO (tutte le fasi)		TEST COLLAUDO	TESATURA DEFINITIVA	
	Data	Data -	Volume (litri)	Data finale	Volume (litri)	Data	Data	Carico (KN)
<b>67</b>	20.09.2011	20.09.2011	3600	22.09.2011	2860	01.12.2011	01.12.2011	450
<b>68</b>	20.09.2011	20.09.2011	2900	22.09.2011	2850	01.12.2011	01.12.2011	450
<b>69</b>	21.09.2011	21.09.2011	3400	23.09.2011	2960	01.12.2011	01.12.2011	450
<b>70</b>	21.09.2011	21.09.2011	2850	23.09.2011	3050	01.12.2011	01.12.2011	450
<b>71</b>	22.09.2011	22.09.2011	3300	24.09.2011	2370	01.12.2011	01.12.2011	450
<b>72</b>	26.09.2011	26.09.2011	3400	28.09.2011	2310	01.12.2011	01.12.2011	450
<b>73</b>	26.09.2011	26.09.2011	3600	28.09.2011	2380	01.12.2011	01.12.2011	450

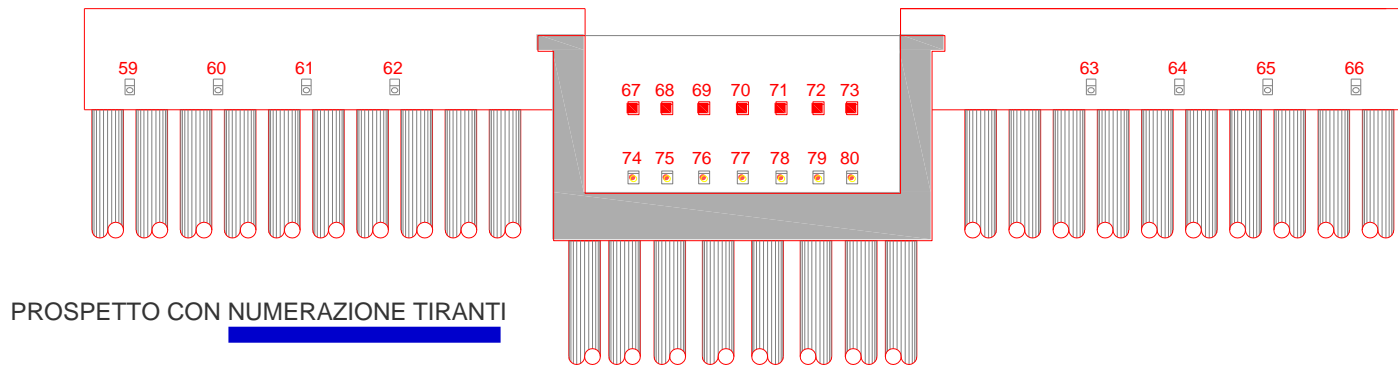
**CANTIERIZZAZIONE TIRANTI : MISCELLANEA**

**CANTIERIZZAZIONE**



**LEGENDA TIRANTI**

	tiranti a 6 trefoli APS - L = 24.00 m (n° 59 - 66)
	tiranti a 6 trefoli TFEG - L = 26.00 m (n° 67 - 73)
	tiranti a 6 trefoli TFEG - L = 24.00 m (n° 74 - 80)

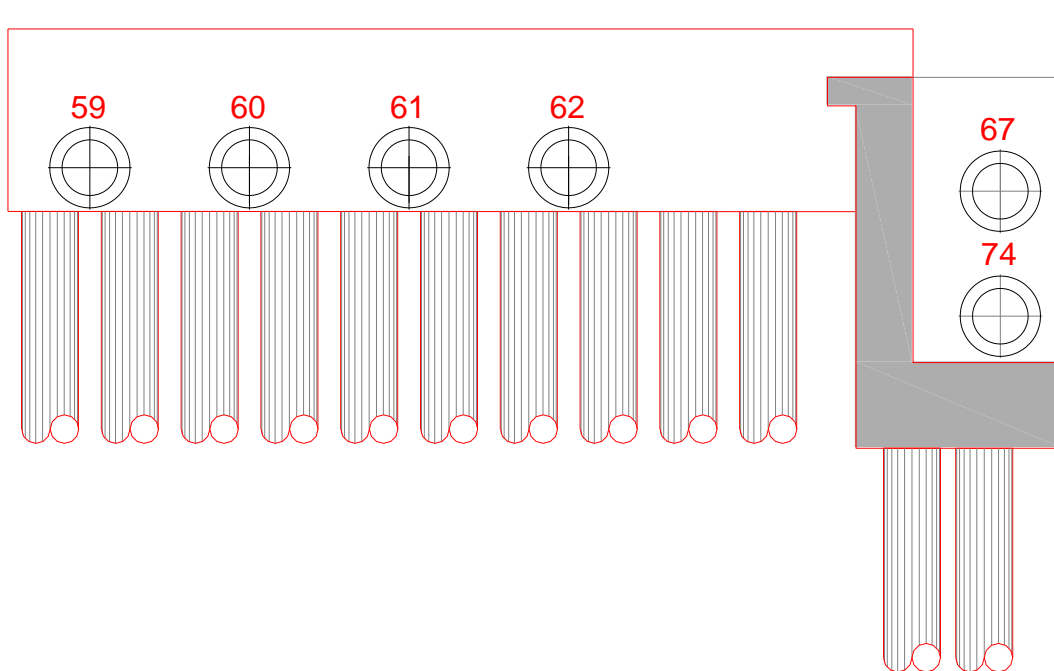


## CANTIERIZZAZIONE TIRANTI : MISCELLANEA

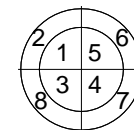
CANTIERIZZAZIONE









Se non vediamo appeso un prospetto simile a questo nella baracca-ufficio di cantiere, quel cantiere ha (o avrà) qualche problema.

PROSPETTO CONTROLLO  
FASI ESECUTIVE TIRANTI



LEGENDA



-  1. perforazione
-  2. posa in opera tirante
-  3. formazione guaina
-  4. iniezione bulbo - 1ª fase
-  5. iniezione bulbo - 2ª fase
-  6. test di collaudo
-  7. tesatura definitiva
-  8. sigillatura testata

## ESEMPIO DI MODULO PER TEST DI COLLAUDO TIRANTI

IMPRESA FAVELLATO S.p.A. <b>VERBALE PROVA DI COLLAUDO TIRANTI</b>	<b>TIRANTE n° 66</b>
--	----------------------

CANTIERE : FAETO – Lavori di contenimento dissesti idrogeologici del centro abitato zona Via Prov.le – Villa Comunale

**CARATTERISTICHE TIRANTE - INTERVENTO TIPO 4 – PARATIE LATERALI**

armatura : 6 trefoli c.a.p. Ø 6/10"    carico iniziale di prova: 120 kN    carico max di prova: 1080 kN  
 lunghezza : totale 24.00 m    parte libera: 12.00 m    bulbo 12.00 m

CARATTERISTICHE CENTRALINA DI TESATURA
<input type="checkbox"/> Centralina Tipo C8E <input type="checkbox"/> Martinetti Tipo T20 - area pistone 44,15 cm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Manometro WIKA matr. 1.4571 - campo di misura 0 – 600 bar (1 div. = 10 bar) - Certificato Verifica Taratura manometro : CMG testing srl commessa n° 895 - pratica 312/11 del 12.05.2011


PRESENTI ALLA PROVA E NOTE
Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedicini – Laboratorio Geo-In Benevento
Ing. Alberto Garrasi – Direttore Lavori
Geom. Nicola Di Pilla – Impresa Favellato
DATA DELLA PROVA : 30/11/2011

Pressione		Carico	Tempo	Lecture ai trefoli e allungamenti (mm)							
letta	effettiva			1	2	3	4	5	6	Media letture	Media allung.ti
(bar)	(bar)	(kN)	(min)								
46	46	120	-	165	160	165	145	140	170	157,50	0,00
410	408	1080	0	83	82	89	66	56	97	78,83	78,67
"	"	"	5	82	81	87	64	54	95	77,17	80,33
"	"	"	10	81	80	85	63	54	93	76,00	81,50
"	"	"	15	80	79	84	62	54	92	75,17	82,33
46	46	120	-	159	155	159	139	134	163	151,50	6,00

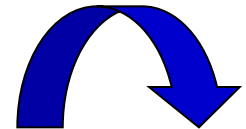
PER  
CONCLUDERE

## **3ª SESSIONE** : 8 Marzo 2018

### IL PROGRAMMA DI OGGI

- 
6. STABILITA' DEL FONDO SCAVO
  7. STABILITA' GLOBALE
  8. ASPETTI ESECUTIVI
    - Paratie in c.a. gettate in opera
    - Paratie in c.a. prefabbricate
    - Diaframmi di pali
    - Berlinesi di micropali e tiranti
    - Palancolate metalliche

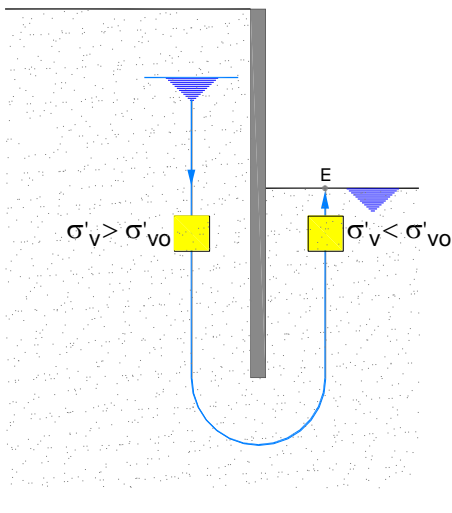
..... cosa abbiamo visto oggi. ....



# 1

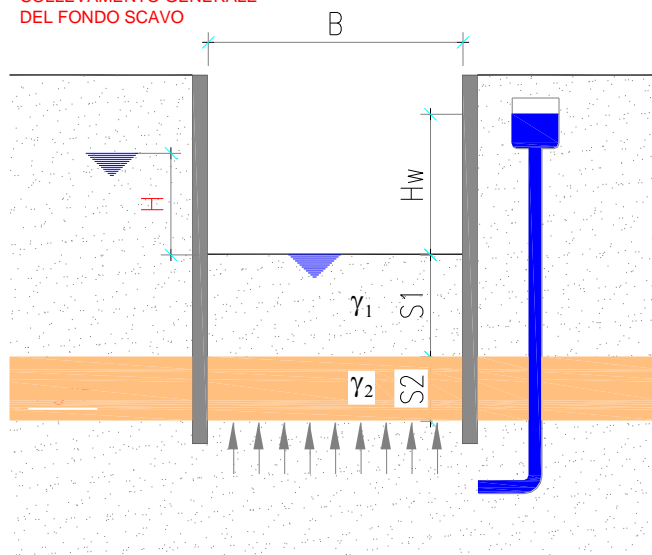
## STABILITÀ DEL FONDO SCAVO

SIFONAMENTO DEL FONDO SCAVO

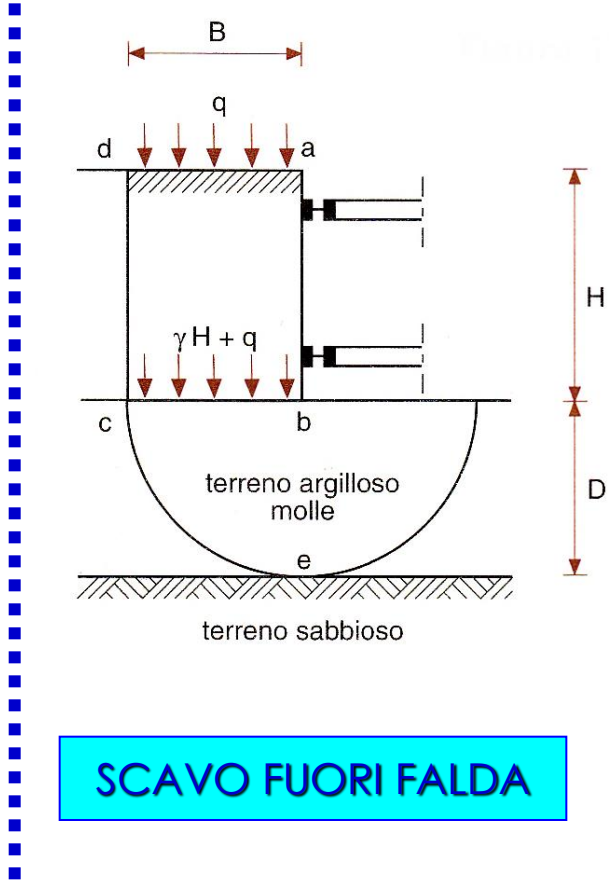


SCAVO IN FALDA

SOLLEVAMENTO GENERALE DEL FONDO SCAVO

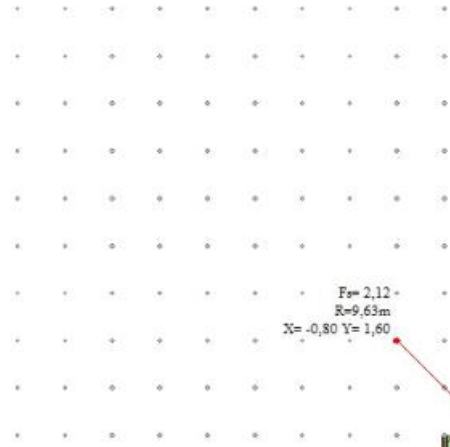
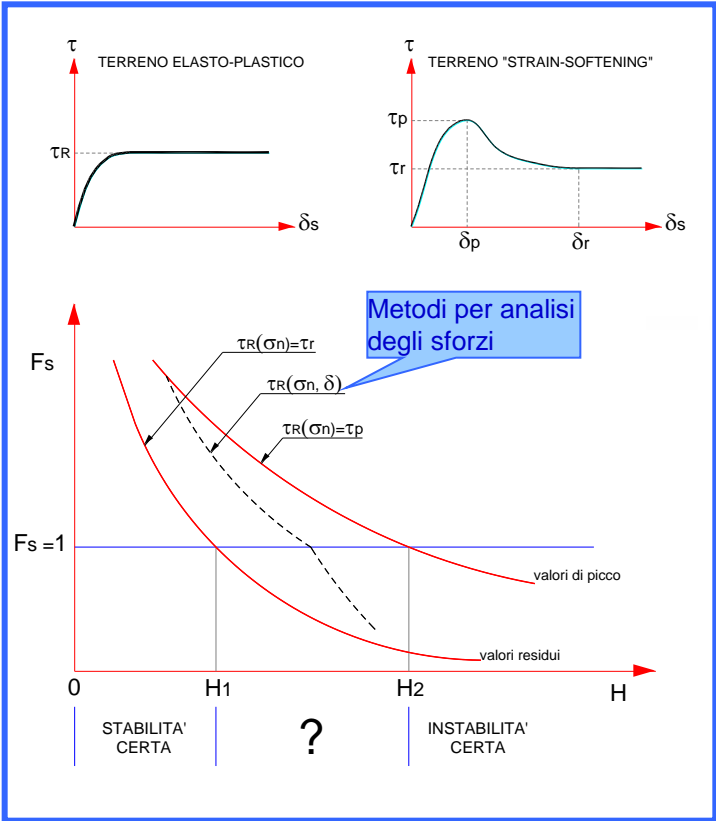


SCAVO FUORI FALDA

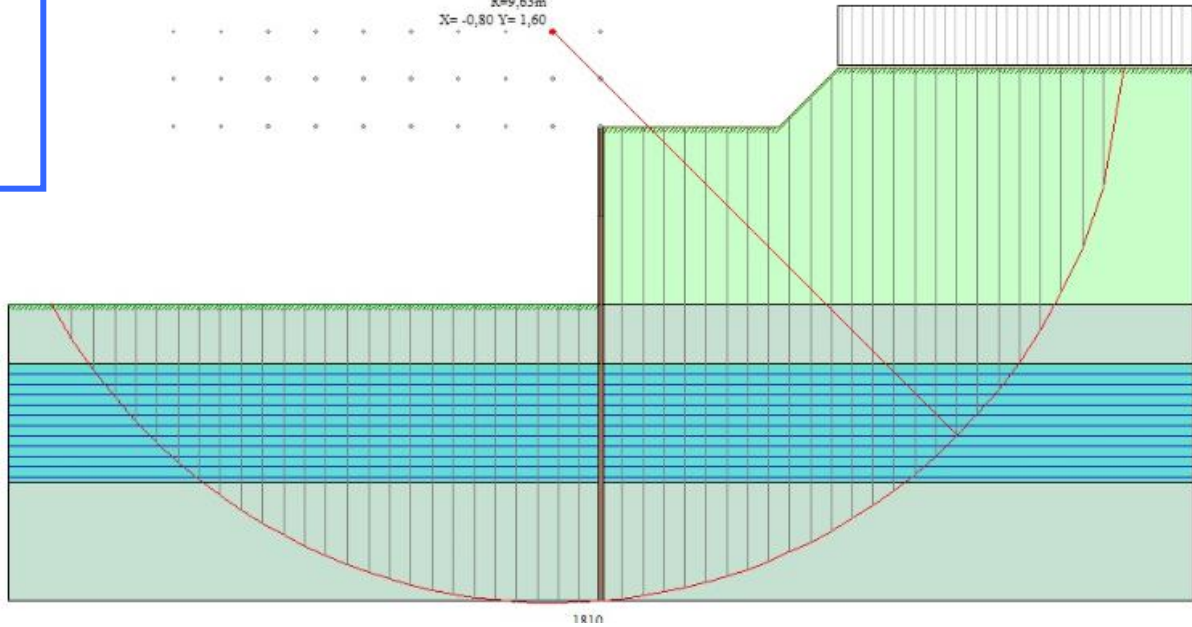


2

STABILITÀ GLOBALE



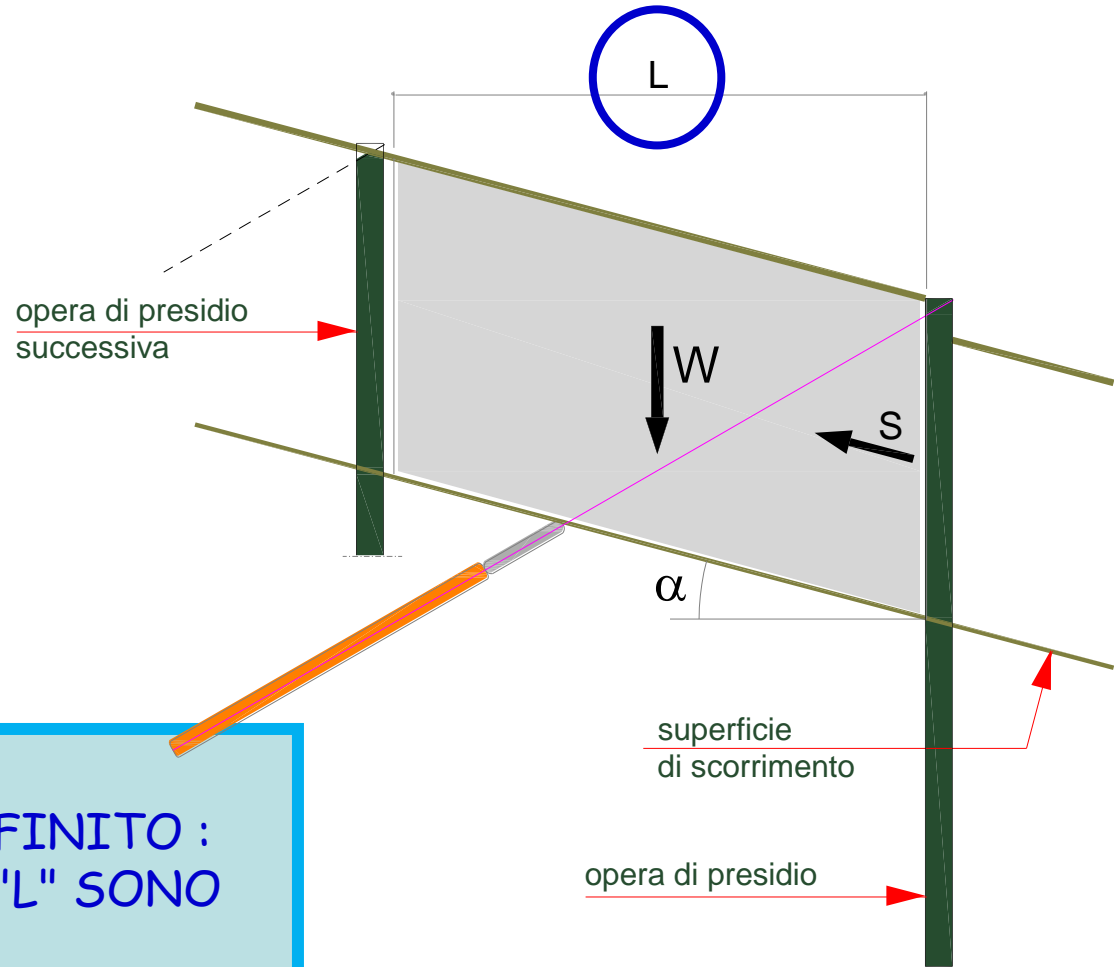
Verifica stabilità globale





# 2 bis

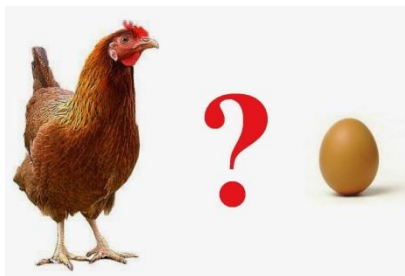
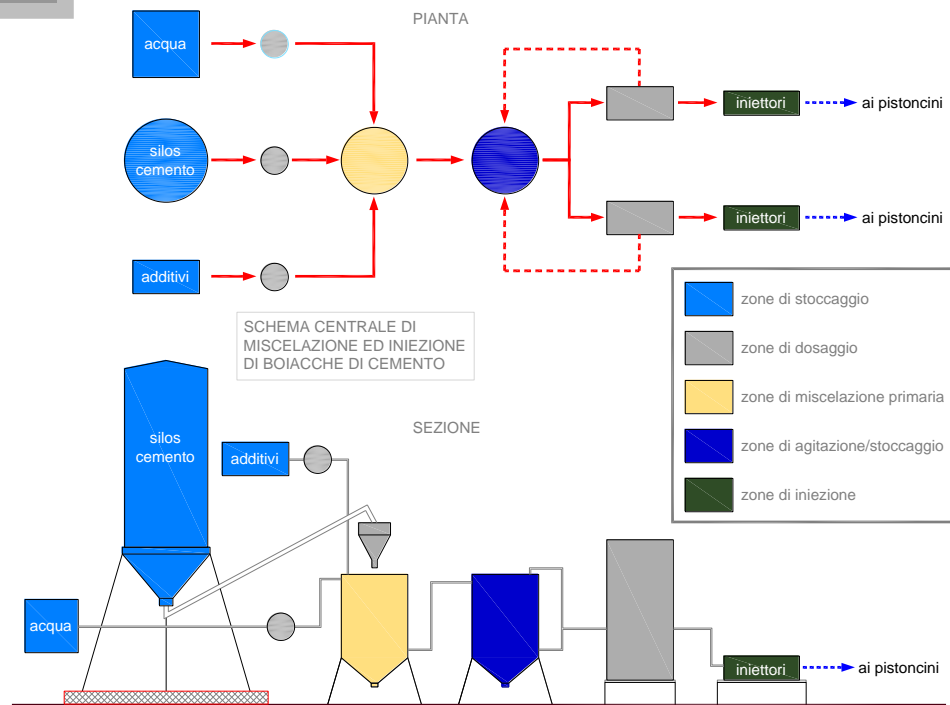
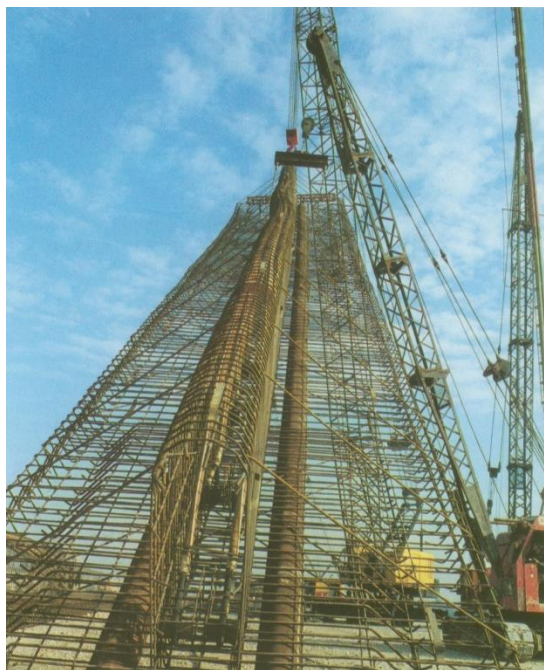
## STABILITÀ GLOBALE



CONSOLIDAMENTO  
DI UN PENDIO INDEFINITO :  
SE NON FISSIAMO "L" SONO  
SOLO CHIACCHIERE

3

ASPETTI ESECUTIVI



## IL PROSSIMO INCONTRO

### 4ª SESSIONE

Normative - Monitoraggio - Aspetti contrattuali

Bari, 12 Febbraio 2019



**FINE**

