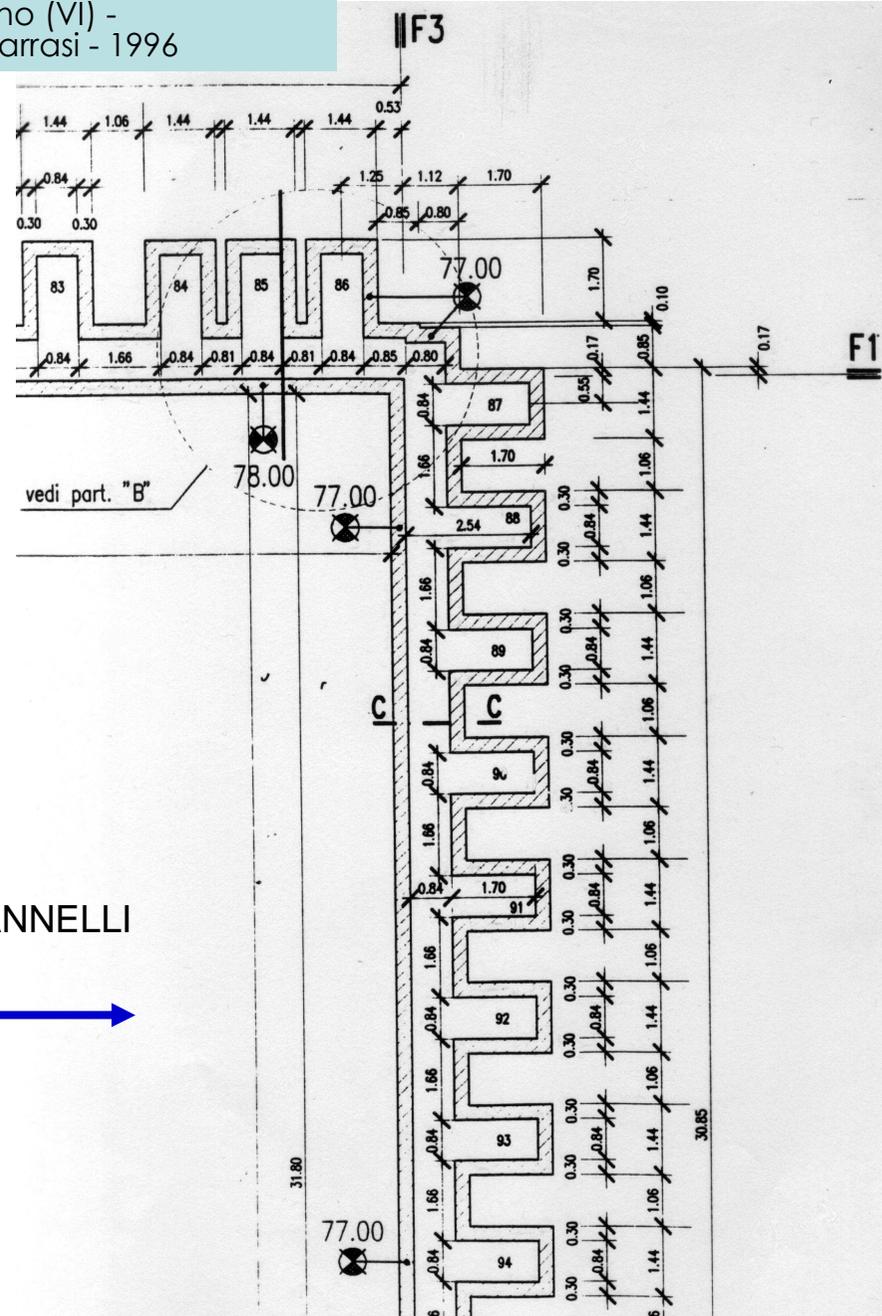
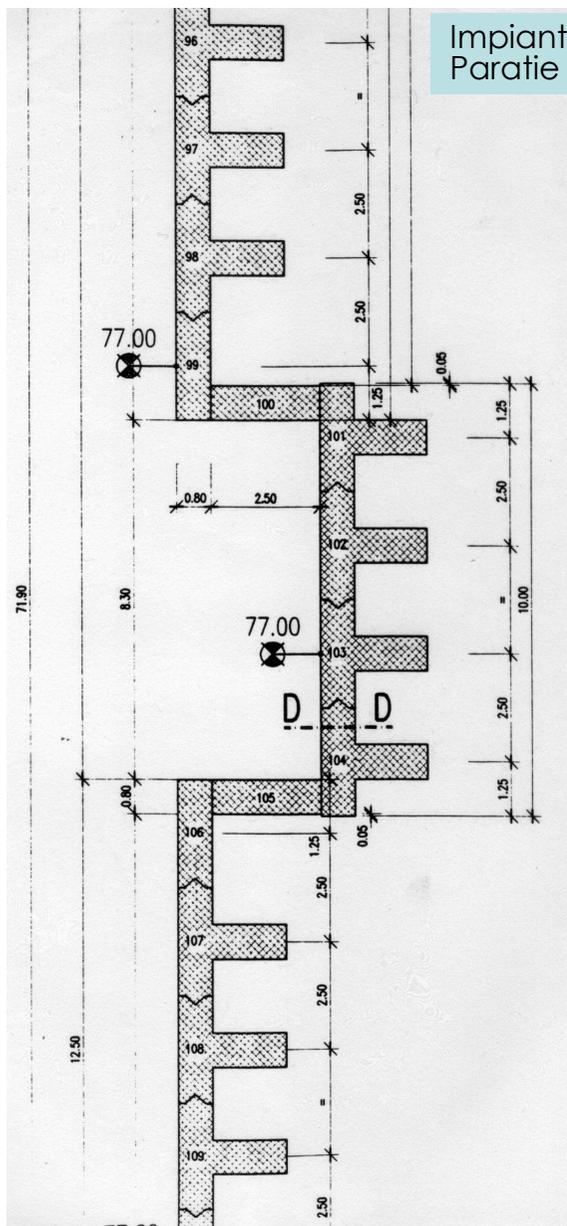


Impianto di depurazione di Arzignano (VI) -
Paratie perimetrali vasca nitrati - Garrasi - 1996



← PIANTA PANNELLI

PIANTA CORREE →

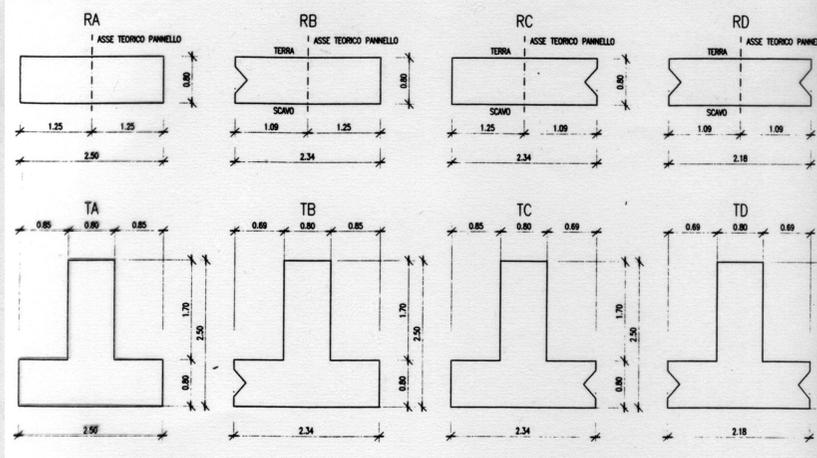
PARATIE : LE TECNOLOGIE

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																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pannello</th> <th colspan="2">Gabbia</th> </tr> <tr> <th>Quota testa</th> <th>Quota piede</th> <th>Quota testa</th> <th>Quota piede</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>+ 78.00</td> <td>+ 56.50</td> <td>+ 78.80</td> <td>+ 57.00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>+ 78.00</td> <td>+ 60.50</td> <td>+ 78.80</td> <td>+ 61.00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>+ 77.00</td> <td>+ 56.50</td> <td>+ 77.80</td> <td>+ 57.00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>+ 76.50</td> <td>+ 56.50</td> <td>+ 77.30</td> <td>+ 57.00</td> </tr> </tbody> </table>			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
	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																											

TIPOLOGIA PANNELLI
RAPP.: 1:50



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

Impianto di depurazione di Arzignano (VI)
Paratie perimetrali vasca nitrati.
Garrasi - 1996

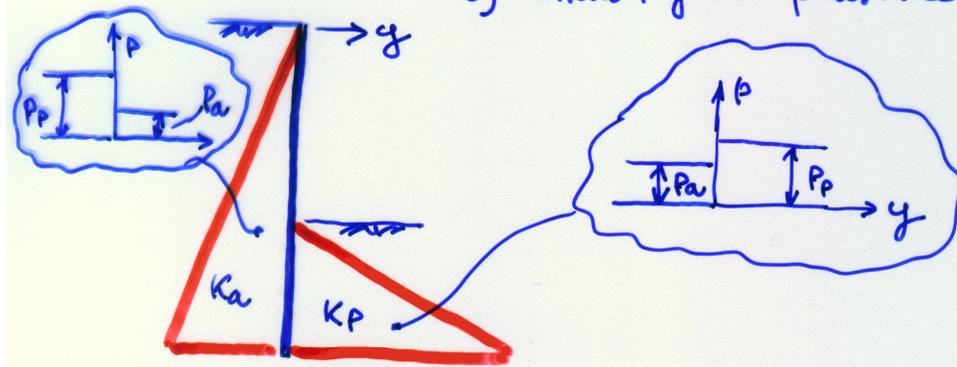
CLASSIFICAZIONE DEI PANNELLI E DELLE
GABBIE D'ARMATURA

PARATIE : LE TECNOLOGIE

OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI : METODI DI CALCOLO

- a) terreno come mezzo rigido-plastico
 - ⇒ metodi di calcolo "a rottura" (noti anche come metodi "agli stati limite");
- b) terreno come mezzo discreto elastico o elasto-plastico "alla Winkler"
 - ⇒ metodi di calcolo tipo trave su letto di molle;
 - ⇒ metodi di calcolo tipo trave su letto di molle (ma con limitata capacità reattiva);
- c) terreno come mezzo continuo elastico-non lineare o elasto-plastico
 - ⇒ metodi di calcolo agli elementi finiti (F.E.M.)

a) terreno rigido - plastico



$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{ha} = \sigma_v ka - 2c\sqrt{ka} \\ \sigma_{hp} = \sigma_v kp + 2c\sqrt{kp} \end{array} \right.$$

Modello di analisi

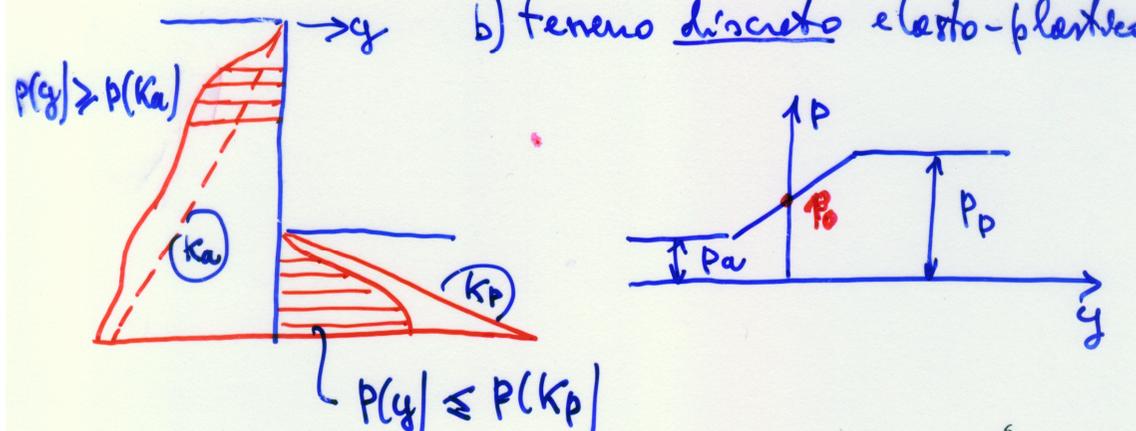
calcolo agli stati limite
calcolo elasto-plastico

Modello geotecnico
(parametri necessari)

stratigrafia
posizione falda

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

b) terreno discreto elasto-plastico

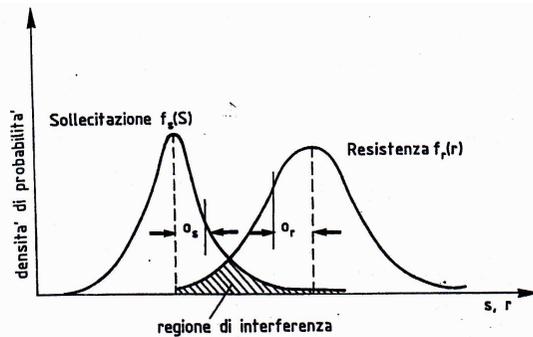


METODI DI CALCOLO DELLE "OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI"

	VANTAGGI	SVANTAGGI
"agli stati limite"	<ul style="list-style-type: none"> • semplicità di calcolo • semplicità nella determinazione e scelta dei parametri geotecnici 	<ul style="list-style-type: none"> • la struttura viene analizzata in condizioni di collasso (non in esercizio) • non si ha nessuna informazione sulle deformazioni • l'ipotesi rigido-plastica comporta delle assunzioni a sfavore della sicurezza • le condizioni di pressione limite possono svilupparsi nel terreno solo a seguito di deformazioni che difficilmente possono verificarsi contemporaneamente lungo tutta la profondità • è impossibile tener conto dell'influenza delle varie fasi costruttive • è impossibile tener conto del pretensionamento dei tiranti • si richiede un'assunzione aprioristica sul tipo di vincolo al piede del diaframma
Elasto-plastico	<ul style="list-style-type: none"> • facile reperibilità di programmi di calcolo; • richiede l'uso di un numero limitato di parametri geotecnici; • consente di tener conto di tutte le fasi esecutive • individua anche la deformata 	<ul style="list-style-type: none"> • notevole incertezza sui valori da assegnare ai parametri di deformabilità del terreno, e sul tipo di indagini più adatte ad individuarli; • i valori delle deformazioni sono molto influenzati dai parametri di deformabilità adottati, e di conseguenza possono non essere attendibili
F.E.M.	<ul style="list-style-type: none"> • consentono una conoscenza ragionevolmente fedele della interazione terreno-struttura 	<ul style="list-style-type: none"> • elevato costo dei programmi • sofisticazione di molti dei parametri geotecnici richiesti • difficoltà nel determinare tali parametri a mezzo di indagini, ed elevato costo delle stesse

.... metodi probabilistici ????
ancora no, grazie !

L'APPROCCIO PROBABILISTICO



Distribuzioni di probabilità $f_s(s)$ e $f_r(r)$ e regione di interferenza

L'affidabilità " R_e " è definita come la probabilità che la tensione non superi la resistenza, ossia :

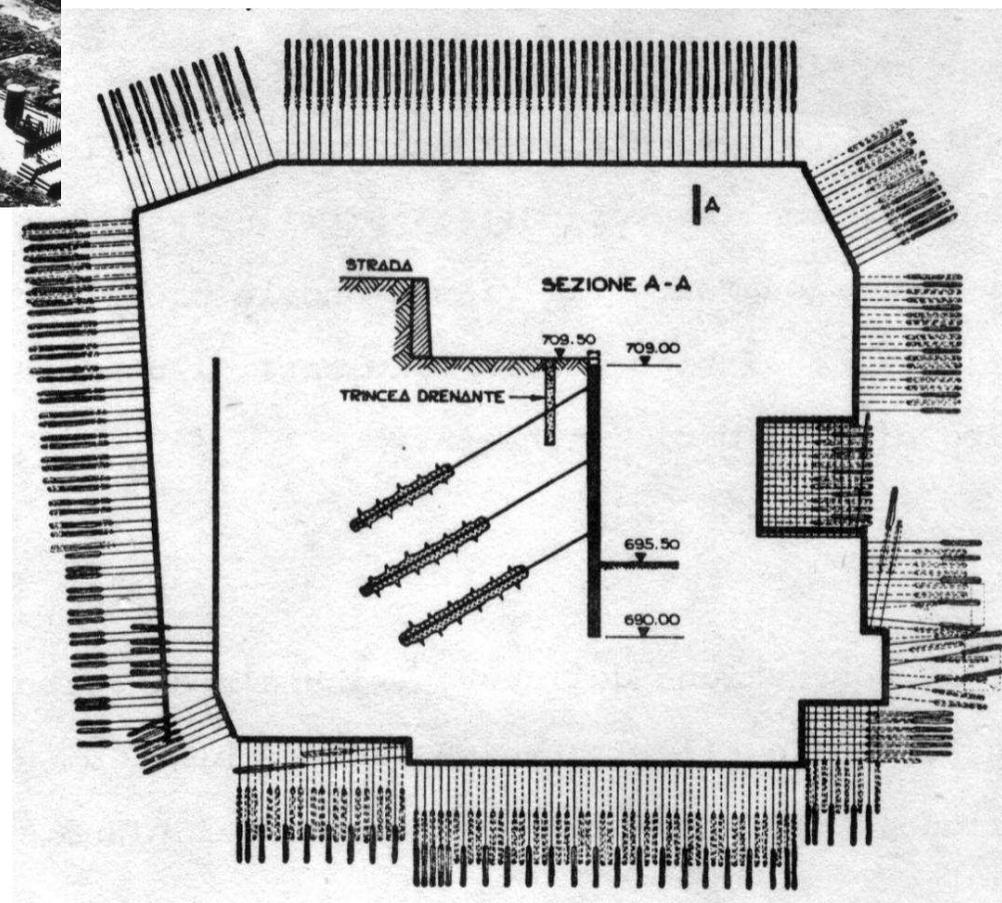
$$R_e = P(r > s) = P(r - s) > 0$$

LIVELLI DI AFFIDABILITA'

- livello 0 (metodi deterministici):
si prende in considerazione solo il valore caratteristico delle grandezze in gioco (generalmente il valor medio)
- livello 1 (metodi semi-probabilistici): EUROCODICI
si utilizzano i cosiddetti valori caratteristici dei parametri di ingresso (azioni e resistenze), definiti mediante opportuni frattili delle loro distribuzioni abbinati a coefficienti parziali di sicurezza mediante i quali si effettua un processo di verifica di tipo deterministico.
- livello 2 (metodi probabilistici approssimati):
si tiene conto di due valori per ogni variabile casuale (comunemente media e varianza) eventualmente correlati da una misura della correlazione tra i due parametri (normalmente la covarianza), attraverso i quali si giunge alla definizione di un indice di affidabilità.
- livello 3 (metodi puramente probabilistici):
utilizzano la probabilità di collasso come una misura e quindi richiedono la conoscenza della distribuzione statistica di tutte le variabili aleatorie.
- livello 4 : è un metodo di affidabilità in cui interviene sia l'aspetto strutturale che quello economico, considerando i costi ed i benefici della costruzione, dell'esercizio, della manutenzione e delle conseguenze del collasso.

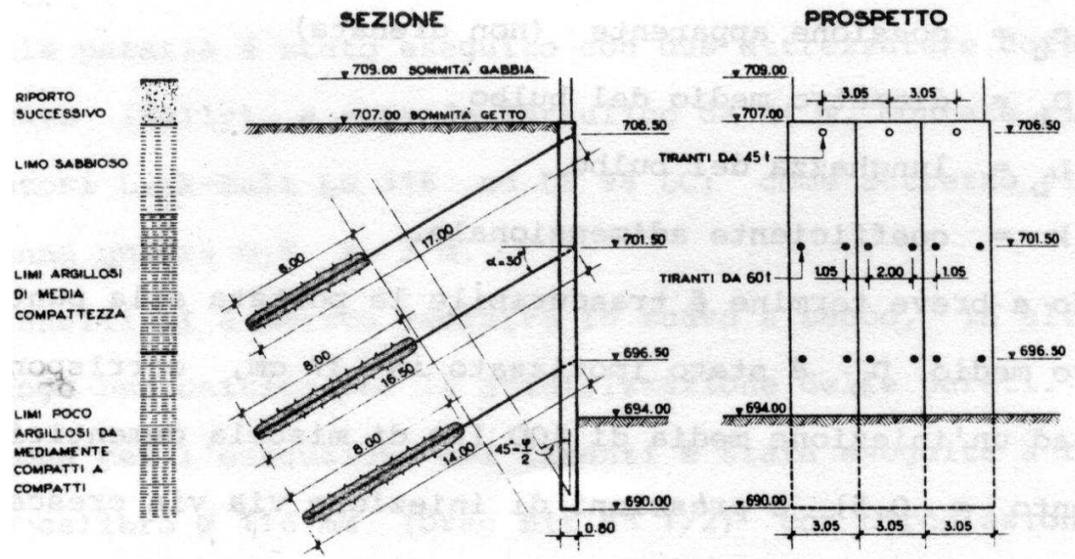
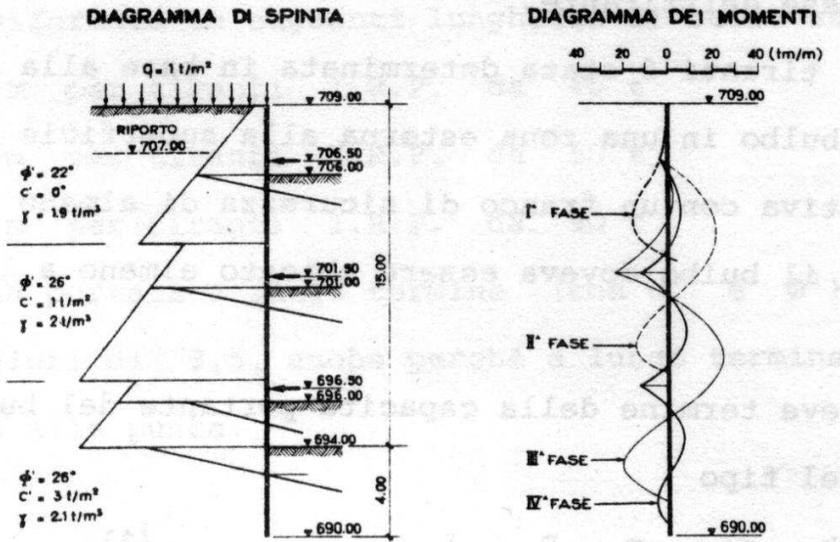


PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO

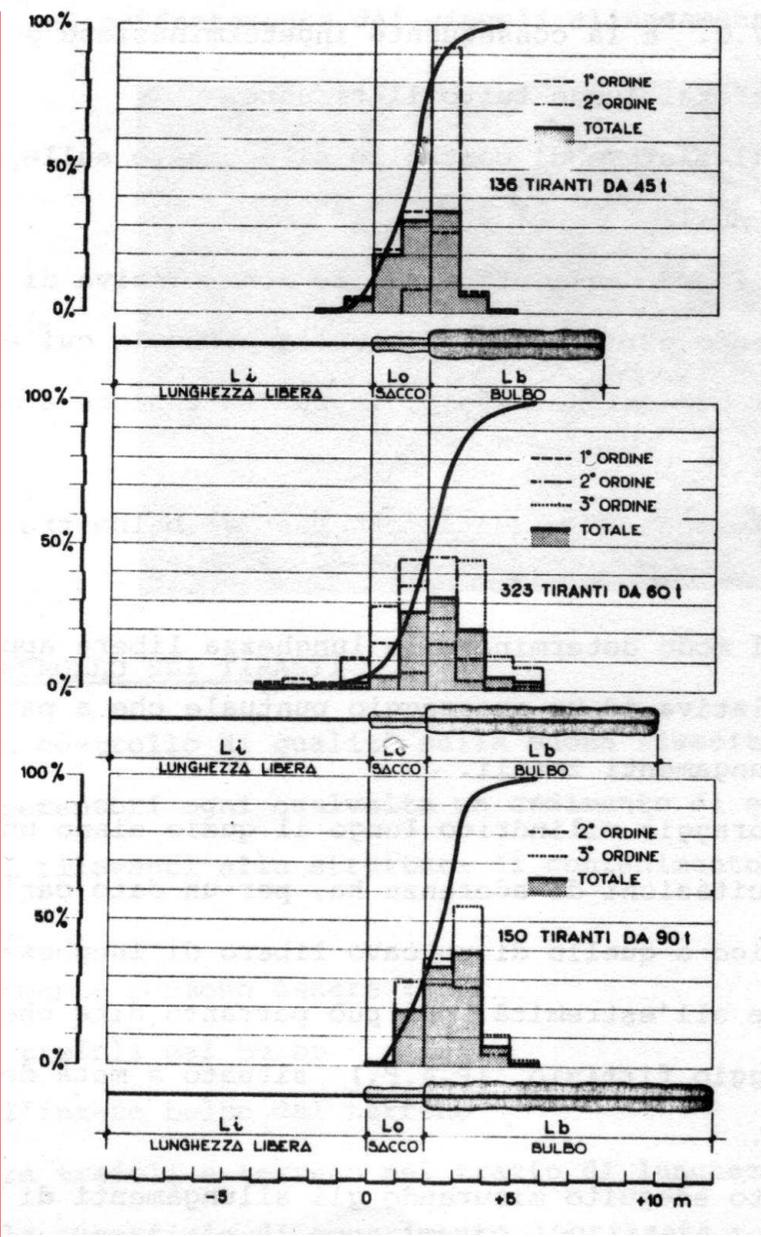


Nuovo Tribunale di Potenza
Impresa RODIO / Garrasi 1973-74

un classico calcolo "agli stati limite" - anni '70

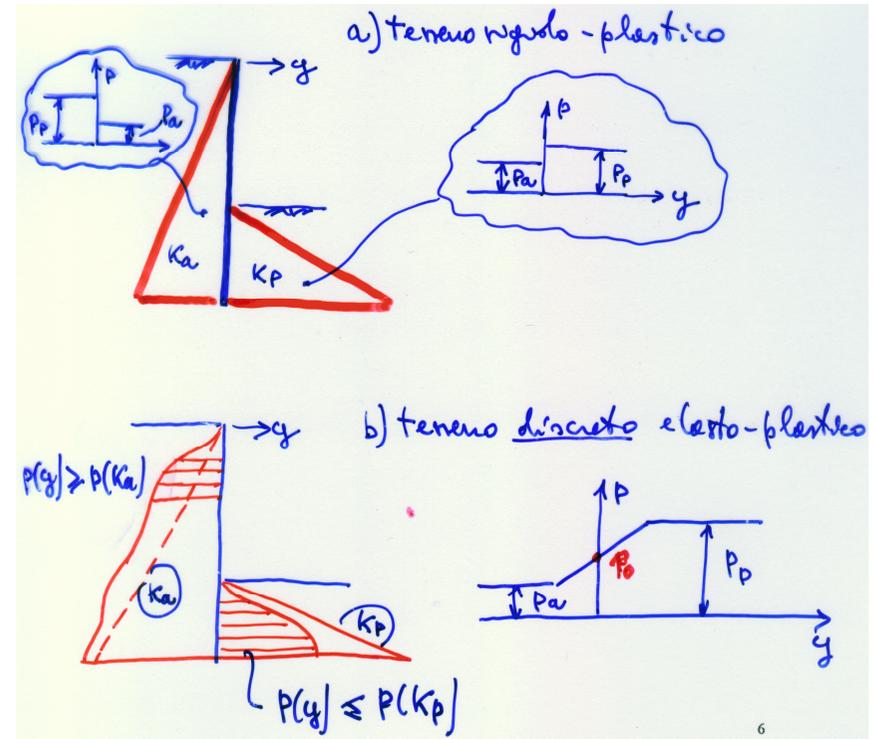
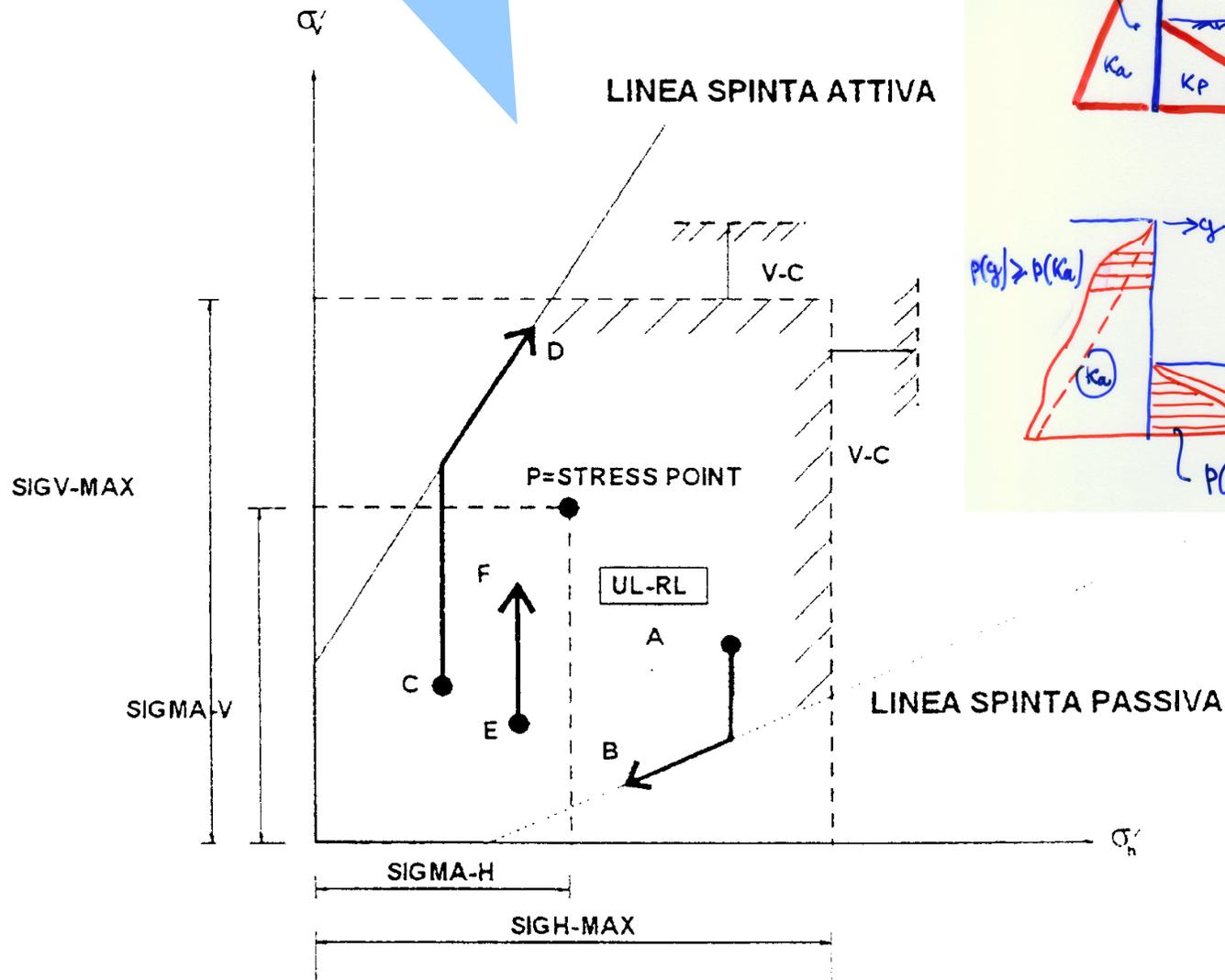


PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO :
 Tribunale di Potenza – Impresa RODIÒ/Garrasi 1973-74)



Lunghezza libera al carico finale di tesatura.
 Istogramma e curva integrale delle frequenze.

Dominio di rottura implementato dal codice "PARATIE" (elasto-plastico)



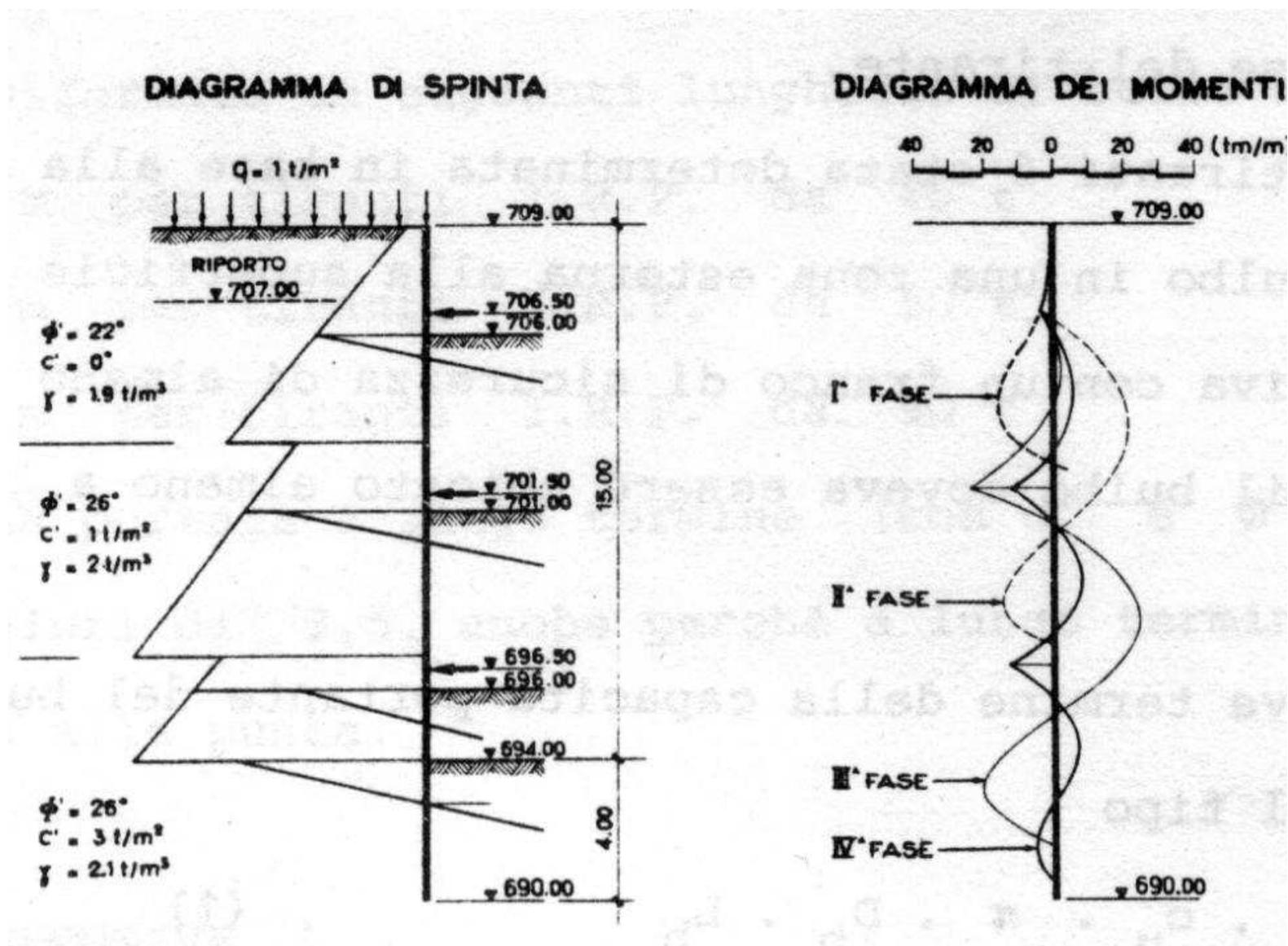
$$\sigma_{ha} = \sigma_v ka - 2c\sqrt{ka}$$

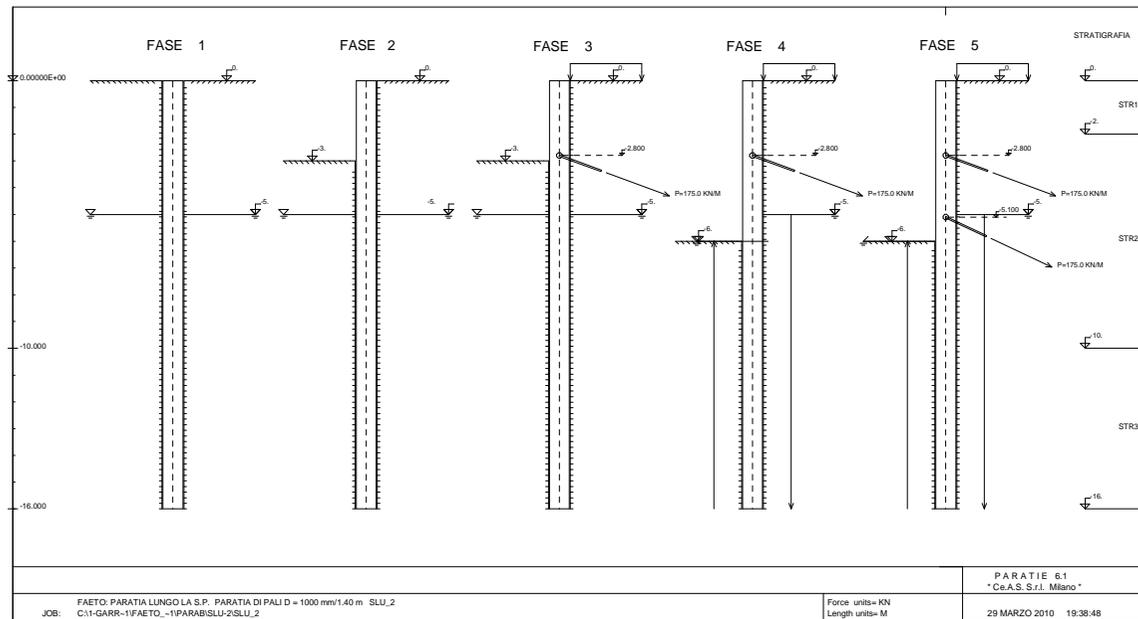
$$\sigma_{hp} = \sigma_v kp + 2c\sqrt{kp}$$

vale solo sulla "frontiera" del dominio

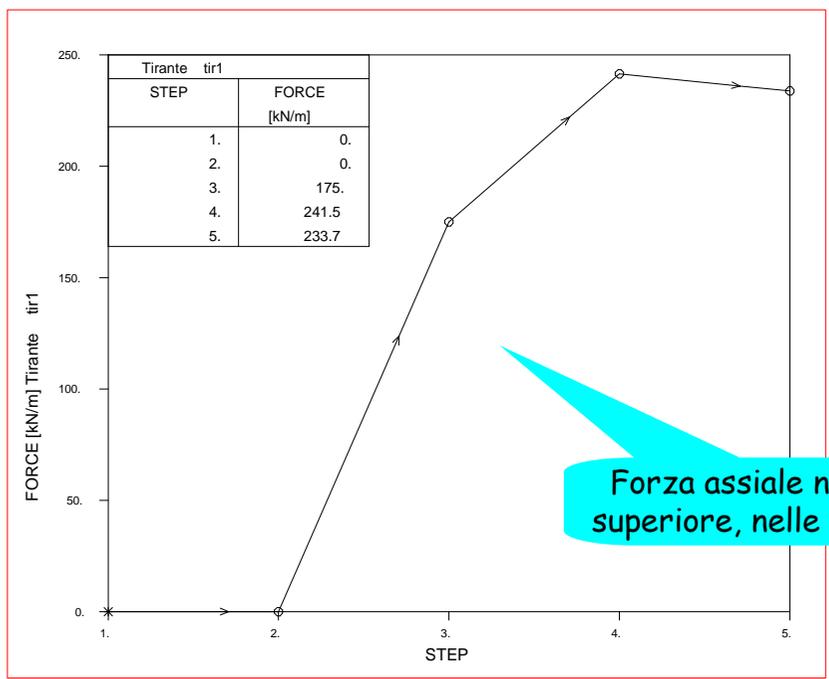
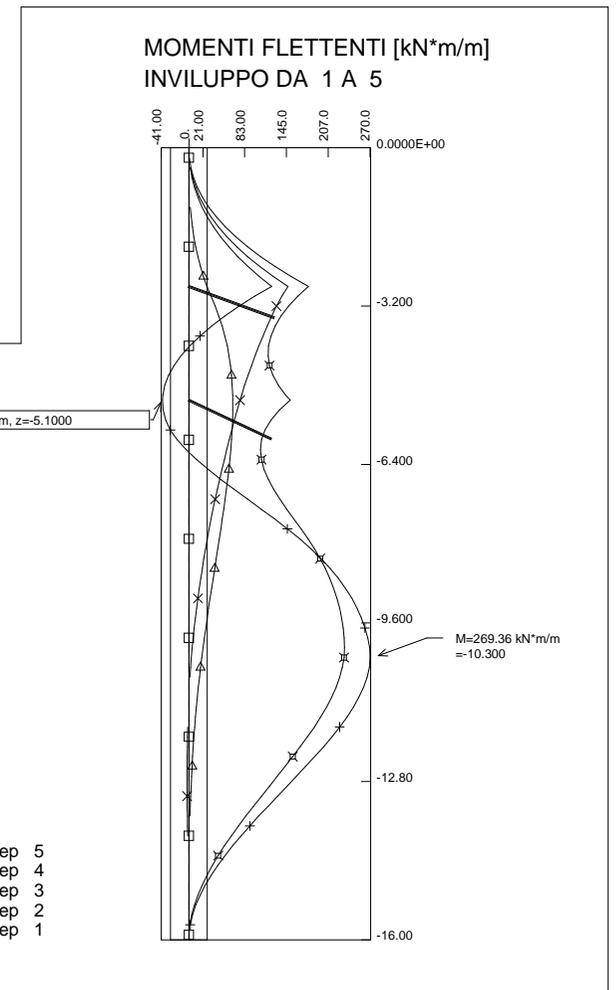
PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO : dominio di rottura di un calcolo "elasto-plastico"

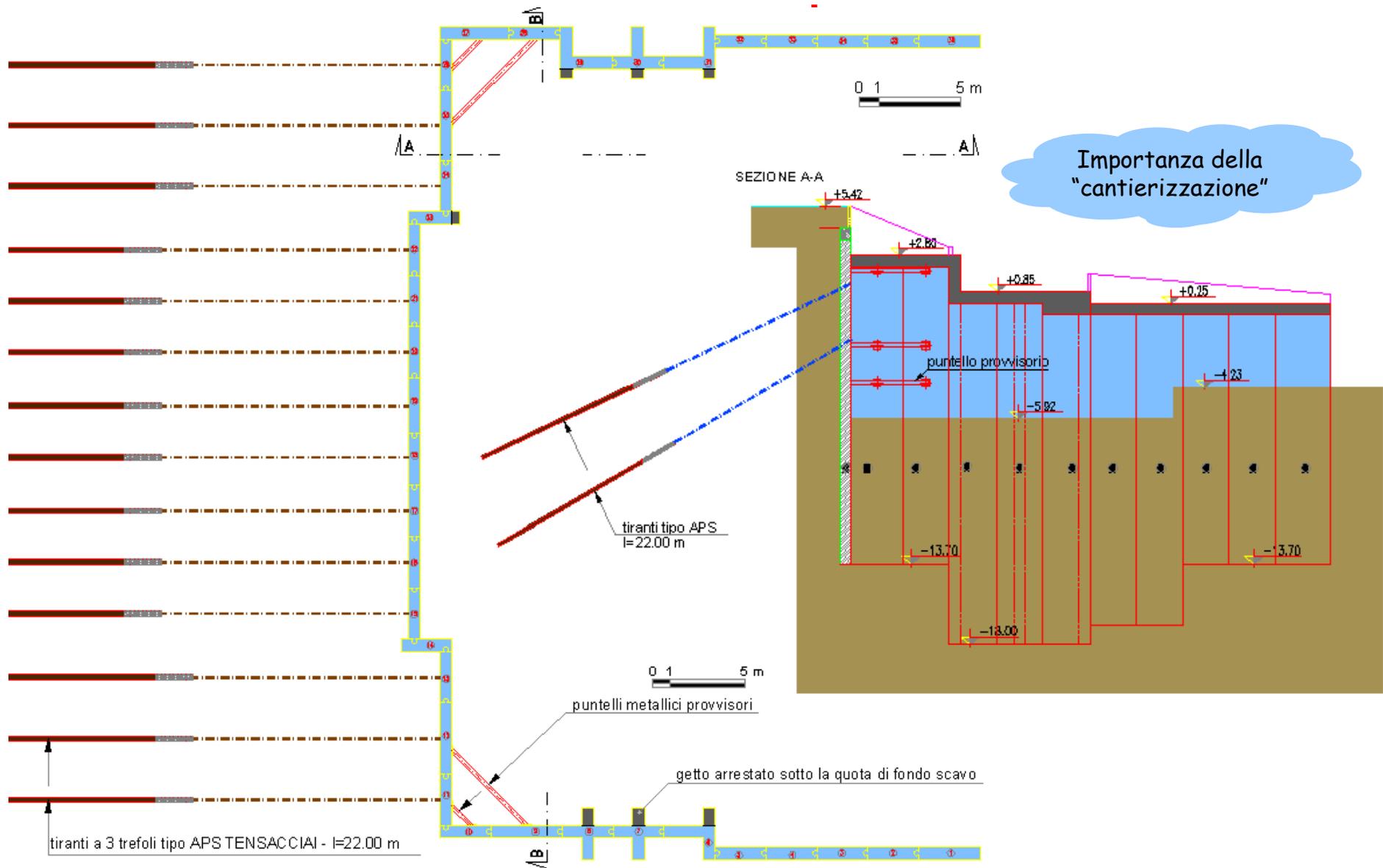
PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO :
Raffronto qualitativo tra un calcolo "rigido-plastico" ed uno "elasto-plastico"
Risultati-tipo di un calcolo rigido-plastico (o "agli stati limite" attivo-passivo)





PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO
Raffronto qualitativo tra un calcolo "rigido-plastico" ed uno "elasto-plastico"
Risultati-tipo di un calcolo elasto-plastico

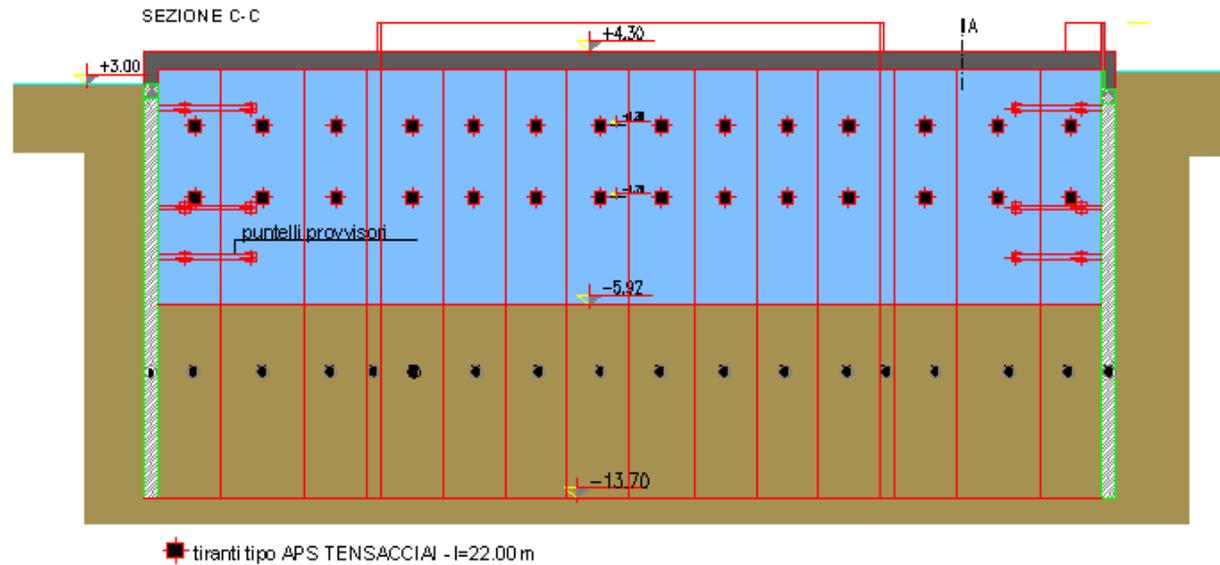
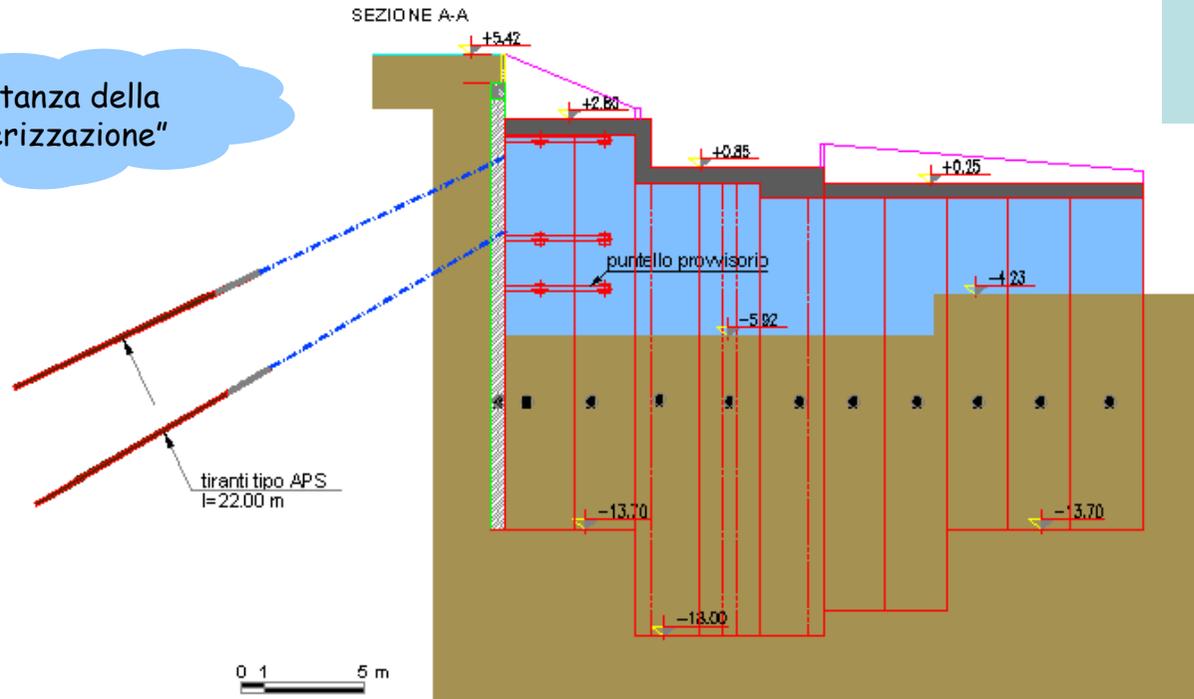




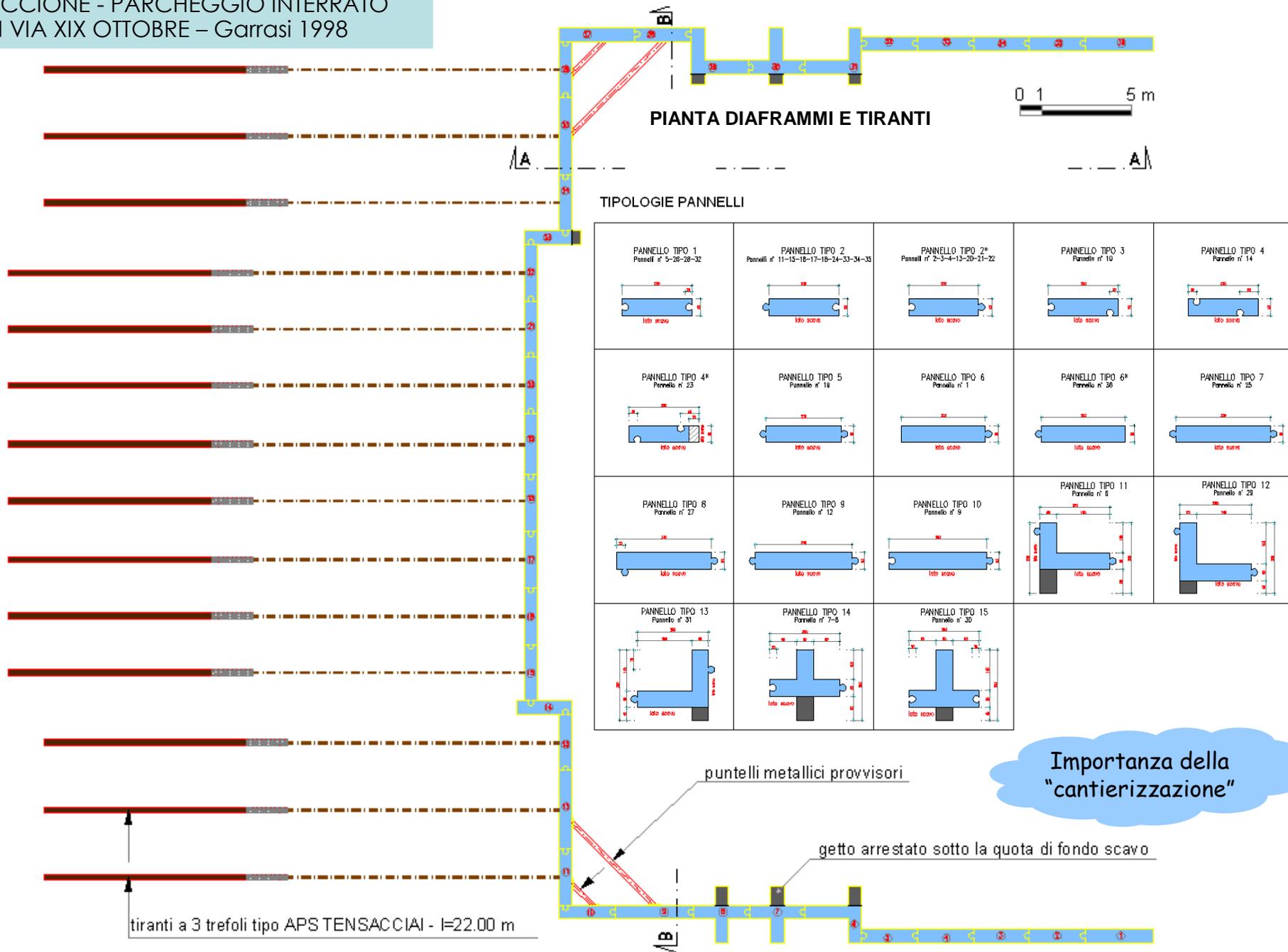
PARATIE COME OPERE DI SOSTEGNO : un classico calcolo "elasto-plastico" – anni '90
(Riccione : parcheggio interrato in Via XIX Ottobre - Garrasi – 1998)

RICCIONE - PARCHEGGIO
INTERRATO IN VIA XIX OTTOBRE
Garrasi 1998

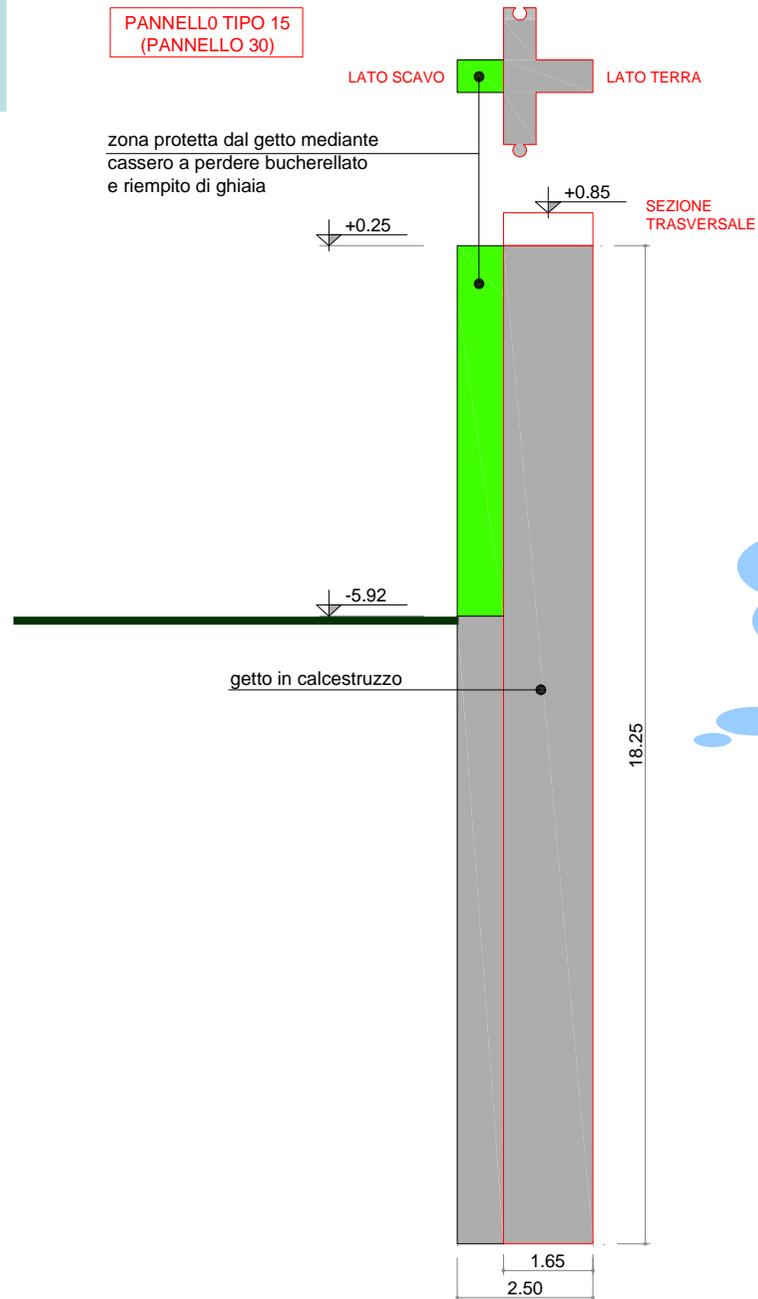
Importanza della
"cantierizzazione"



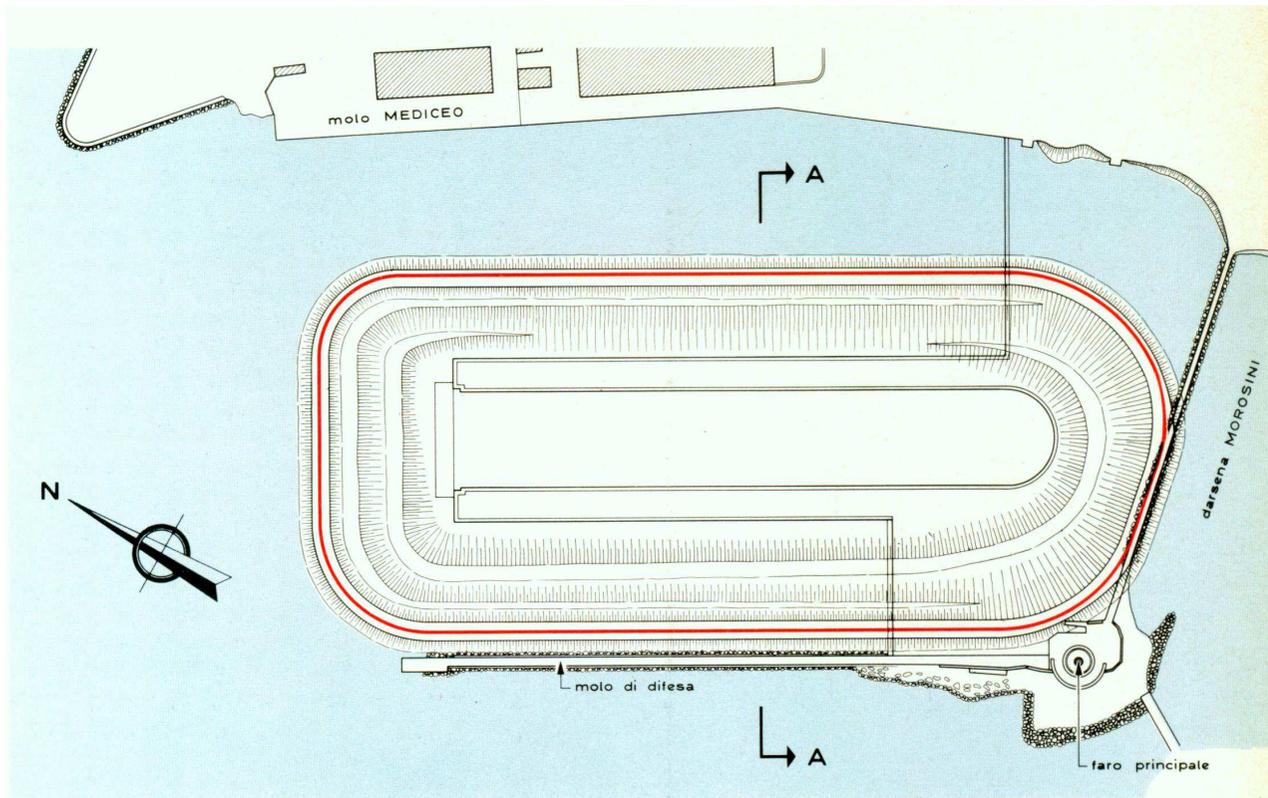
RICCIONE - PARCHEGGIO INTERRATO
IN VIA XIX OTTOBRE - Garrasi 1998



PARCHEGGIO INTERRATO
RICCIONE Garrasi 1998
DETTAGLI COSTRUTTIVI

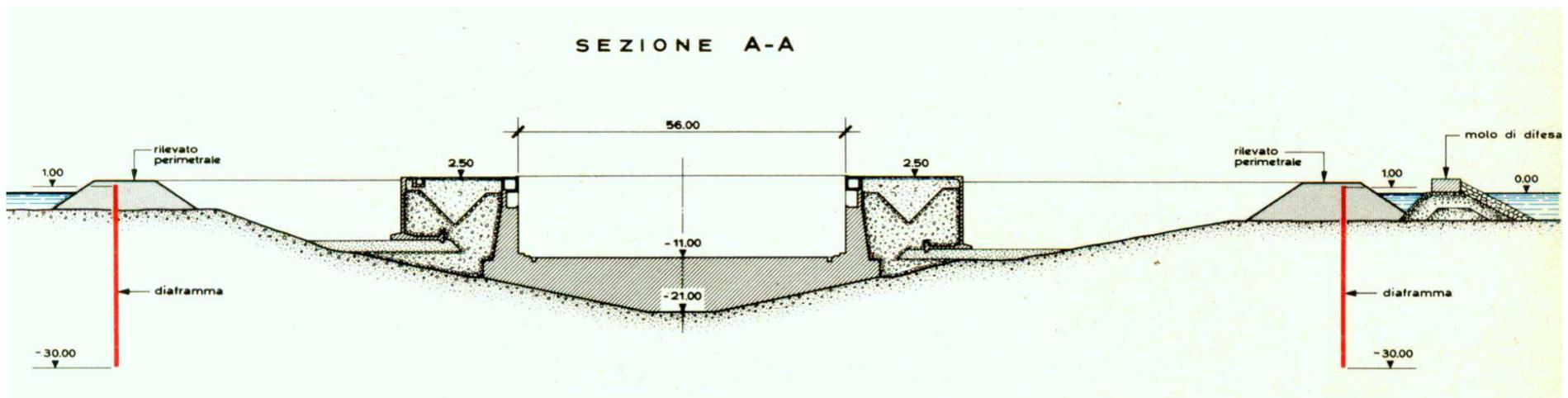


La "cantierizzazione" può essere a volte non meno impegnativa ed importante del calcolo strutturale



PARATIE COME SCHERMI
IMPERMEABILI

Bacino di carenaggio per navi
da 250.000 t - Livorno
Impresa RODIO 1969-1970

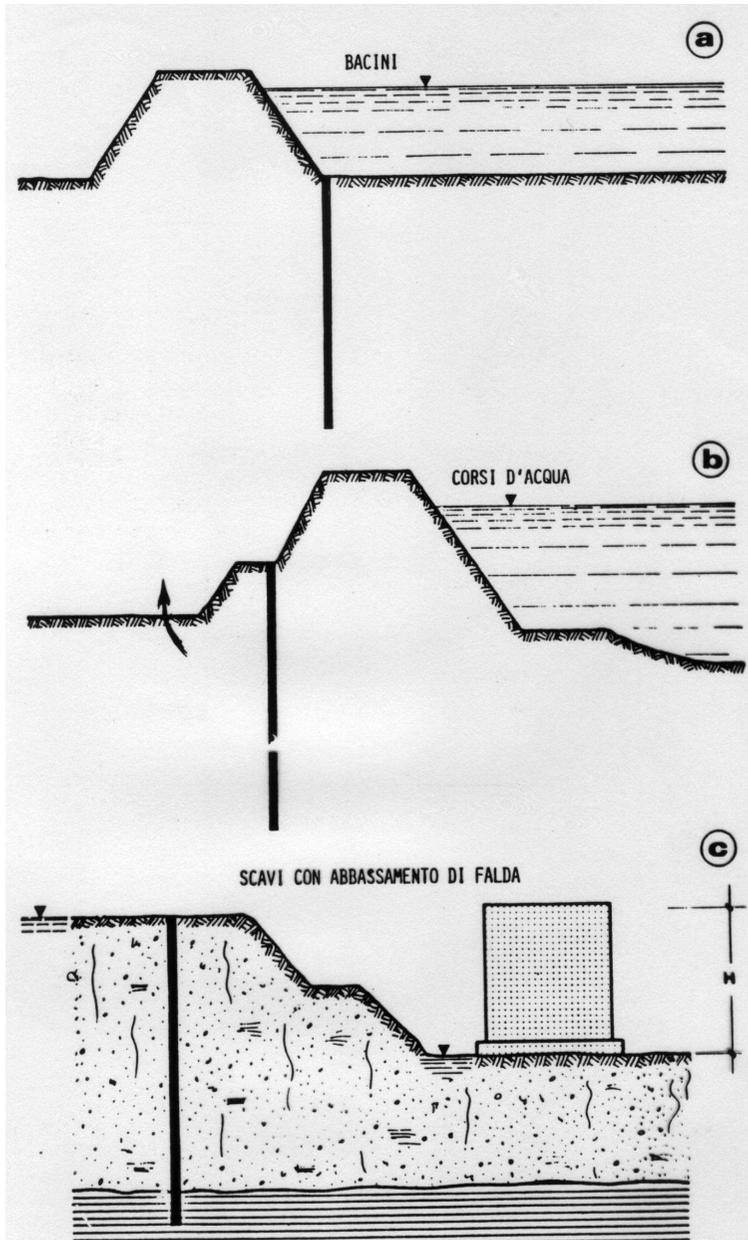


Bacino carenaggio Livorno – RODIO – anni '60



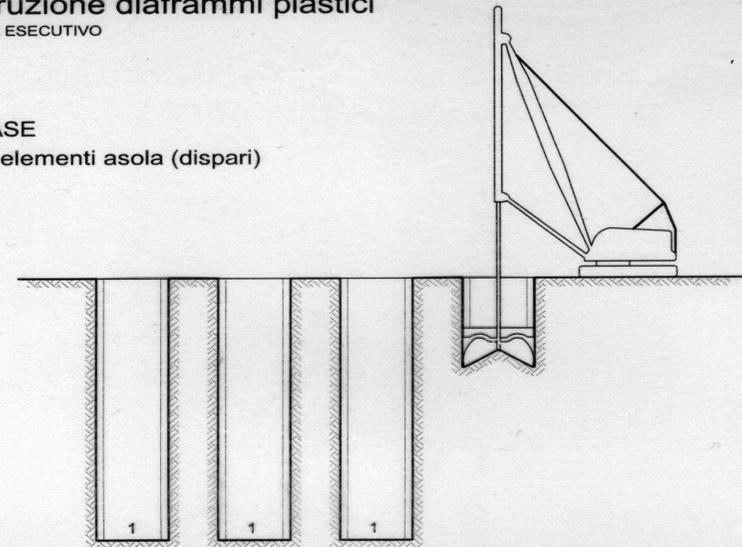
Bacino carenaggio Livorno – RODIO – anni '60



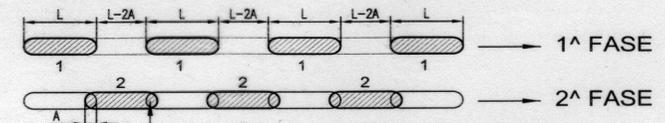
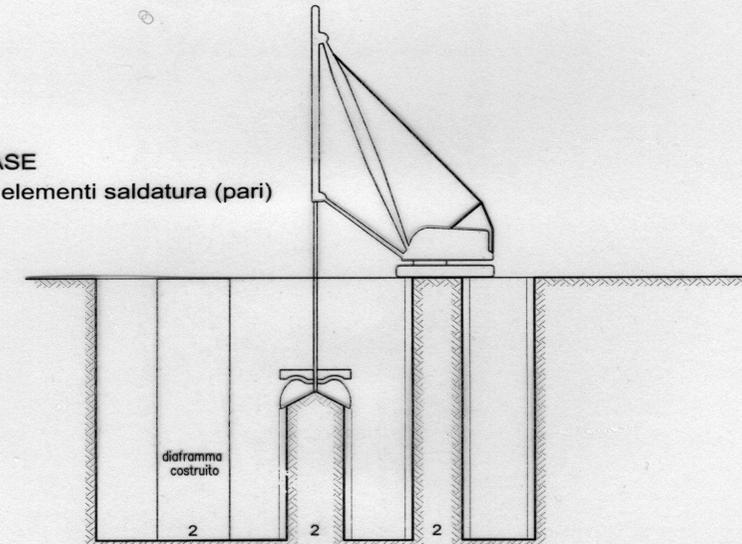


Costruzione diaframmi plastici
SCHEMA ESECUTIVO

1^a FASE
serie elementi asola (dispari)



2^a FASE
serie elementi saldatura (pari)



Tratto di elemento asola asportato nel corso della perforazione degli elementi di saldatura

PARATIE : LE TECNOLOGIE – DIAFRAMMI PLASTICI

FANGHI AUTOINDURENTI

La tecnologia dei diaframmi plastici presuppone l'utilizzo dei cosiddetti "fanghi autoindurenti" (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
- mantengono una elevata deformabilità anche dopo l'indurimento e quindi il materiale può subire notevoli deformazioni senza fessurarsi \Rightarrow in tal modo il diaframma plastico continua a svolgere la sua funzione di barriera impermeabile.

CARATTERISTICHE DEI FANGHI AUTOINDURENTI PER DIAFRAMMI PLASTICI

a breve termine : requisiti reologici
 a lungo termine : requisiti meccanici e di impermeabilità

rapporto cemento/acqua in peso 0.15 ÷ 0.30
 rapporto bentonite/acqua in peso 0.04 ÷ 0.07
 permeabilità iniziale < 10⁻⁶ cm/sec
 permeabilità finale (alcuni anni) < 10⁻⁹ cm/sec

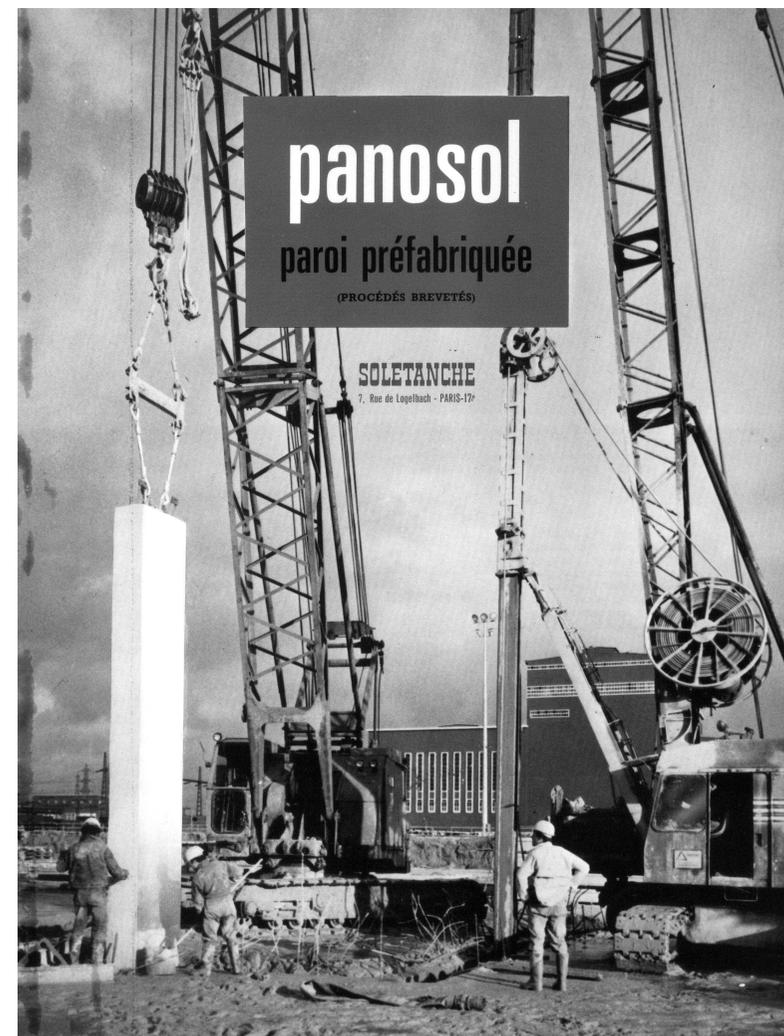
RESISTENZA A COMPRESSIONE SEMPLICE A 28 gg	
dosaggio	Rc (kN/m ²)
cemento pozzolanico c/a = 0.25	20 ÷ 150
cemento portland c/a = 0.25	70 ÷ 400
cemento d'altoforno c/a = 0.25	150 ÷ 900

resistenza al taglio $\tau = 50\% \div 75\% R_c$
 modulo E' da prove ELL $E'/R_c = 150 \div 250$
 modulo E' da prove TRX UU $E'/R_c = 200 \div 300$
 In linea di massima : $5.000 \text{ kN/m}^2 \leq E' \leq 80.000 \text{ kN/m}^2$

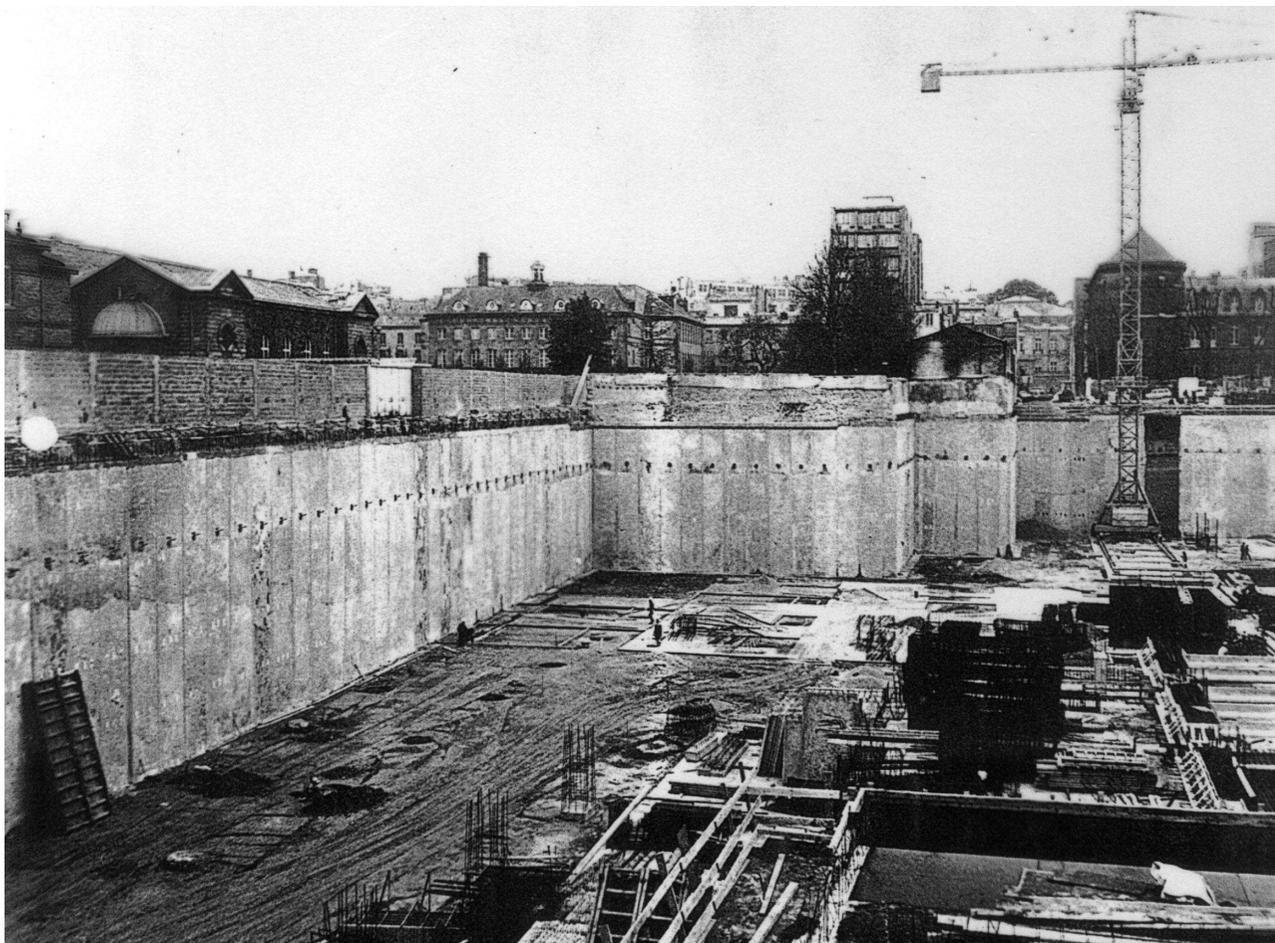
MISCELA PER FANGHI AUTOINDURENTI (rapporto c/a =0.25 in peso)			
	in peso (kg)	in volume (litri)	kg per m ³ di miscela
acqua	100	100,00	908
cemento (c/a 0.25)	25	8,33	227
bentonite (b/a 0.05)	5	1,85	45
TOTALE	130	110,19	

Vantaggi

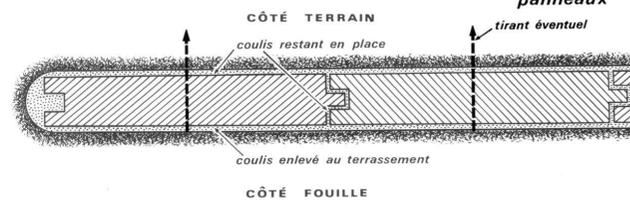
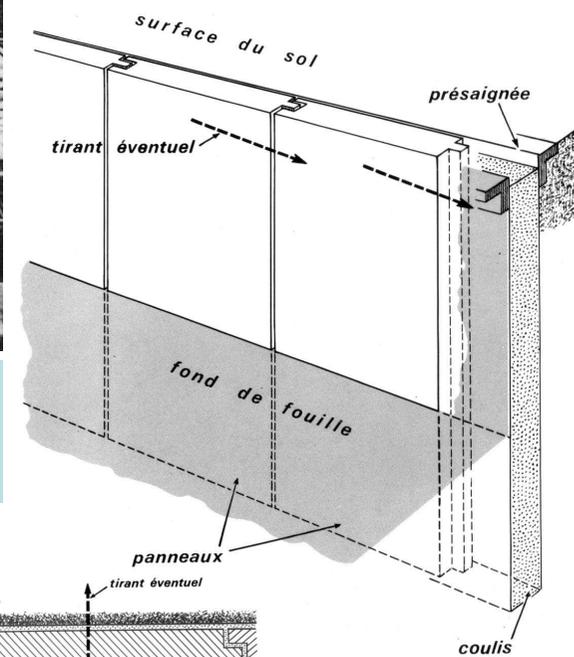
- ❑ Ottima finitura superfici scoperte – durabilità.
- ❑ Controllo assai più preciso delle dimensioni trasversali, della posizione dell'armatura e della qualità del cls.
- ❑ Minor ingombro trasversale, a parità di resistenza flessionale.
- ❑ Maggiori possibilità di inserire ferri d'attesa, nicchie, etc.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



PARATIE PREFABBRICATE

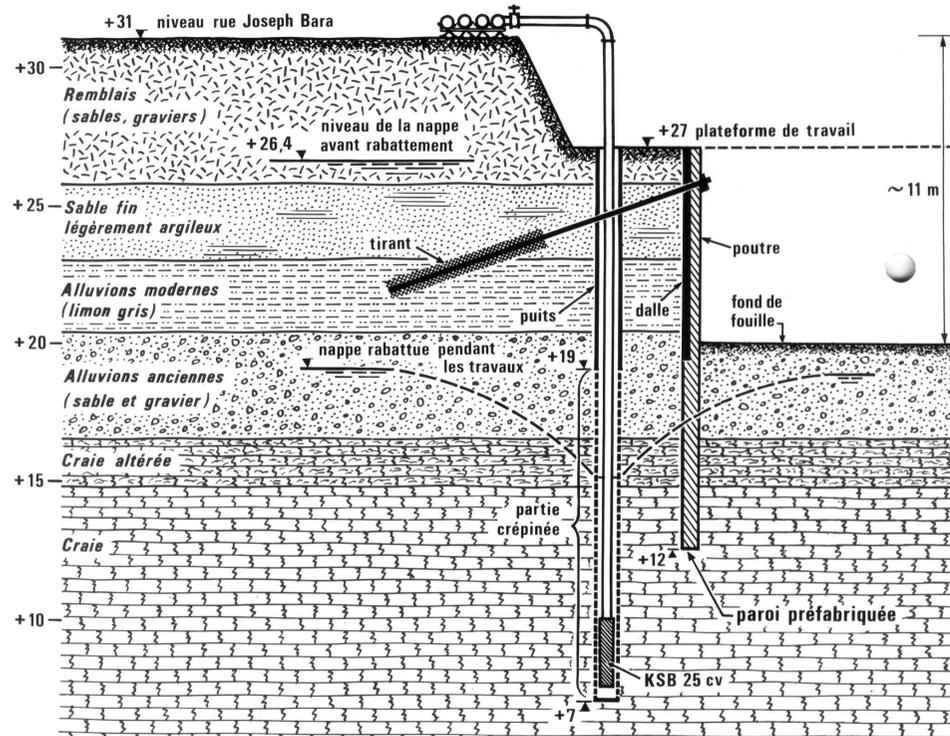


Paris – Rue du Faubourg St. Honoré
SOLETANCHE (RODIO) - 1971-72



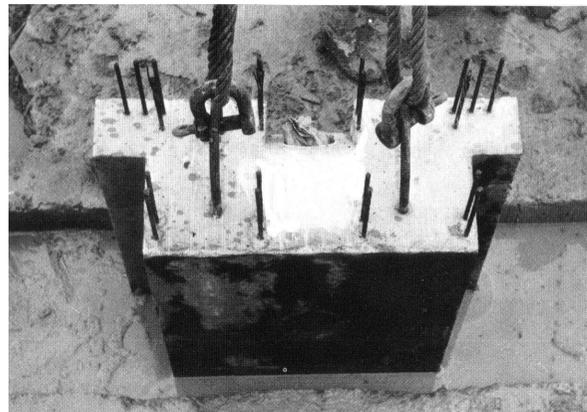
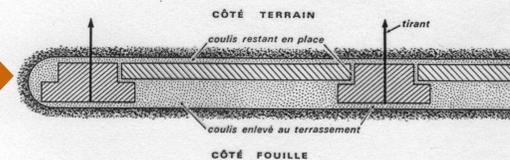
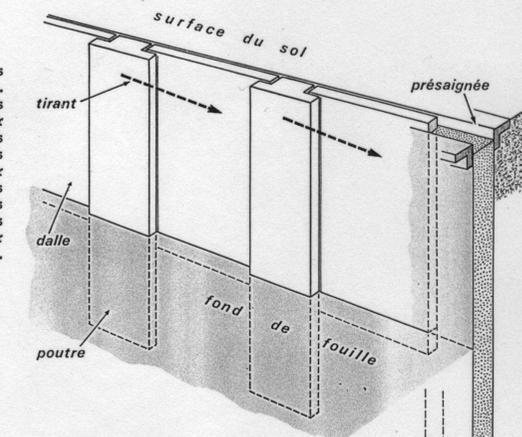
PARATIE PREFABBRICATE

PARATIE PREFABBRICATE

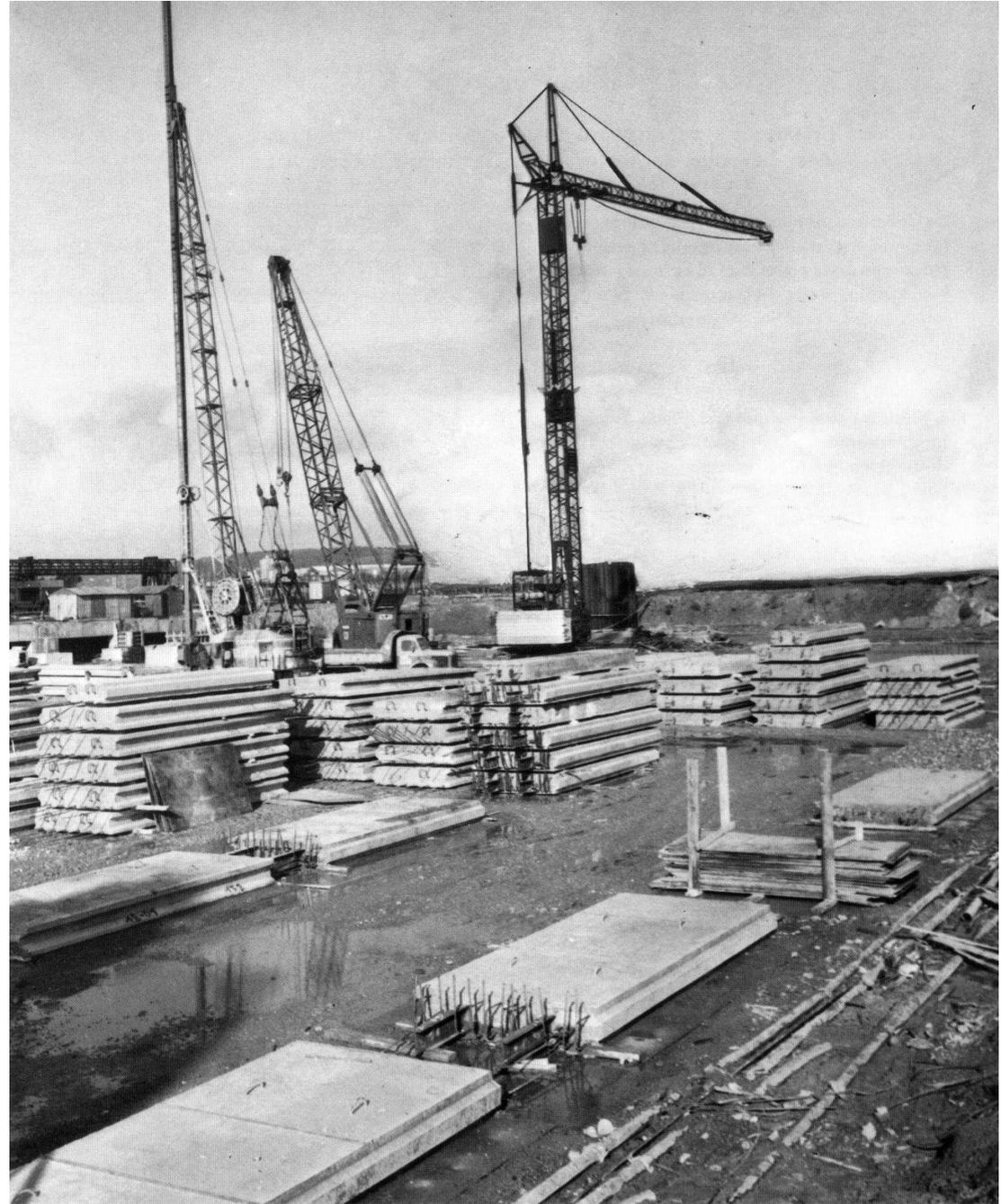


Paroi en cours de dégagement construite pour l'immeuble E.D.F. à ISSY-LES-MOULINEAUX.

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).



Issy Les Moulineaux (Paris)
SOLETANCHE (RODIO) - 1971-72



PARATIE PREFABBRICATE :
STOCCAGGIO DEI PANNELLI IN CANTIERE



PARATIE PREFABBRICATE : FASI ESECUTIVE

Centrale ENEL Bergamo - Impresa RODIO - 1975



PALANCOLATE METALLICHE

CAMPO D'IMPIEGO

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

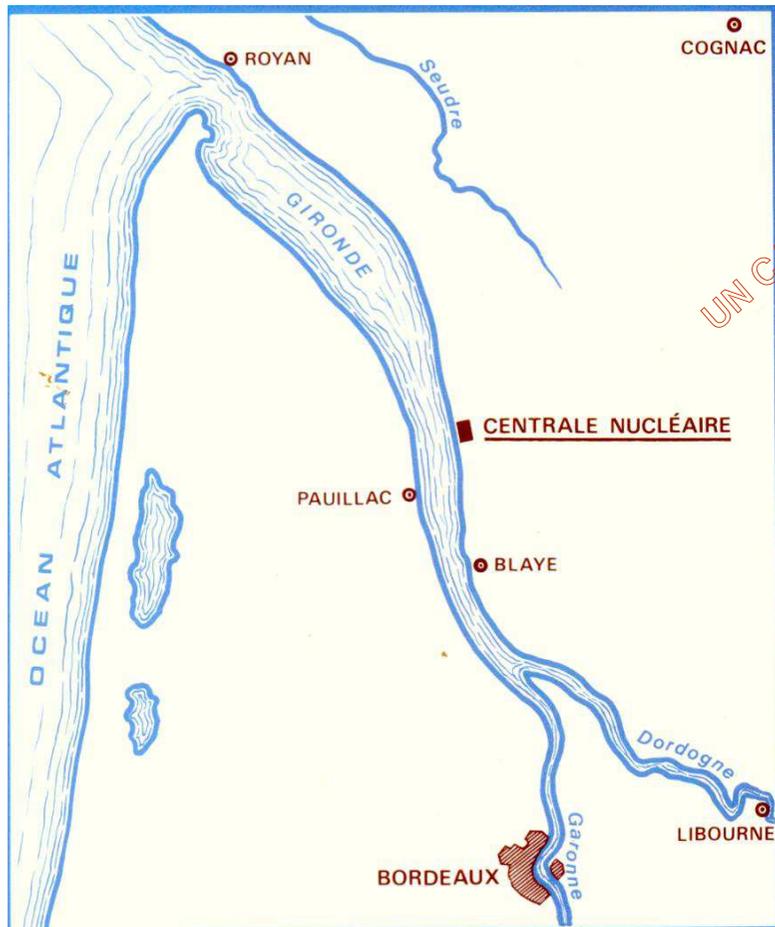
VANTAGGI

Rapidità di posa in opera

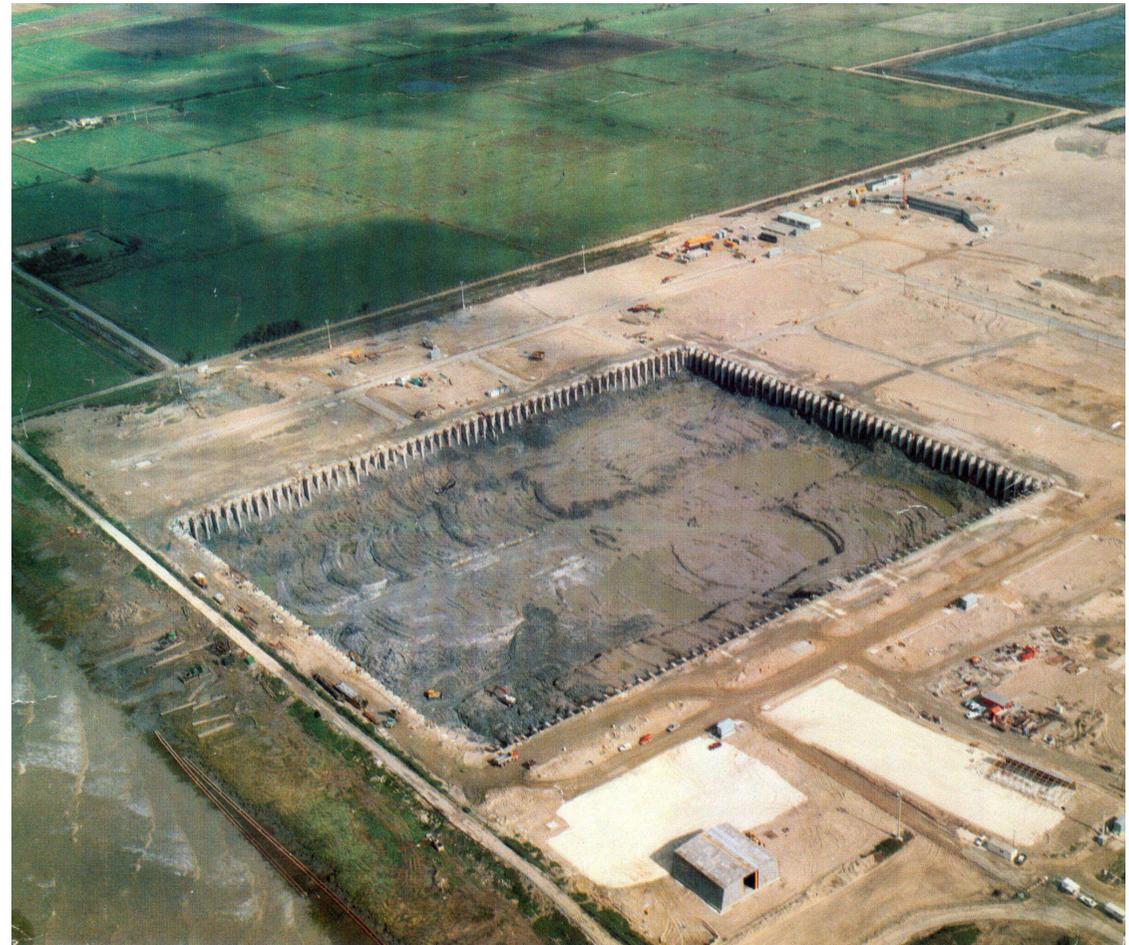
SVANTAGGI/LIMITI

Vibrazioni indotte durante l'infissione

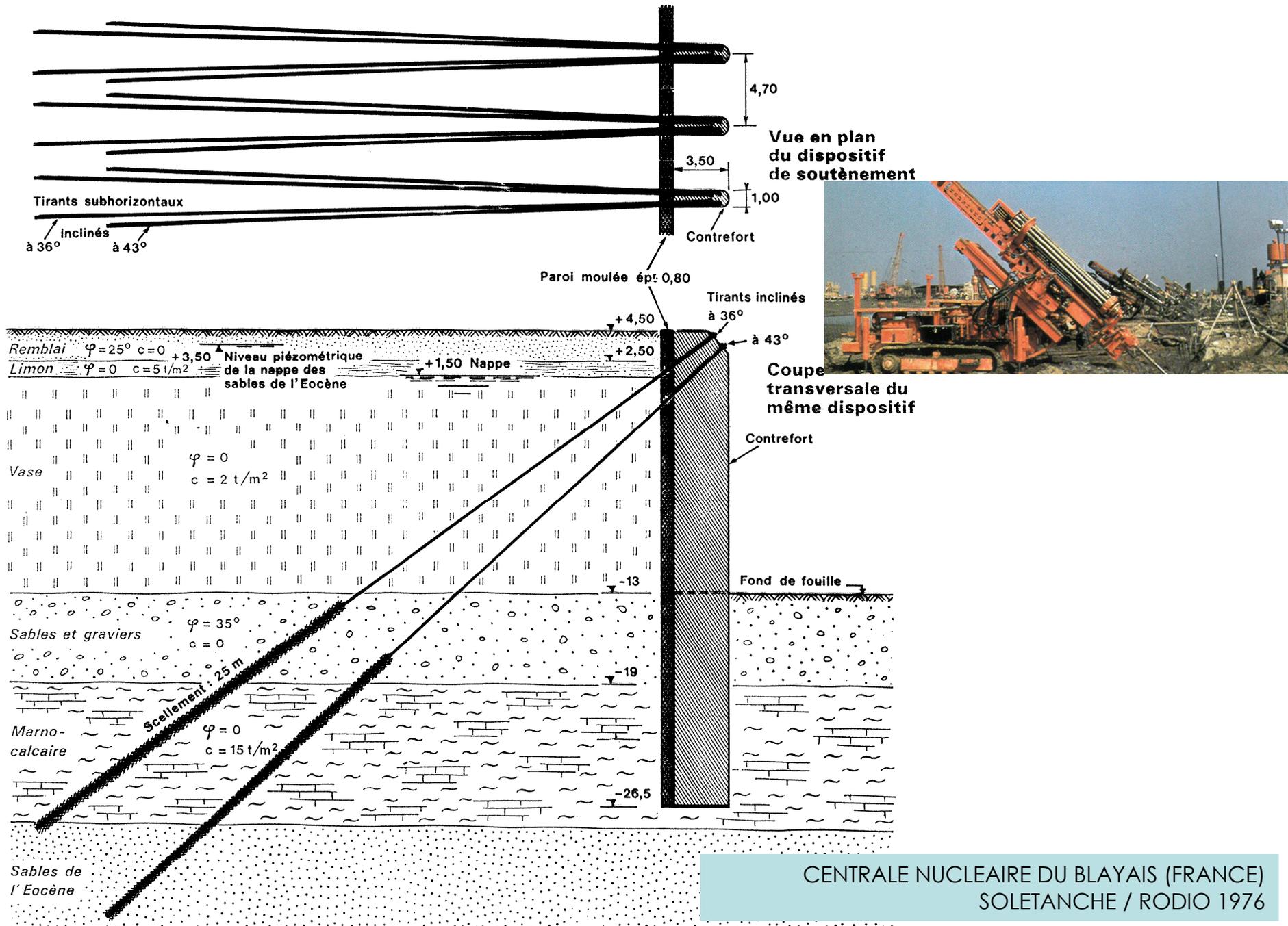
Limitata resistenza rispetto ad una paratia in c.a.



CENTRALE NUCLEAIRE DU BLAYAIS (FRANCE) SOLETANCHE / RODIO 1976



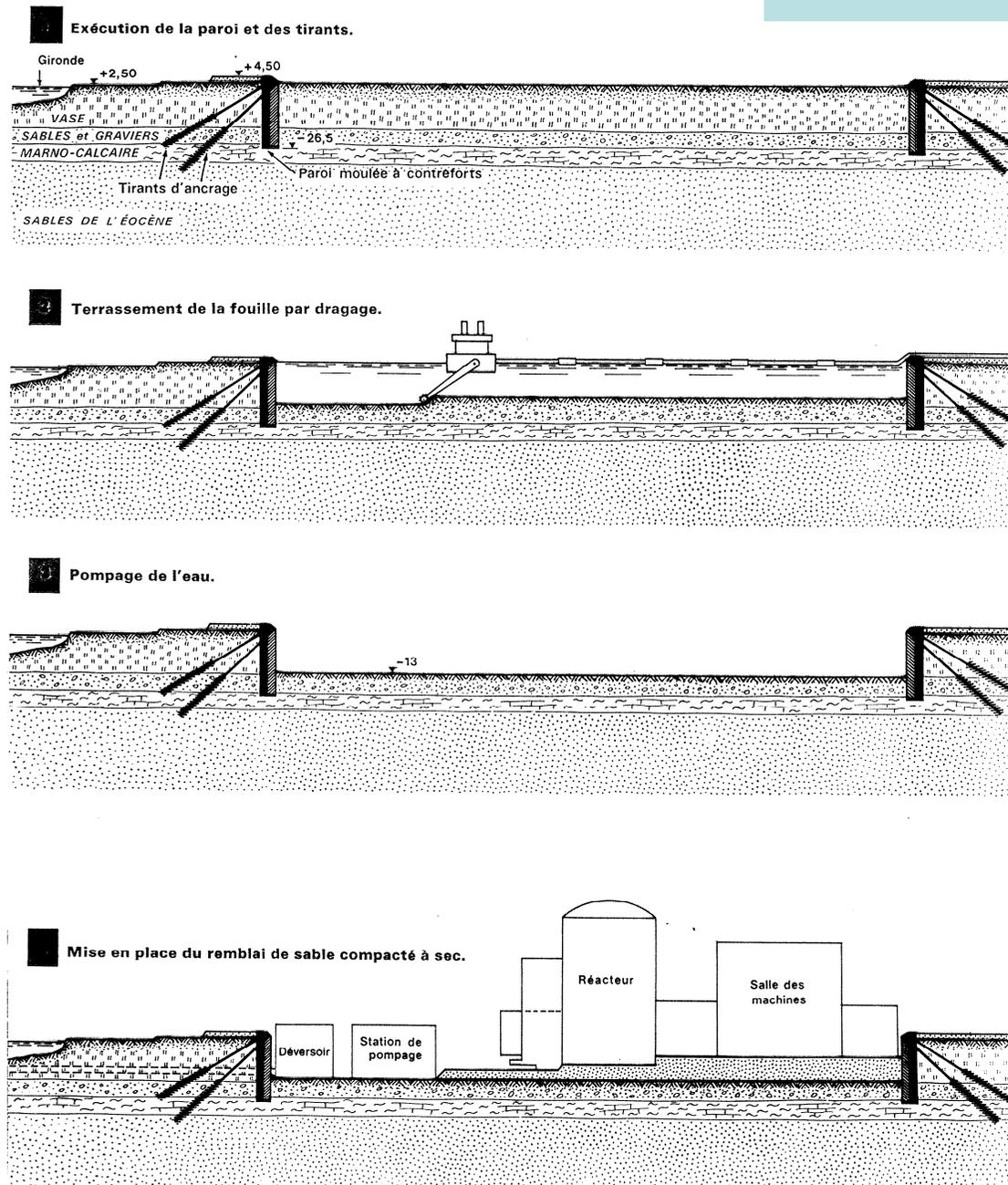
L'estuario della Gironde è il più grande estuario dell'Europa occidentale, lungo 75 km e largo tra i 5 ed i 12 km. La Dordogna e la Garonna hanno una portata di $\sim 1000 \text{ m}^3/\text{secondo}$. Le maree risalgono il corso del fiume sino a 150 km dall'imboccatura.



CENTRALE NUCLEAIRE DU BLAYAIS (FRANCE)
SOLETANCHE / RODIO 1976

SCHÉMA D'EXÉCUTION

CENTRALE NUCLEAIRE DU BLAYAIS (FRANCE) -
SOLETANCHE / RODIO 1976

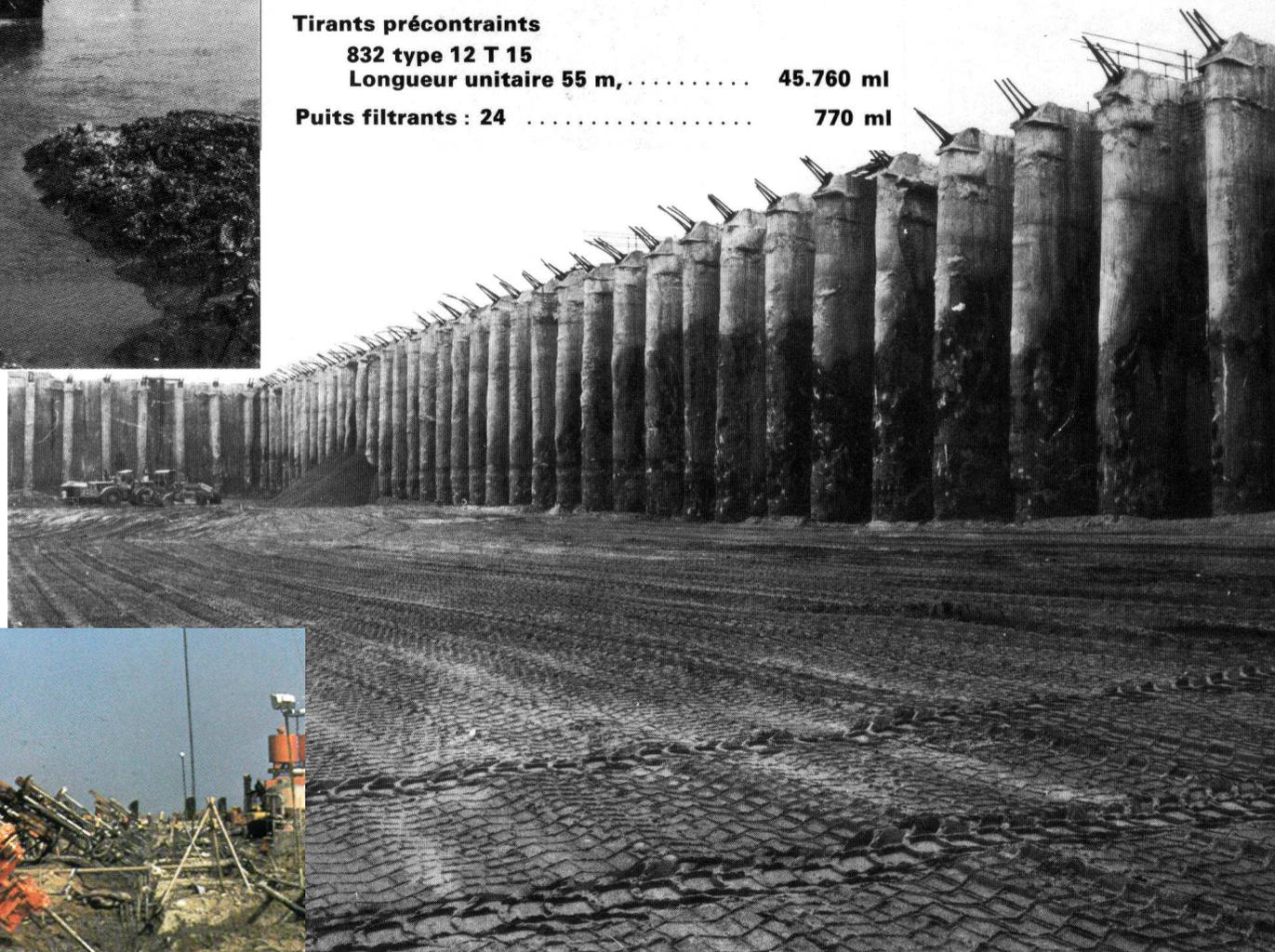




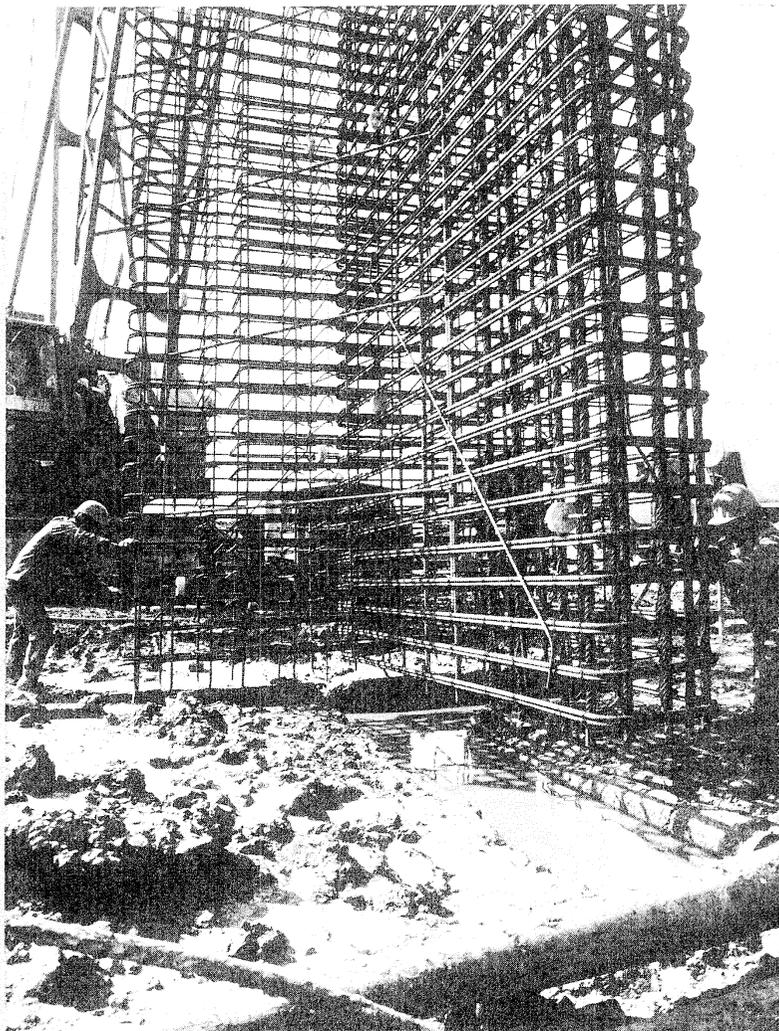
TRAVAUX EXÉCUTÉS

Paroi moulée à contreforts	51.800 m ²
Paroi moulée proprement dite, épaisseur: 0,80 m	30.200 m ²
Contreforts, épaisseur: 1 m	21.600 m ²
Tirants précontraints	
832 type 12 T 15	
Longueur unitaire 55 m,	45.760 ml
Puits filtrants: 24	770 ml

CENTRALE NUCLEAIRE
DU BLAYAIS (FRANCE)
SOLETANCHE / RODIO 1976



Descente d'une cage d'armatures



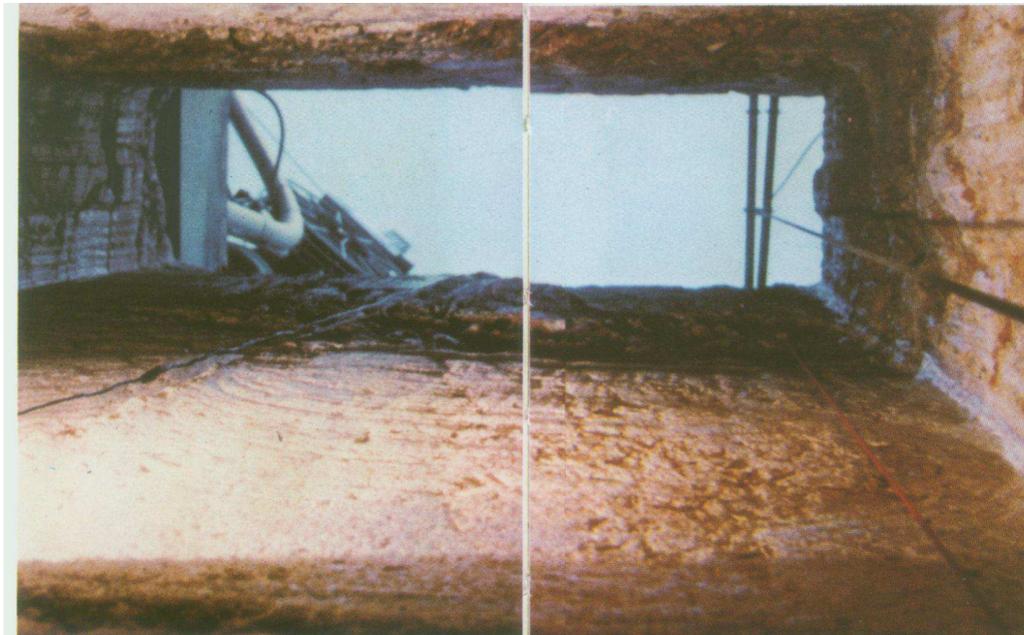
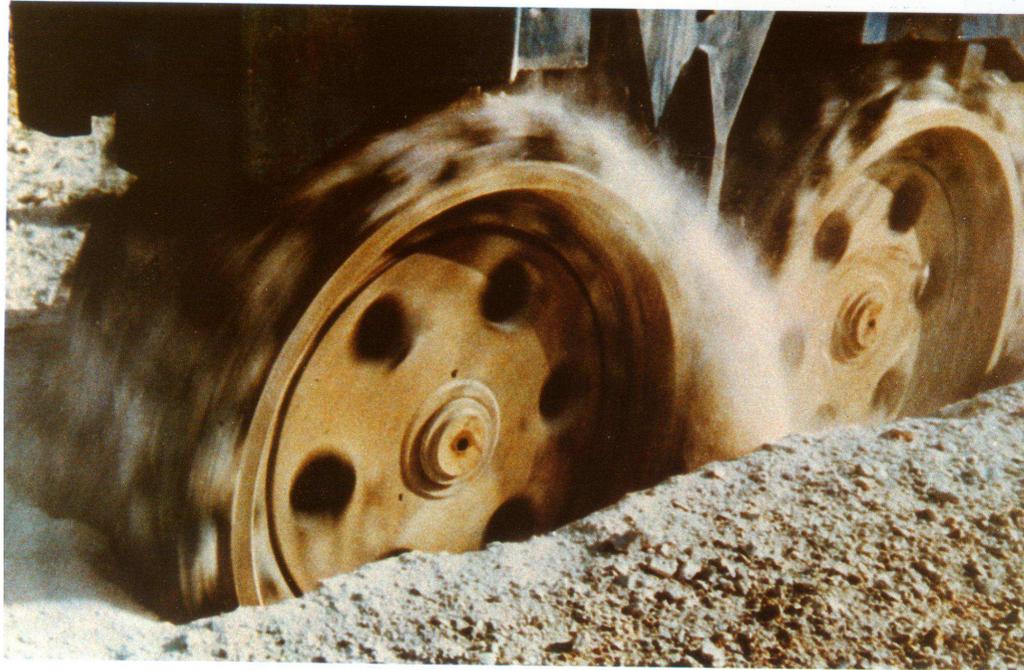
Mise en tension d'un tirant



Manipulation d'un tirant de
55 m de longueur



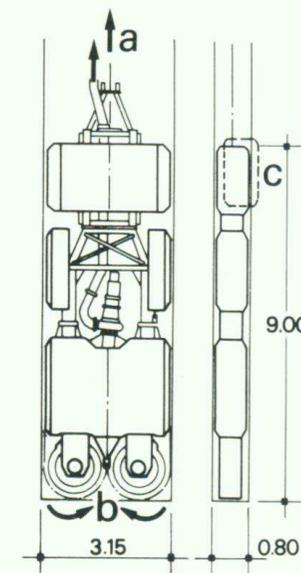
CENTRALE NUCLEAIRE
DU BLAYAIS (FRANCE)
SOLETANCHE / RODIO 1976



I
D
R
O
F
R
E
S
A

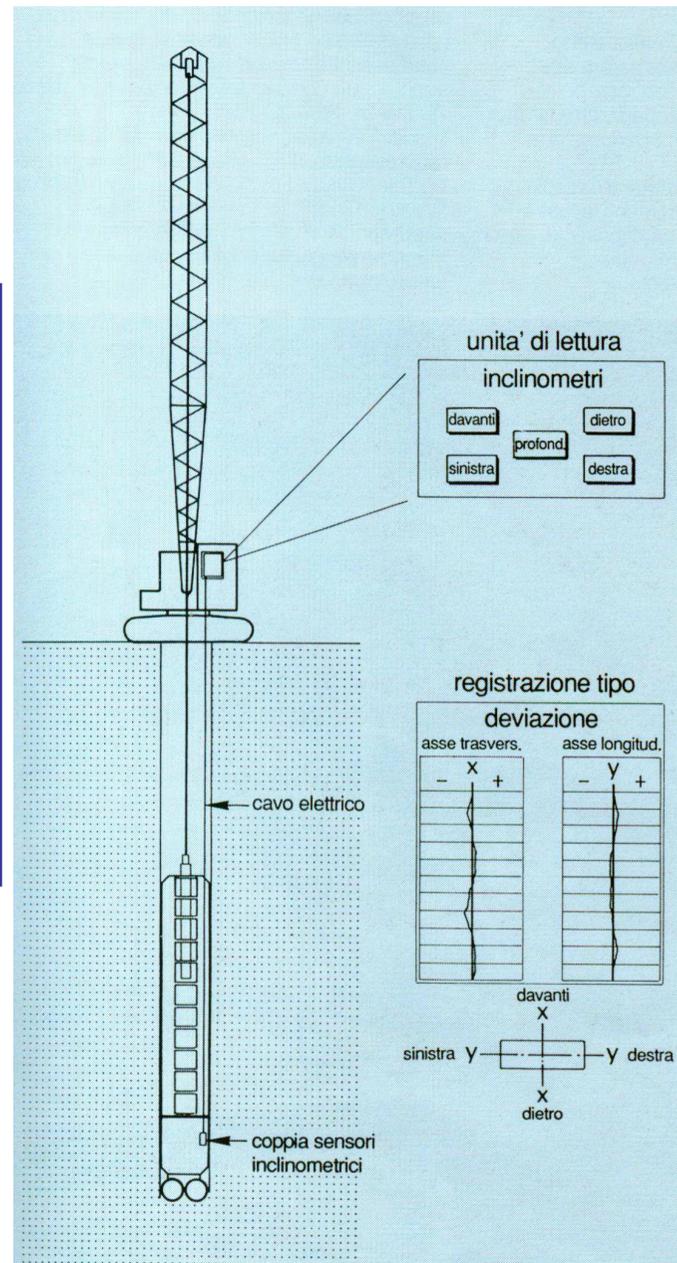


Romill milling machine



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

Introdotta in Italia dalla RODIO negli anni '80, è stata largamente usata ogni qualvolta le condizioni al contorno impedivano il ricorso alle paratie tradizionali



IDROFRESA (ROMIL): correzione automatica dell'assetto verticale

sul piano trasversale sul piano longitudinale

