

CURSO PATOLOGIA DAS FUNDAÇÕES

ENGo.LUIS FERNANDO MEIRELLES CARVALHO

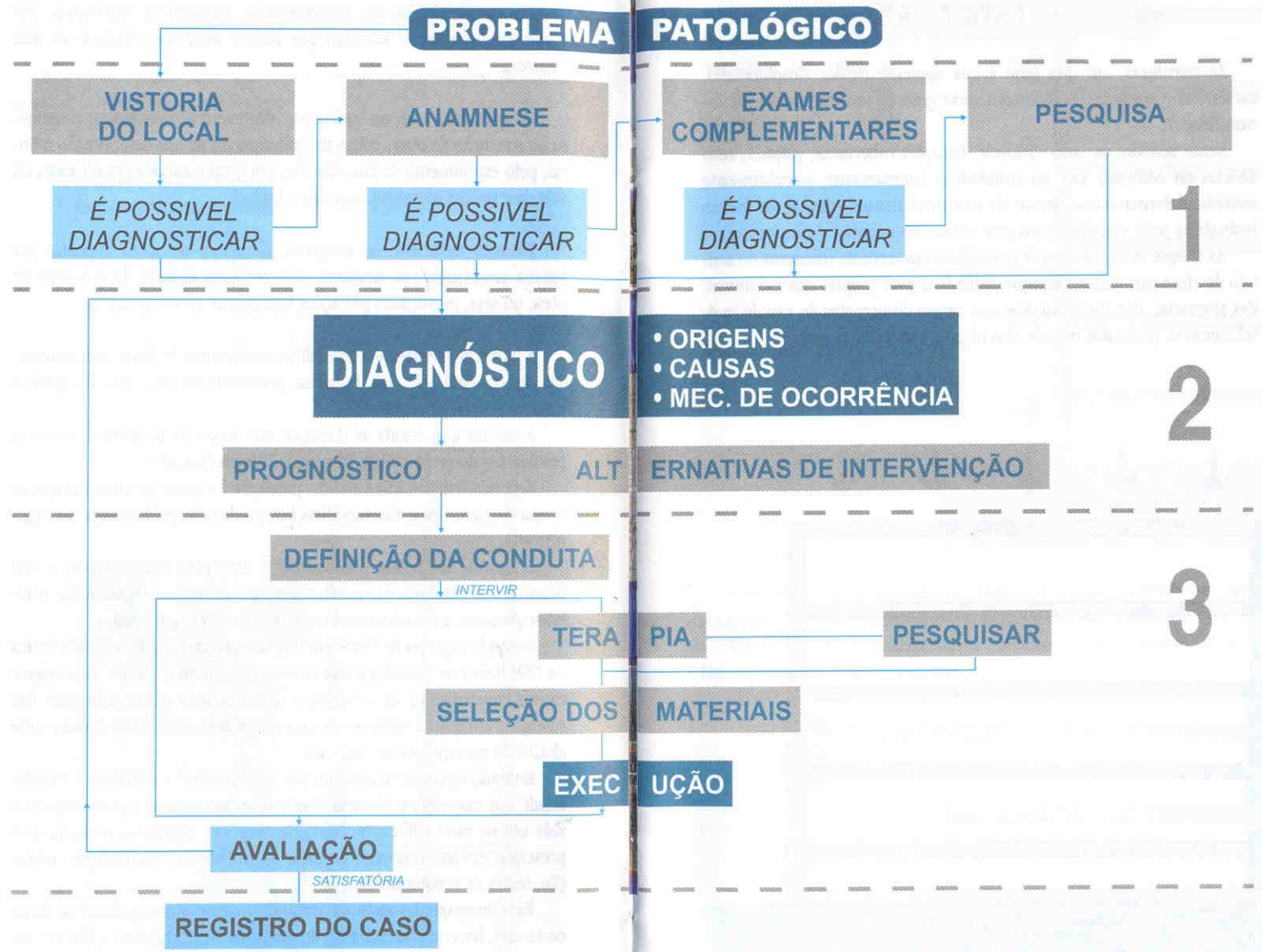
PROGRAMA

- **1- DEFINIÇÃO DE PATOLOGIA**
- **2- SINTOMAS E DANOS**
- **3- PATOLOGIA DOS ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO**
- **4- PATOLOGIAS DOS SOLOS E MEIO AMBIENTE**
- **5- PROPOSTAS DE SOLUÇÃO – REFORÇOS**
- **6- PREVENÇÕES- MONITORAMENTOS**
- **7- CASOS NOTÁVEIS**
- **8- PRÉDIOS HISTÓRICOS**
- **9-BIBLIOGRAFIA**

1- DEFINIÇÃO DE PATOLOGIA

- **PATOLOGIA – ESTUDO DAS DOENÇAS E SUAS ORIGENS (AURÉLIO)**
- **ORIGEM DA PALAVRA**
 - **- PATOLOGIA - PHATOS- DOENÇA**
 - **- LOGIA - ESTUDO (CALDAS AULETE)**
- **PATOLOGIA DAS FUNDAÇÕES- QUANDO SUA ORIGEM PROVEM DAS FUNDAÇÕES**
- **PODEM SER DE ORIGEM**
 - **- ESTRUTURAS**
 - **- FUNDAÇÕES**
 - **- MATERIAIS CONSTITUINTES DA EDIFICAÇÃO**
- **REQUISITO DE PROJETO DE FUNDAÇÕES**
 - **-SEGURANÇA**
 - **-CONFORTO**
 - **-DURABILIDADE**

Fluxograma de atuação para resolução de problemas patológicos nas construções.



Segundo especialistas na matéria, 70% das anomalias rotineiras existentes nas edificações poderão ser prevenidas, entendidas, diagnosticadas e corrigidas por engenheiros civis e arquitetos habilitados (tal qual um médico clínico geral), que dominem razoavelmente bem a arte de cons-

truir. Os outros 30%, entretanto, demandam recurso a profissionais experientes e treinados (especialistas estudiosos na matéria, aptos a perceber o problema e apresentar soluções).

ORIGEM DAS PATOLOGIAS

EM ESTUDOS REALIZADOS DE OBRAS QUE APRESENTARAM PATOLOGIAS DE FUNDAÇÕES NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL CONSTATOU-SE A SEGUINTE DISTRIBUIÇÃO PARA AS ORIGENS E CAUSAS:

-INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA -----	34,50%	48,1%
-ANALISE E PROJETOS -----	20,70%	28,8%
-EXECUÇÃO -----	15,90%	22,15
-EVENTOS PÓS CONSTRUÇÃO -----	28,90%	0,00

EVENTOS PÓS CONCLUSÃO :

1-ALTERAÇÃO DO NIVEL D' ÁGUA

2-ALTERAÇÃO DO USO DA EDIFICAÇÃO

3-CHOQUES DE UMA MANEIRA GERAL

4-CRAVAÇÃO DE ESTACAS

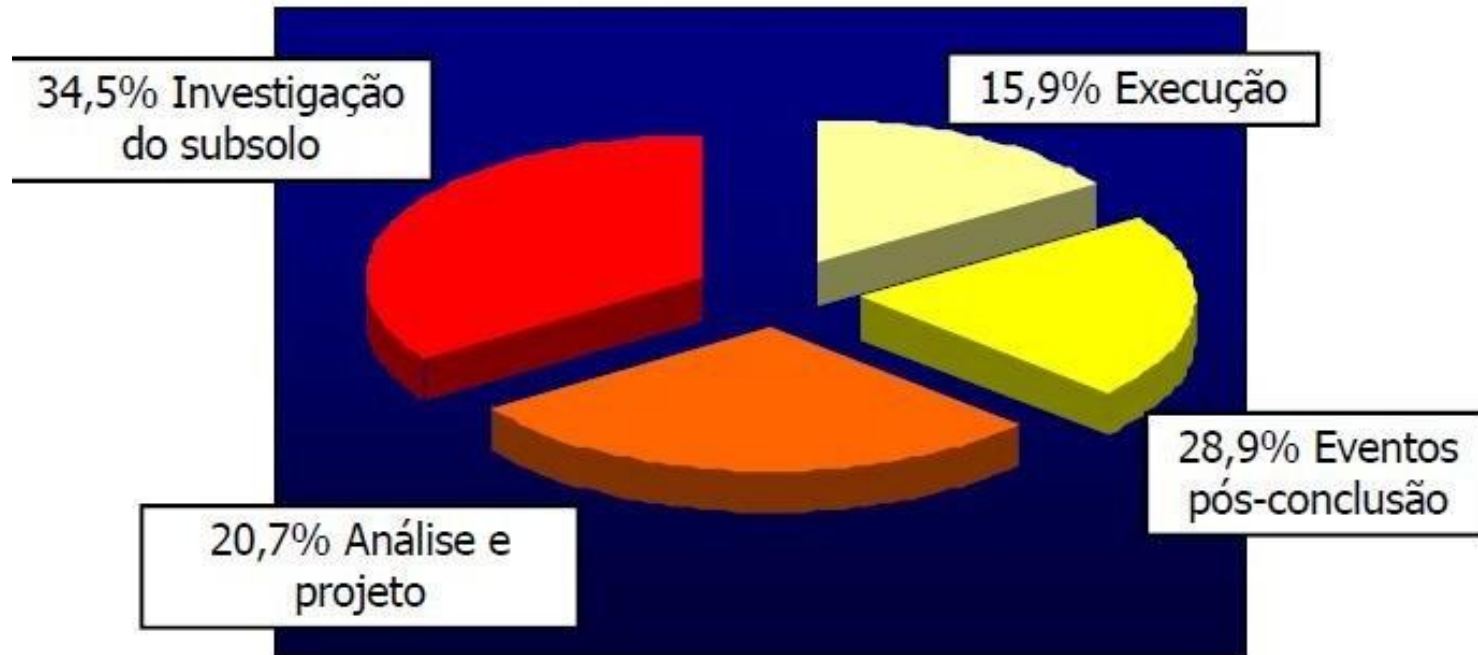
5-ESCAVAÇÕES DE VIZINHOS PARA REALIZAÇÕES DE SUBSOLOS

-Divulgação de maus desempenhos não interessa a ninguém

-Contratação de engenharia x vendas e custos de gestão

ORIGEM DAS PATOLOGIAS

- **Origem** dos problemas em fundações correntes no Estado do Rio Grande do Sul (adaptado de Silva 1993)



ORIGEM DE PATOLOGIAS

Tabela - Problemas típicos decorrentes de ausência de investigação para os diferentes tipos de fundações

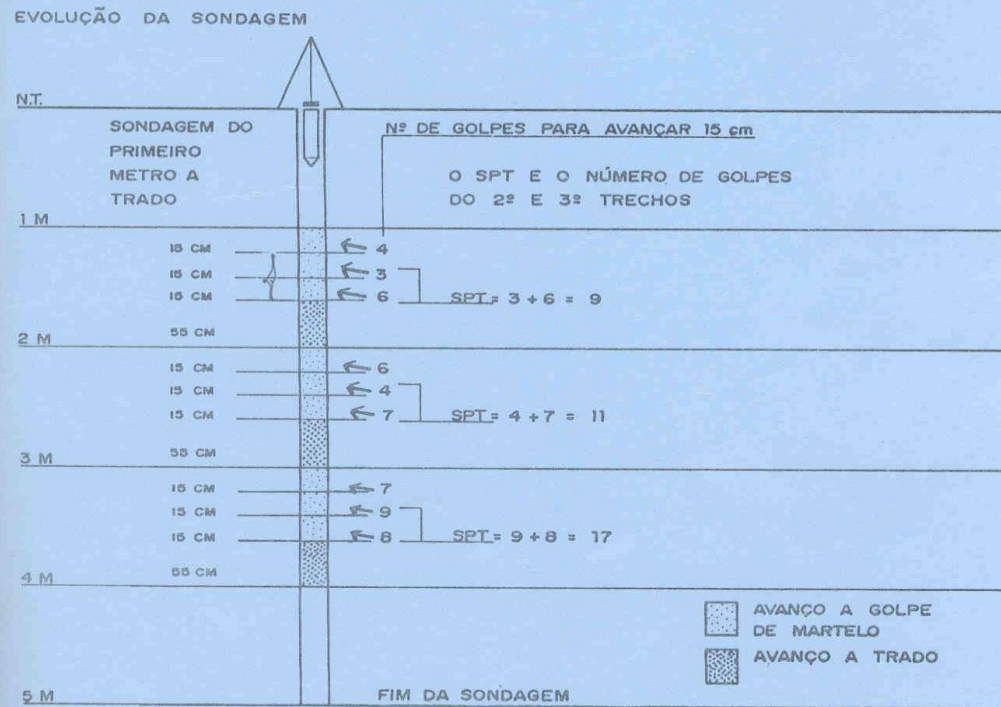
<u>Tipo de fundação</u>	<u>Problemas típicos decorrentes</u>
<u>Fundações diretas</u>	•Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou ruptura.
	• Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques diferenciais.
	•Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando grandes deformações.
	•Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferente, sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais.
	•Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grandes deslocamentos da fundação.
<u>Fundações profundas</u>	•Estacas de tipo inadequado ao subsolo, resultando mau comportamento.
	•Geometria inadequada, comprimento ou diâmetros inferiores aos necessários.
	•Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra.
	•Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível nominal adotada para a estaca.

INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA

"QUATRO EDIFÍCIOS,
CINCO LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO,
VINTE SOLUÇÕES DE FUNDAÇÕES"

21

EVOLUÇÃO DA SONDAGEM



CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

COMPACIDADE DAS AREIAS E SILTES	S. P. T.
F O F I A	0 - 4
P O U Ç O C O M P A C T A	5 - 8
M E D I A N A M E N T E C O M P A C T A	9 - 18
C O M P A C T A	19 - 40
M U I T O C O M P A C T A	> 40

CONSISTÊNCIA DAS ARGILAS	S. P. T.
M U I T O M O L E	0 - 2
M O L E	2 - 5
M É D I A	6 - 10
R I J A	11 - 19
D U R A	> 19

*) Mecânica dos Solos, Vol 1, 1962, Victor De Mello e Alberto H. Teixeira, Publicação do Centro Academico da EESC-USP. Notas de Aulas.

INVESTIGAÇÃO GEOTECNICA

ANÁLISE DE UMA SONDAGEM

- **PRINCIPAIS ITENS A VERIFICAR:**
- **1-NÍVEL D'ÁGUA** averiguar com poço de maior diâmetro
- **2-QUALIFICAÇÃO DO SOLO – ARGILAS, SILTES AREIAS E PEDREGULHOS**
- **3- RESISTÊNCIAS DOS SOLOS – No. DO SPT**
- **4- COTA DA BOCA DO FURO DE SONDAGEM E LOCAÇÃO EM PLANTA**
- **5- INTERPRETAÇÃO GEOTECNICA DO TERRENO**
- **6- ERROS COMUNS**
- **sondagens e topografia já feita pelo incorporador**
- **ENTENDA-SE QUE A AMOSTRAGEM DE RESISTÊNCIA SE INICIA A PARTIR DO PRIMEIRO METRO PERFURADO, NESTA SITUAÇÃO CONTA-SE O No. DE GOLPES PARA DESCER 15 cm EM TRES SERIES, PORTANTO 45 cm, DESCE-SE O TUBO POR 55 cm COBRINDO O SEGUNDO METRO E DAÍ PARA FRENTE REPETE-SE A OPERAÇÃO ATÉ O FINAL DO FURO. PARA O No. de SPT VALEM OS DOIS ÚLTIMOS AVANÇOS DE 15 cm.**
- **DE UMA MANEIRA GERAL EXECUTA-SE UM FURO POR ~400m2 EM PLANTA DE CONSTRUÇÃO, E O FURO TERMINA COM TRÊS SERIES DE SPT > 40 GOLPES, PARA OBRAS DE SOBRADOS SPT>20.**

INVESTIGAÇÃO DO TERRENO

Profundidade de investigação insuficiente, não caracterizando camadas de comportamento distinto, em geral de pior desempenho, também solicitadas pelo carregamento.



- Problema muito comum, pois, as equipes de sondagem para o furo na primeira camada resistente
- Decidem pelo técnico que as vezes também não sabem a que se destina a sondagem

Ruptura 2x a menor dimensão da sapata – recalques 6x a menor dimensão

2- SINTOMAS

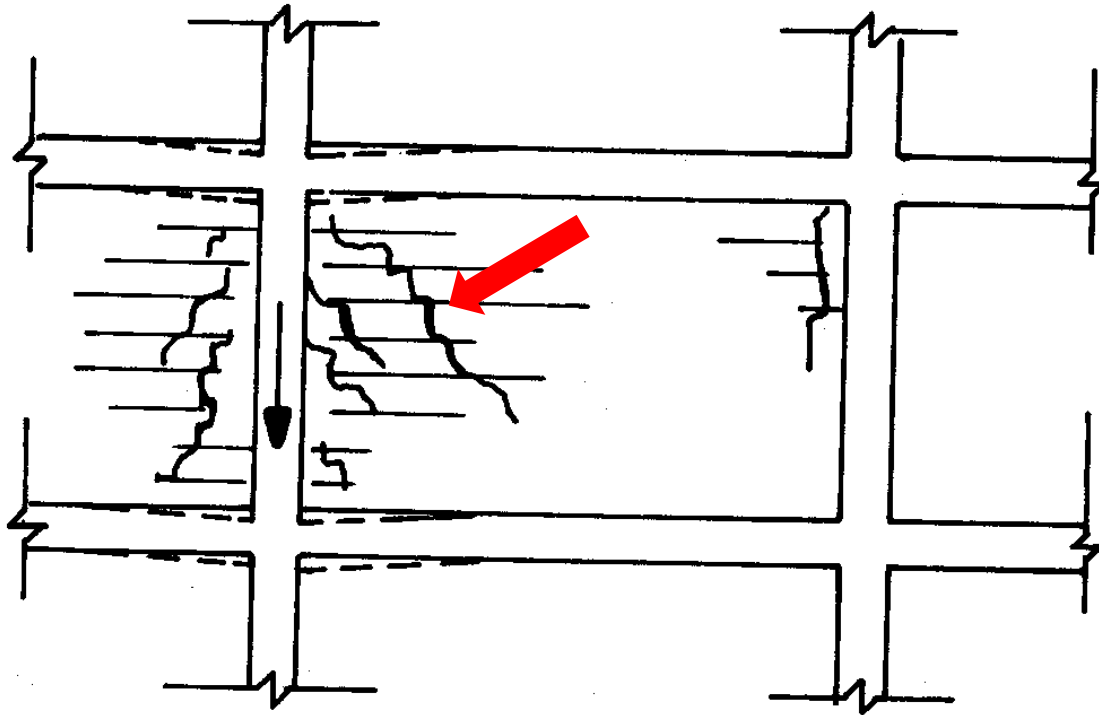
- **TRINCAS**
- **- DEVIDO AS FUNDAÇÕES**
- **- DEVIDO A ESTRUTURA**
- **- DEVIDO AOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA EDIFICAÇÃO**

Não sendo ruptura , temos de uma maneira geral fissuras trincas ou mesmo aberturas , sendo todas elas produzidas por esforços de tração , que se manifestam nos três casos acima

2.1- DEVIDO AS FUNDAÇÕES

- 1- RECALQUE TOTAL
 - 2- RECALQUE DIFERENCIAL;
 - 3- RECALQUE DISTORCIONAL OU POR ADERNAMENTO
- RECALQUE POR SOLOS HETEROGÊNEOS;(2 e 3)
 - SITUAÇÃO DE CORTE/ATERRO; (2 e 3)
 - RECALQUE POR CARGAS DESBALANCEADAS;(2)
 - RECALQUES POR DIFERENÇAS DE TIPOS DE COMPORTAMENTO DE FUNDAÇÃO.(2 e 3)

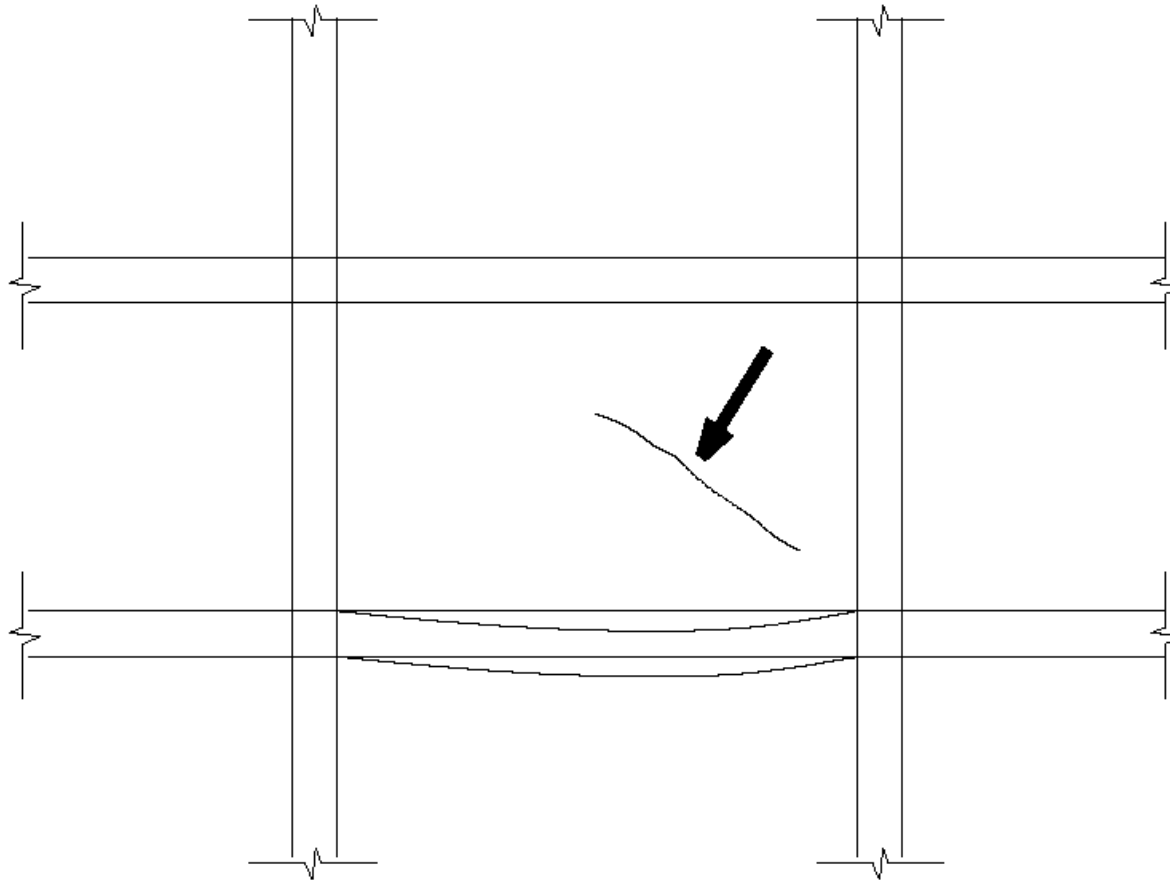
RECALQUE DIFERENCIAL



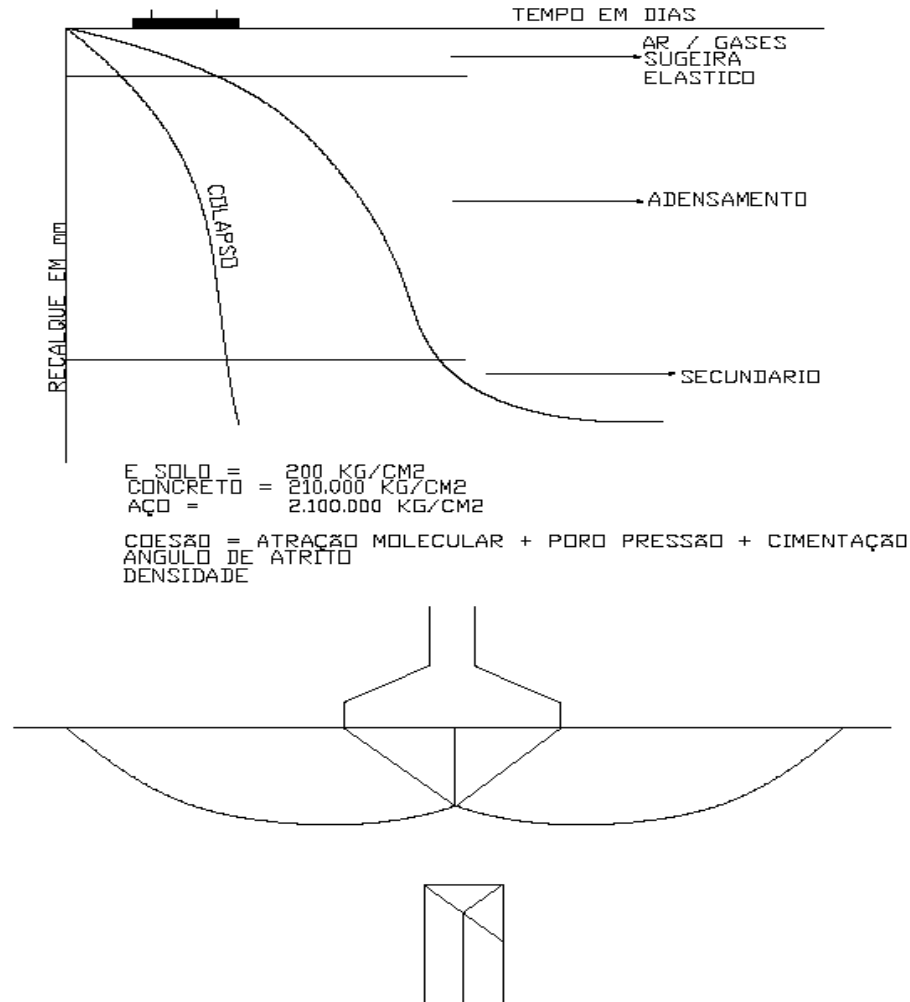
RECALQUE POR ADERNAMENTO OU DISTORCIONAL



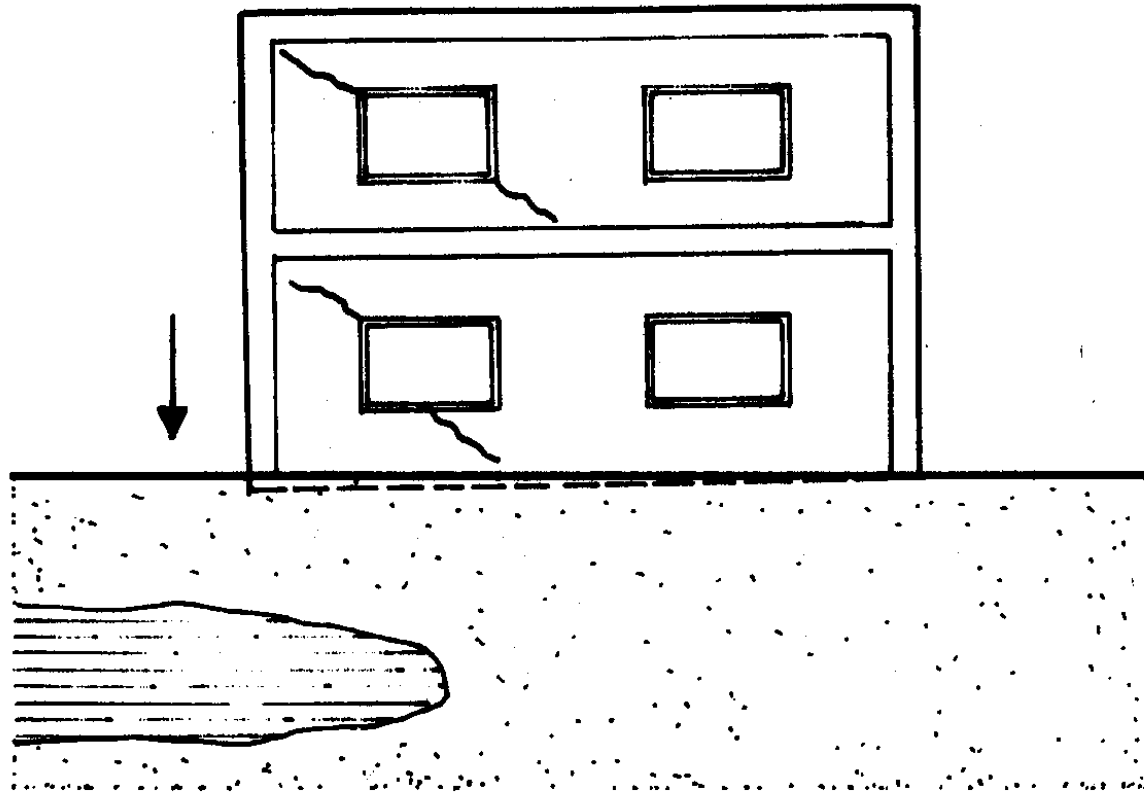
REGRA DA MEDIATRIZ



PROCESSO DE RUPTURA



RECALQUE POR SOLOS HETEROGÊNEOS



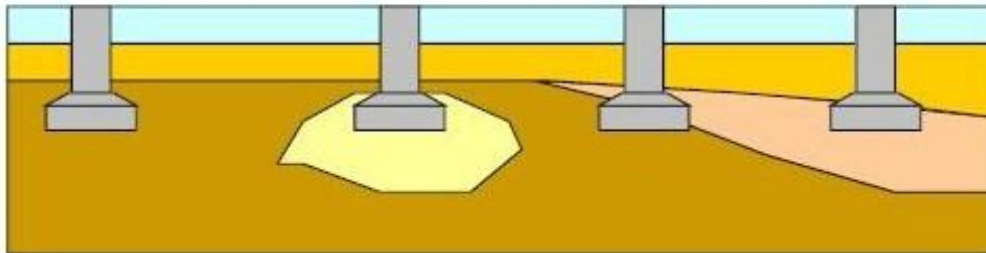
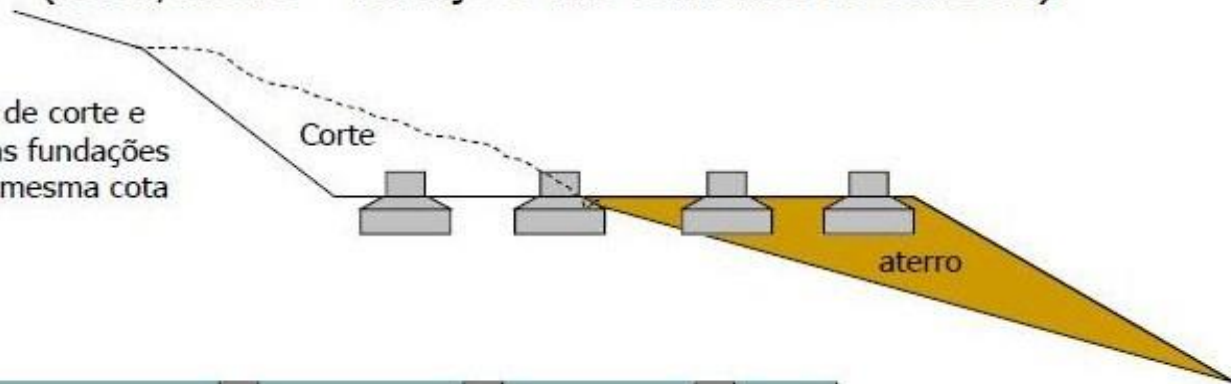
• ... diferenciada, por falta de homogeneidade do solo

SITUAÇÃO DE CORTE/ATERRO

Execução

Fundações assentes em solos de diferente comportamento (corte/aterro – variações nas camadas do subsolo).

(a) Situação de corte e aterro com as fundações assentes na mesma cota

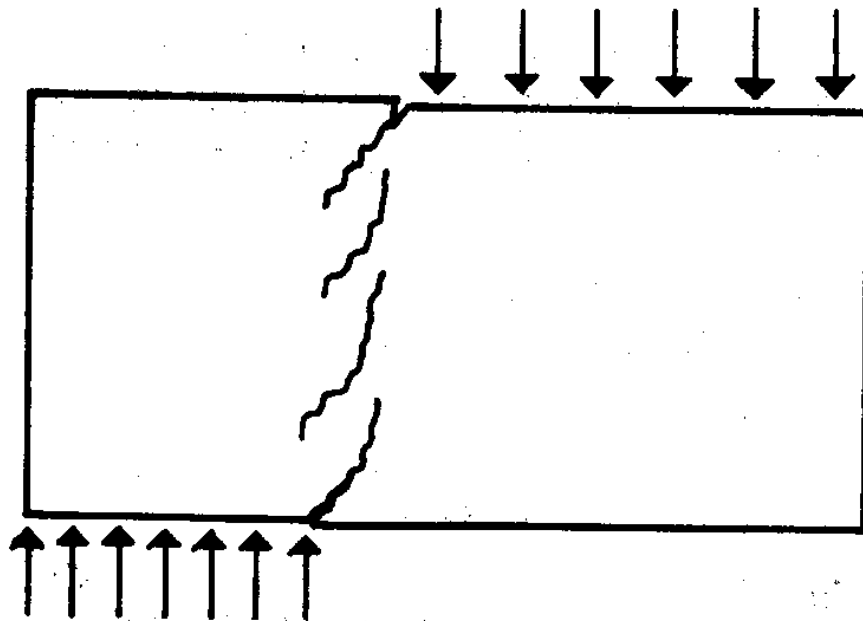


(b) Fundação diretas apoiadas em solos com características diferentes

SITUAÇÃO DE CORTE/ATERRO

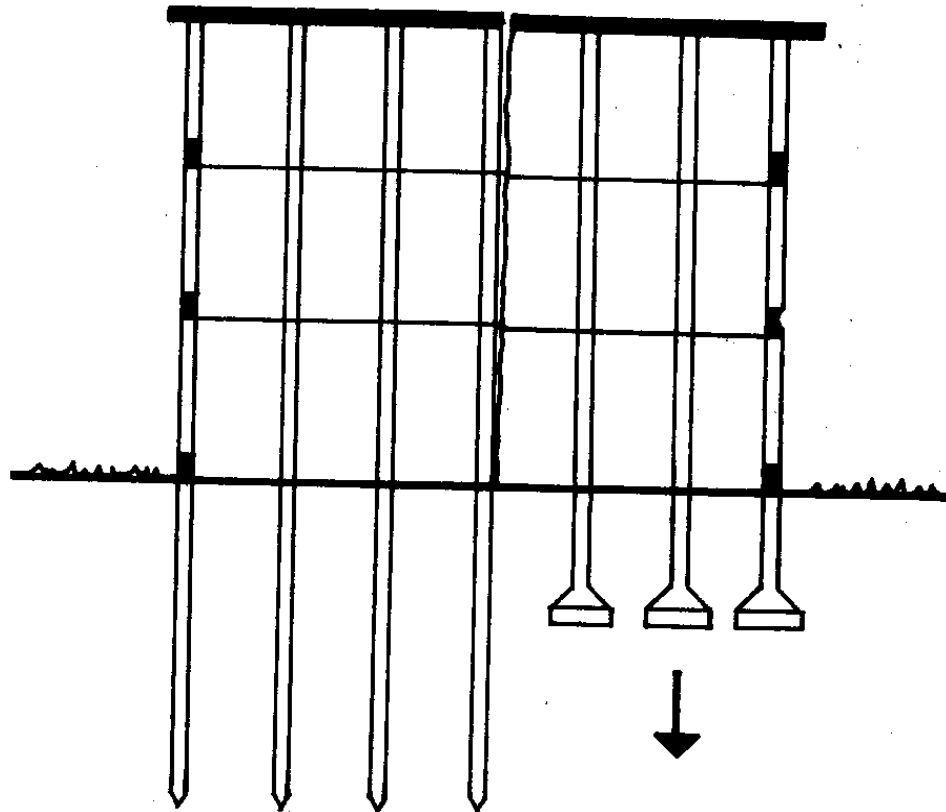


RECALQUE POR CARGAS DESBALANCEADAS



Fundação da torre e restante do prédio sem junta de construção

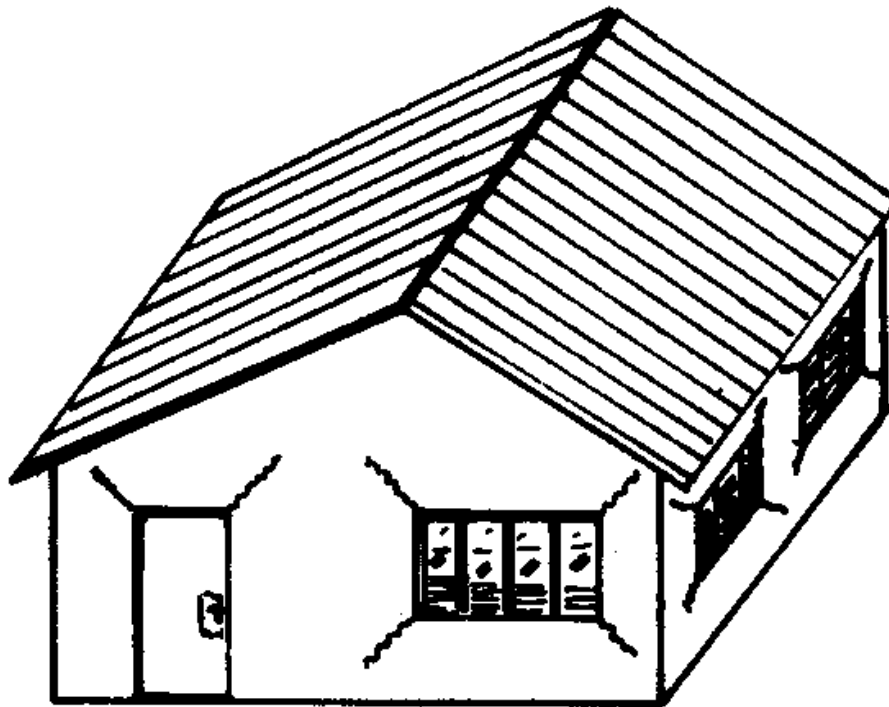
RECALQUES POR DIFERENÇAS DE TIPOS DE COMPORTAMENTO DE FUNDAÇÃO



2.2-TRINCAS CUJA ORIGEM NÃO SE DEVE AS FUNDAÇÕES- ESTRUTURA

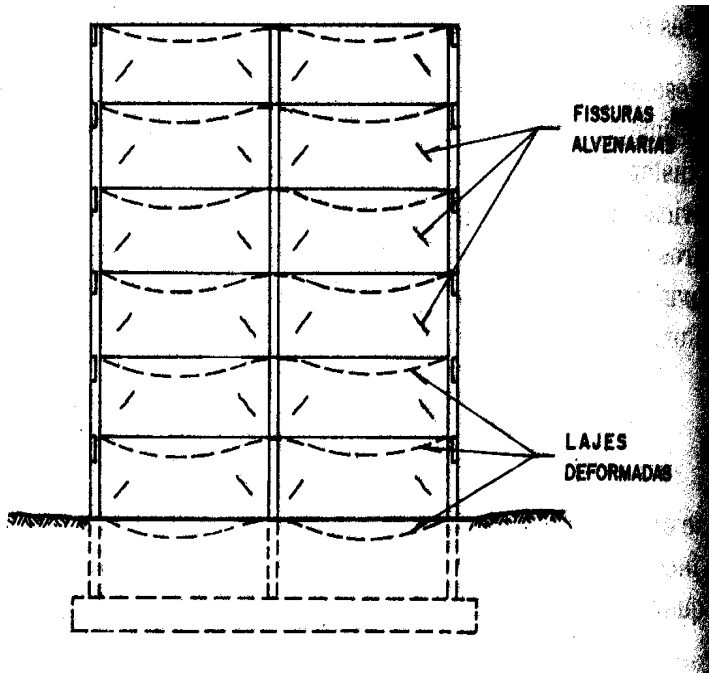
- **NÃO EXISTÊNCIA DE CONTRA VERGA**
- **DEFORMAÇÃO DE LAJES**
- **BALANÇOS EXCESSIVOS**
- **VIGAS COM DEFICIÊNCIA DE ESTRIBOS**

NÃO EXISTÊNCIA DE CONTRA VERGA

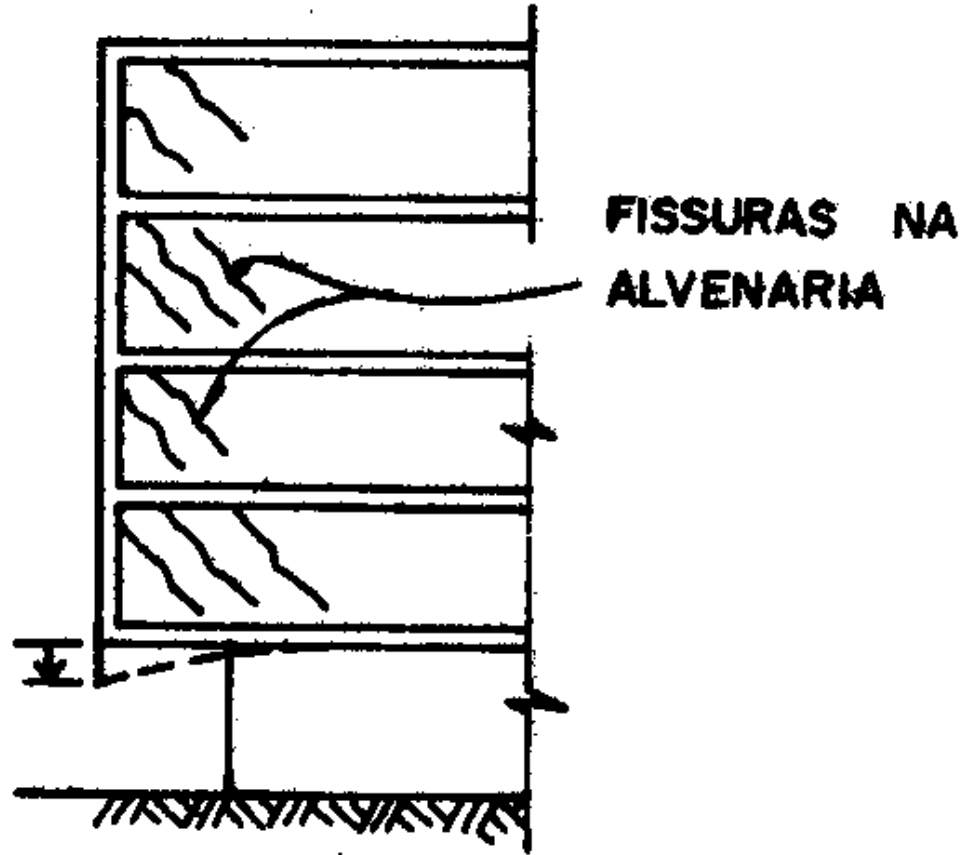


—●— SEMPRE TRAÇÃO

DEFORMAÇÃO DE LAJES

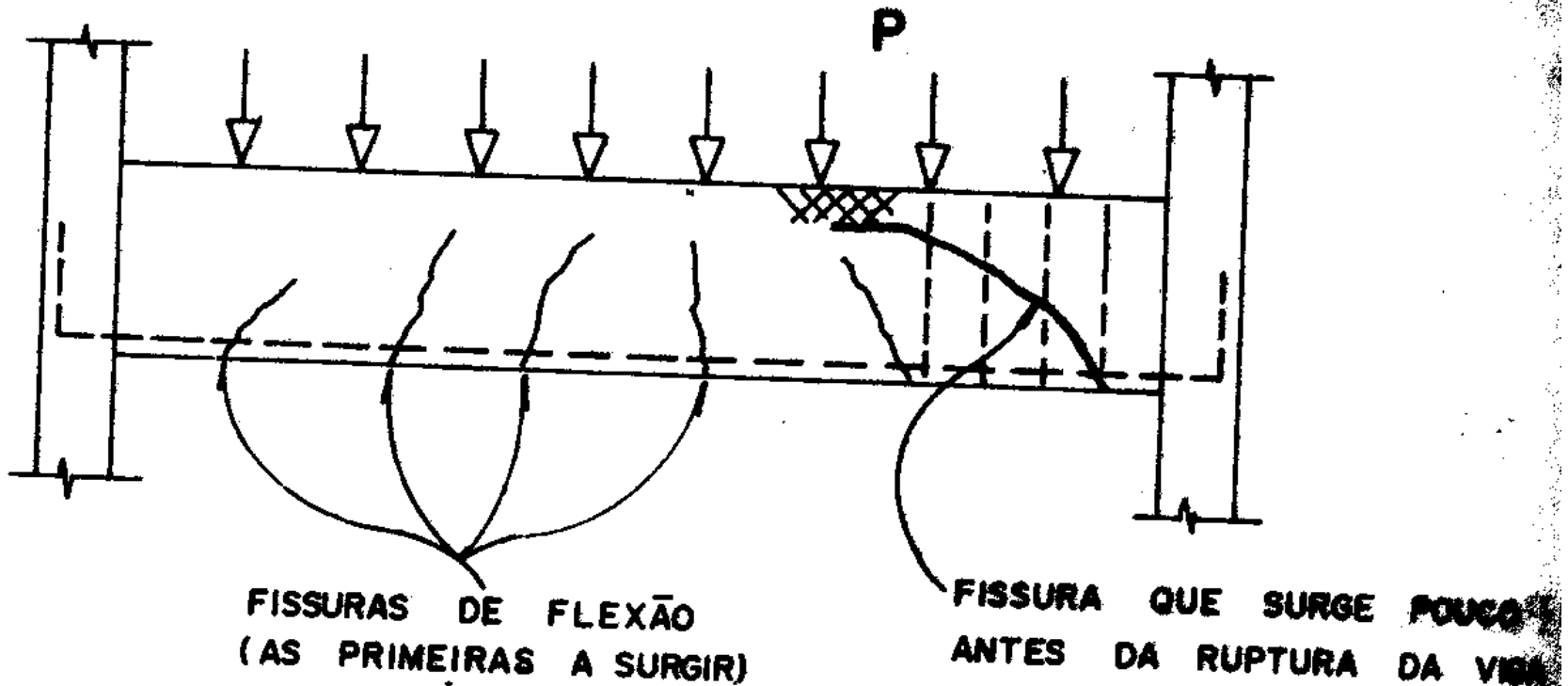


BALANCOS EXCESSIVOS

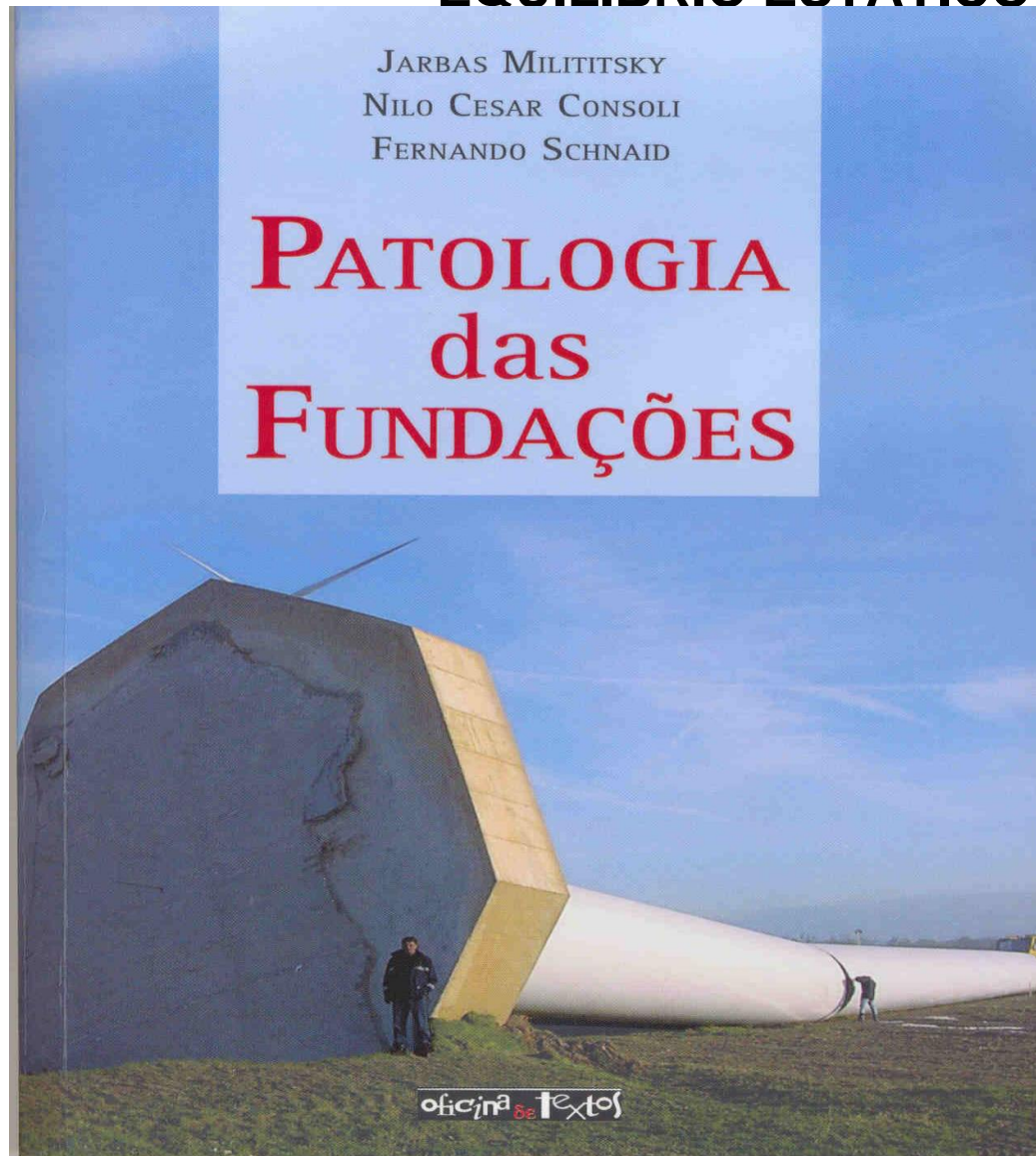


SEMPRE TRAÇÃO

VIGAS COM DEFICIÊNCIA DE ESTRIBOS



EQUILIBRIO ESTÁTICO



2.3- TRINCAS DEVIDO AOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA EDIFICAÇÃO

- **RETRAÇÃO HIDRÁULICA;**
- **TEMPERATURA;**
- **AUSÊNCIA DE CAL NAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS;**
- **ETC.**

2.4- IDENTIFICAÇÃO DAS TRINCAS DE ORIGEM NAS FUNDAÇÕES

- **TRINCA SE EXTENDE ATÉ O TERRENO DE APOIO DAS FUNDAÇÕES**
- **TRINCA DEVE SURGIR NAS DUAS FACES DA PAREDE**
- **TRINCA A 45 GRAUS (GRANDE POSSIBILIDADE)**
- **FICAR RESTRITA A ANDARES SUPERIORES**
- **MOVIMENTAÇÃO COM O TEMPO PARA MAIOR E PARA MENOR.**

TRINCAS E FISSURAS IDENTIFICAÇÃO E DIFERENÇAS

- **NÃO HÁ UMA NORMALIZAÇÃO PARA DISTINÇÃO DE TRINCAS E FISSURAS MAS A PRÁTICA INDICA:**
- **FISSURAS ABERTURA** $\leq 0,5$ mm
- **1,0 mm > TRINCA ABERTURA** $> 0,5$ mm
- **RACHADURA** entre 1,0 mm e 1,5 mm
- **FENDA** $> 1,5$ mm

TRINCAS E FISSURAS

Tab. 7.2 Classificação inglesa de danos em edifícios (apud Thornburn e Hutchinson, 1985)

ABERTURA DE FISSURA (mm)	GRAU DE DANO			EFEITO NA ESTRUTURA E USO DA EDIFICAÇÃO
	RESIDENCIAL	COMERCIAL OU PÚBLICO	INDUSTRIAL	
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Nenhum
0,1 a 0,3	Muito leve	Muito leve	Insignificante	Nenhum
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito leve	Estético apenas
1 a 2	Leve a moderado	Leve a moderado	Muito leve	Estético; acelera efeitos da ação climática externa
2 a 5	Moderado	Moderado	Leve	O uso da edificação será afetado; valores no limite superior
5 a 15	Moderado a severo	Moderado a severo	Moderado	podem pôr em risco a estabilidade
15 a 25	Severo a muito severo	Severo a muito severo	Severo a muito severo	Cresce o risco da estrutura tornar-se perigosa
>25	Muito severo a perigoso	Severo a perigoso	Severo a perigoso	

Tabela 4. Classificação de danos em paredes [National Coal Board(1975), Boscardin& Cording (1989), Burland(1995), CIRIA (2003)].

Classe de Danos	Descrição de Danos	Largura	aproximada das trincas (mm)
Limite de deformação por tração (%).			
•			
•	Desprezíveis	Trincas capilares	< 0,1 0 –0,05.
•	Muito pequenas	Trincas estreitas de fácil reparo. Trincas na alvenaria externa, visíveis sob inspeção detalhada.	< 1 0,05 –0,075.
•			
•	Pequenas	Trincas facilmente preenchidas. Várias fraturas pequenas no interior da edificação. Trincas externas visíveis e sujeitas à infiltração. Portas e janelas emperrando um pouco nas esquadrias.	< 5 0,075 - 0,15.
•	Moderados	O fechamento das trincas requer significativo preenchimento. seja necessária a substituição de pequenas áreas de alvenaria externa. Portas e janelas emperradas. Redes de utilidades podem estar interrompidas.	5 a 15 ou várias trincas com mais de 3 mm 0,15 –0,3.
•	Muito Severos	Reparos significativos envolvendo reconstrução parcial ou total. Paredes requerem escoramento. Janelas quebradas. Perigo de instabilidade.Usualmente > 25, mas depende do número de trincas.	

2.5- TABELA COM LIMITE PARA RECALQUES DIFERENCIAIS

DISTORÇÃO ANGULAR	DESCRIÇÃO
1/750	LIMITE A PARTIR DO QUAL É DE RECEAR DIFICULDADES COM MÁQUINAS SENSÍVEIS AOS RECALQUES
1/600	LIMITE DE PERIGO PARA PÓRTICOS COM DIAGONAIS
1/500	LIMITE DE SEGURANÇA PARA EDIFÍCIOS ONDE A FISSURAÇÃO NÃO É ACEITÁVEL
1/300	<ul style="list-style-type: none">- LIMITE A PARTIR DO QUAL É DE ESPERAR UMA PRIMEIRA FISSURA NOS PAINÉIS- LIMITE A PARTIR DO QUAL É DE ESPERAR DIFICULDADES COM PONTES ROLANTES

2.5- TABELA COM LIMITE PARA RECALQUES DIFERENCIAIS

1/250	<ul style="list-style-type: none">- LIMITE A PARTIR DO QUAL SE TORNA VISÍVEL A INCLINAÇÃO DE EDIFÍCIOS RÍGIDOS ALTOS
1/150	<ul style="list-style-type: none">- CONSIDERÁVEL FISSURAÇÃO EM PAREDES DE PAINEL E DE TIJOLOS- LIMITE DE SEGURANÇA PARA PAREDES FLEXÍVEIS DE TIJOLOS ($H/1 < 1/4$)- LIMITE A PARTIR DO QUAL É DE RECEAR DANOS ESTRUTURAIS DE EDIFÍCIOS EM GERAL

Evolução do processo

$1/300 = 0,0033 \times 1000 = 3,3$ (vão 6,00=600cm / recalque de 2 cm) $2/600 = 1/300$

Índice de 3 início do processo de atenção

$2/300 = 0,0066 \times 1000 = 6,6$ (vão 6,00 m=600cm/ recalque de 4 cm) $4/600 = 2/300$

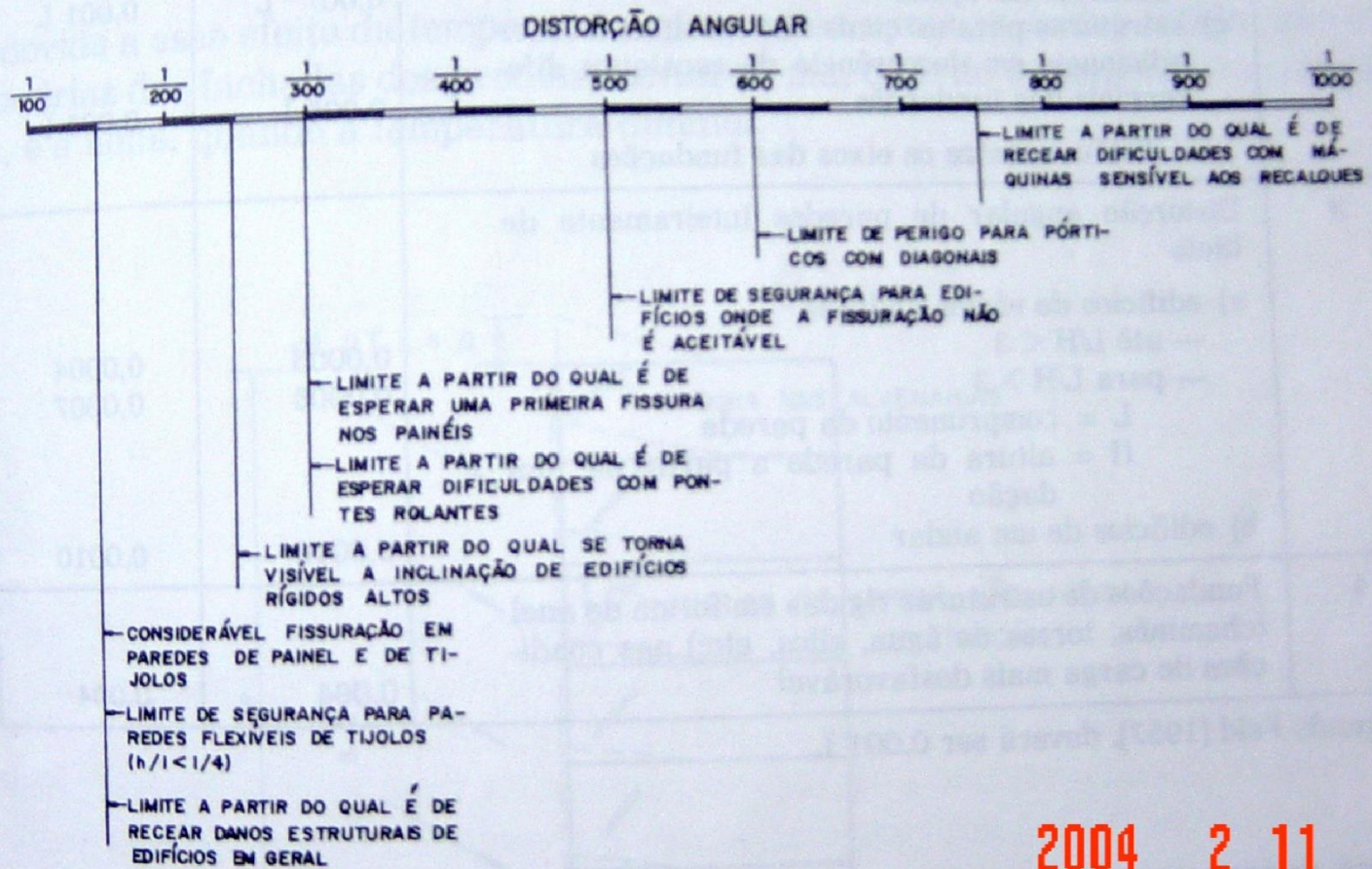
Índice de 7 início do processo de reforço

$3/300 = 0,010 \times 1000 = 10$ (vão 6,00 m=600cm/ recalque de 6 cm) $6/600 = 1/100$

Índice de 10 já caiu

2.5- TABELA COM LIMITE PARA RECALQUES DIFERENCIAIS

Em 1963, Bjerrum, com base no trabalho de Skempton & Mac Donald, publicado em 1956, propôs os limites da distorção angular para vários tipos de obra (Fig. 3.8).



2.6- TABELA DE VELOCIDADE DE RECALQUES

- Valores de velocidades de recalque
- 1- Usar, em geral, a seguinte classificação para prédios construídos há mais de 5 anos:
- | | | | | |
|---|---|---|-----------|------------------------|
| 0 | ≤ | v | < 5μ/ dia | – reduzidas ou normais |
|---|---|---|-----------|------------------------|
- | | | | | |
|---|---|---|------------|------------------------|
| 5 | ≤ | v | < 10μ/ dia | – baixas ou aceitáveis |
|---|---|---|------------|------------------------|
- | | | | | |
|----|---|---|-----------|-------------|
| 10 | ≤ | v | < 20μ/dia | – moderadas |
|----|---|---|-----------|-------------|
- | | | | | |
|----|---|---|-----------|---------------------|
| 20 | ≤ | v | < 40μ/dia | – altas ou elevadas |
|----|---|---|-----------|---------------------|
- | | | | | |
|----|---|---|--|---------------|
| 40 | ≤ | v | | – muito altas |
|----|---|---|--|---------------|
- Esta classificação pode mudar se as condições não forem “normais”.

2.7- TABELA DE VELOCIDADE DE RECALQUES

- 2- Considerar aceitáveis, os seguintes valores:
- Até 100μ /dia – prédios em construção – fundações profundas
- Até 200μ /dia – prédios em construção – fundações diretas
- Até 30μ /dia – prédios construídos há mais de 1(um) e menos de 5(cinco) anos.
- (*) até 10μ /dia – prédios construídos há mais de 5 anos.
- (*) Se a maioria dos pinos tiver velocidade de 10, analisar novamente.
- Valores de recalques maiores que os do item 2, são considerados merecedores de atenção.

2.8- LIMITE DE RECALQUES TOTAIS

- **SAPATAS \approx 3 cm**
- **ESTACAS \approx 10 mm**
- **TUBULÕES \approx 2 cm**
- **SAPATAS E RADIER PODEM ROMPER COM MAIOR FACILIDADE.**
- **ESTACAS E TUBULÕES PARA ROMPER SOMENTE EM CASOS EXTREMOS, É CONSIDERADO ROMPIDO AS ESTACAS COM RECALQUES SUPERIORES A 10% DO SEU DIAMETRO.**

3-PATOLOGIAS DOS ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

- **FUNDAÇÕES RASAS- SAPATAS**
- **FUNDAÇÕES PROFUNDAS**
- **TUBULÕES**
- **ESTACAS TIPO RAIZ**
- **ESTACAS TIPO STRAUSS**
- **ESTACAS TIPO HÉLICE CONTÍNUA**
- **ESTACA TIPO FRANKI**
- **ESTACA TIPO PRÉ MOLDADA**
- **ESTACAS TIPO ESCAVADAS COM LAMA**
- **ESTACAS TIPO ESCAVADAS A SECO**
- **ESTACAS DE MADEIRA**

FUNCIONAMENTO MECANICO DOS DIVERSOS TIPOS DE FUNDAÇÃO

- **SAPATAS E TUBULÕES FUNCIONAM COM A MECANICA DE UMA MOLA QUE COMPRIME O SOLO DE FUNDAÇÃO PORTANTO PARA DESPERTARMOS FORÇAS NO ELEMENTO SÃO NECESSÁRIAS DEPERTAR DESLOCAMENTOS AS VEZES SIGNIFICATIVOS.**
- **ESTACAS TRABALHAM POR ATRITO AO LONGO DO FUSTE E POR MOLA NA PONTA, DE UM MODO GERAL PARA ESTACAS RAZOAVELMENTE LONGAS O FUSTE REPONDE COM A TOTALIDADE DA CARGA A SER SUPORTADA E A PONTA COM UMA CARGA ADICIONAL QUE GARANTIRÁ O COEFICIENTE DE SEGURANÇA.**
- **VALE LEMBRAR QUE NO CASO DO ATRITO PARA ESTE SE MOBILIZAR BASTA SE DESPERTAR DESLOCAMENTO INFINITESIMAL PARA QUE ESTE SE ESTABELEÇA – TRATA-SE DO MODELO FISICO DE CORPO SOBRE APOIO INCLINADO.**
- **DESTACA-SE TAMBÉM O FATO QUE EM QUALQUER PEÇA DE FUNDAÇÃO VERIFICA-SE DUAS UNIDADES DISTINTAS A SABER: RESISTENCIA DO ESTRUTURAL E RESISTENCIA GEOTECNICA, NO CASO DE ESTACAS DA PEÇA ESTRUTURAL DE CONCRETO AÇO OU MADEIRA E DA INTERFACE DA ESTACA COM O SOLO. NO CASO DE SAPATAS E TUBULÕES IDEM PARA O CONCRETO E A INTERFACE DE APOIO COM O SOLO.**

FUNCIONAMENTO ESTRUTURAL DOS DIVERSOS TIPOS DE FUNDAÇÃO

- **AS SAPATAS TRABALHAM COMO PEÇAS RIGIDAS E FLEXIVEIS, DE UM MODO GERAL TRABALHA-SE NA HIPOTESE DE PEÇAS RIGIDAS DE MANEIRA A DISTRIBUIR A CARGA DE MODO MAIS EQUALITARIO SOB O APOIO, O QUE CONDUZ AS PEÇAS MAIS ROBUSTAS .**
- **OS TUBULÕES SEMPRE TERÃO SUAS BASES CONSIDERADAS COMO ELEMENTOS RIGIDOS DE TAL MANEIRA A DISPENSAR O USO DE ARMADURAS NO PISO DA BASE, TRABALHA-SE DE UM MODO GERAL COM O VALOR DE 50 Kg/cm² NA SEÇÃO DO FUSTE.**
- **AS ESTACAS TRABALHAM COM BASE SOMENTE NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO, TENDO SUAS ARMAÇÕES COMO ELEMENTOS NECESSÁRIOS SOMENTE A MOVIMENTAÇÃO DAS MESMAS, A MENOS EM CASOS ESPECIFICOS DE ESTACAS SUBMETIDAS A ESFORÇOS HORIZONTAIS OU A MOMENTOS.**
- **- ESTACAS PRÉ-MOLDADAS TRABALHAM COM TAXAS NO FUSTE DE 70 Kg/cm², ACIMA DISTO É POSSIVEL ATÉ ~100 Kg/cm² PORÉM AS MESMAS DEVEM SER ENSAIADAS.**
- **- ESTACAS STRAUSS TRABALHAM COM TENSÃO DE 40 Kg/cm²**
- **- ESTACAS RAIZ TRABALHAM COM TENSÕES ENTRE 100 e 150 Kg/cm²**
- **- ESTACAS HELICE TRABALHAM COM TENSÃO DE 50 kg/cm²**
- **- PERFIS METÁLICOS COM TENSÃO ENTRE 750 A 1200 Kg/cm²**

BULBO DE TENSÕES

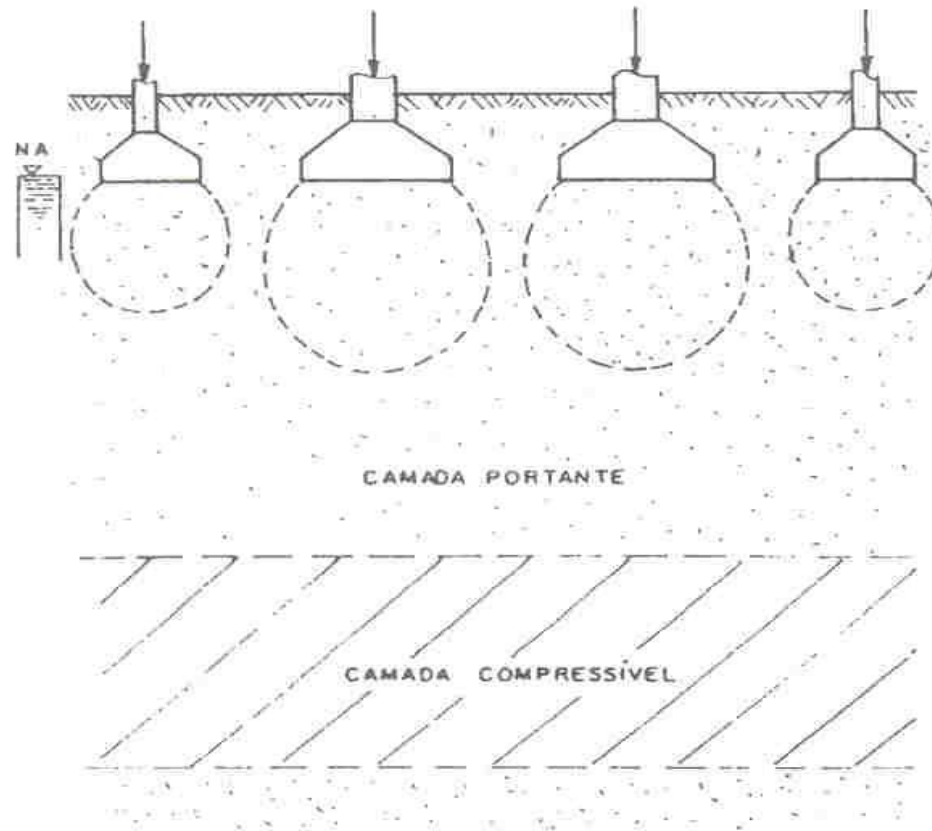


Fig. 7.16 - Fundação direta com camada compressível profunda

ESPRAIAMENTO DE TENSÕES

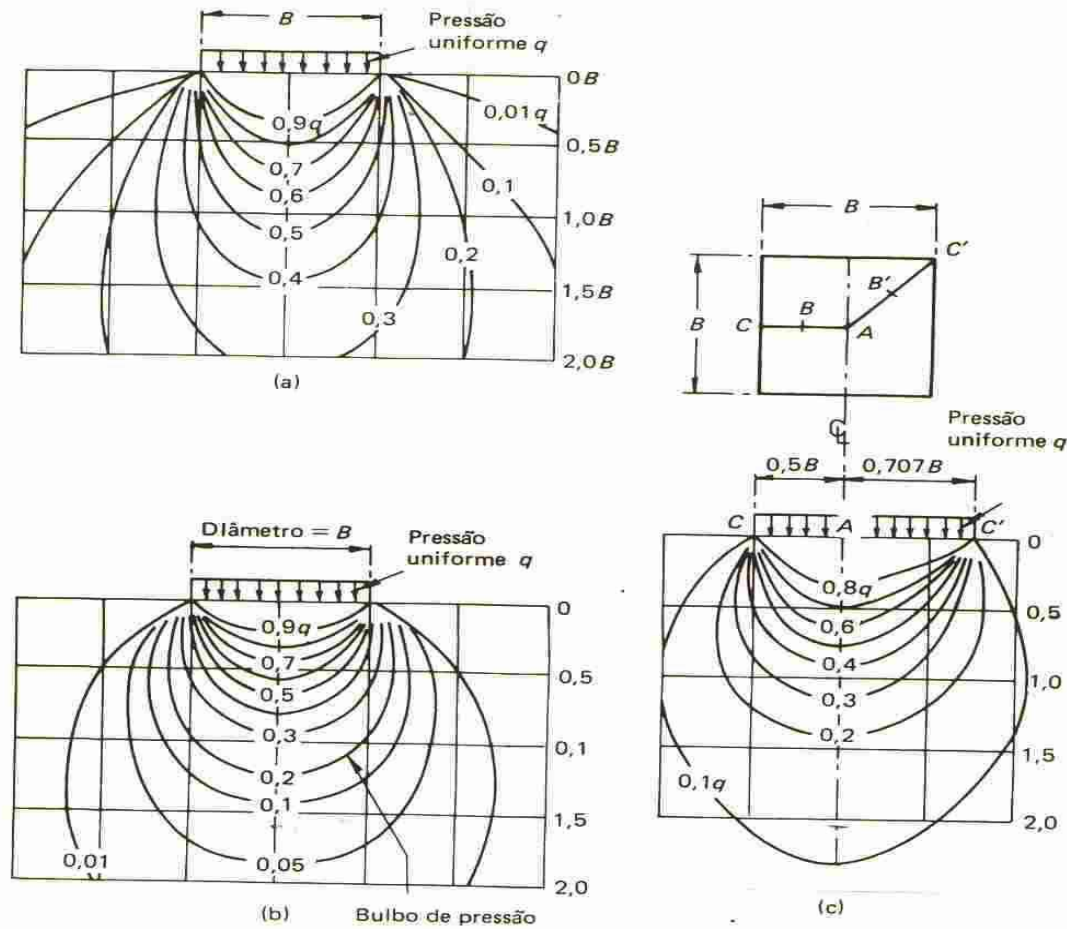


Fig. 3.1 – Tensões verticais sob sapatas flexíveis carregadas uniformemente, repousando sobre sólido elástico isotrópico homogêneo de grande profundidade, segundo Teng (1962):

- (a) Sapata contínua
- (b) Sapata circular
- (c) Sapata quadrada

TRANSFERENCIA DE CARGA PARA O TERRENO

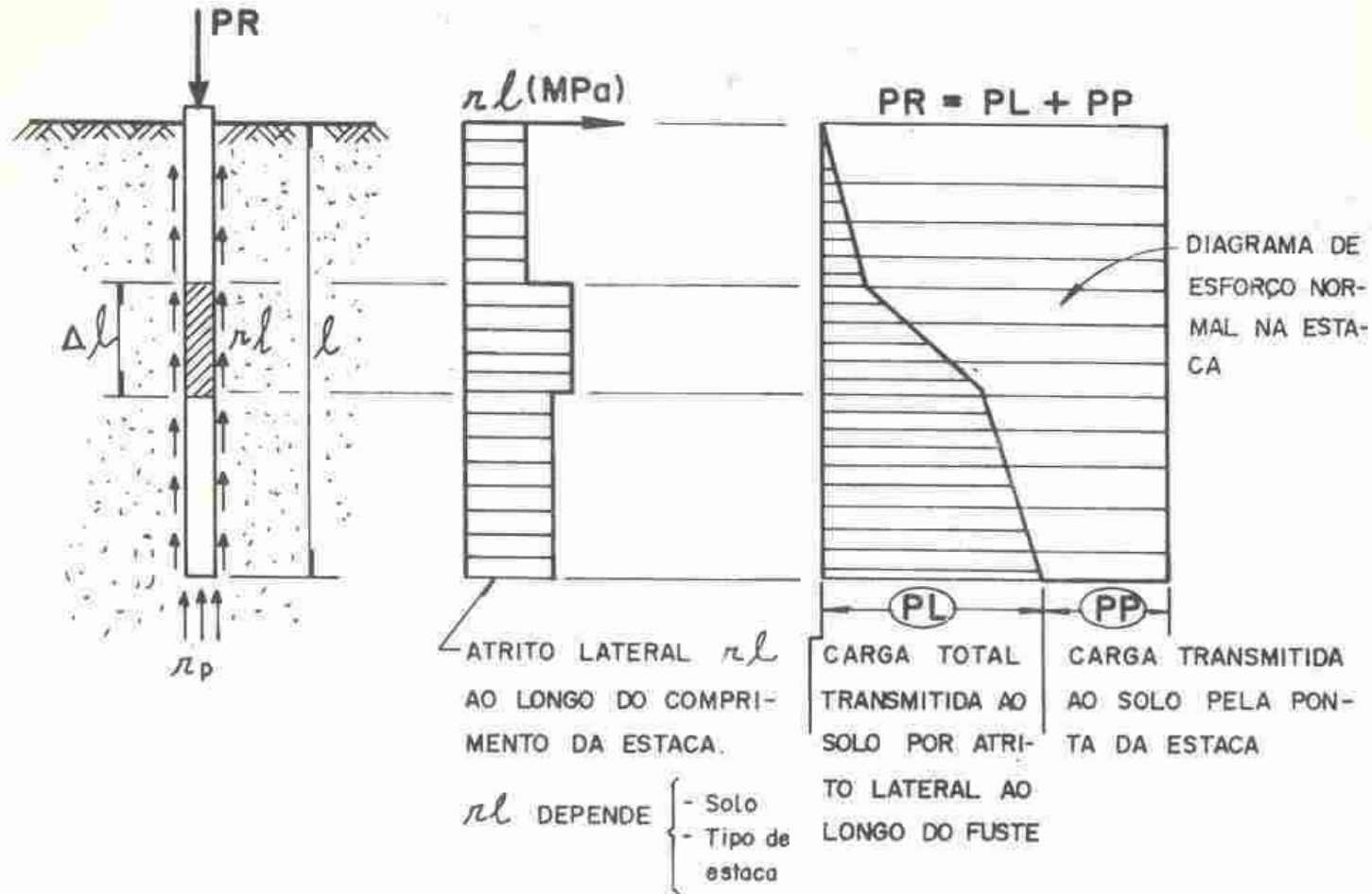


Figura 4.11 — Transferência de carga de uma estaca isolada

RESISTENCIA DE PONTA DAS ESTACAS

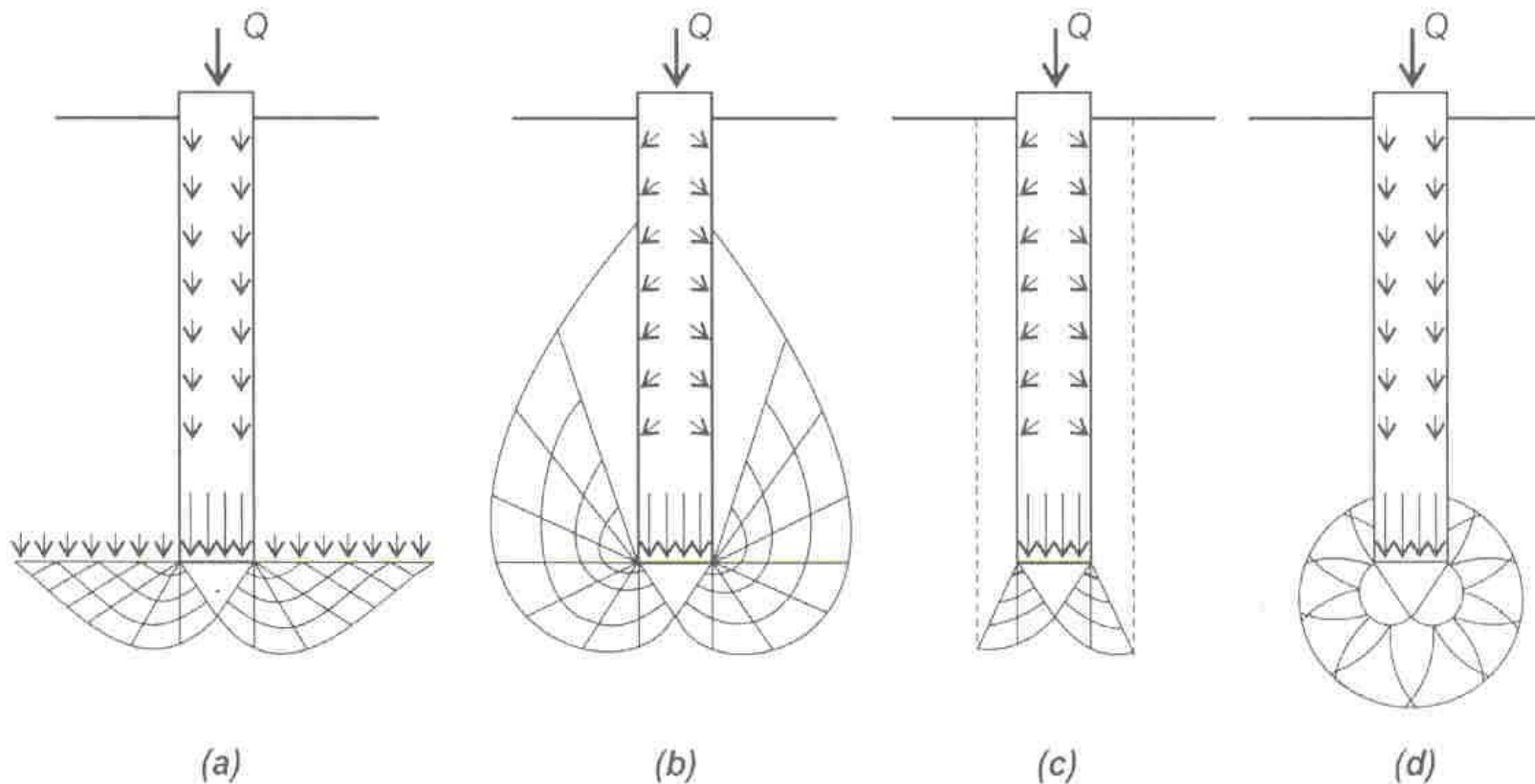


Fig. 12.2 – Figuras de ruptura das diversas soluções teóricas (Vesic, 1965)

SAPATAS/TUBULÕES

- SAPATAS / TUBULÕES SOBRE SOLO DE APOIO CONSISTENTE PORÉM SATURADO DE ÁGUA APÓS INTENSAS CHUVAS. SOLUÇÃO AGULHAMENTO
- 40

Dimensionamento de Sapatas

- $5 < \text{SPT} < 20$ –
- $T \text{ adm. Solo} = \frac{\text{SPT}}{5}$
- Areias (ver quadro abaixo)
- Areias/Argilas consultar NBR-6122/1996 item 6.2.2.6

Dimensionamento de tubulões

- Desprezar o atrito despertado pelo fuste
- $T \text{ adm. Solo} = \frac{\text{SPT}}{4}$ $L > 3M$
- $T \text{ adm. Solo} = \frac{\text{SPT}}{3}$ $L > 10M$

ESTACA TIPO RAIZ





ESTACA TIPO RAIZ

- Dimensionamento estrutural
- Ver tabela abaixo.
- Dimensionamento geotécnico
- Utilizar fórmula David Cabral ver no site:
www.fundesp.com.br
- Ou utilizar fórmula Brasfond ver no site
www.brasfond.com.br

Tabela

Tabela 2 - Cargas nominais (kN) para as estacas do tipo raiz.

Diâmetro (cm) Aço CA-50A (mm)	10	12	15	16	20	25	31
1 Ø 16 ou 4 Ø 8	100	100	150	150	250	400	600
1 Ø 25 ou 4 Ø 12 ^s	150	150	200	250	300	450	650
3 Ø 16 ou 5 Ø 12 ^s		200	250	250	350	500	700
4 Ø 16		250	300	300	400	500	750
5 Ø 16			350	350	450	550	750
6 Ø 16 ou 4 Ø 20				400	500	600	800
7 Ø 16 ou 5 Ø 20				450	550	650	850
6 Ø 20 ou 6 Ø 22					600	750	950
7 Ø 20 ou 6 Ø 22						800	1050
Estribos			Ø 5,0 mm c/20 cm	Ø 5,0 mm c/20 cm	Ø 6,3 mm c/20 cm	Ø 6,3 mm c/20 cm	Ø 6,3 mm c/20 cm

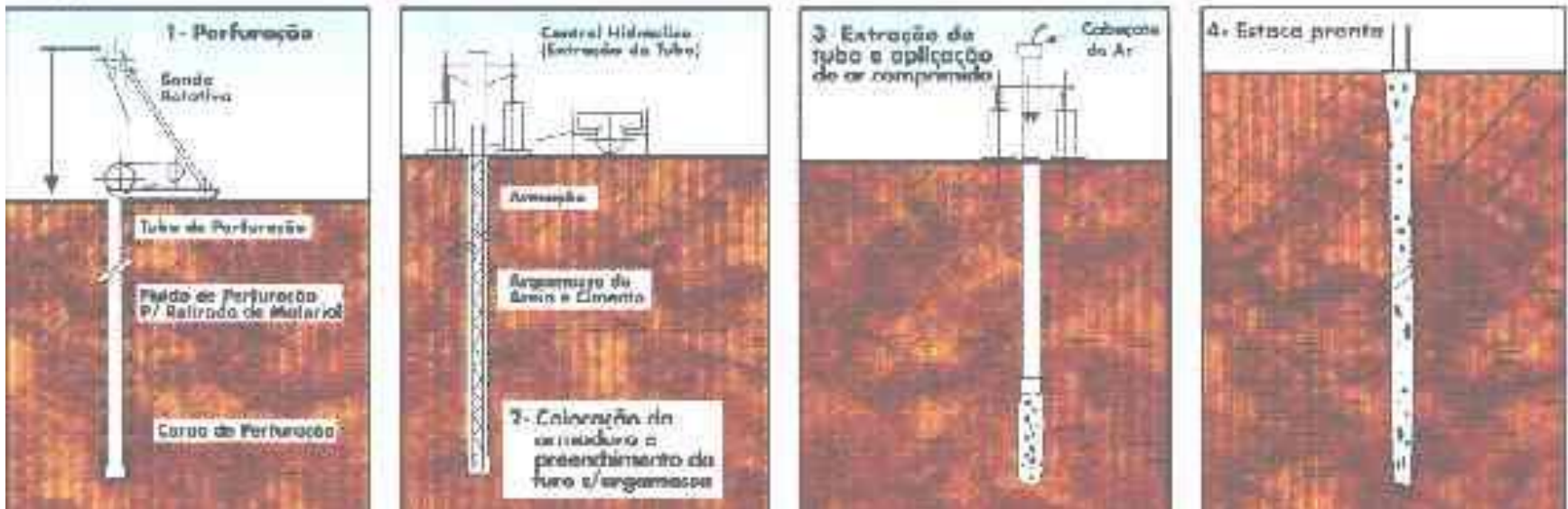
Nota: 1- As cargas serão confirmadas após a análise do perfil geotécnico.

2- 10 kN = 1tf.

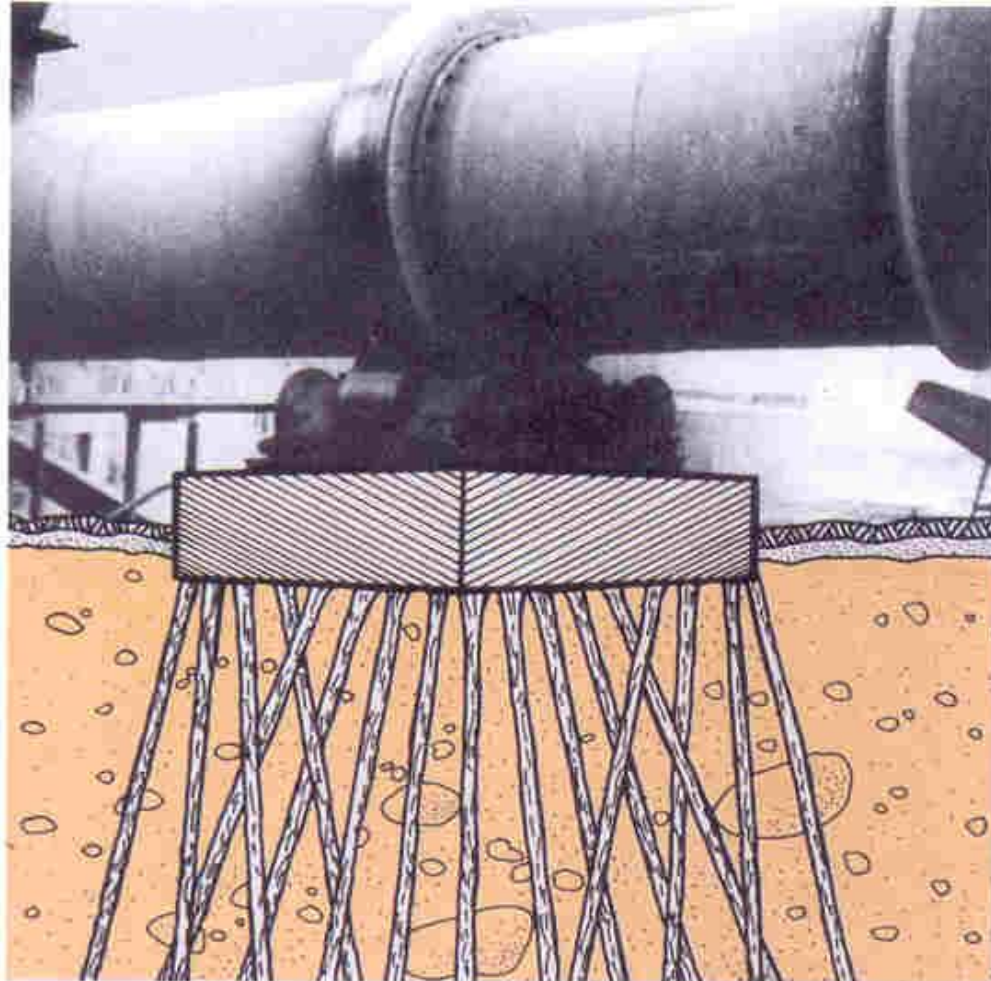


ESTACA TIPO RAIZ

Seqüência Executiva



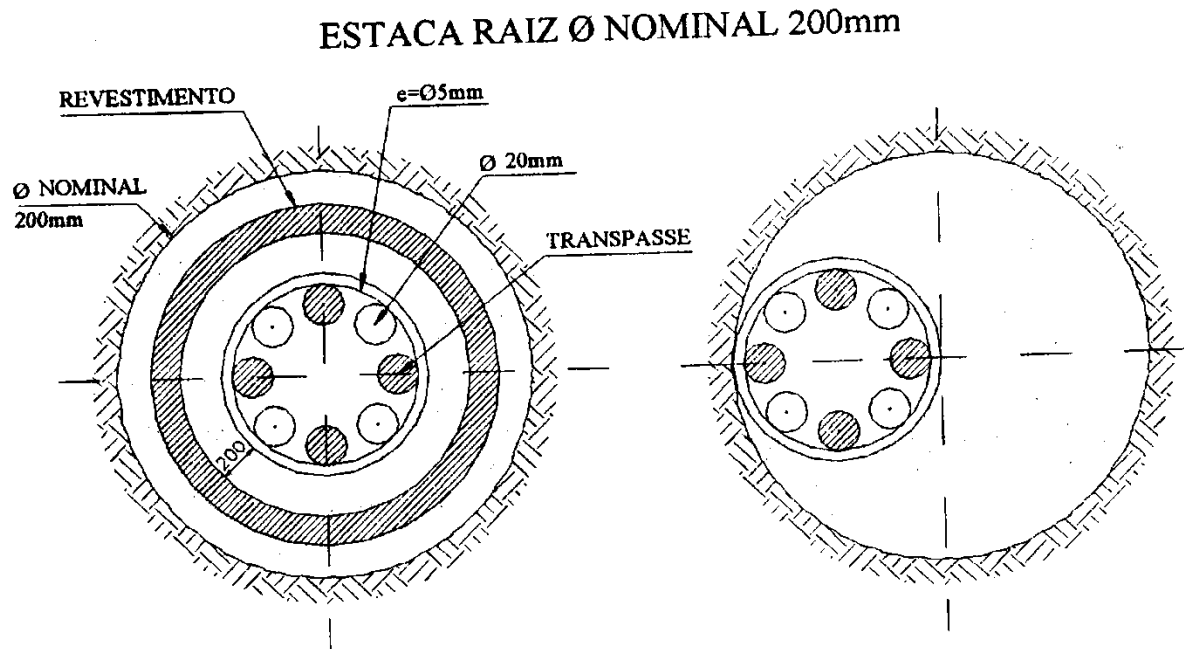
ESTACA TIPO RAIZ



ESTACA TIPO RAIZ

2.3.2) COBRIMENTO E CORROSÃO

O exame da figura abaixo torna evidente a preocupação quanto à proteção da armadura. Como não se emprega espaçadores de armadura, ela inexoravelmente encostará na parede do furo quando o revestimento for retirado.



TENSÃO MÉDIA NO CONCRETO DAS ESTACAS

A tabela a seguir mostra a comparação de tensão média de trabalho e do fator de segurança contra ruptura estrutural de vários tipos de estaca:

Estaca	Tensão Média (MPa)	“Fator de Segurança”
Escavadas com lama	~5	~4
Hélice contínua	~5	~4
Pré-moldadas	9 a 11	~3,5 a 4
Franqui	~6	~3 a 5
Raiz	15 a 20	~2

ESTACAS RAIZ

RECOMENDAÇÕES EXECUTIVAS

- **1- CONCRETAGEM ATÉ O TOPO DO TERRENO**
- **2- MANTER O TUBO EMBUTIDO NO CONCRETO POR PELO MENOS 2,00 M DURANTE A CONCRETAGEM**
- **3- EXIGIR QUE DURANTE O PROCESSO DE CONCRETAGEM DAR PRESSÃO EM DUAS OU TRES ETAPAS**
- **4- LEVAR O TUBO ATÉ O FIM DA PERFURAÇÃO**

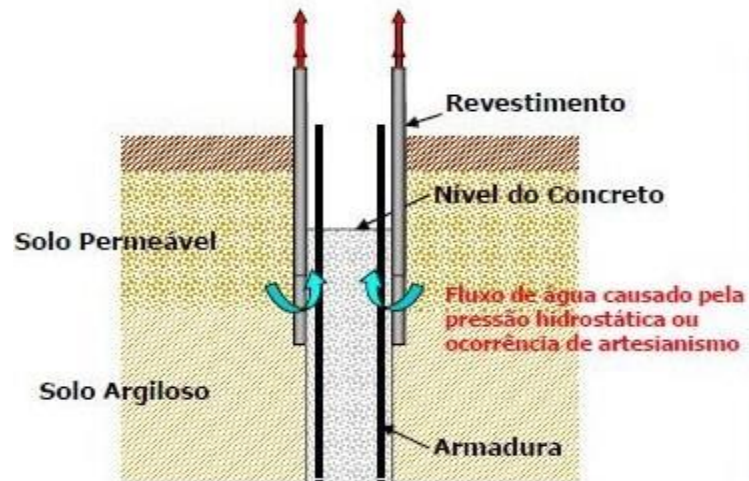
ESTACA TIPO STRAUSS



ESTACAS STRAUSS

Execução

- Descontinuidade do fuste provocada pela retirada do revestimento;
- Seccionamento do fuste causada pela presença de espessa camada de solo mole;



ESTACA TIPO STRAUSS

- **Dimensionamento estrutural**
- T adm. no concreto – 40 kg/cm²
- $T = \frac{135 \times 0,85}{1,8 \times 1,4} \approx 45 \text{ Kg/cm}^2$
- **Dimensionamento geotécnico**
- Fórmula Decourt – Quaresma
- $Fat = [(SPT/3 + 1) / 1,3] \times P \times L$
- $F_{ponta} = [10/12/14/20] \text{ tf/m}^2 \times A \times \text{SPT médio}$
- 10 – argila
- 12 – silte argiloso
- 14 – silte arenoso
- 20 – areia

ESTACA TIPO STRAUSS

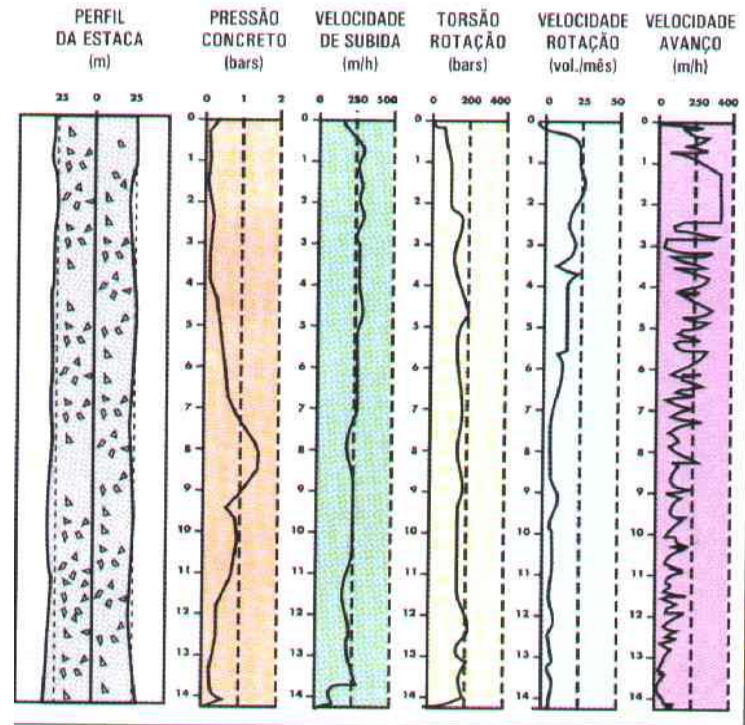
PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

- **1- LEVAR O TUBO DE PERFURAÇÃO ATÉ O FIM DA ESTACA**
- **2- NA CONCRETAGEM DEIXAR O TUBO DENTRO DO CONCRETO POR PELO MENOS 2,00 M.**
- **3- SACAR O TUBO COM CARRETILHA MANUAL E NÃO COM O GUINCHO.**
- **4- RETIRAR TODA AGUA DA PERFURAÇÃO E VEDAR A PONTA COM BUXA DE CONCRETO SECO- QUANDO NÃO SE CONSEGUIR DESCONSIDERAR A CONTRIBUIÇÃO DA PONTA DA ESTACA.**
- **5- O CONCRETO DEVE SEMPRE ATINGIR O TOPO DO TERRENO**

ESTACA TIPO HÉLICE

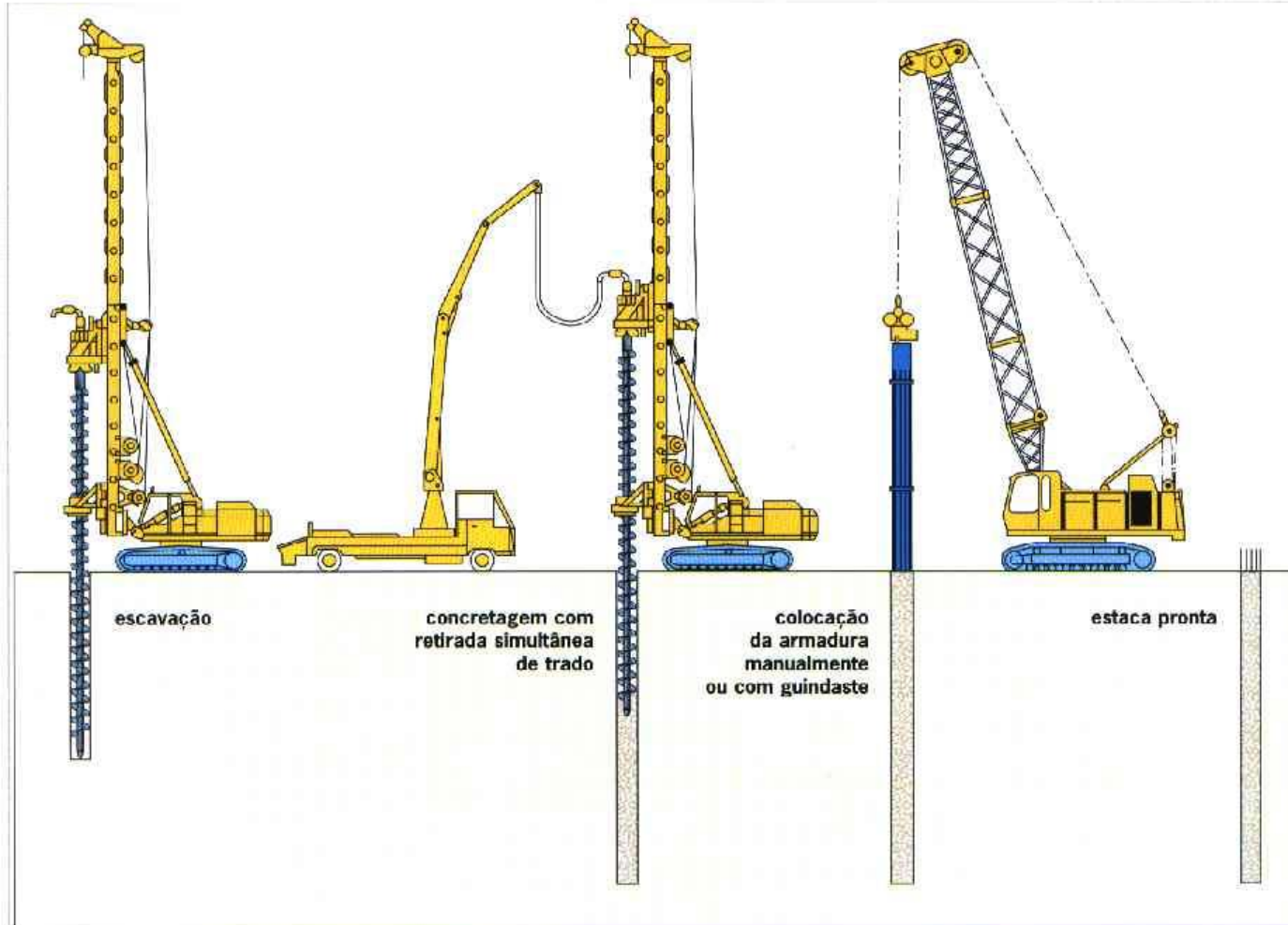


Contrato nº	: COLÉGIO	Data: 03/08/96	Estaca nº PO2
Obra	: COLÉGIO		Diâmetro estaca : 0,50 m
Princ. Perf	: 09h09		Comprimento : 14,03 m
Concretagem	: 09h15		Inclinação X:Y : 0,0 : -0,4
Fim estaca	: 09h28		Volume concreto : 3,13 m³
			Volume excedete : 12%



HÉLICE CONTÍNUA

Fases de Execução



HELICE CONTINUA



Figura 5.1.2.1.- Estaca Hélice com argamassa de baixa resistência nos seus 2,20 m de extensão a partir do topo



ESTACA TIPO HELICE CONTÍNUA



HELICE CONTINUA

Dimensionamento Estrutural

T adm. Concreto – 50 kg/cm²

T = 200 x 0,85 ~ / 1,8 x 1,4 ~ = 65 kg/cm²

Dimensionamento geotécnico

Fórmula Urbano Alonso

$$\text{Fat} = \left(\frac{120 \text{ N} \times 0,1}{0,41 \times h - 0,032} \times 0,65 \right) P \times L$$

P- Perímetro / L- Compr. Estaca / h- 45 cm

Fport = (10/15/20) tf/cm² x A x SPT médio

10- Argila / 15- Silte / 20- Areia

Fat = tensão de atrito < 2 kg/cm²

Maiores informações www.geofix.com.br

ESTACA HELICE CONTINUA



ESTACA HELICE CONTINUA

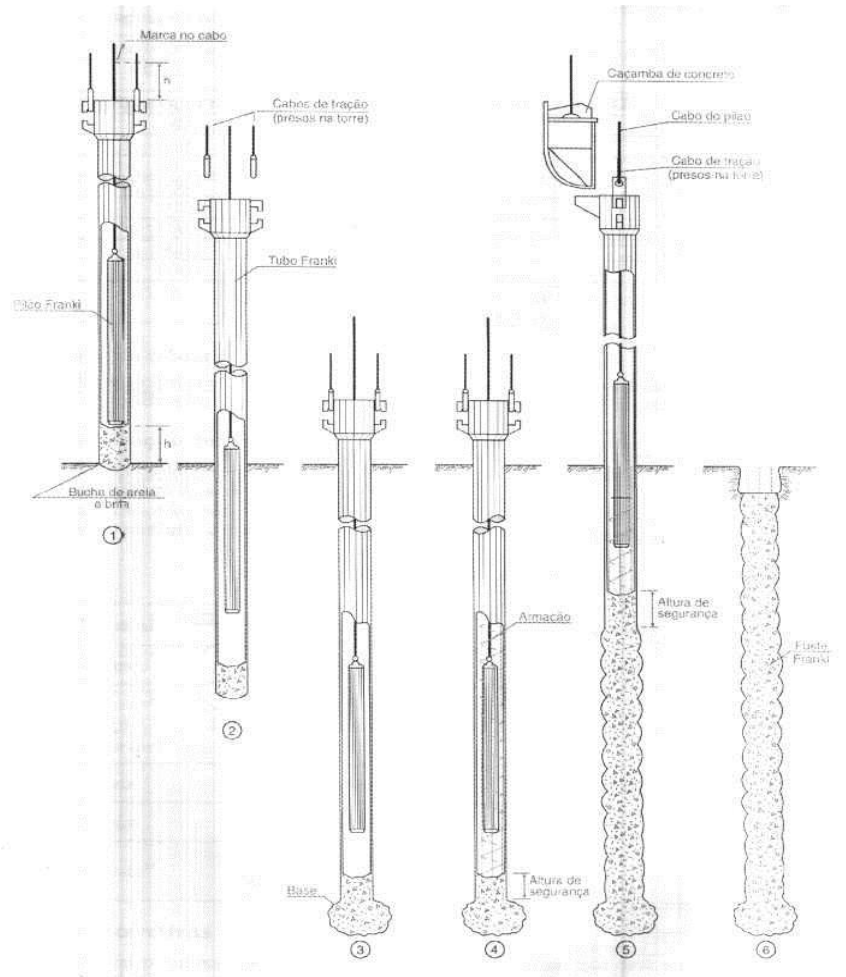
PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

- **1- CONCRETO COM ESPECIFICAÇÕES PREVISTAS PELA ABEF, E EM CONCORDÂNCIA COM O DO EXECUTOR DA ESTACA.**
- **2- CONCRETO SEMPRE DEVE ATINGIR O TOPO DO TERRENO.**
- **3- NÃO UTILIZAR PROLONGAS EM TERRENOS DE ARGILA ORGÂNICA OU SOLOS FOFOS E MOLES.**
- **4- MANTER A CONCETAGEM SEMPRE COM PRESSÃO POSITIVA $> 0,5 \text{ Kg/CM}^2$.**
- **5- EVITAR RODAR A HELICE SEM PROGRESSÃO NO TERRENO, PROVOCA ALIVIO DE TENSÕES NO SOLO O QUE PODE PREJUDICAR O ATRITO AO LONGO DA MESMA.**

ESTACA TIPO FRANKI



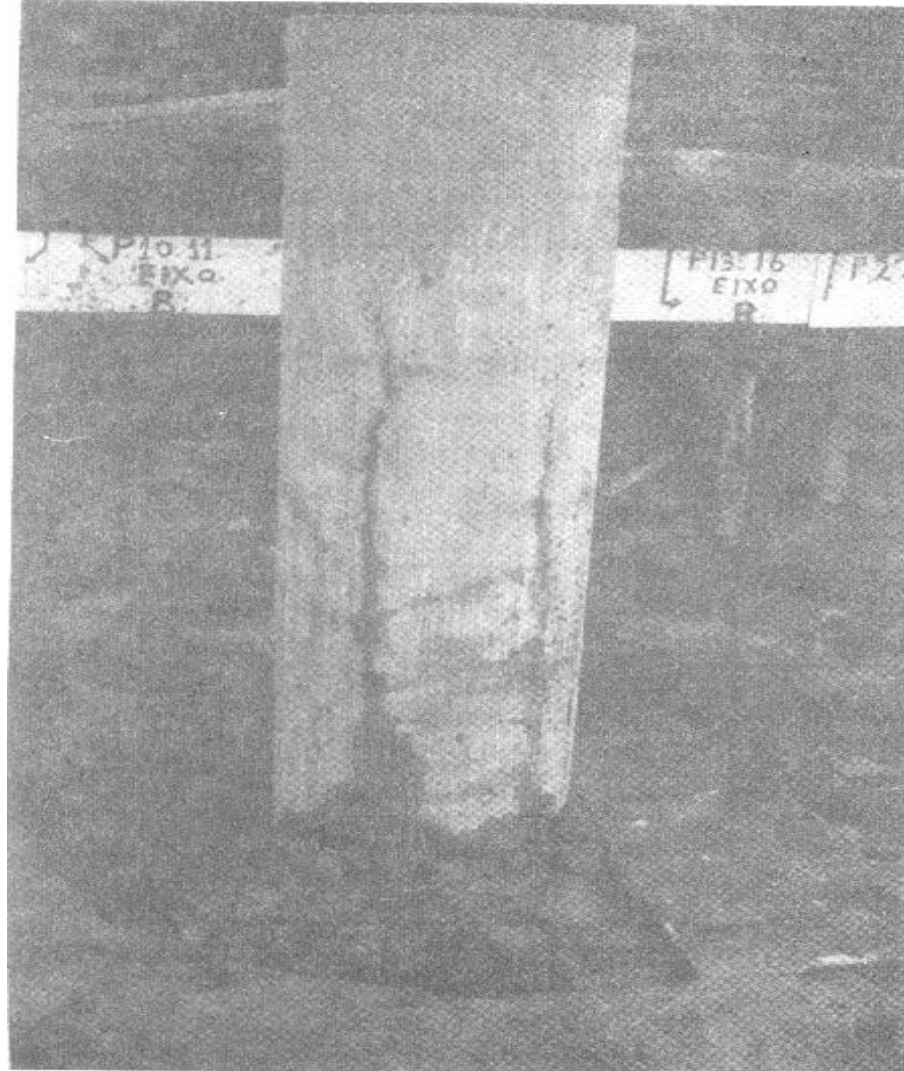
ESTACA TIPO FRANKI



ESTACA FRANKI

- CALCULO ESTRUTURAL = 60 KG/CM²
- CALCULO GEOTECNICO = FORMULA AOKI VELOSO – LIVRO
PROBLEMAS DE FUNDAÇÃO – ENG^o URBANO ALONSO

ESTACA TIPO PRE-MOLDADA



ESTACA TIPO PRE MOLDADA



ESTACA TIPO PRE MOLDADA



ESTACA PRE MOLDADA INCLINADA

Execução

Inclinação final executada em desacordo com o projeto.



ESTACA TIPO PRE MOLDADA



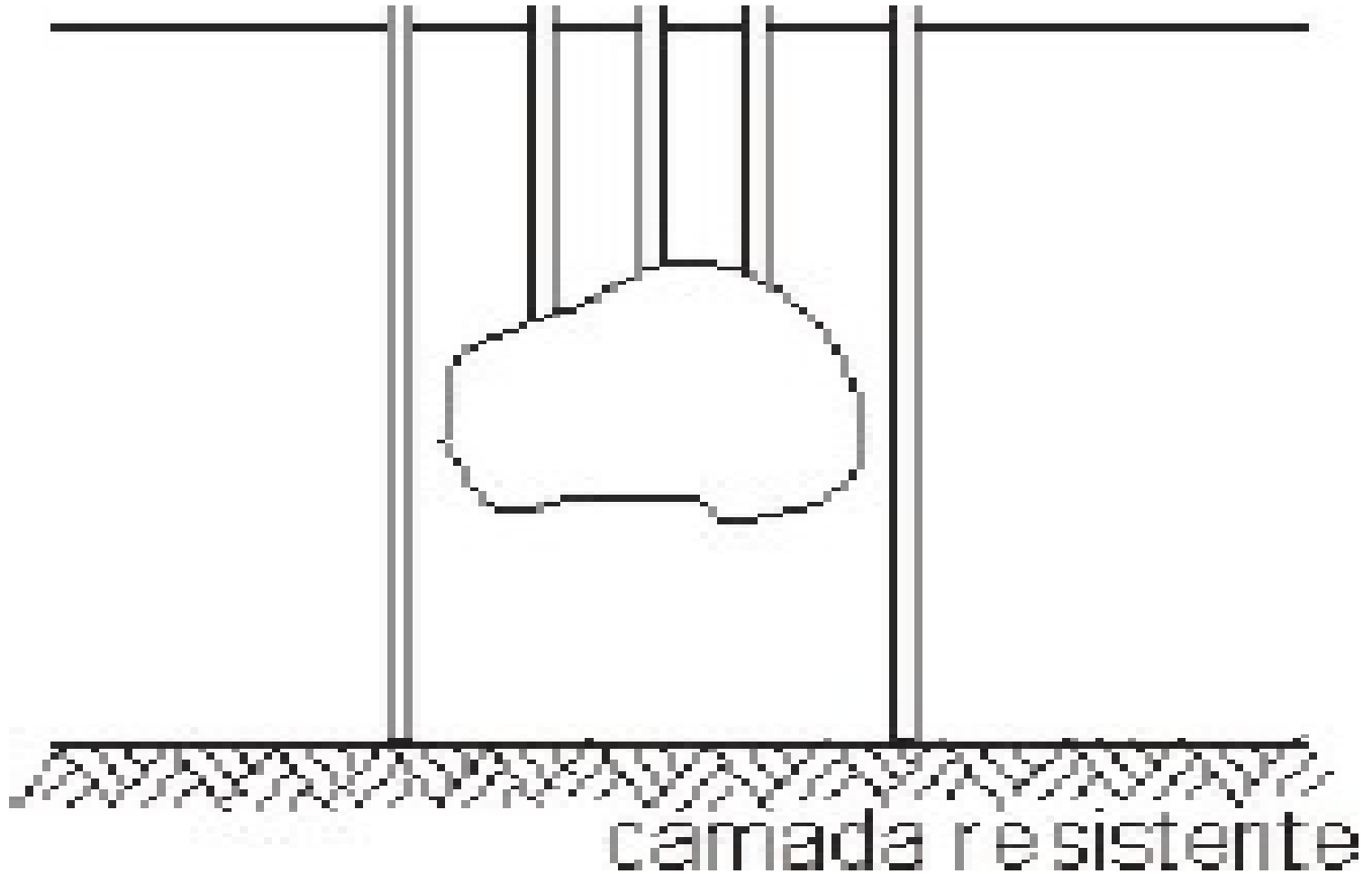
ESTACA TIPO PRE-MOLDADA



ESTACA TIPO PRE-MOLDADA PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

- **1- UTILIZAR MARTELOS ADEQUADOS A ESTACA.**
- **2- NÃO INSISTIR NA CRAVAÇÃO EM TERRENOS MUITO RESISTENTES.**
- **3- ACOMPANHAR A QUEDA DO MARTELO, NO GUINCHO O OPERADOR PODE CONTROLAR A VELOCIDADE DE QUEDA.**
- **4- ACOMPANHAR A VERTICALIDADE E POSIÇÃO DA LOCAÇÃO.**
- **5- EM TERRENO QUE INICIAM MAIS RESISTENTES, LOGO APÓS OS 3 PRIMEIROS METROS UTILIZAR SEPTOS MENORES DE CRAVAÇÃO E EXECUTAR EMENDAS**
- **6- O CAPACETE DE CRAVAÇÃO DEVE TER FOLGA DE 1 CM DE CADA LADO DA ESTACA , NÃO PODE FICAR NEM MUITO LARGO E NEM MUITO APERTADO**

ESTACA TIPO PRE-MOLDADA OBSTÁCULOS



ESTACA TIPO PRE-MOLDADA DEGRADAÇÃO ESTRUTURAL DO CONCRETO

Tab. 6.3 Classificação da agressividade do ambiente na durabilidade do concreto (*apud* Comitê Euro-Internacional do Beton, 1993)

CLASSE DE AGRESSIVIDADE	pH	CO ₂ AGRESSIVO em mg/ℓ	AMÔNIA (NH ₄) em mg/ℓ	MAGNÉSIO (Mg) em mg/ℓ	SULFATO (SO ₄) em mg/ℓ	SÓLIDOS DISSOLVIDOS em mg/ℓ
I	> 5,9	< 20	< 10	< 150	< 400	> 150
II	5,9 - 5,0	20 - 30	100 - 150	150 - 250	400 - 700	150 - 50
III	5,0 - 4,5	30 - 100	150 - 250	250 - 500	700 - 1.500	< 50
IV	< 4,5	> 100	> 250	> 500	> 1.500	< 50

Tab. 6.4 Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto (*apud* Ibracon, 2003)

CONCRETO	TIPO	CLASSE DE AGRESSIVIDADE (Tab. 6.3)			
		I	II	III	IV
Relação água/ cimento em massa	Concreto armado	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	Concreto protendido	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45

Dimensionamento Estrutural

Tensão no concreto – 80 a 120 kg/cm²
(depende do fabricante das estacas)

Dimensionamento Geotécnico

Fórmula Decourt-Quaresma

$$\text{Fat} = \frac{(\text{SPT} + 1) \times P \times L}{3}$$

P- perímetro / L- comprimento / A- área

Fponta (14/20/25/40) A x SPT médio

14- argila / 20- silte argiloso / 25- silte arenoso/ 40- areia

Fórmula Aoki Veloso

Ver livro – Urbano Alonso Rodrigues Exercícios de Fundações

CLASSES DE AGRESSIVIDADE X RECOBRIMENTOS

Classes de Agressividade Ambiental

Classe de agressividade	Agressividade	Risco de deterioração da
CAA-I	<i>Fraca</i>	<i>Insignificante</i>
CAA-II	<i>Média</i>	<i>Pequeno</i>
CAA-III	<i>Forte</i>	<i>Grande</i>
CAA-IV	<i>Muito forte</i>	<i>Elevado</i>

Correspondência entre Classe de Agressividade e Recobrimento Nominal

Classe de agressividade ambiental			
I	II	III	IV
25	30 (mm)	40 (mm)	55 (mm)

CORROSÃO

Tab. 6.5 Corrosão (mm) de estacas metálicas em solos, acima e abaixo do lençol freático (*apud* European Standard EN 1993-5, 2003)

VIDA ÚTIL	5 ANOS	25 ANOS	50 ANOS	75 ANOS	100 ANOS
Solos naturais não perturbados	zero	0,30	0,60	0,90	1,20
Solos poluídos e com contaminação industrial	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Solos naturais agressivos (pantanosos, turfosos etc.)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Aterros de solos não compactados	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Aterros de materiais agressivos (cinzas, resíduos etc.) não compactados	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

Os valores para 5 e 25 anos são baseados em medidas, enquanto que os demais são extrapolações.

Tab. 6.6 Corrosão (mm) de estacas metálicas em água doce e água do mar (*apud* European Standard EN 1993-5, 2003)

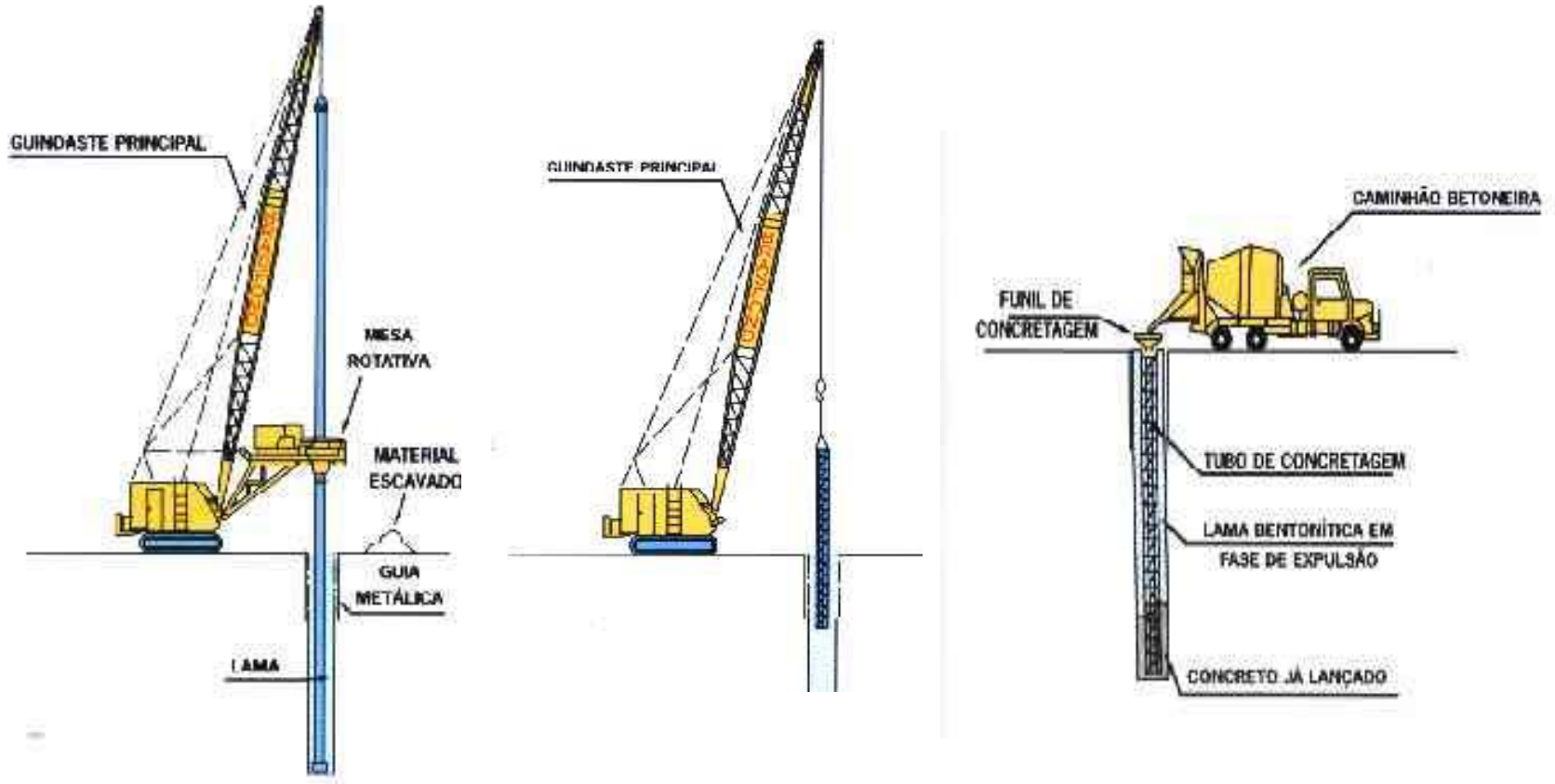
VIDA ÚTIL	5 ANOS	25 ANOS	50 ANOS	75 ANOS	100 ANOS
Água doce (rios, canais etc.) na zona de alto ataque (linha de água)	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Água doce muito poluída (efluentes industriais, esgoto etc.) na zona de alto ataque (linha de água)	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Água do mar em clima temperado nas zonas de alto ataque (zonas de maré baixa e respingo)	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Água do mar em clima temperado nas zonas de imersão permanente ou de variação de maré	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50

Os valores para 5 e 25 anos são baseados em medidas, enquanto que os demais são extrapolações.

ESTACA TIPO PERFIL METALICO



ESTACA ESCAVADA

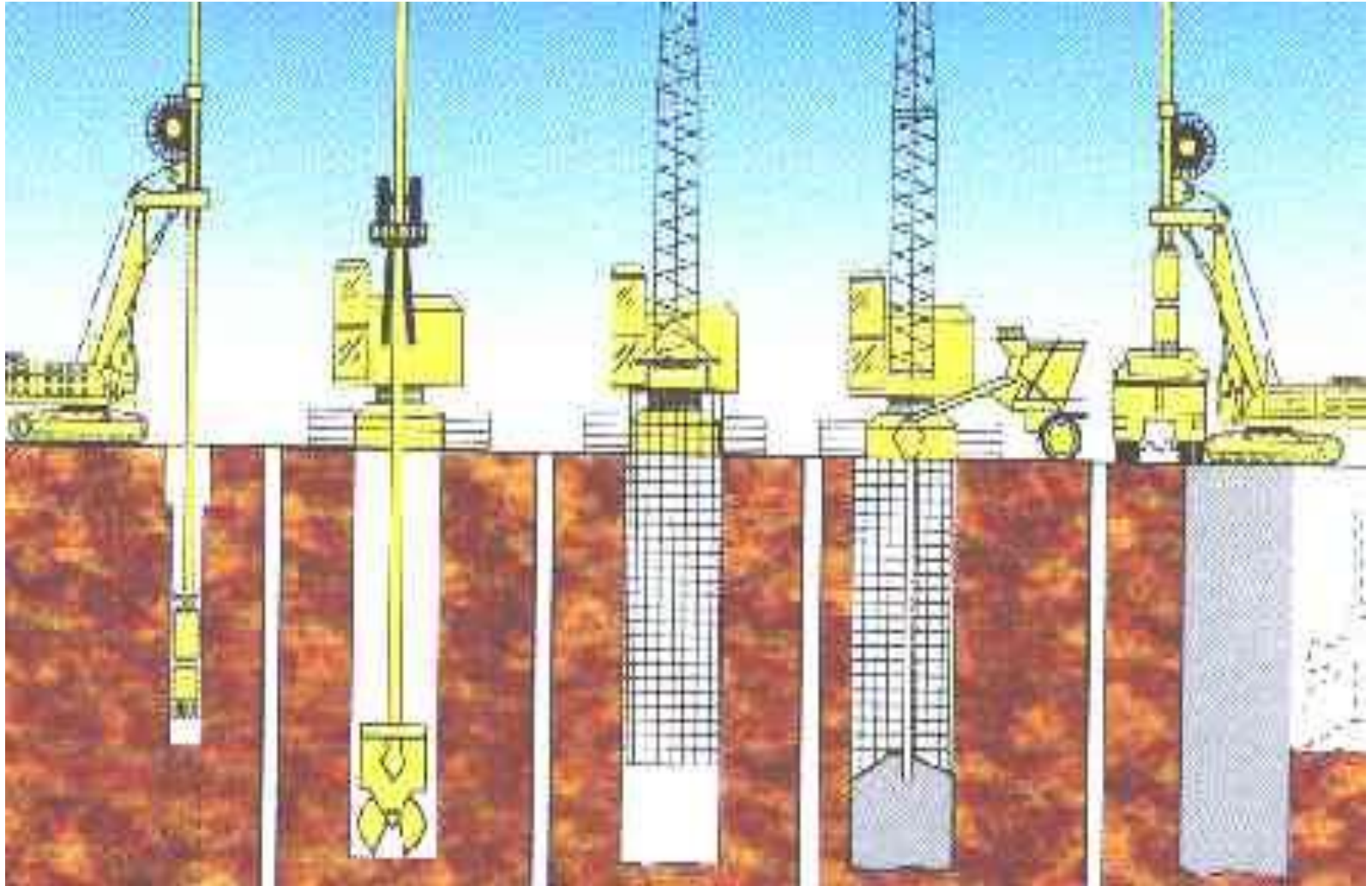


CONJUNTO DE EQUIPAMENTOS P/ ESTACA ESCAVADA C/ LAMA





ESTACA ESCAVADA/BARRETE



ESTACA BARRETE



ESTACA ESCAVADA/BARRETE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

- 1- O CONCRETO DEVE SER ESPECIFICADO EM DE ACORDO COM O MANUAL DA ABEF E DE ACORDO COM O EXECUTOR DAS ESTACAS.**
- 2- CONTROLAR A VERTICALIDADE COM PRUMO OU SENSOR DE VERTICALIDADE, E LOCAÇÃO DA ESTACA.**
- 3- CONTROLE RIGOROSO DO TEOR DE AREIA NA LAMA DE ESCAVAÇÃO.**
- 4- LIMPEZA DO FUNDO DO FURO COM TROCA DE LAMA.**
- 5- CONTROLE DA SUBIDA DO CONCRETO O VOLUME DEVE ESTAR SEMPRE MAIOR QUE A PERFURAÇÃO.**
- 6- TUBO DE CONCRETAGEM SEMPRE DEVE ESTAR EMBUTIDO NO CONCRETO POR 2,00 M.**
- 7- AS ESTACAS PERFURADAS DE UM MODO GERAL DEVEM TER A SUA CONCRETAGEM SEMPRE EM ATO CONTINUO A DA PERFURAÇÃO, NUNCA DEIXAR PARA O DIA SEGUINTE.**

ESTACA ESCAVADA A SECO

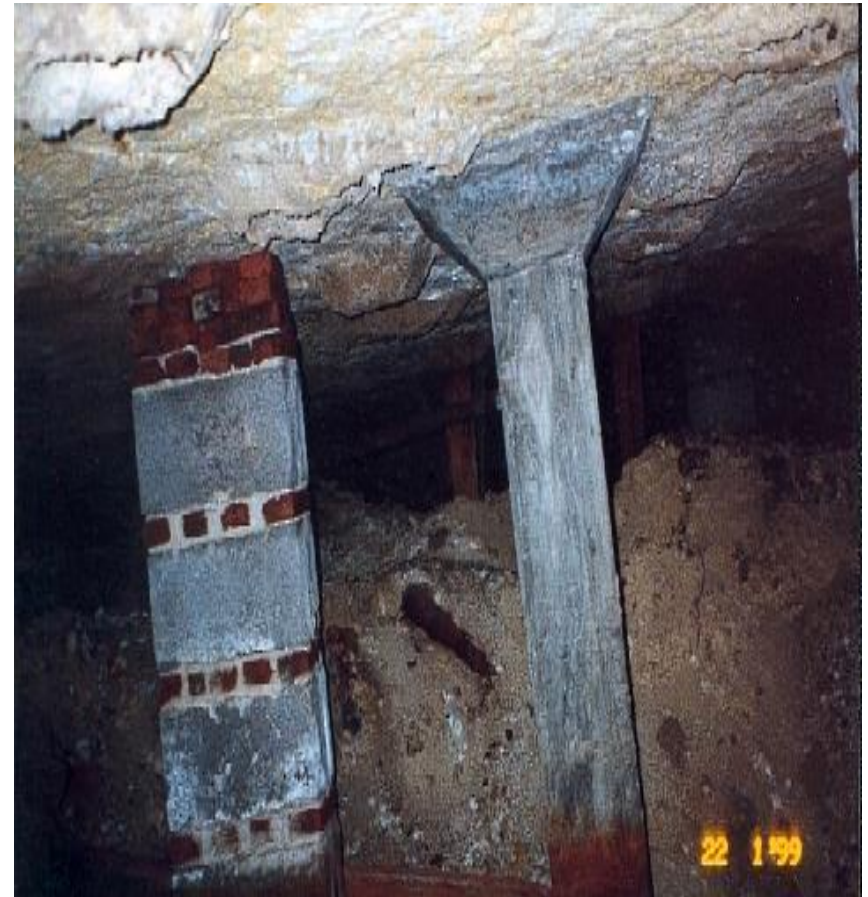
-



ESTACA ESCAVADA A SECO



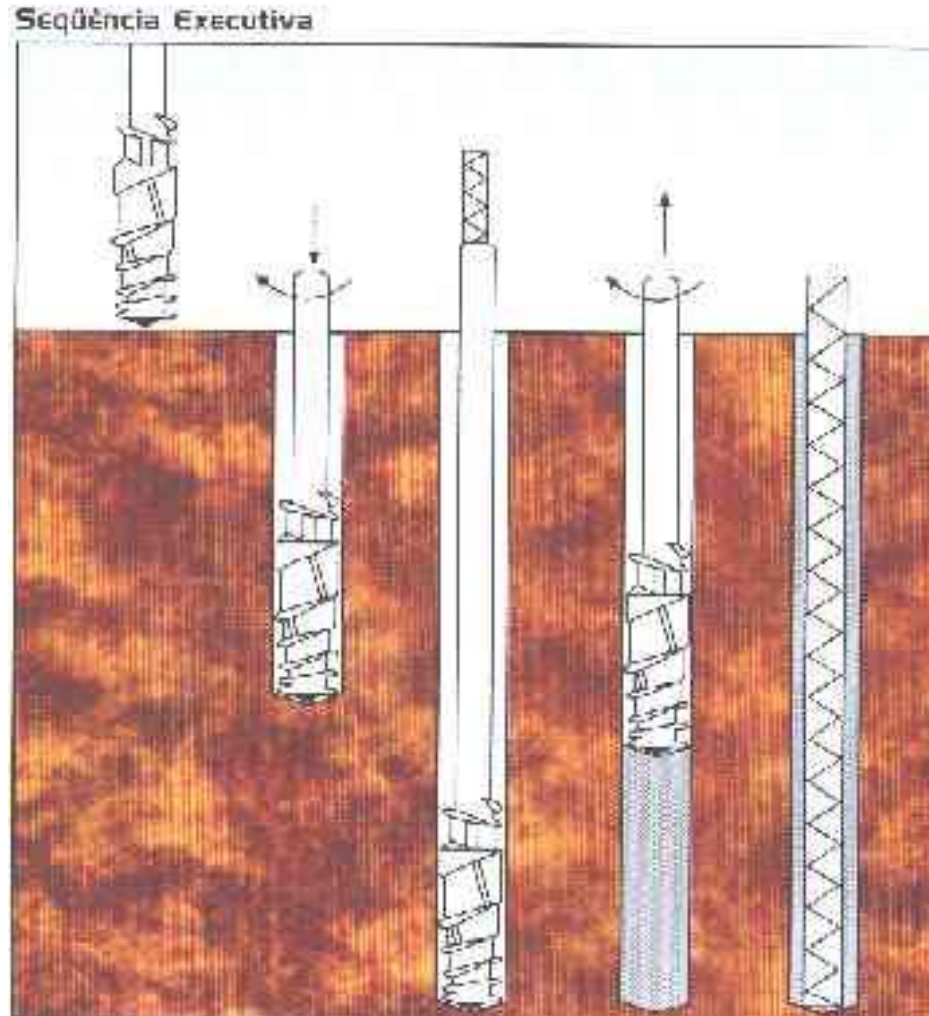
ESTACA DE MADEIRA



ESTACA DE MADEIRA PREVENÇÃO

- COMO RECOMENDAÇÃO DE PROJETO, PARA ESTACAS DE MADEIRA TOTALMENTE ENTERRADAS NO SOLO DEVE SER USADOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO ATÉ UMA COTA QUE GARANTA QUE A VARIAÇÃO DO NIVEL D'ÁGUA NÃO AFETARÁ AS ESTACAS.
- NA ZONA DE VARIAÇÃO ESTABELECE-SE O ATAQUE DE FUNGOS E DEGRADAÇÃO DA PEÇA DE MADEIRA

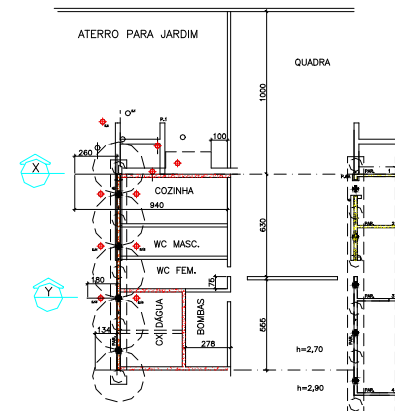
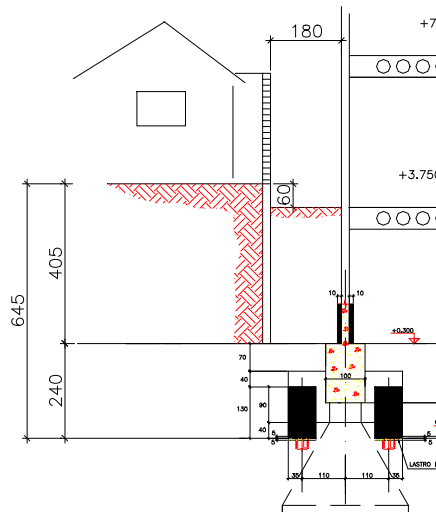
ESTACAS TIPO ÔMEGA



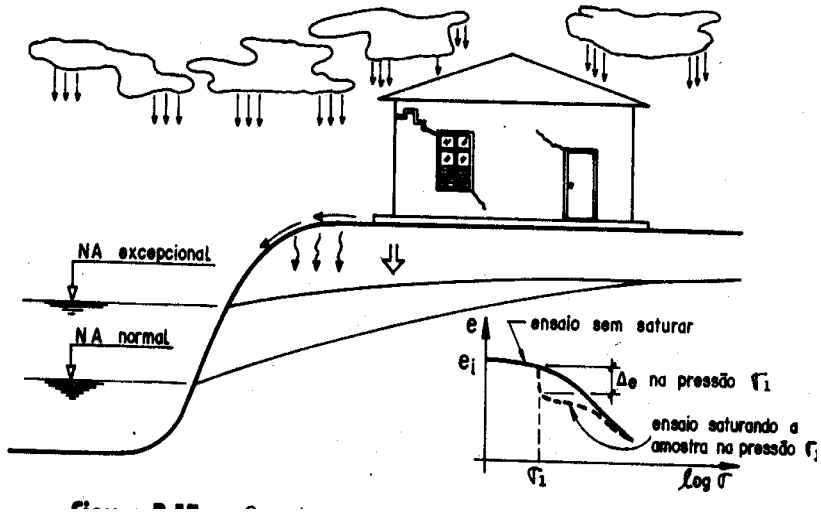
4-PATOLOGIAS DOS SOLOS E MEIO AMBIENTE

- **ERROS DE PROJETO**
- **SOLOS COLAPSSÍVEIS**
- **MOVIMENTAÇÃO DE ARRIMOS E ATERROS**
- **REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO**
- **ATRITO NEGATIVO**
- **CARREAMENTO DE FINOS**
- **DEFICIÊNCIA DE SONDAGENS**
- **CAMADAS COMPRESSÍVEIS**
- **PROXIMIDADE DE ARVORES**
- **PROXIMIDADE DE FORMIGUEIROS**
- **MUDANÇA DE UTILIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO- pós construção**
- **DEFORMAÇÃO DE CONTENÇÕES PRÓXIMAS- pós construção**
- **DEFORMAÇÃO DE CONTENÇÕES DA PRÓPRIA OBRA-pós construção**
- **GEOMETRIA COMPLEXAS**
- **SOLOS AGRESSIVOS**
- **SOLOS CÁRSTICOS**
- **SOLOS EXPANSIVOS**

ERROS DE PROJETO

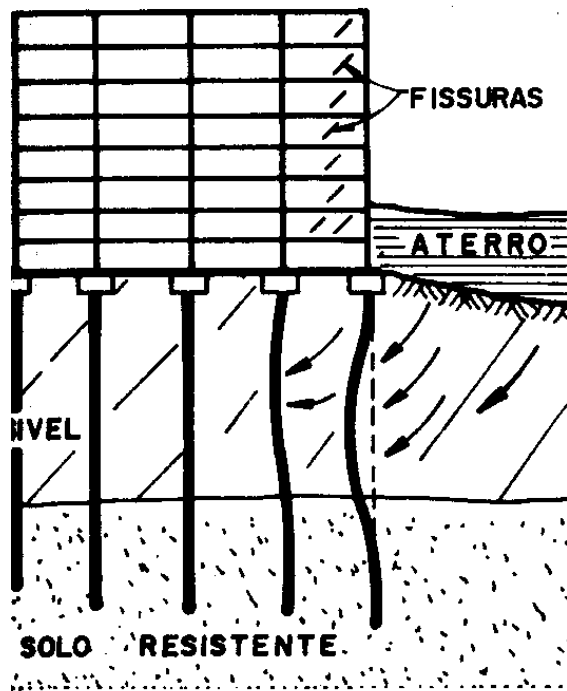


SOLOS COLAPSÍVEIS

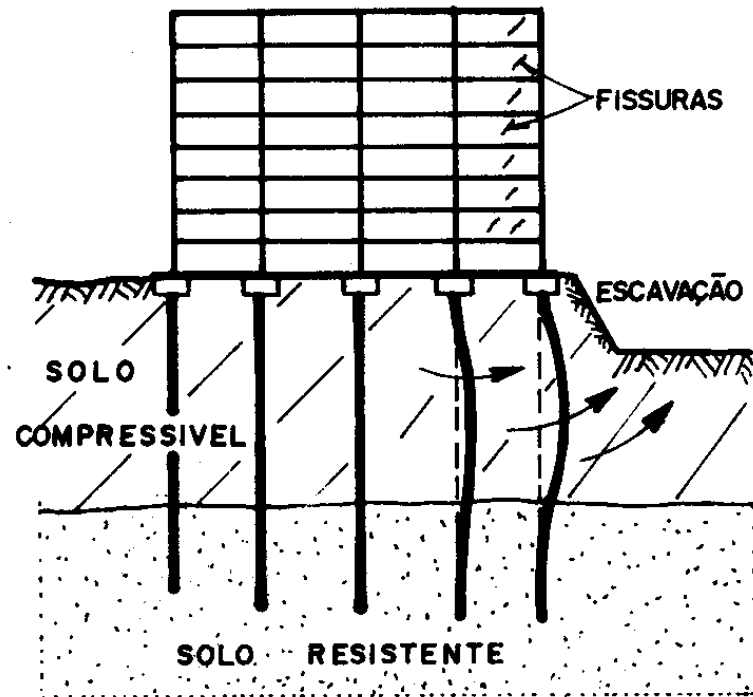


MOVIMENTAÇÃO DE ARRIMOS E ATERROS EFEITO TSCHEBOTARIOFF

- CASO DE UBATUBA (b)



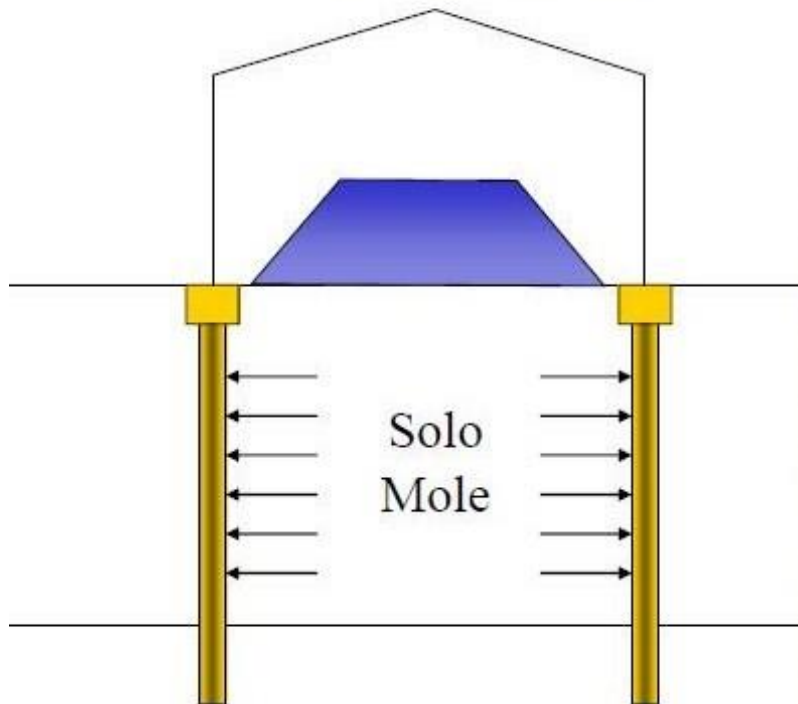
(a)



(b)

EFEITO TSCHEBOTARIEFF

Problemas Envolvendo os Mecanismos de Itera. Solo-Estrutura



Efeito *Tschebotarioff*



MOVIMENTAÇÃO DE ARRIMOS E ATERROS

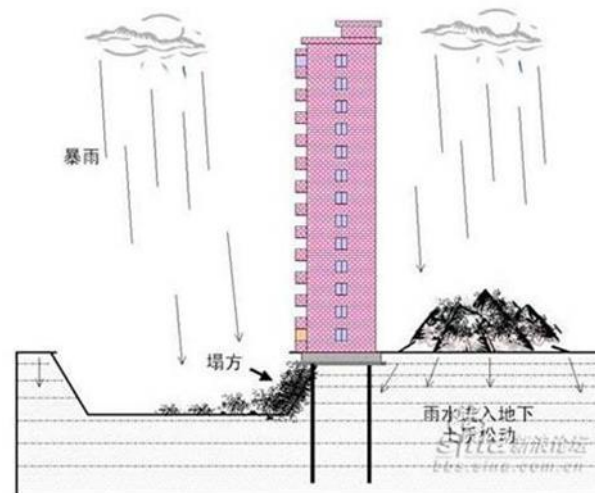
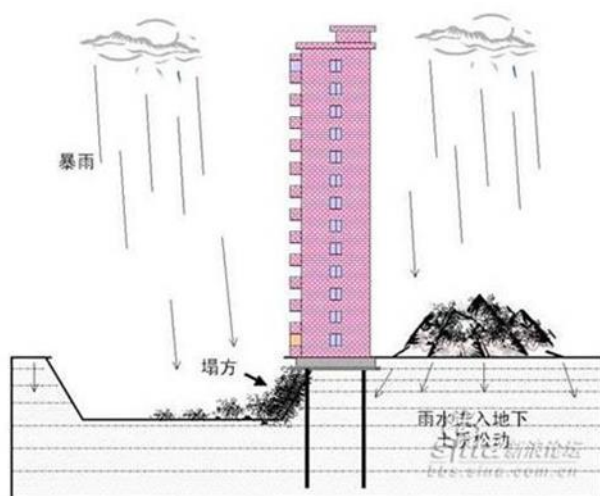
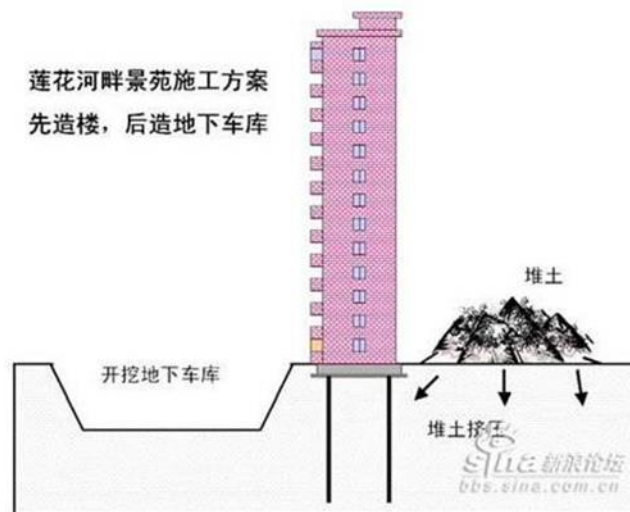




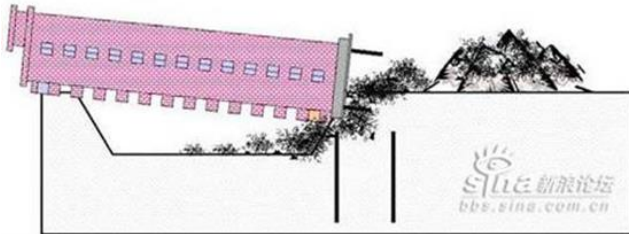
美丽的
莲花河畔景苑大楼
是怎样倒塌的



莲花河畔景苑施工方案
先造楼，后造地下车库



创造世界房屋倒塌奇迹



REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

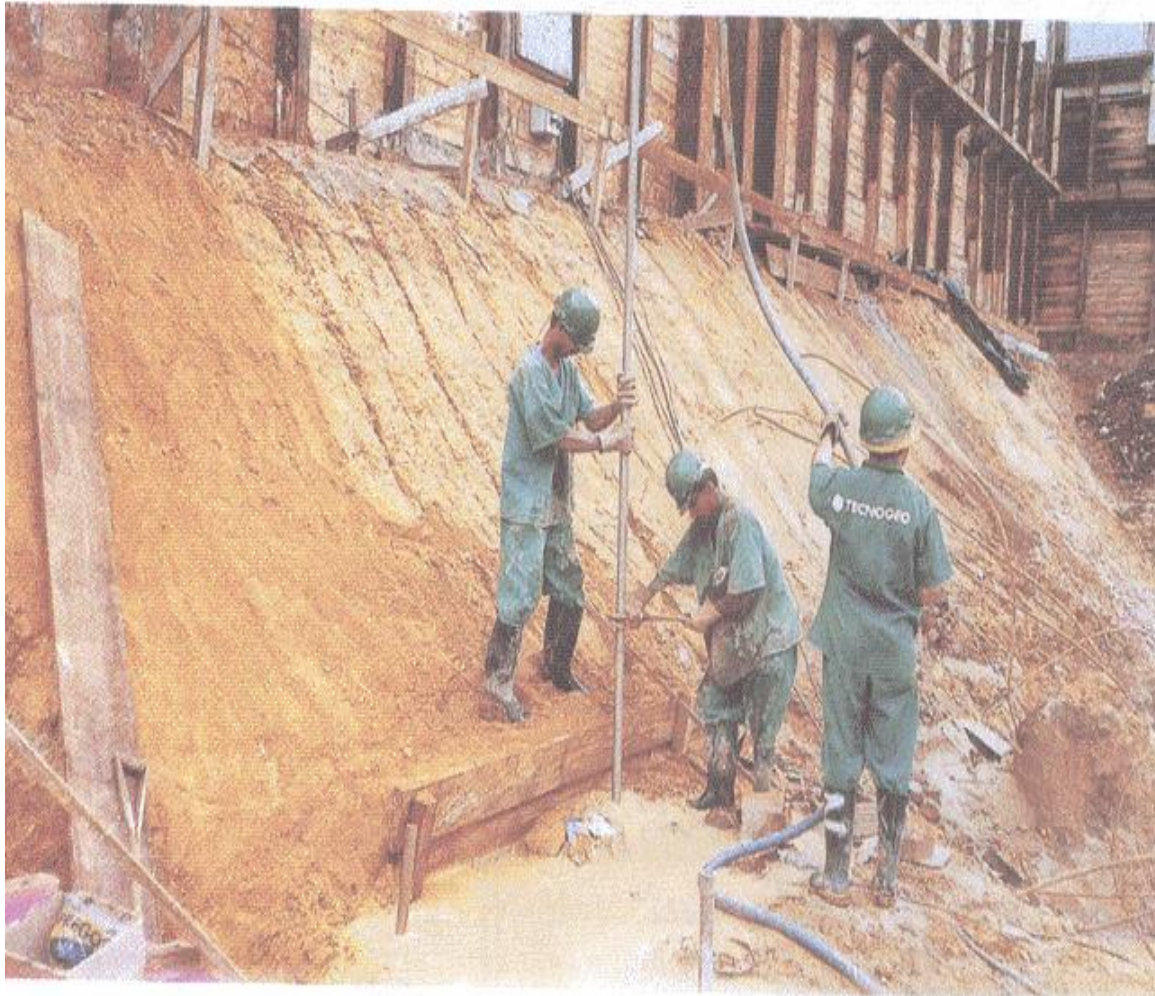
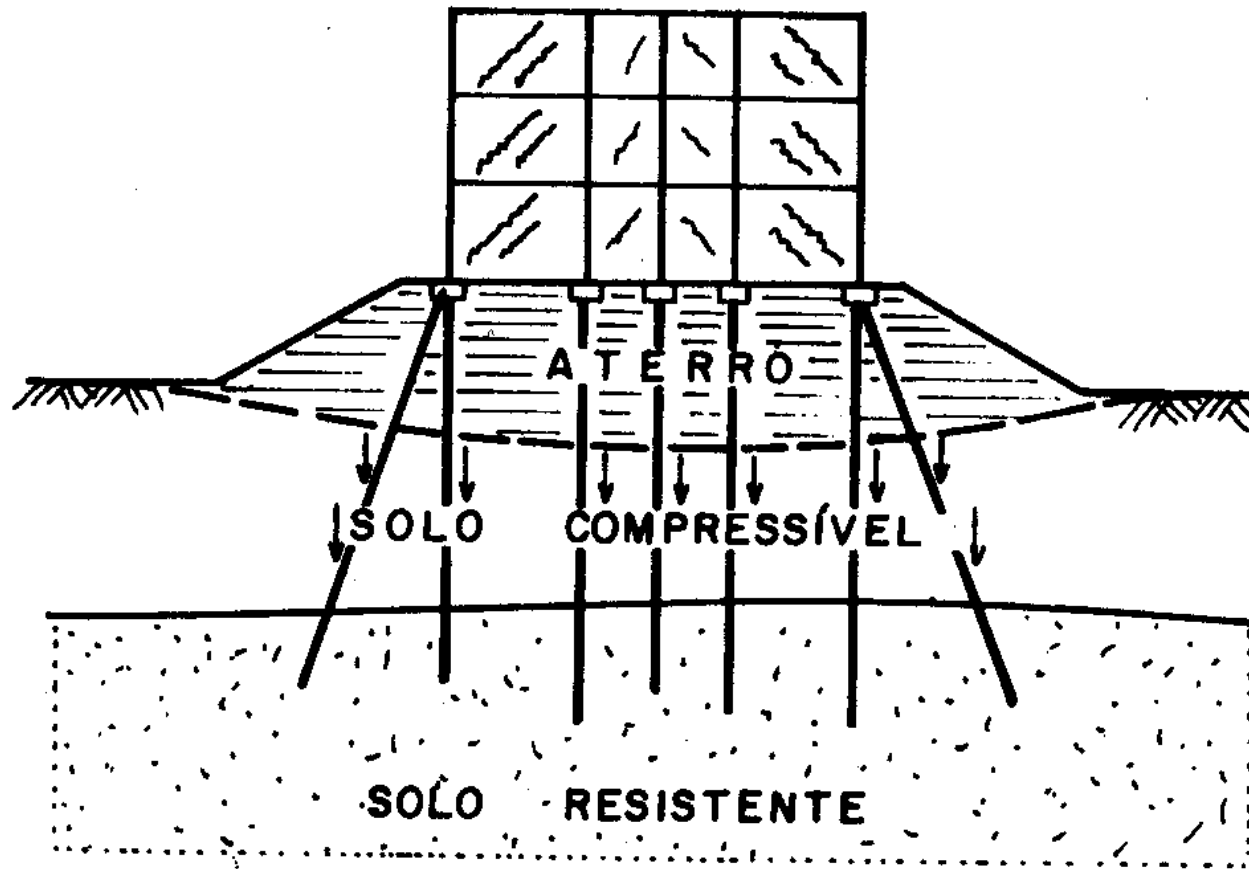


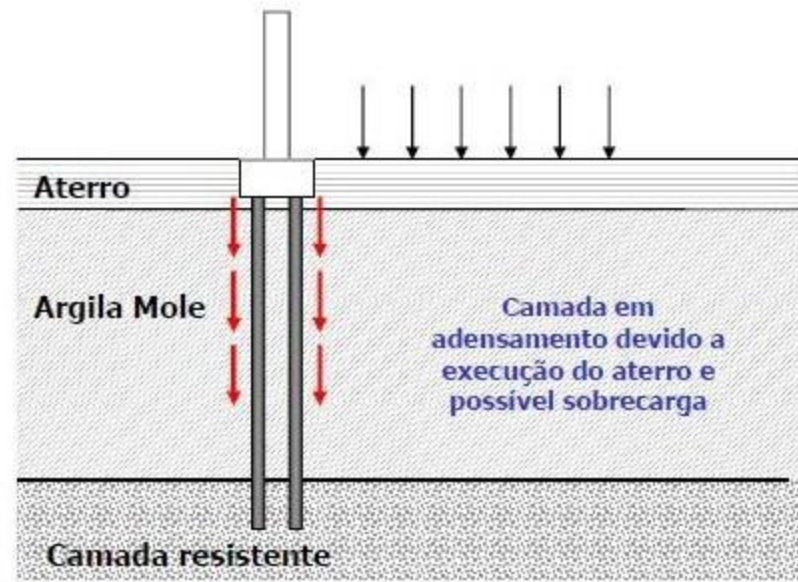
Foto 2.4 - Instalação de ...

ATRITO NEGATIVO

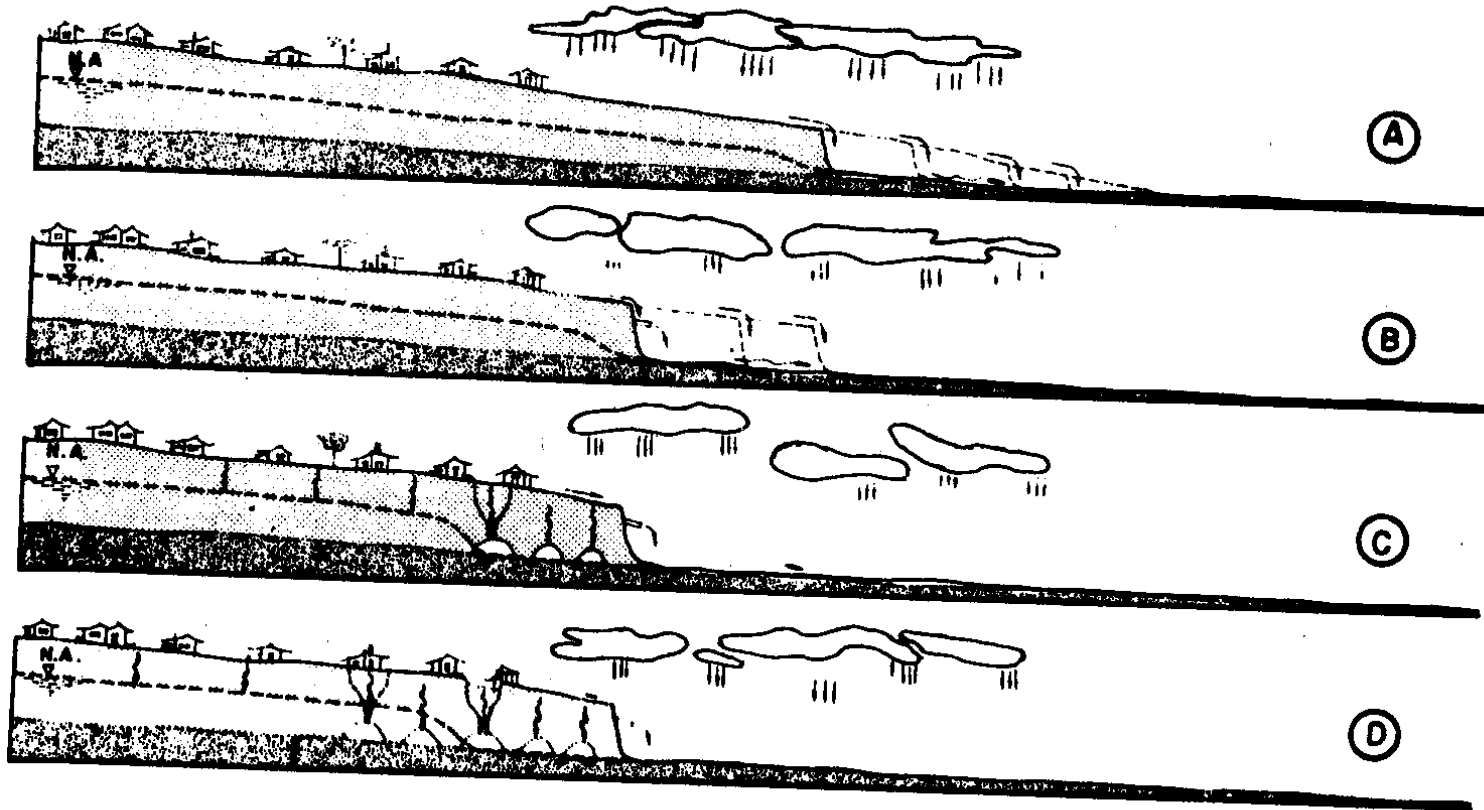


ATRITO NEGATIVO

Problemas Envolvendo os Mecanismos de Itera. Solo-Estrutura



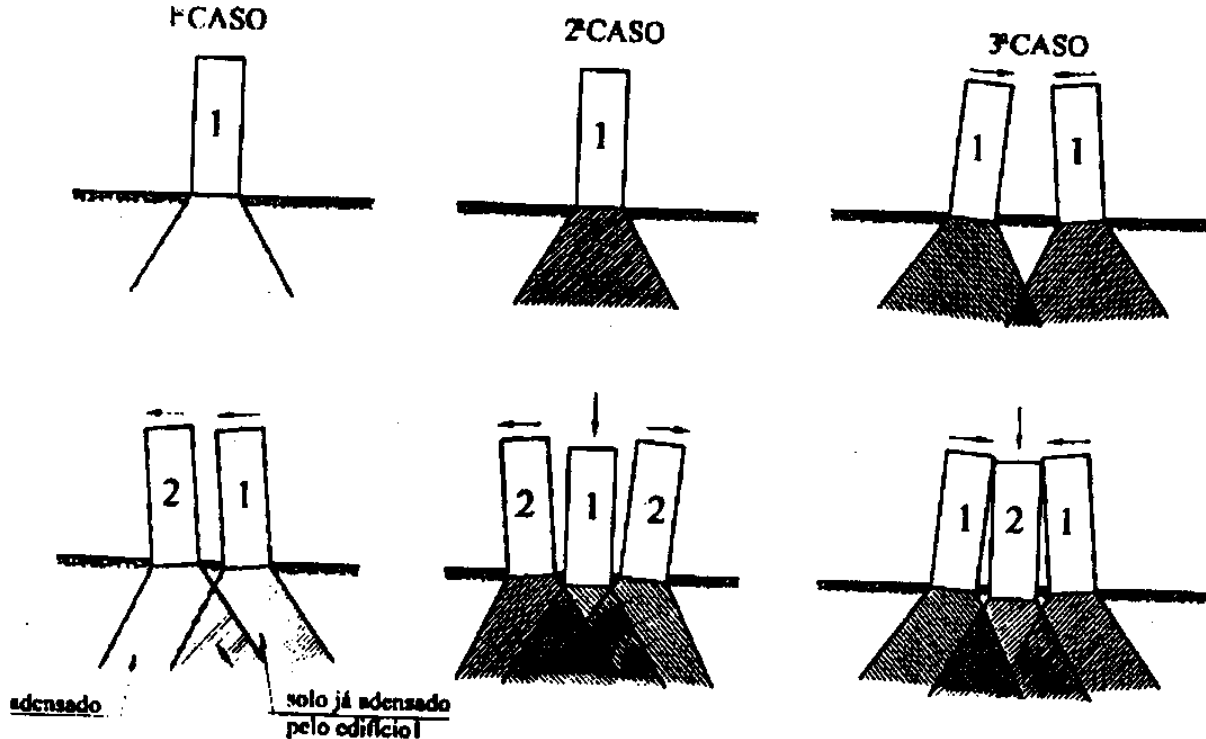
CARREAMENTO DE FINOS



DEFICIÊNCIA DE SONDAGENS



CAMADAS COMPRESSÍVEIS



(b) Construções sucessivas (os números indicam a ordem de execução)

2.2: Inclinação de construções sucessivas

Estacas com diâmetro mínimo de 26 cm para combater efeito de flambagem

SOLOS COMPRESSÍVEIS SANTOS

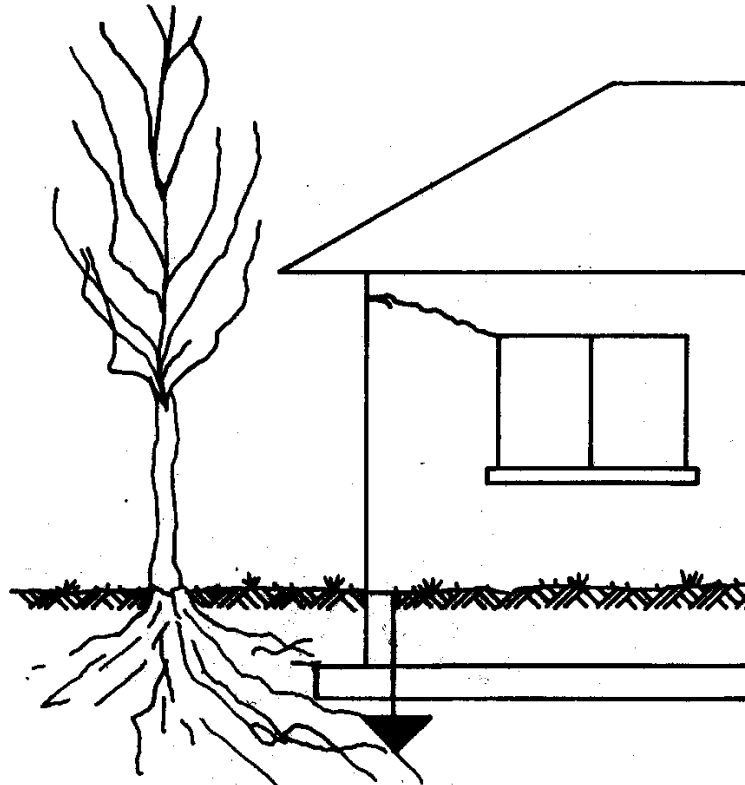


SOLOS COMPRESSÍVEIS SANTOS



PROXIMIDADE DE ÁRVORES

PROXIMIDADE DE FORMIGUEIROS

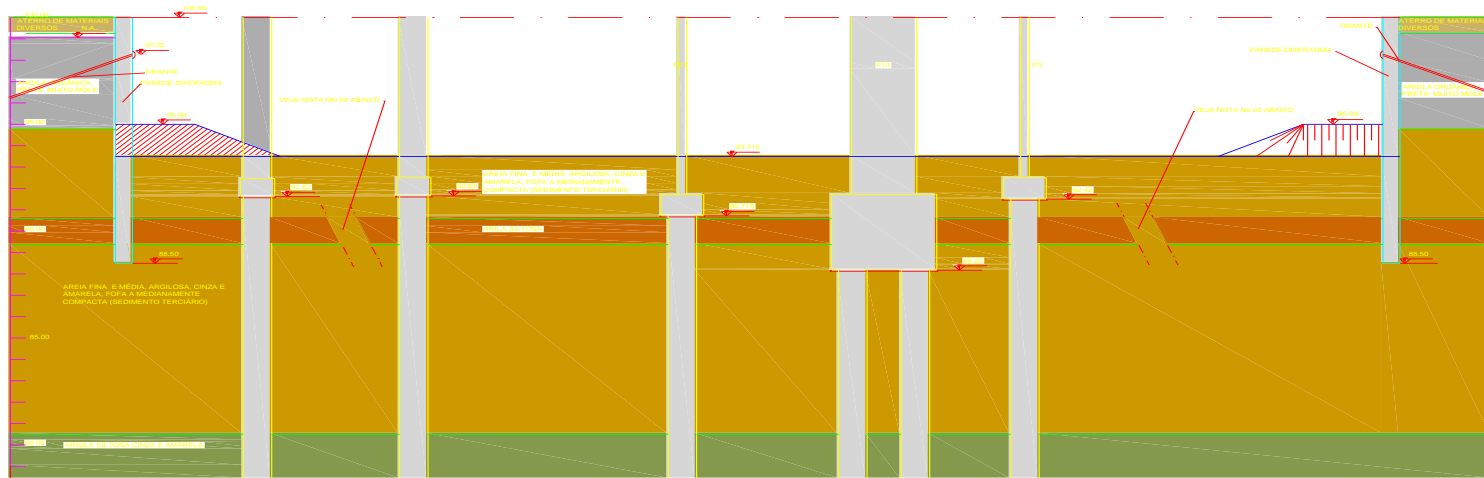


Arvores = levantamentos por raízes, ou mudança do teor de umidade
Formigueiros = aumento do índice de vazios do terreno

EFEITO DE ESCAVAÇÕES / SUBSOLOS

- O EFEITO DE ESCAVAÇÕES / SUBSOLO SEGUNDO ESTUDOS DE UNIVERSIDADES EUROPEIAS SE ESTENDEM POR 1 A 2 X A DISTANCIA DAS ESCAVAÇÕES

EVENTOS POS CONSTRUÇÃO



EFEITO DE ESCAVAÇÃO /SUBSOLO



EVENTOS APÓS CONSTRUÇÃO

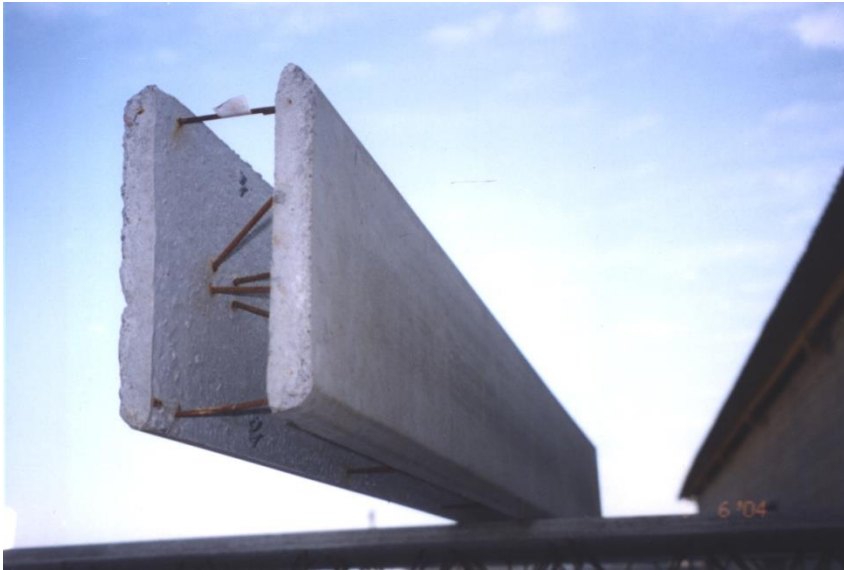




EVENTOS APÓS CONSTRUÇÃO



EVENTOS APÓS CONSTRUÇÃO

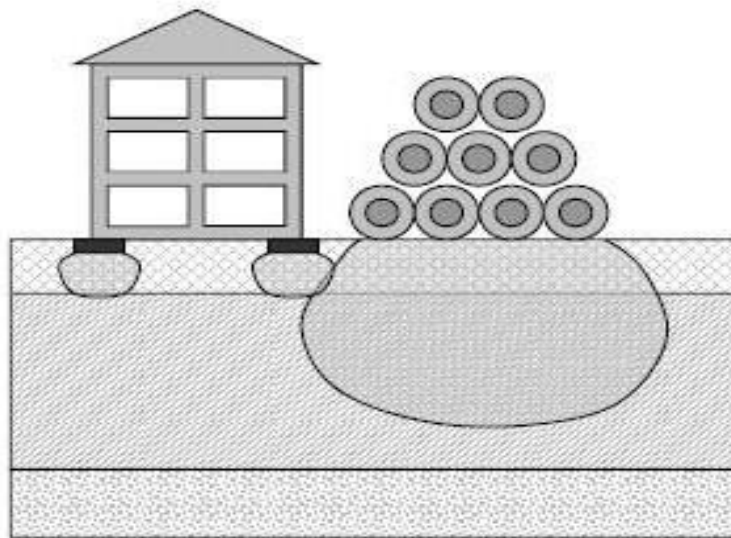


EVENTOS APÓS CONSTRUÇÃO

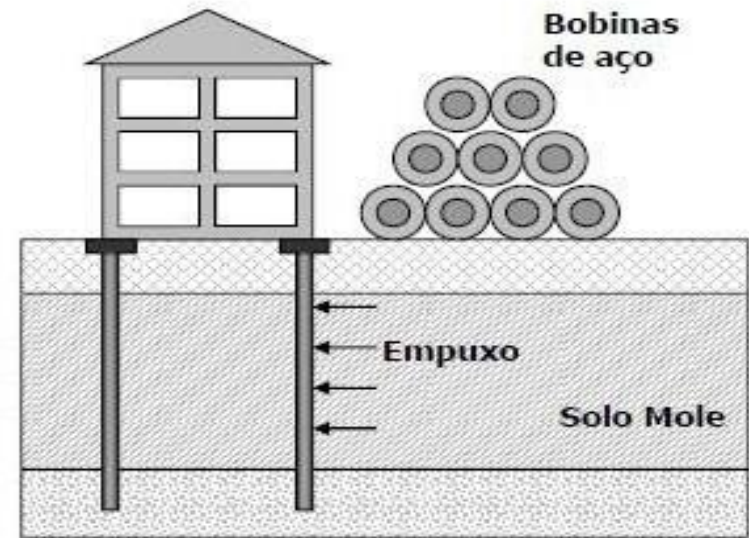


POS CONCLUSÃO

Eventos Pós-conclusão



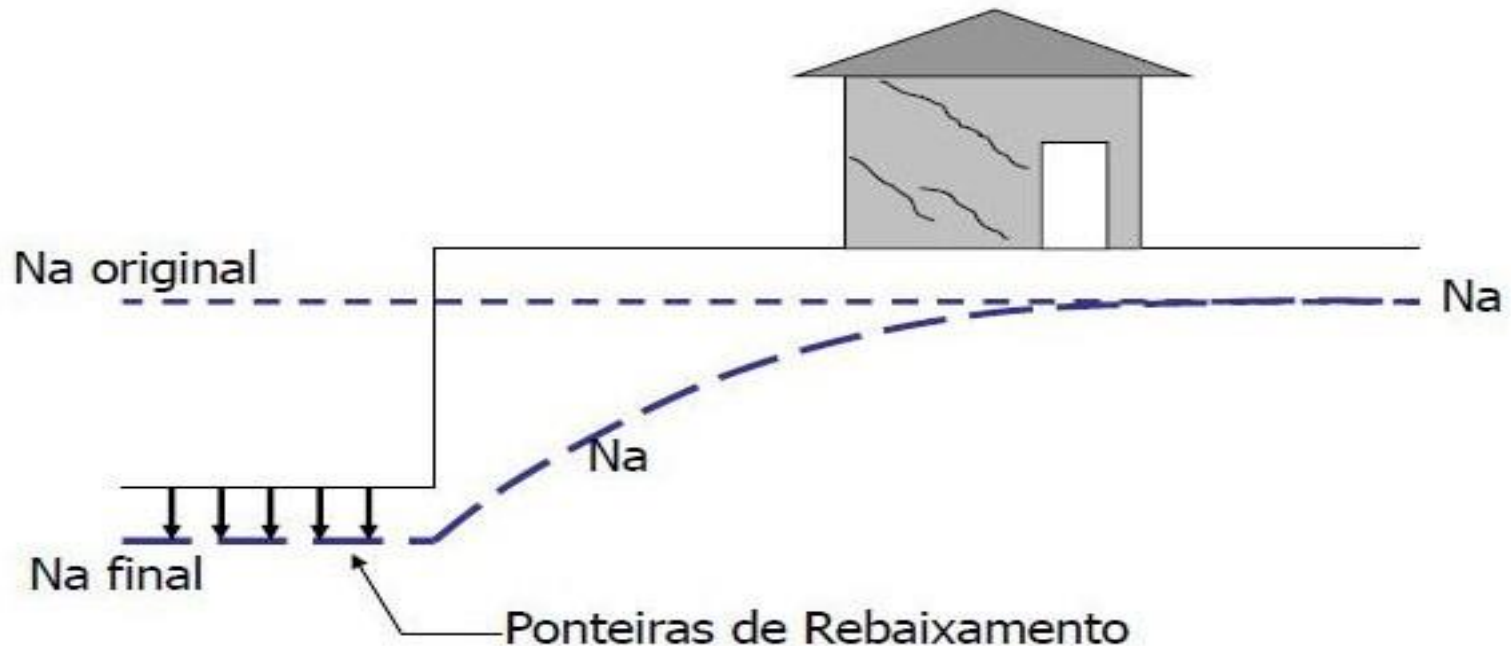
- Recalques
- Afundamento de pavimento
- Ruptura de tubulações



- Carregamento horizontal nas estacas
- Atrito negativo

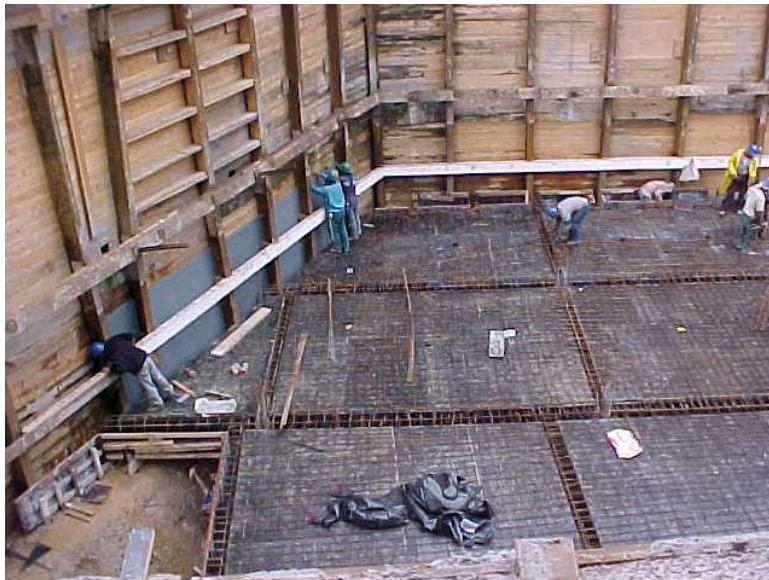
POS CONCLUSÃO

Eventos Pós-conclusão

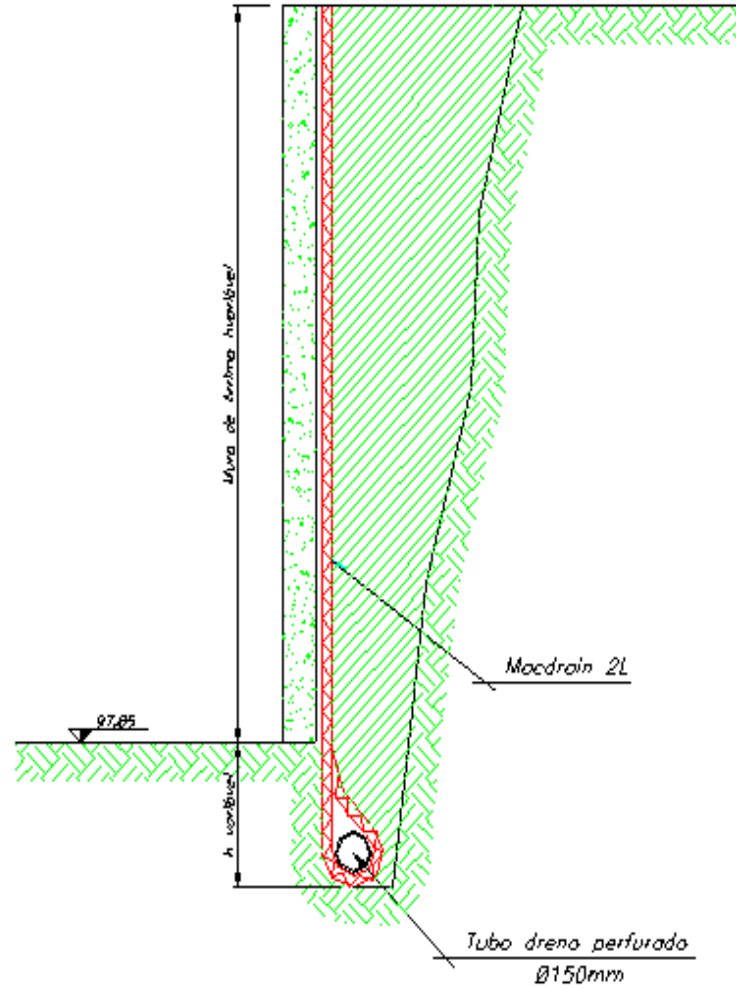


Recalque diferencial provocado pelo **rebaixamento do lençol freático**

EVENTOS APÓS CONSTRUÇÃO



Secção Tipo
(Drenagem Vertical)
Esc: 1/50



DEFORMAÇÃO DE CONTENÇÕES PRÓXIMAS DA OBRA OU DA PRÓPRIA OBRA



SOLOS AGRESSIVOS E EXPANSIVOS

1- MAIOR RISCO PARA ESTACAS MUITO ARMADAS (RAIZ PRINCIPALMENTE) OU CUJO ELEMENTO AGRESSOR ATINJA O CONCRETO

2- ESTACAS METÁLICAS

3- SOLOS EXPANSIVOS –

3.1 ISOLAR A FUNDAÇÃO ,

3.2-REFORÇAR A FUNDAÇÃO PARA RESSISTIR A EXPANSÃO e

3.3-ELIMINAR OS EFEITOS DA ESPANSÃO
MAIS COMUM ITEM 3.1 COM ISOPOR

REGIÃO CARSTICA

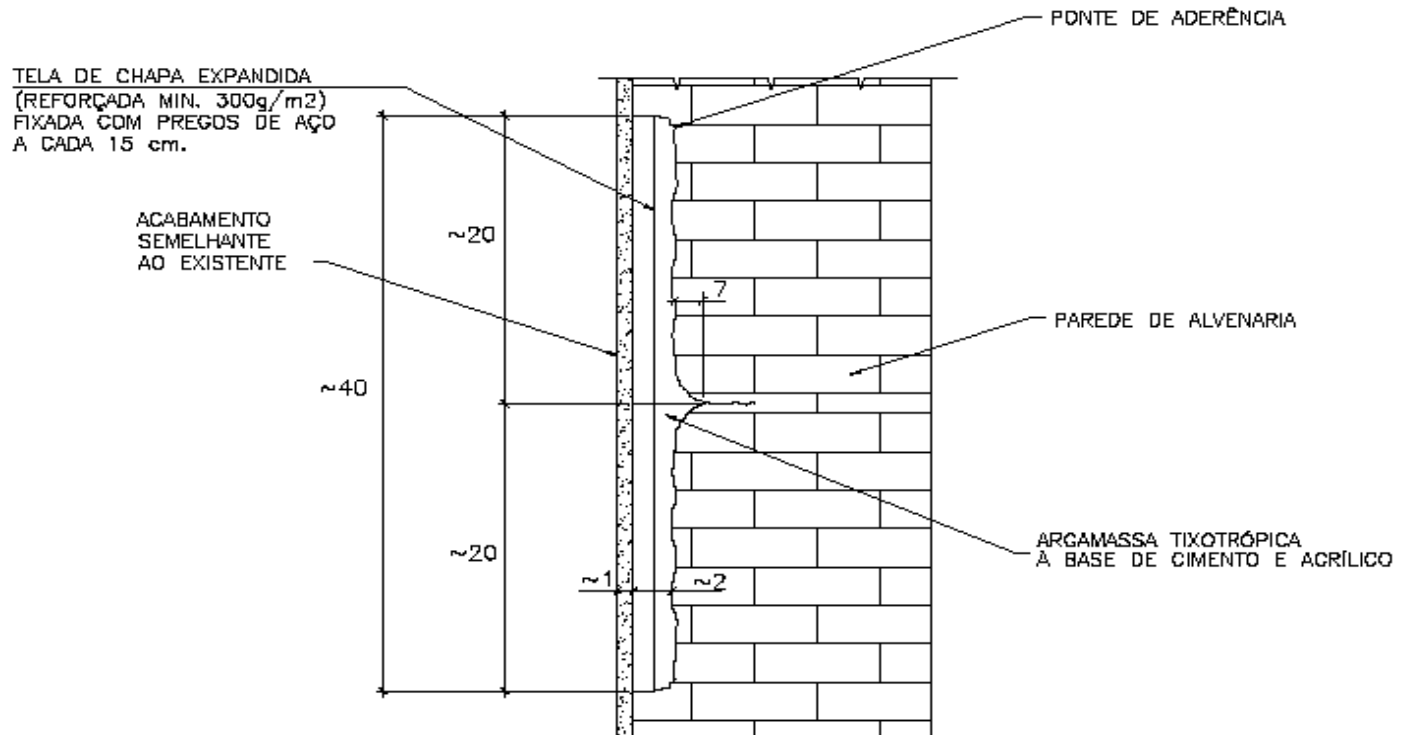
- Em antigas minerações de rochas calcárias , normalmente com formação de cavernas por decomposição da rocha por infiltração de água

5- PROPOSTAS DE SOLUÇÃO- REFORÇOS

- ESTACAS TIPO MEGA
- ESTACAS TIPO RAIZ
- TUBULÕES / SAPATAS
- SUBMURAÇÃO / CALÇAMENTOS
- JET GRAUTING
- CONGELAMENTO DO SOLO E MAQUEAMENTO

REPARO DE ALVENARIA

TRATAMENTO DE FISSURAS EM ALVENARIAS



REPARO DE ALVENARIA

ROTEIRO DE EXECUÇÃO

- 1 – DELIMITAÇÃO COM DISCO DE CORTE DE UMA FAIXA DE 40cm AO LONGO DA FISSURA.
- 2 – ABRIR AO LONGO DA FISSURA UM SULCO E ESCAREAR UMA FAIXA DE ~40cm, CONFORME DETALHE.
- 3 – FIXAR A TELA DE CHAPA EXPANDIDA
- 4 – LIMPAR AS SUPERFÍCIES E UMEDECÊ-LAS.
- 5 – PINTAR A SUPERFÍCIE A PONTE DE ARDERÊNCIA NO TRAÇO EM VOLUME:
1 PARTE DE ÁGUA
1 PARTE DE RESINA ACRÍLICA
3 PARTES DE CIMENTO PORTLAND COMUM OU COMPOSTO, CLASSE 32
- 6 – APLICAR A ARGAMASSA TIXOTRÓPICA À BASE DE CIMENTO E ACRÍLICO.
- 7 – APLICAR O ACABAMENTO APÓS A CURA TOTAL DA ARGAMASSA.
- 8 – CASO A FISSURA SEJA PASSANTE O PROCEDIMENTO ACIMA SE FARÁ PELOS 2 LADOS DA ALVENARIA.

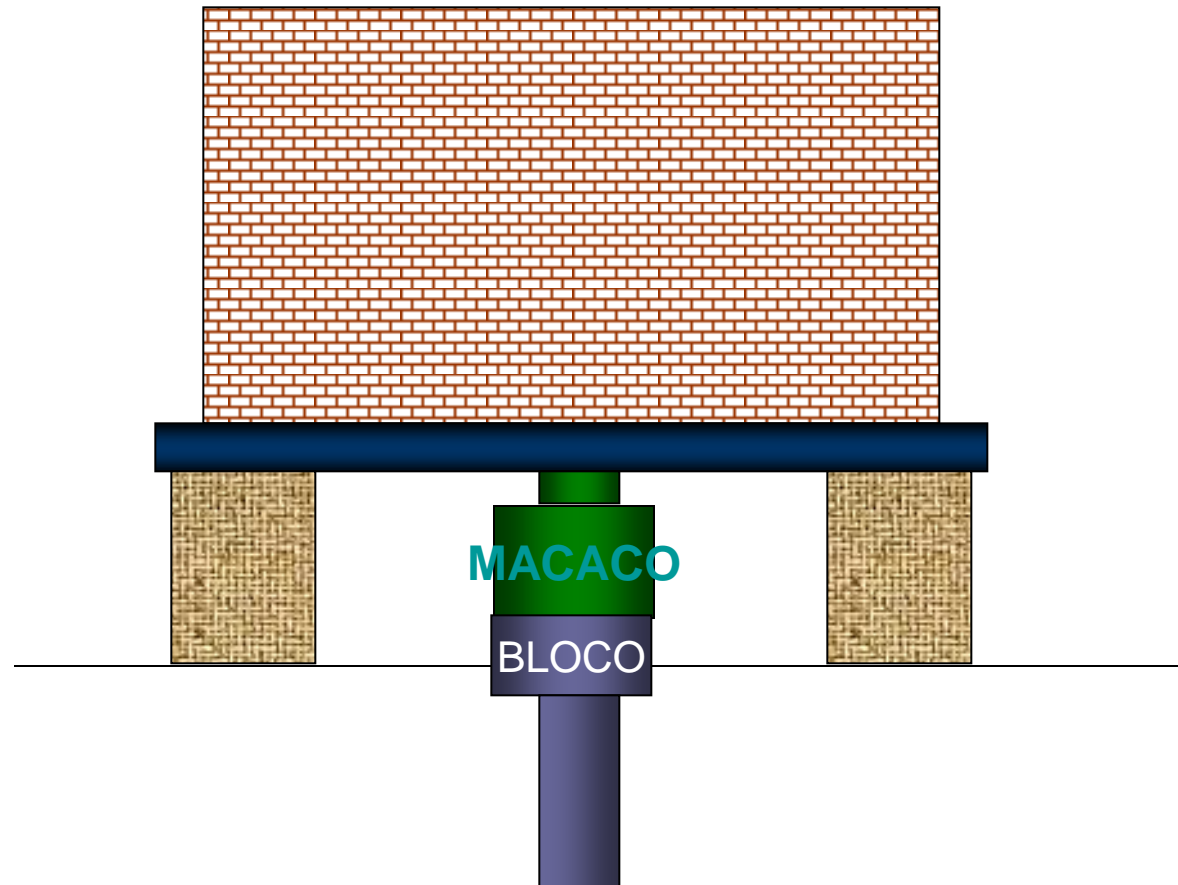
ESTACAS TIPO MEGA



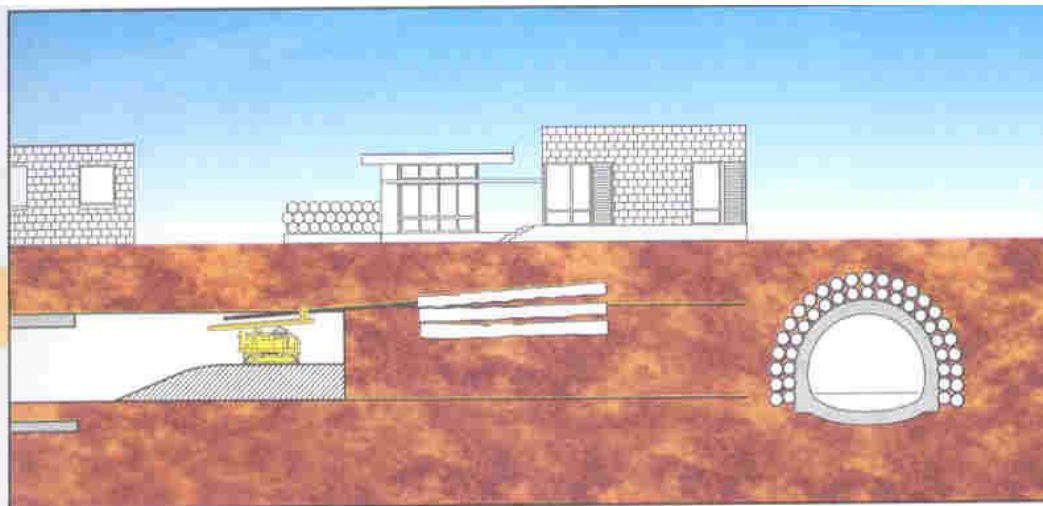
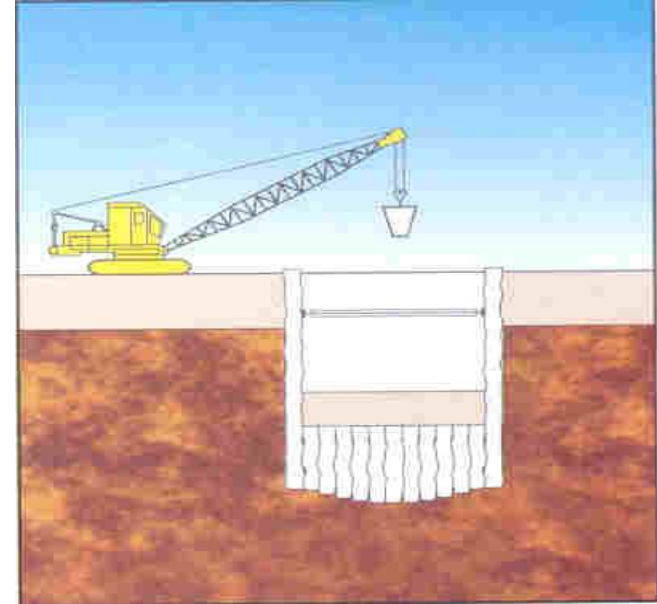
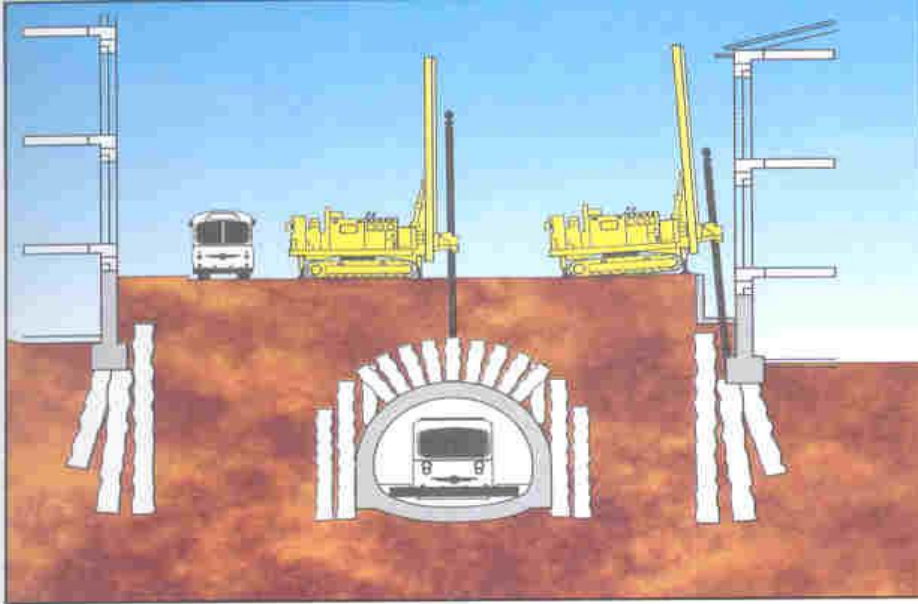
ESTACA TIPO MEGA



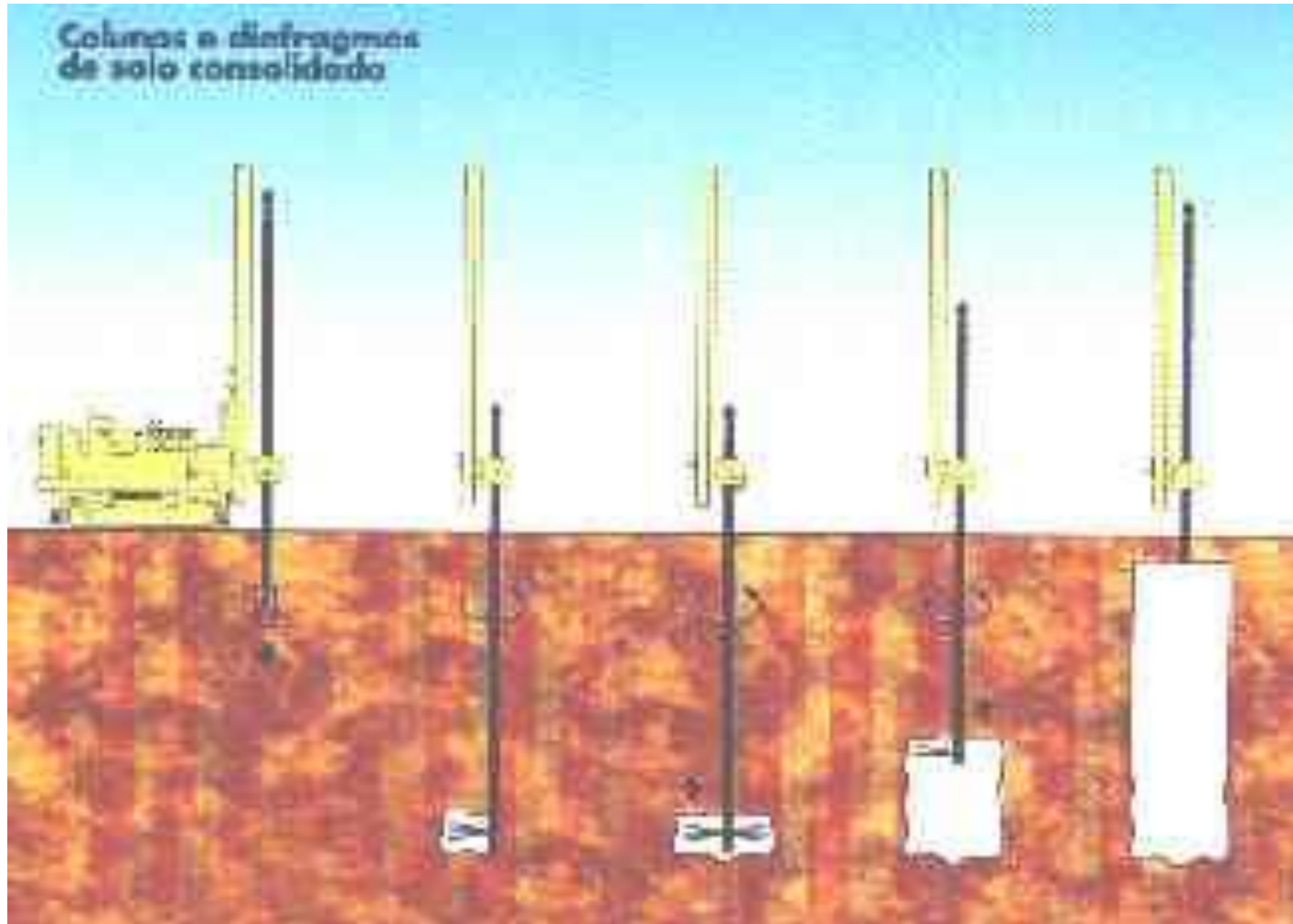
MACAQUEAMENTO / MEGA



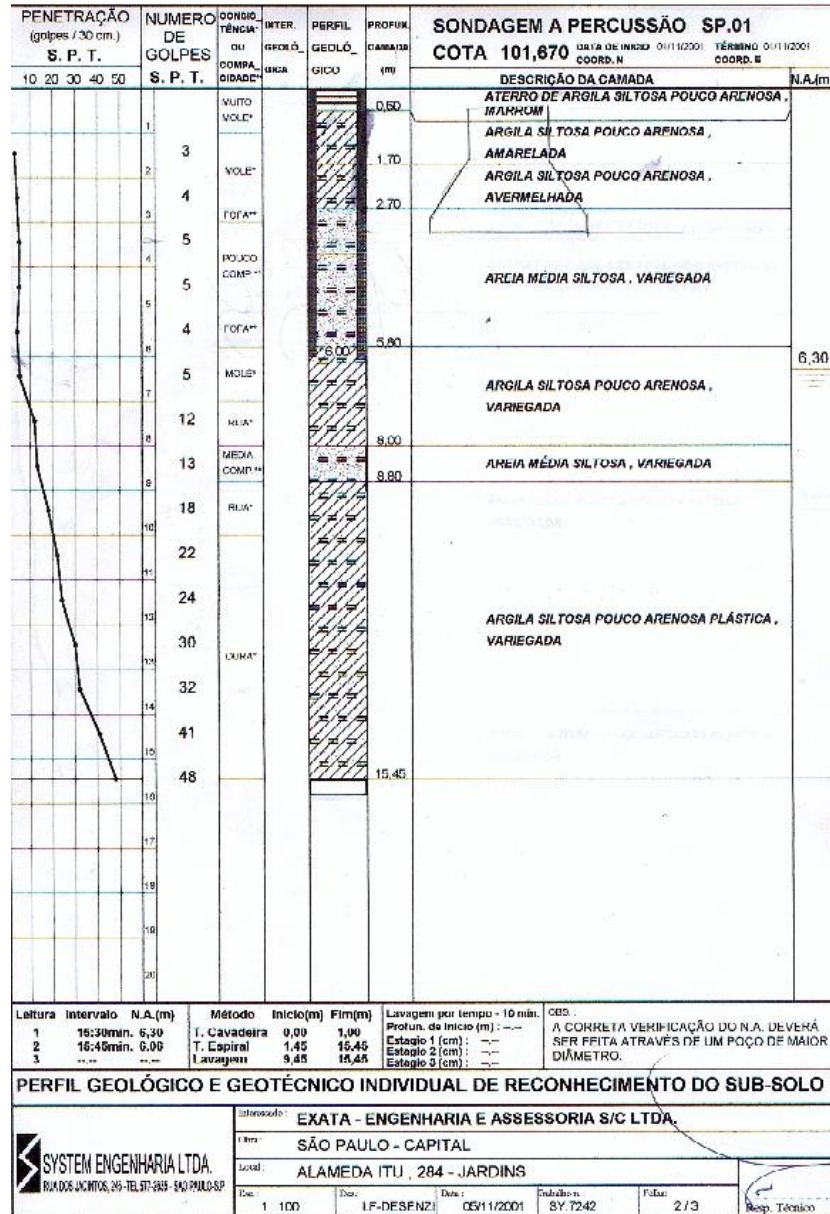
JET GRAUTING



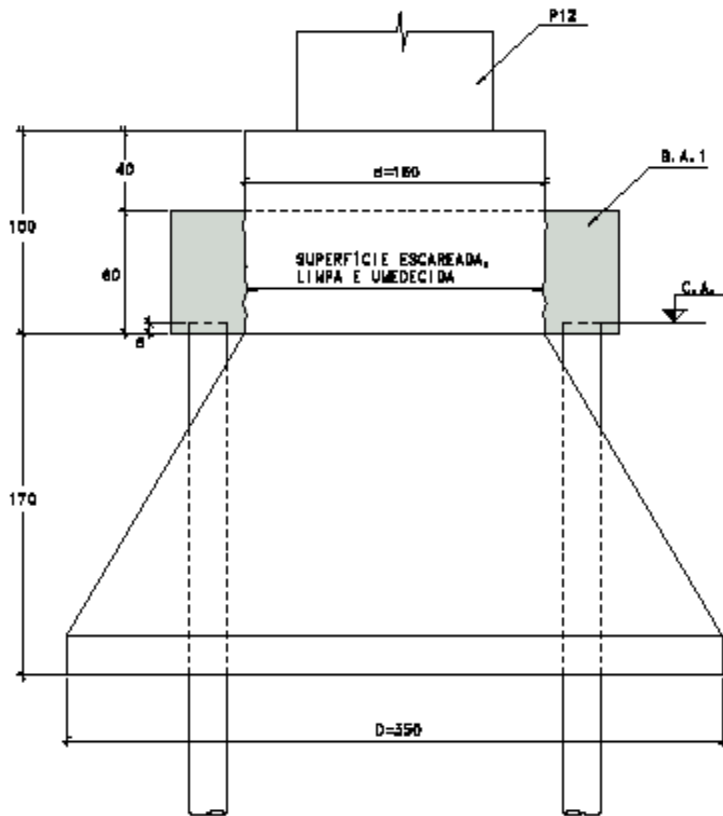
JET GRAUTING



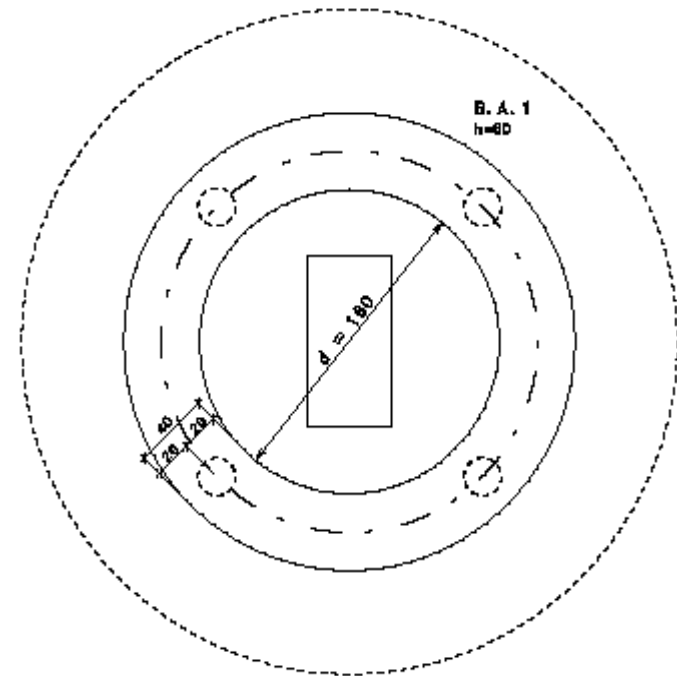
REFORÇO TUBULÕES C/ RAIZ



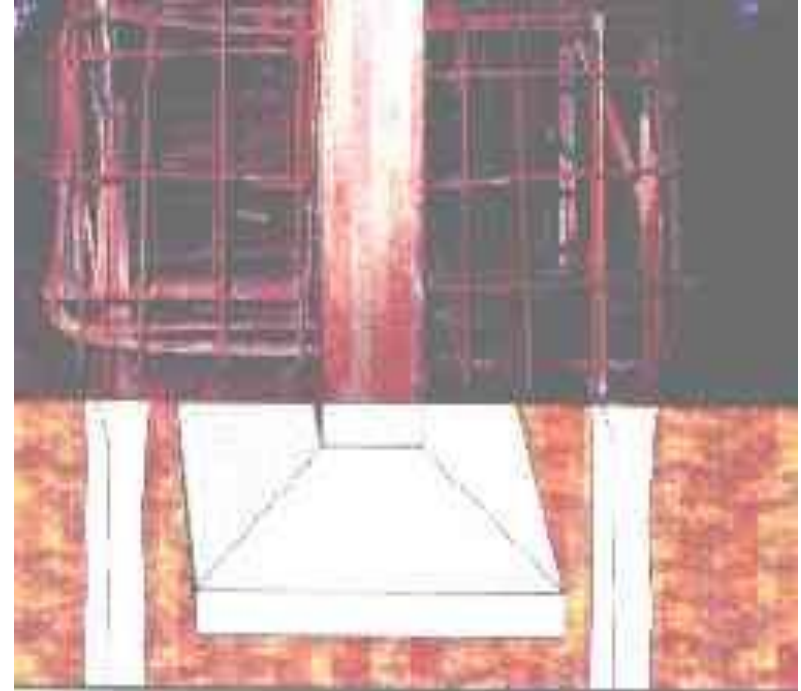
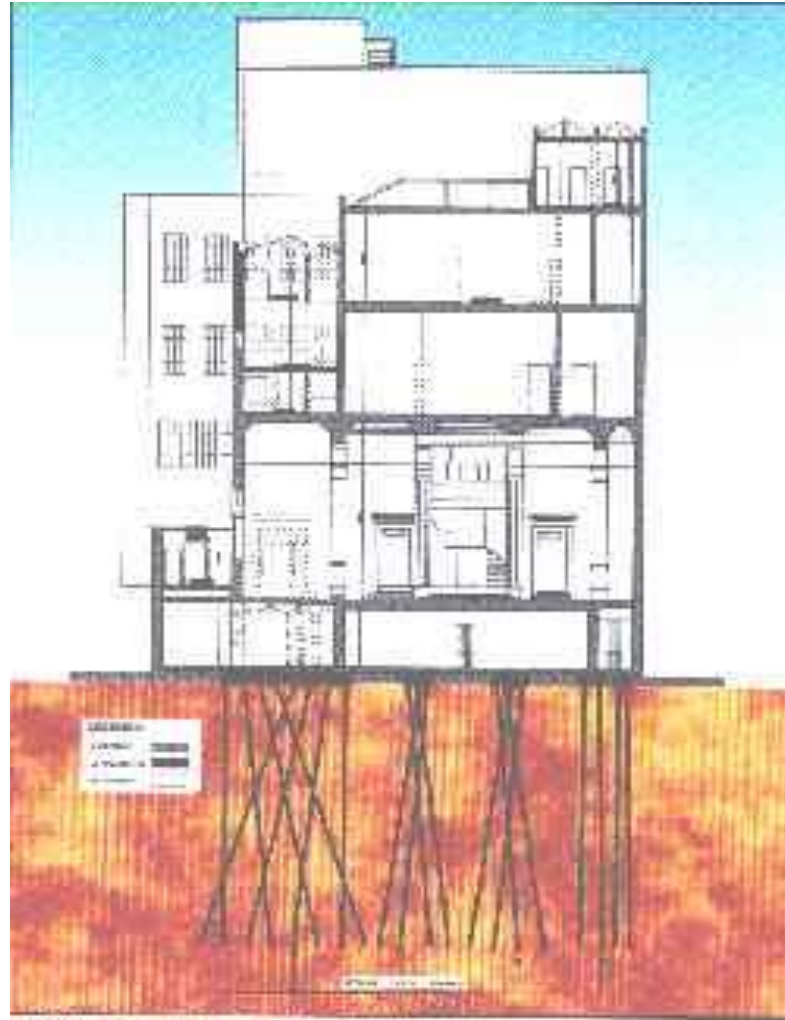
REFORÇO DE TUBULÕES COM ESTACAS TIPO RAIZ 133



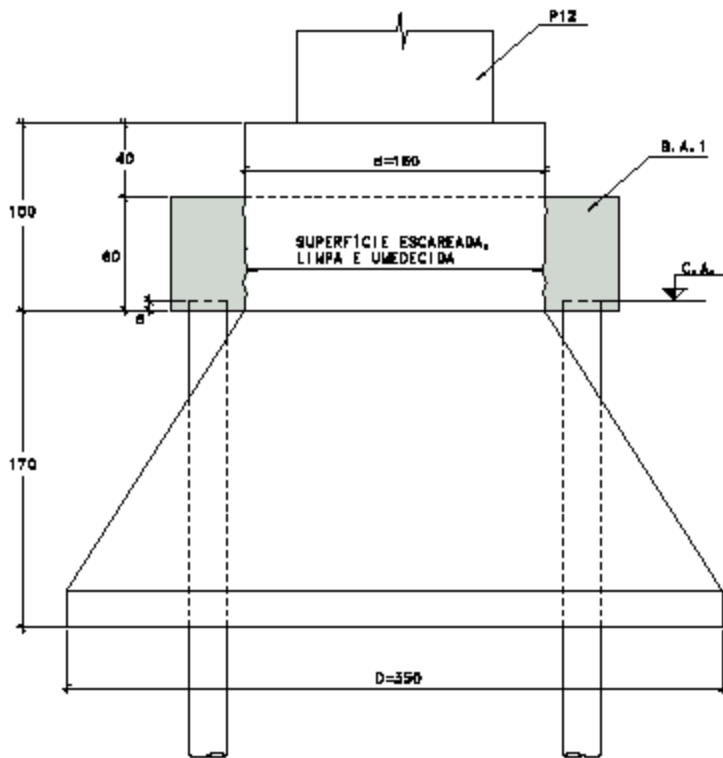
B. A. 1
DETALHE TÍPICO DOS BLOCOS DE APOIO
P1 A P11 E P13 A P16 (15x)
ESC.: 1:25



ESTACA TIPO RAIZ



ESTACAS RAIZ – MECÂNICA DE FUNCIONAMENTO



SUPOR PEÇA A REFORÇAR (SAPATAS/TUBULÃO) MOLA JÁ DISTENDIDA REFORÇADA POR DUAS OU MAIS MOLAS NÃO DISTENDIDAS DE ALTO MÓDULO DE ELASTICIDADE.

TODA CARGA EXCEDENTE DA SAPATA/TUBULÃO PASSA PARA AS ESTACAS RAIZ.

SAPATAS

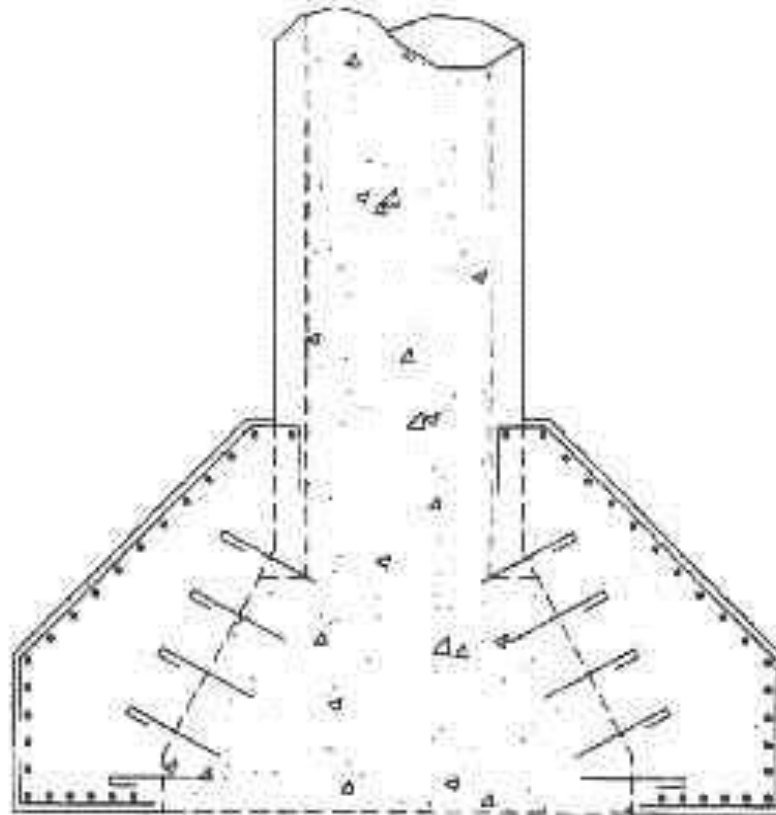
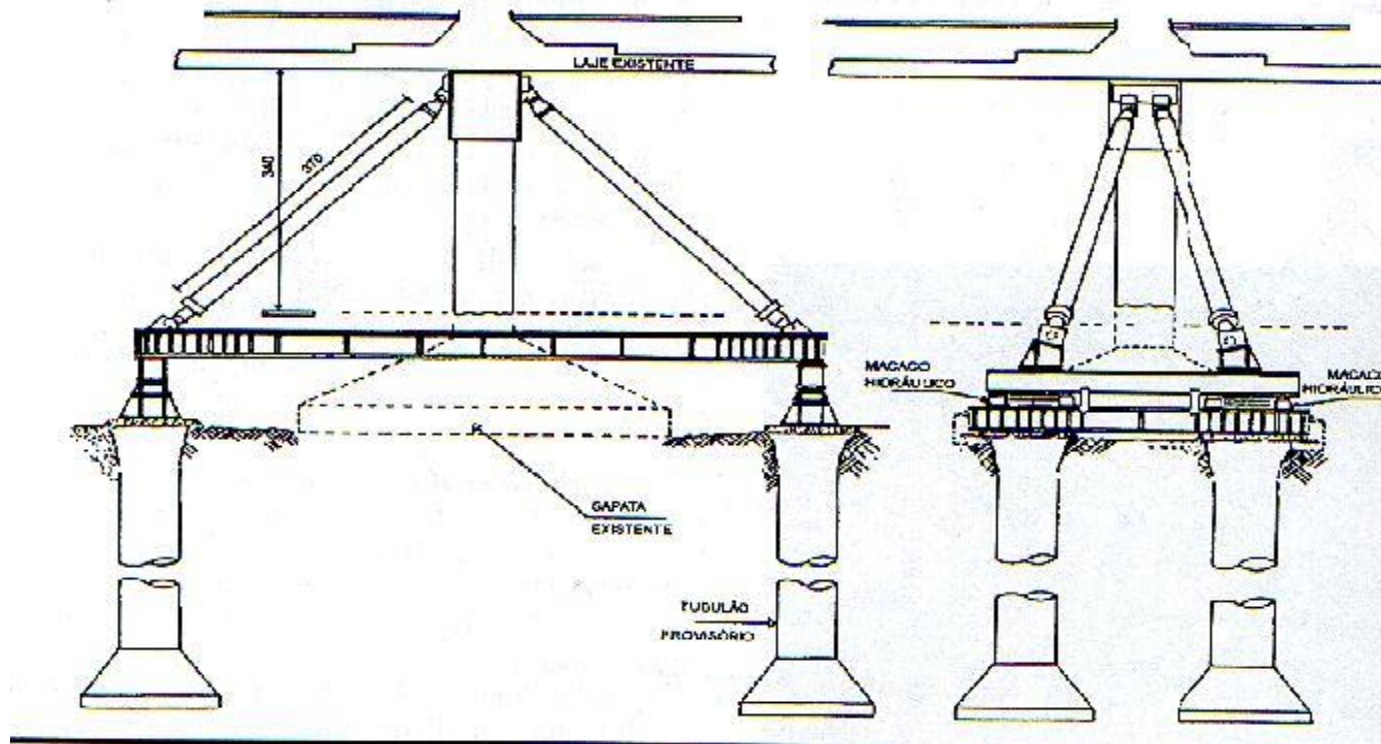
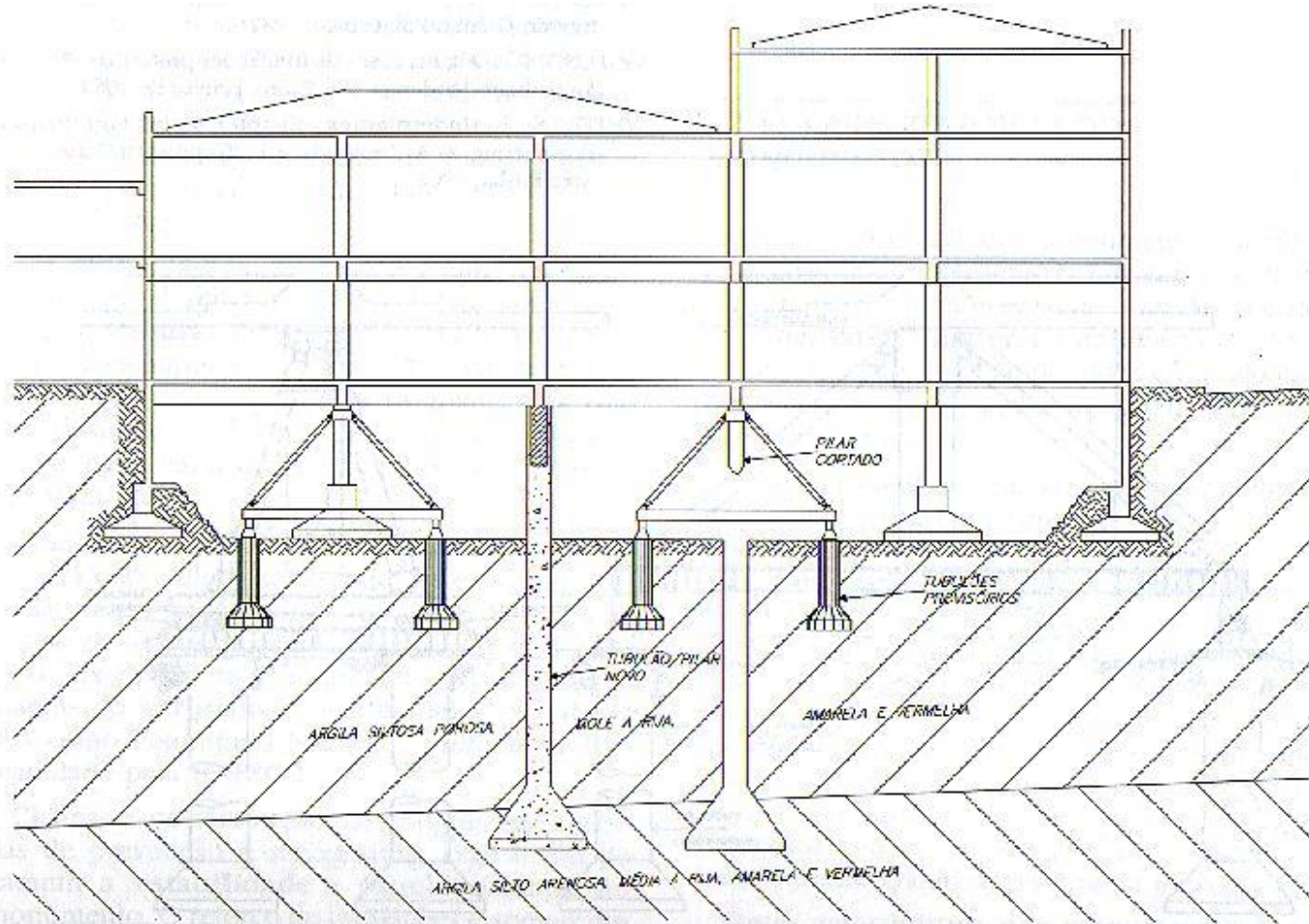


Fig. 12.4 - Aumento de tamanho de base de tubulão

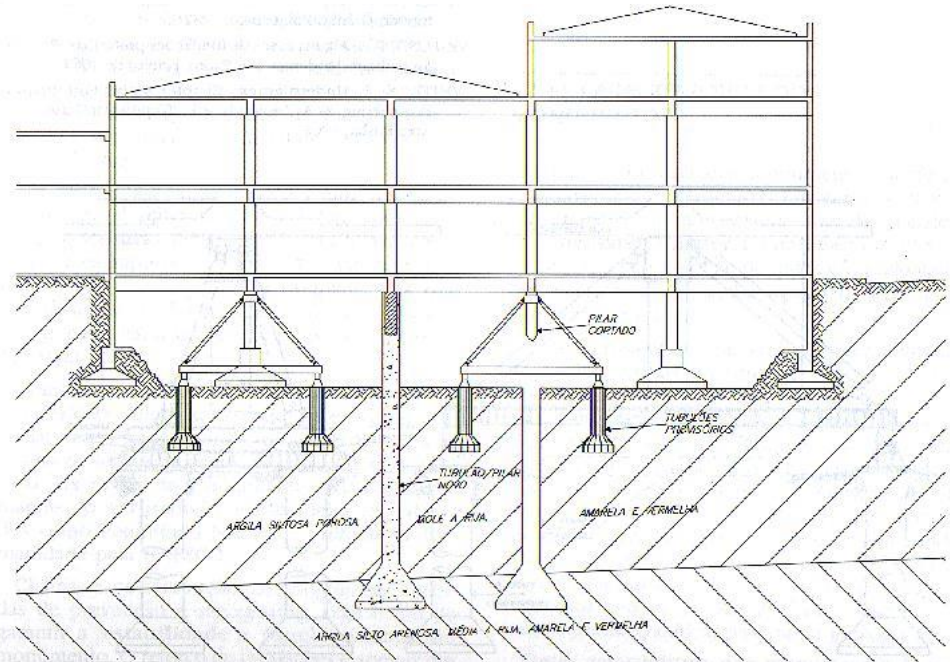
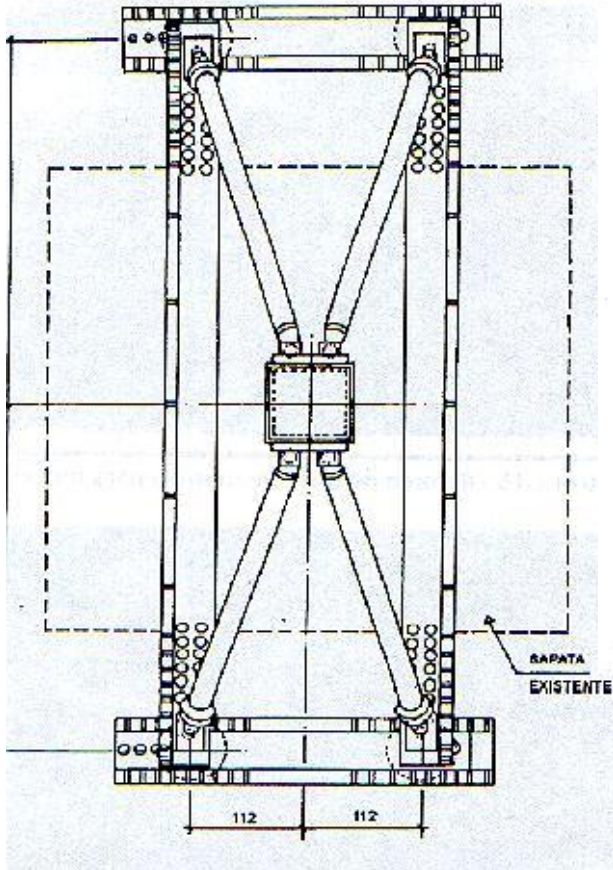
REFORÇO COM TUBULÕES OU SAPATAS



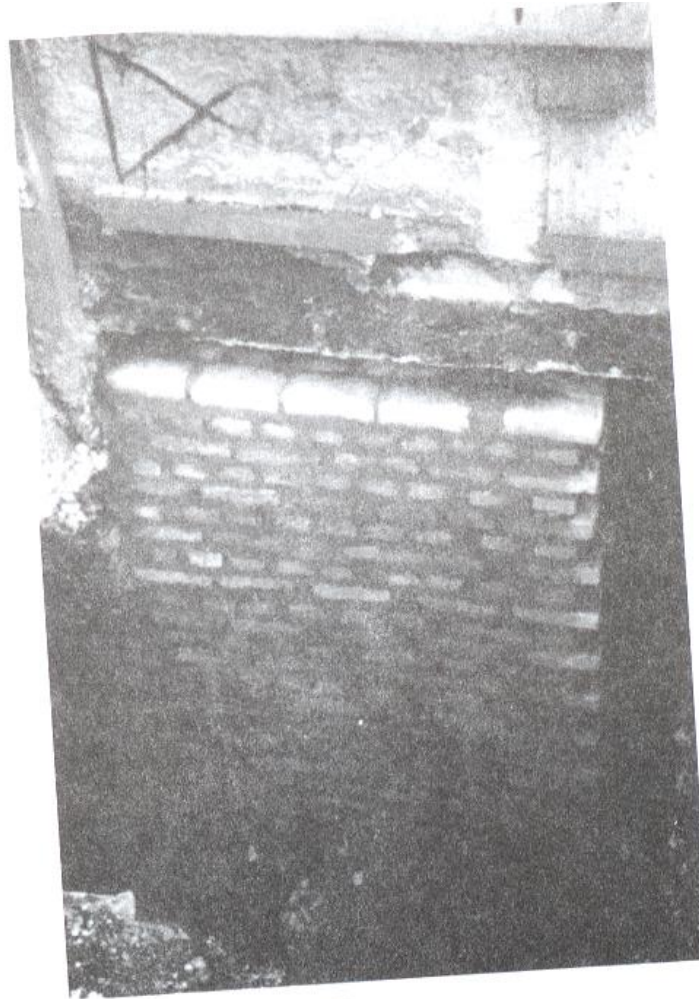
EVENTOS PÓS CONSTRUÇÃO MUDANÇA DE UTILIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO



REFORÇO COM TUBULÕES OU SAPATAS



SUBMURAÇÃO / CALÇAMENTOS



12.3

As
muit
do p
urgê
mer
rela
seja

Foto 12.4 - Submuração

ELEMENTOS DE CONTROLE DE QUALIDADE

1-ENSAIO ESTATICOS

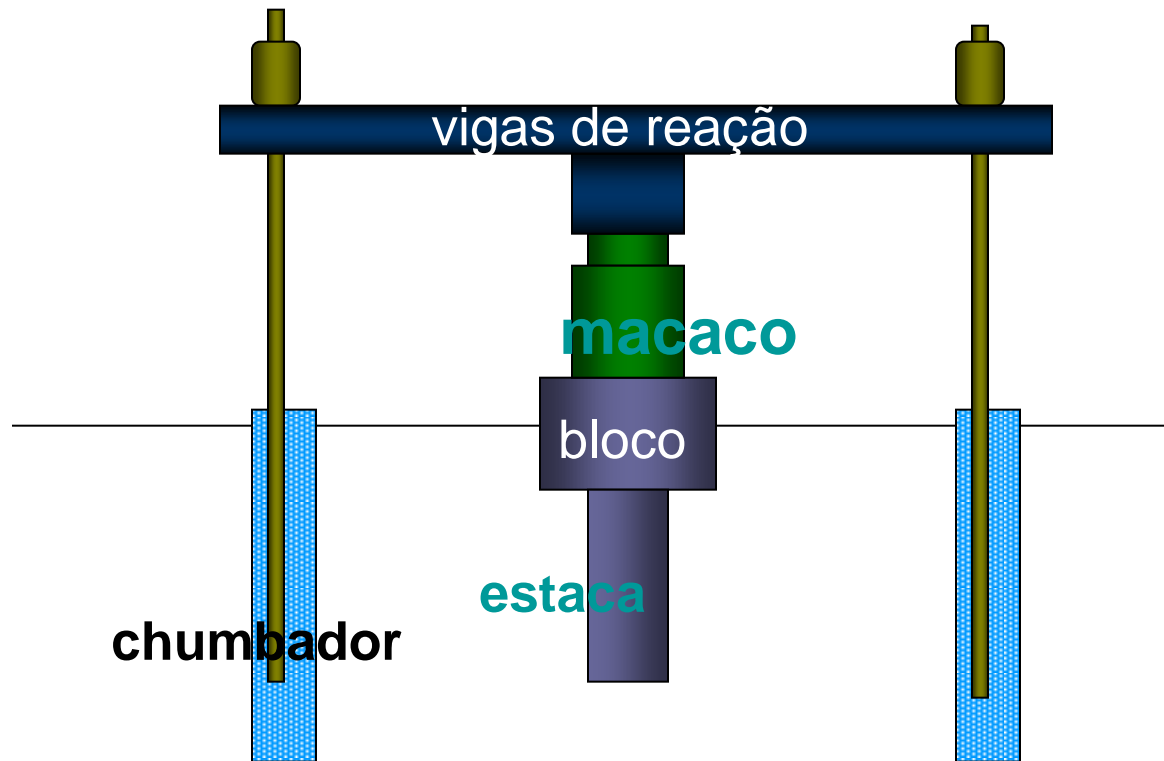
2-ENSAIOS COM CELULAS DE CARGA

3-ENSAIOS DINAMICOS

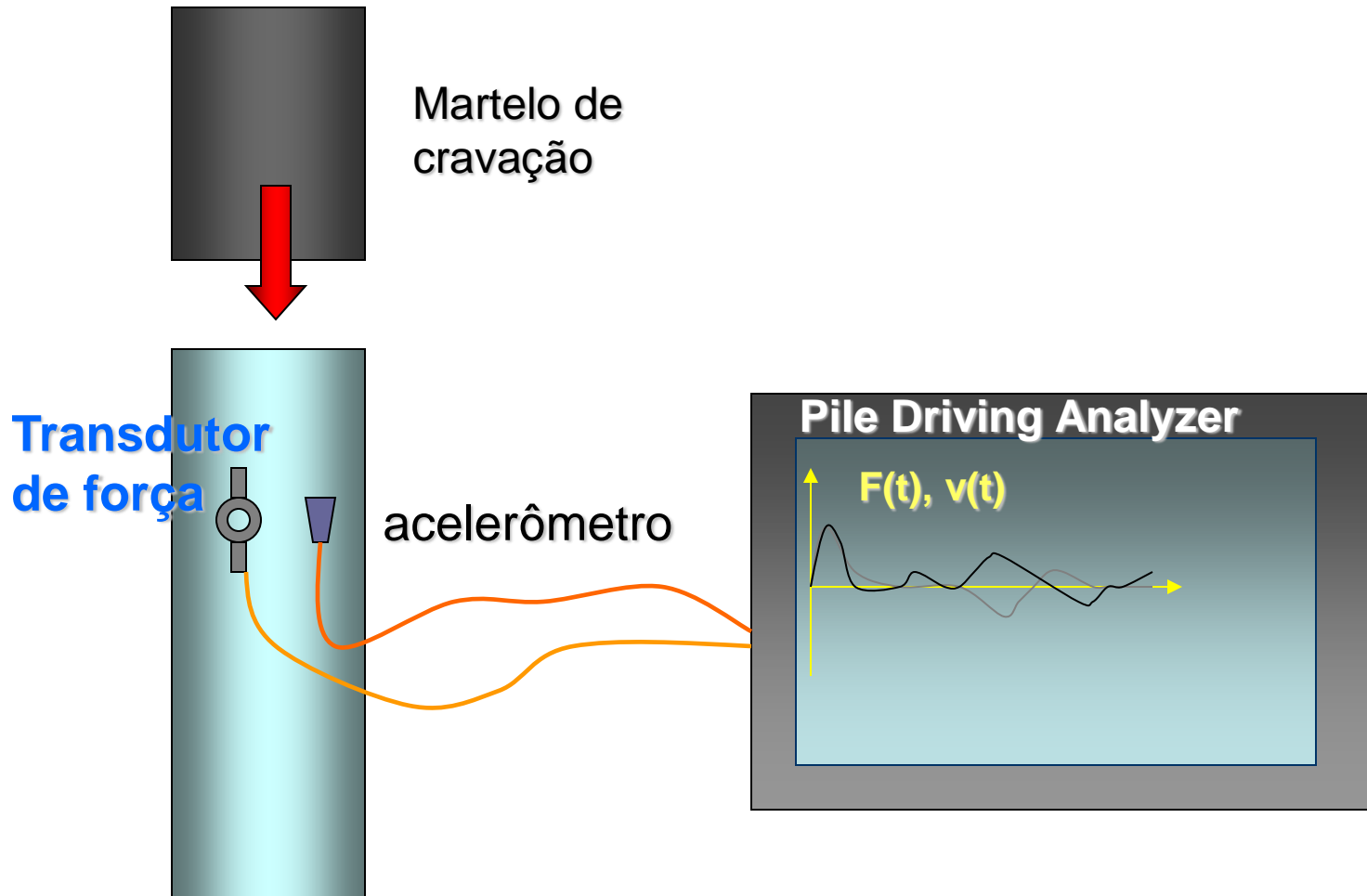
4-ENSAIOS DE INTEGRIDADE

5-ENASIOS CROSS ROLE ULTRA SOM

PROVA DE CARGA ESTÁTICA



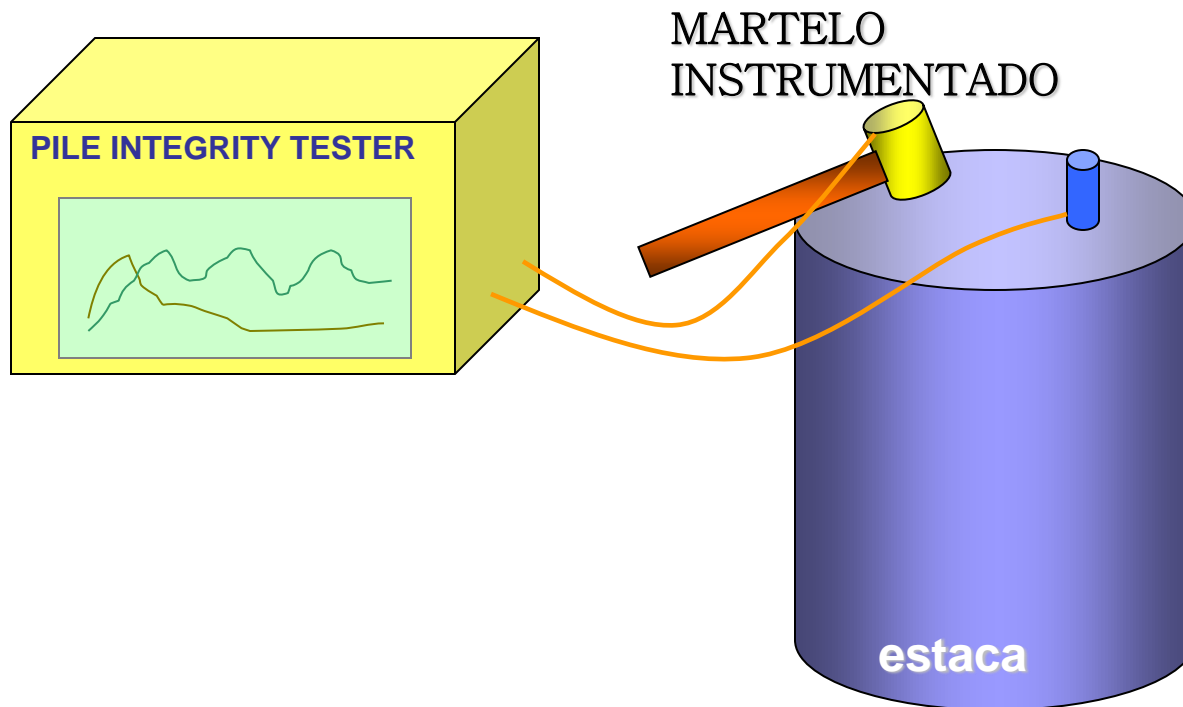
PROVA DE CARGA DINÂMICA



PROVA DE CARGA DINÂMICA - PIT

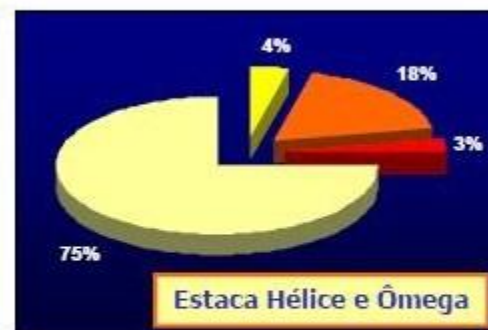
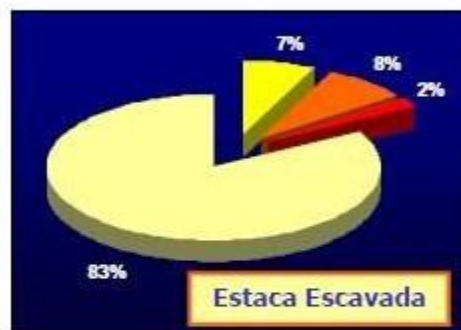
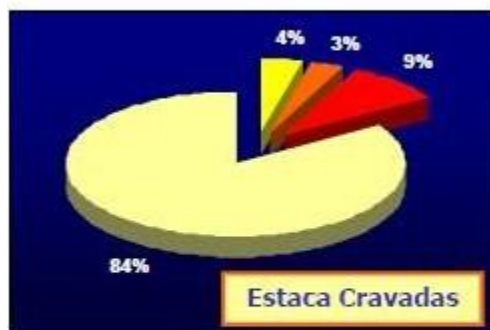


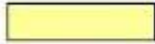



PROVA DE CARGA DINÂMICA - PIT



RESULTADOS DO PIT

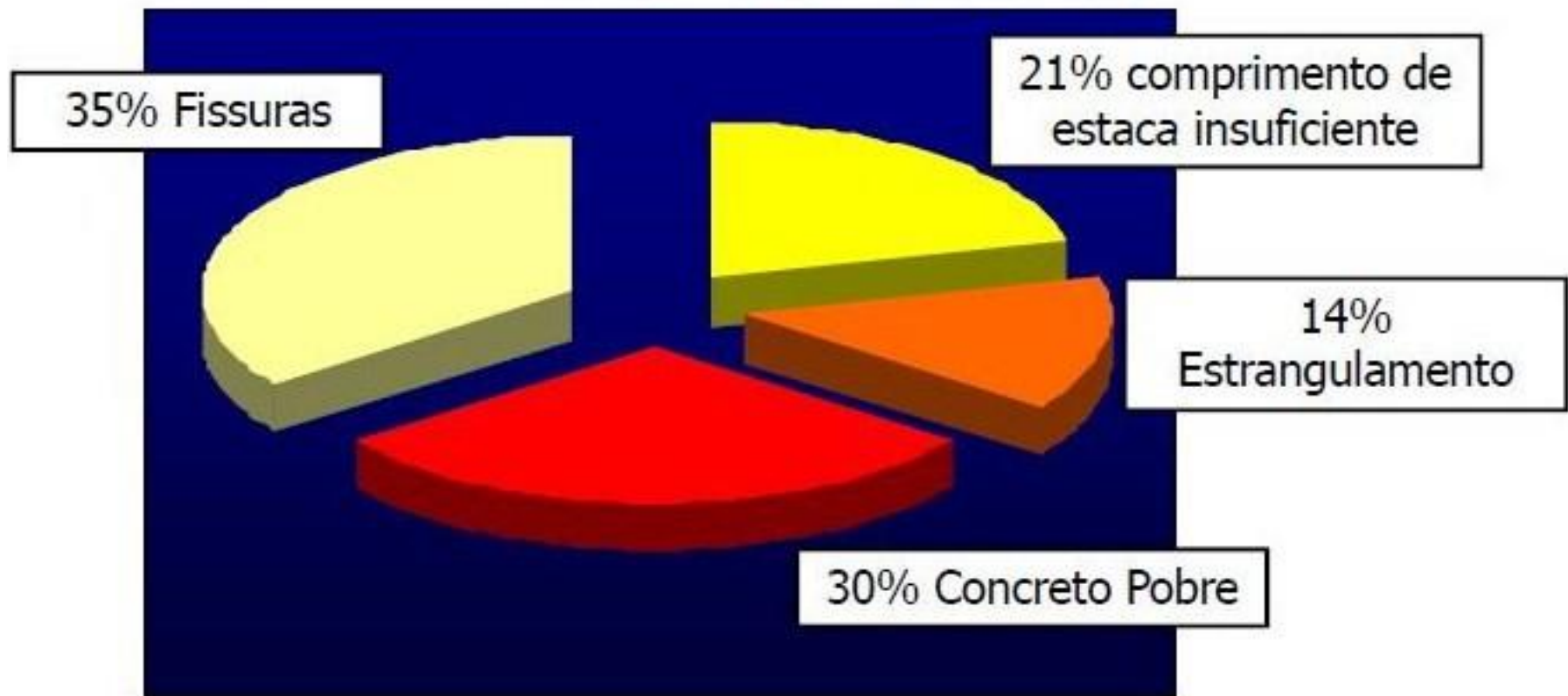
A experiência alemã (Knigtmüller e Kirsch, 2004) referente a 25 anos de ensaios de PIT. *(por tipo de estaca)*



-  Classe 1 – estaca em condições
-  Classe 2 – estacas com problemas não muito significativos
-  Classe 3 – estacas com sérios problemas de qualidade
-  Classe 4 – sinal obtido não utilizável

RESULTADOS DO PIT

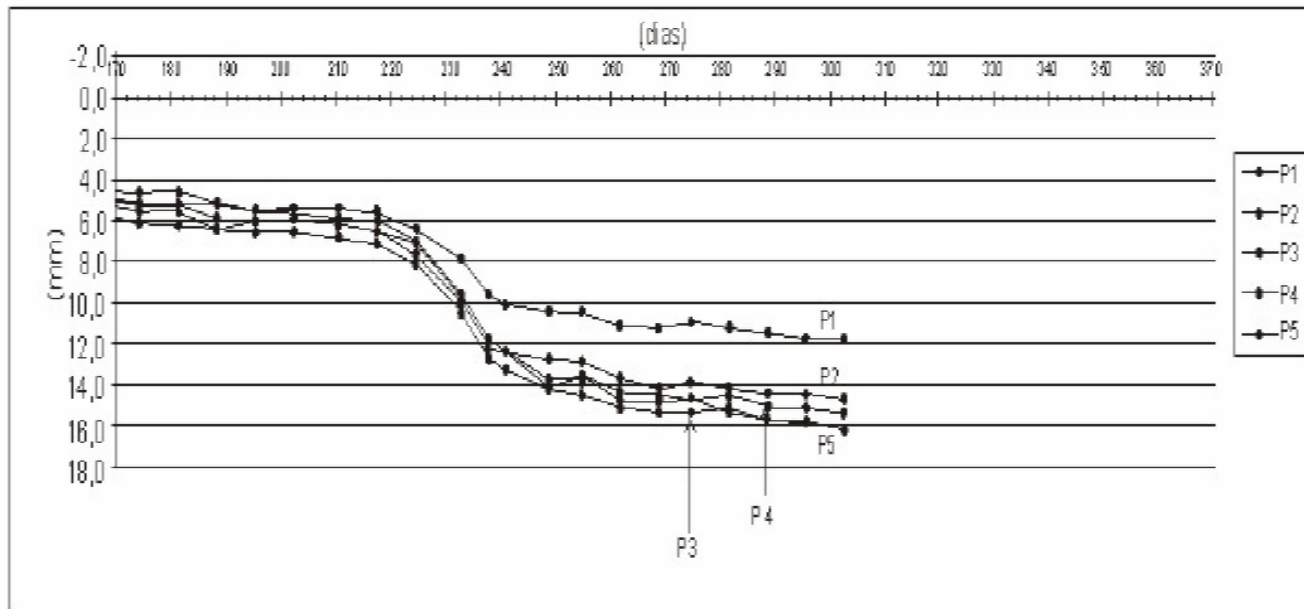
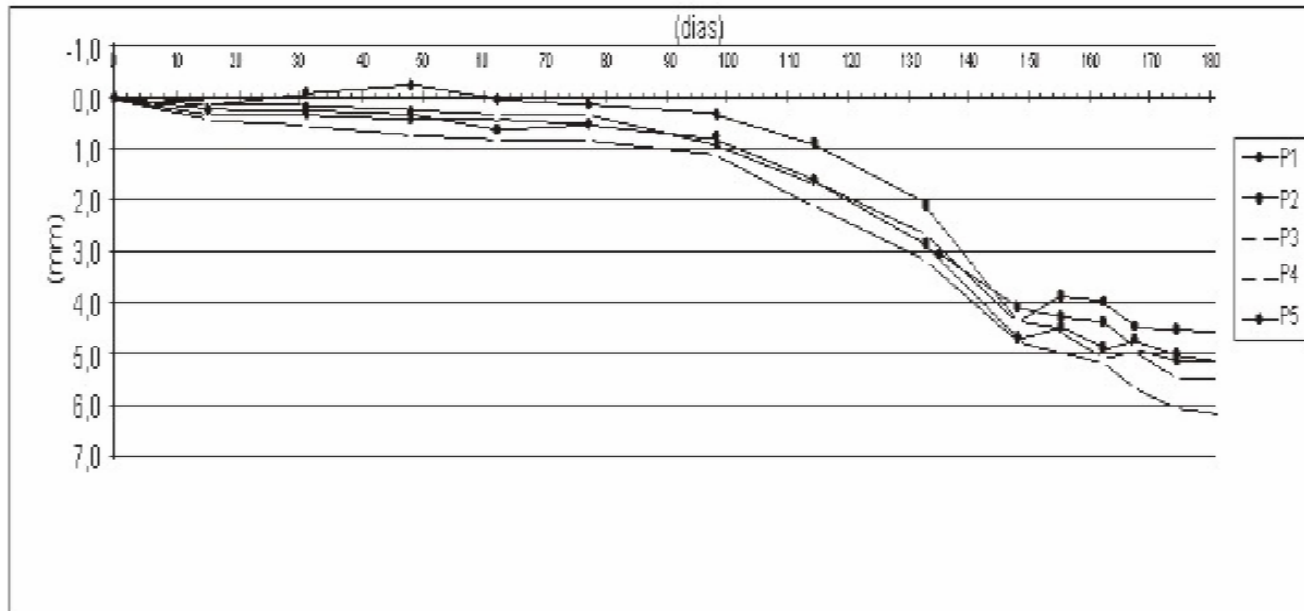
A experiência alemã (Knigmüller e Kirsch, 2004) referente a 25 anos de ensaios de PIT. *(por tipo de problema)*



6- PREVENÇÃO E MONITORAMENTO

- **ACOMPANHAMENTO TOPOGRÁFICO**
- **NÍVEL TOPOGRÁFICO**
- **PINOS**
- **BENCH MARK**
- **SELO DE GESSO**
- **MEDIDOR DE ABERTURA DE FISSURAS**

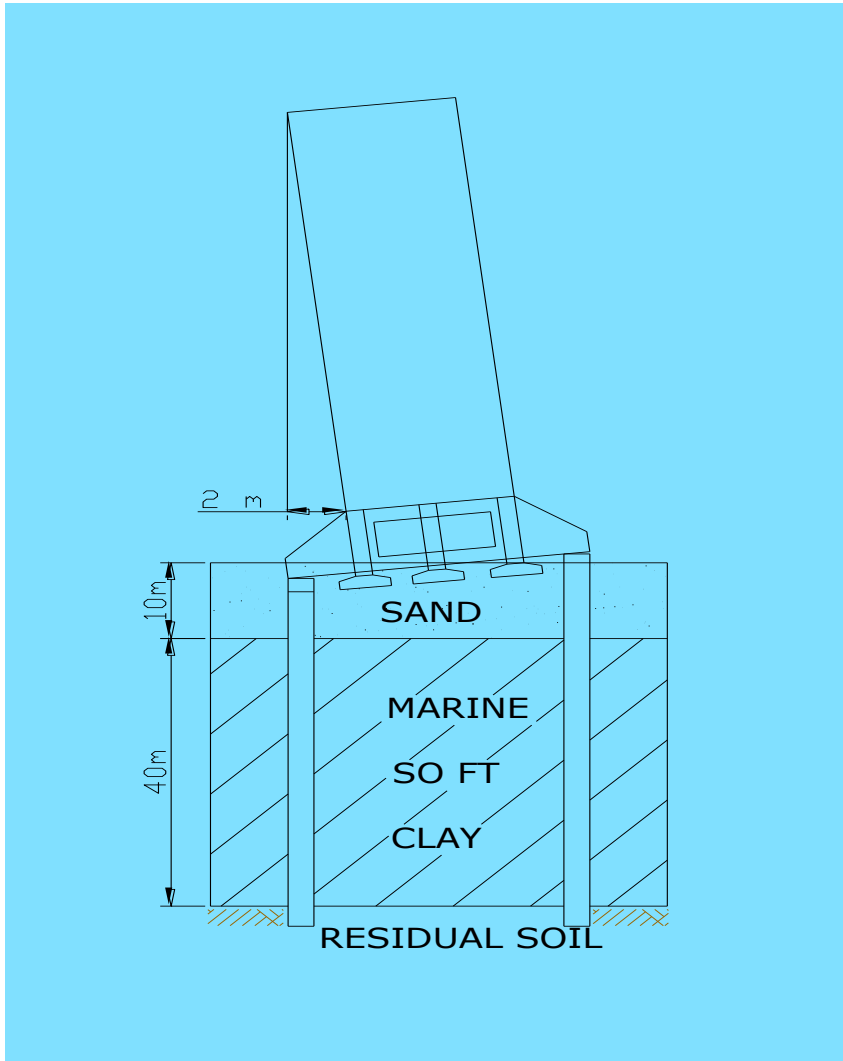




7- CASOS NOTÁVEIS

- **SANTOS**
 - - EDIFÍCIO NUNCIO MALZONI
 - - EDIFÍCIO MORENÁ
 - - EDIFÍCIO EXCELCIOR
- **SÃO JOSÉ DO RIO PRETO**
- **CIA PAULISTA DE SEGUROS**
- **PRÉDIO SEDE DO BANESPA -1940**
- **CAJAMAR**
- **FABRICA NATURA EM CAJAMAR**
- **TORRE DE PIZZA**

EDIFÍCIO NUNCIO MALZONI



NUNCIO MALZONI



NUNCIO MALZONI



NUNCIO MALZONI

REFORÇO COM ESTACAS TIPO RAIZ FOI UM INSUCESSO



EDIFÍCIO MORENÁ

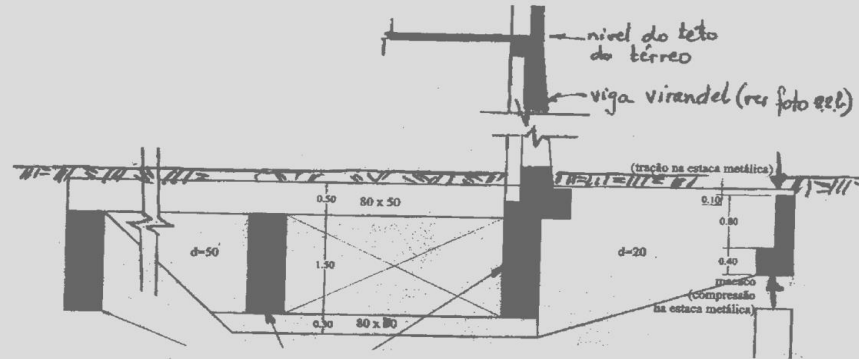


Figura 2.3: Esquema para estabilização e reaprumo do edifício Morená em Santos



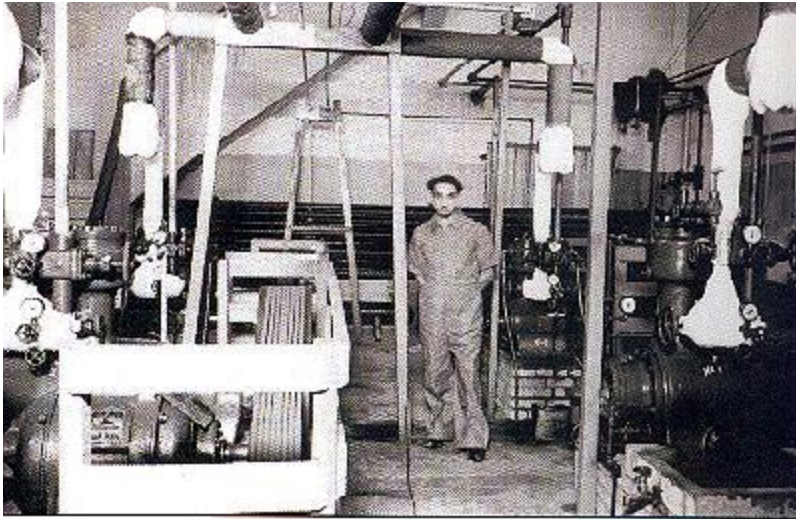
EDIFÍCIO EXCELCIOR

- O PRÉDIO PREVISTO PARA 12 ANDARES FOI A 16;
- REFORÇO PIONEIRO COM ESTACAS TIPO RAIZ;
- SUCESSO APENAS PARA ESTABILIZAÇÃO PORÉM NÃO TROUXE O PRÉDIO PARA O LUGAR.

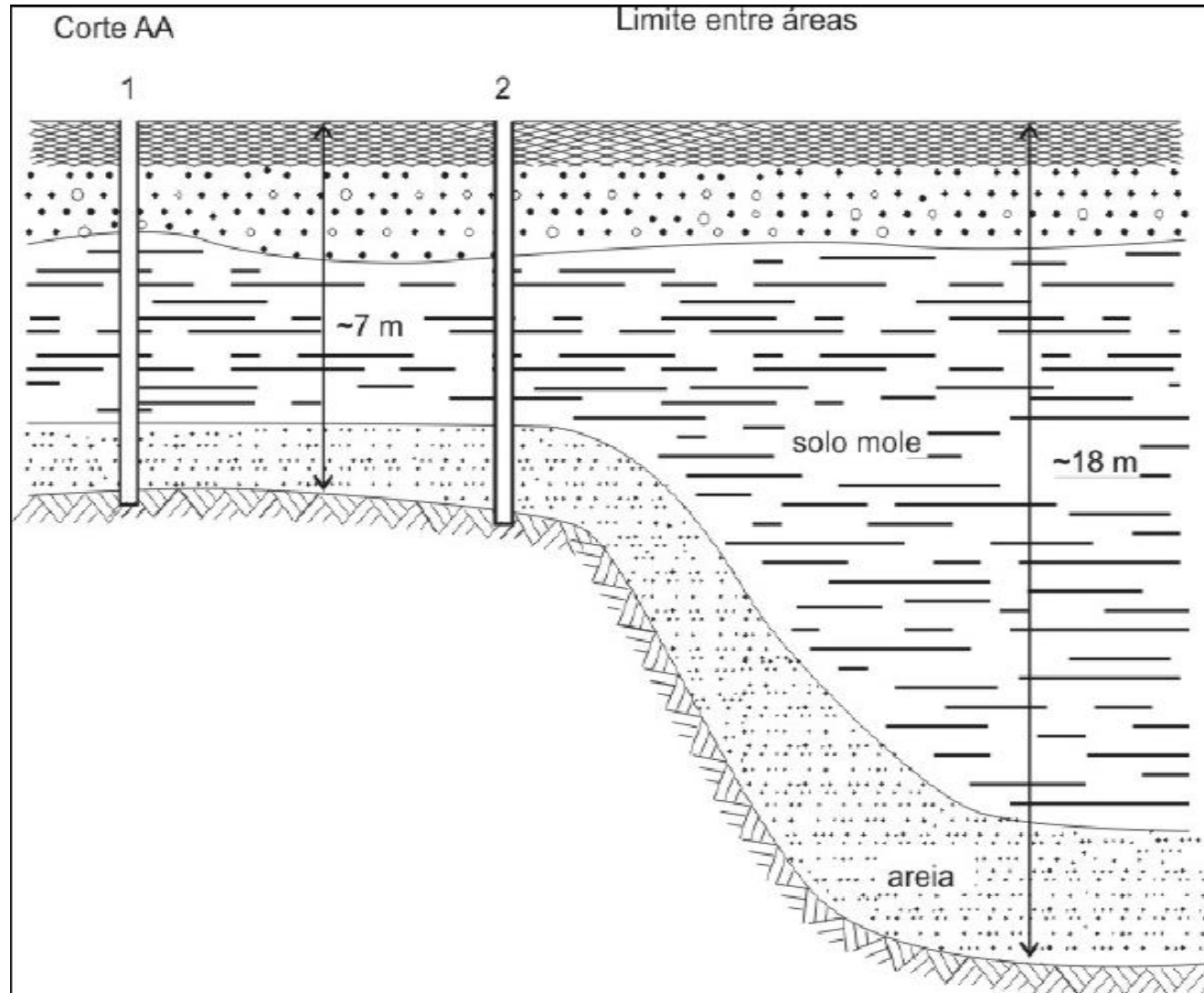
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

- ERROS DE EXECUÇÃO
- ERROS DE PROJETO
- EXCENTRICIDADES EXAGERADAS
- FALTA DE ACOMPANHAMENTO DAS PATOLOGIAS

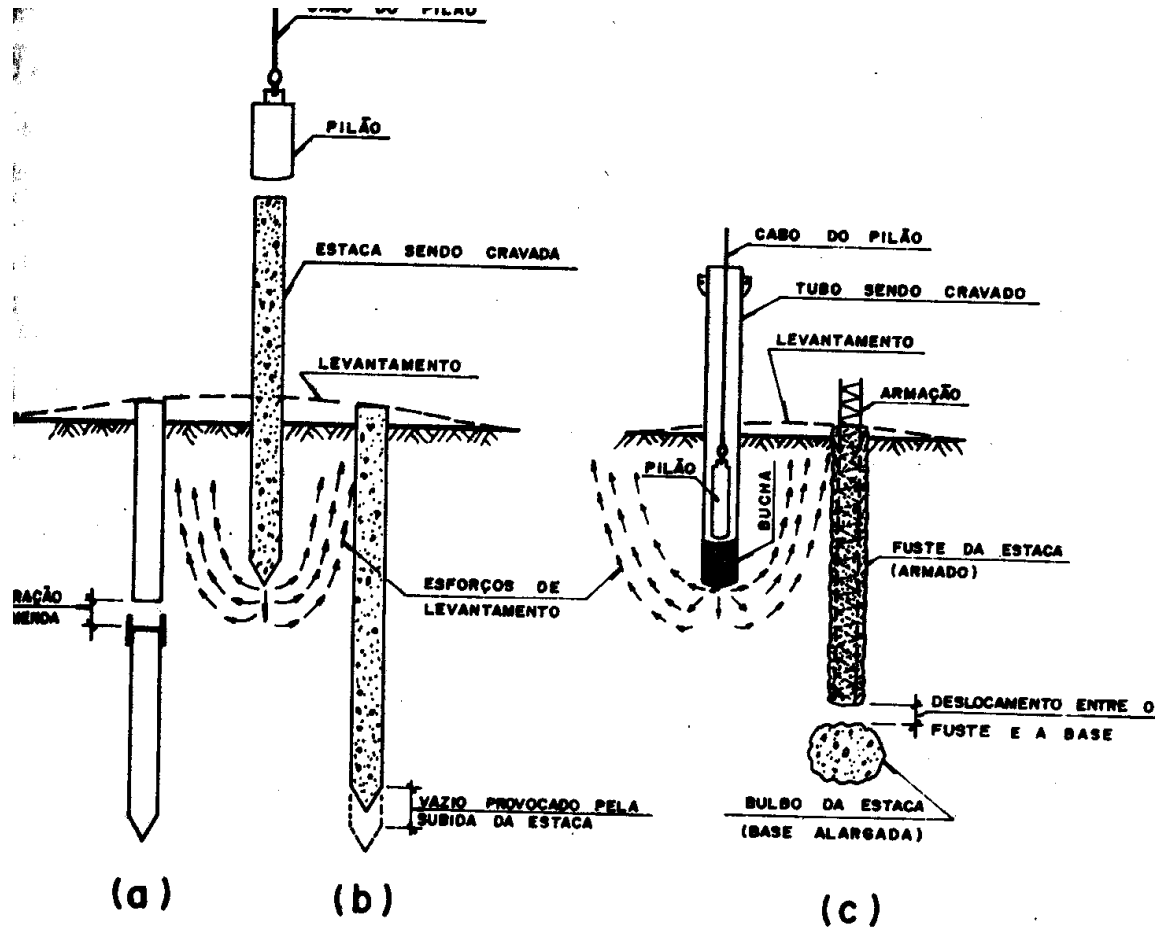
CIA PAULISTA DE SEGUROS



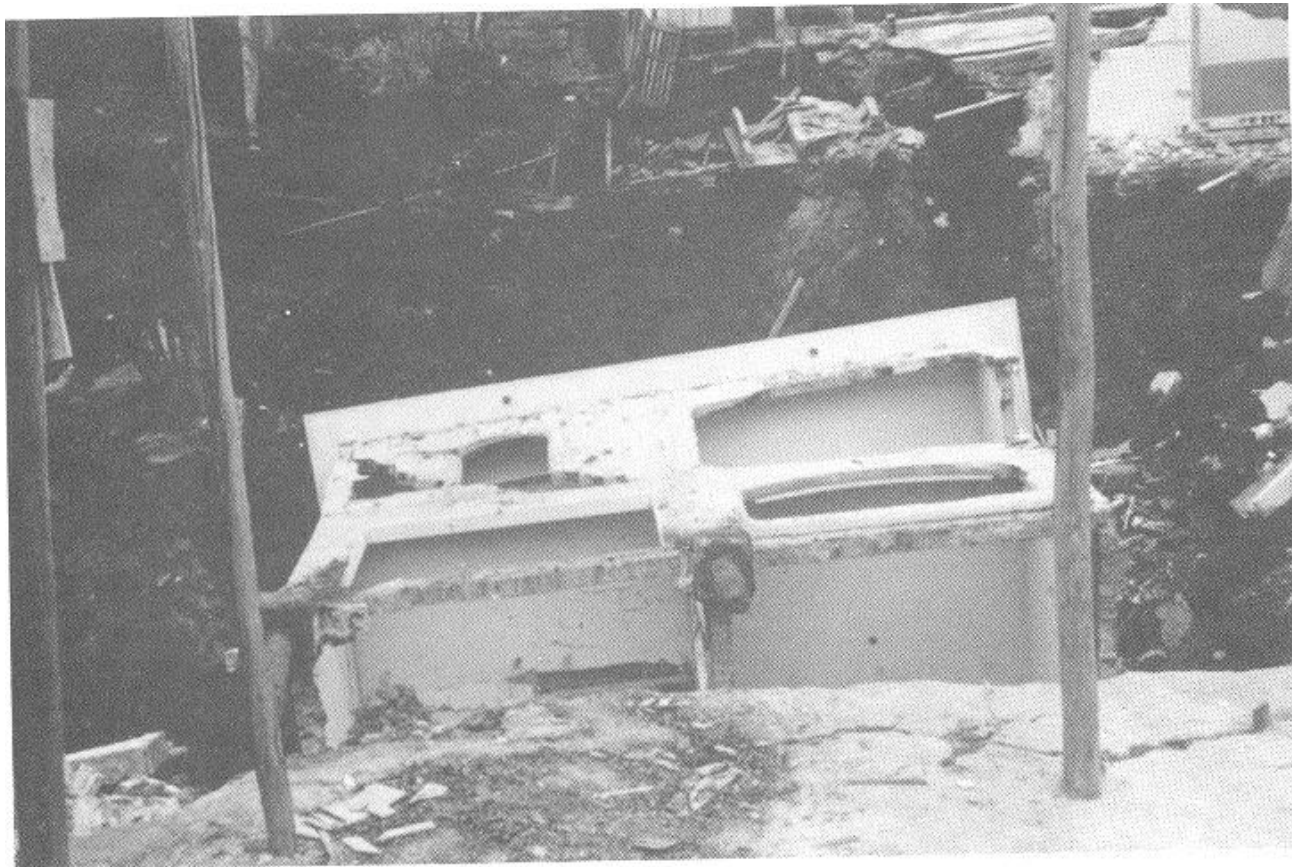
CIA PAULISTA DE SEGUROS



SEDE DO BANESPA - 1940



CAJAMAR



TORRE DE PIZZA

carried out between February and June, 1999.

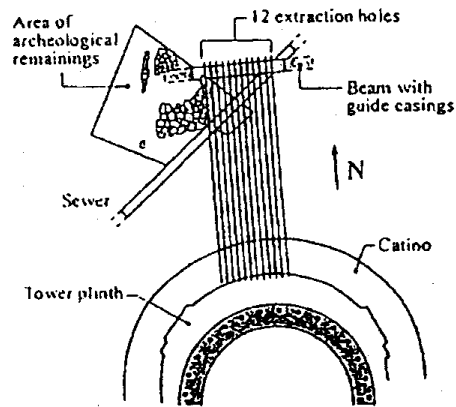


Figure 18. Preliminary underexcavation of the tower: plan

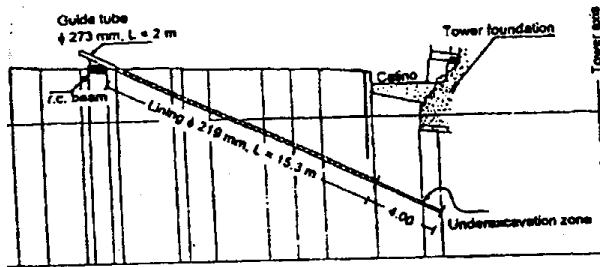


Figure 19. Preliminary underexcavation of the tower: section

86% of which north of the tower and 14 from below the foundation

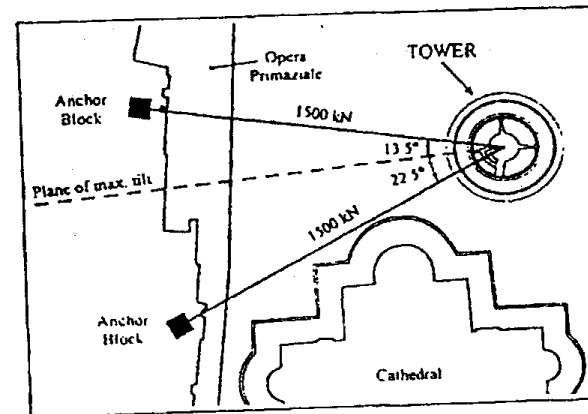
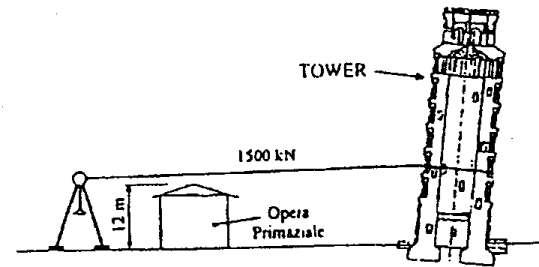


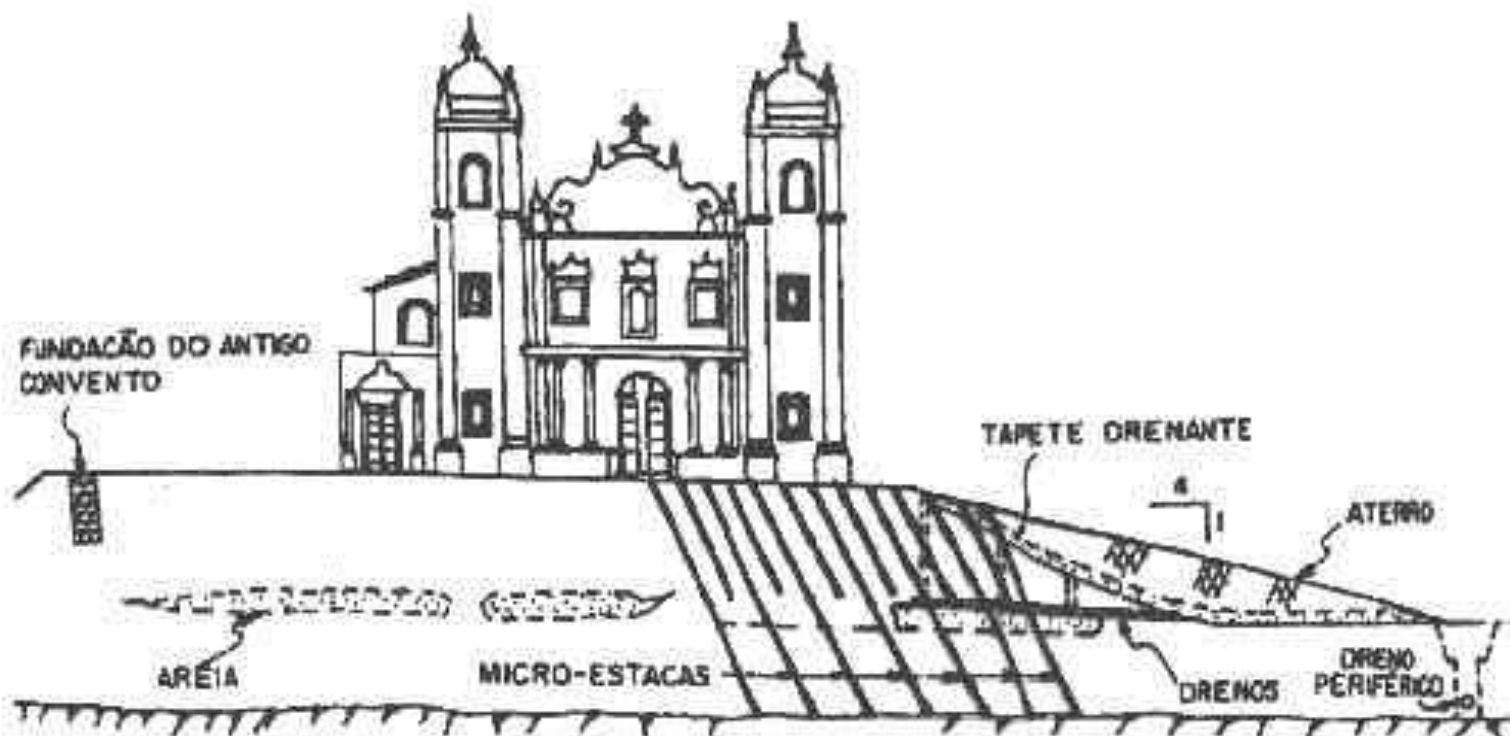
Figure 20. Scheme of the safeguard structure by steel cable stays

TORRE DE PIZZA



8 – PRÉDIO HISTÓRICOS

- IGREJA DO CARMO- OLINDA
- IGREJA DE ITAPEVA - SP



PRÉDIOS HISTÓRICOS TIPO DE FUNDAÇÃO

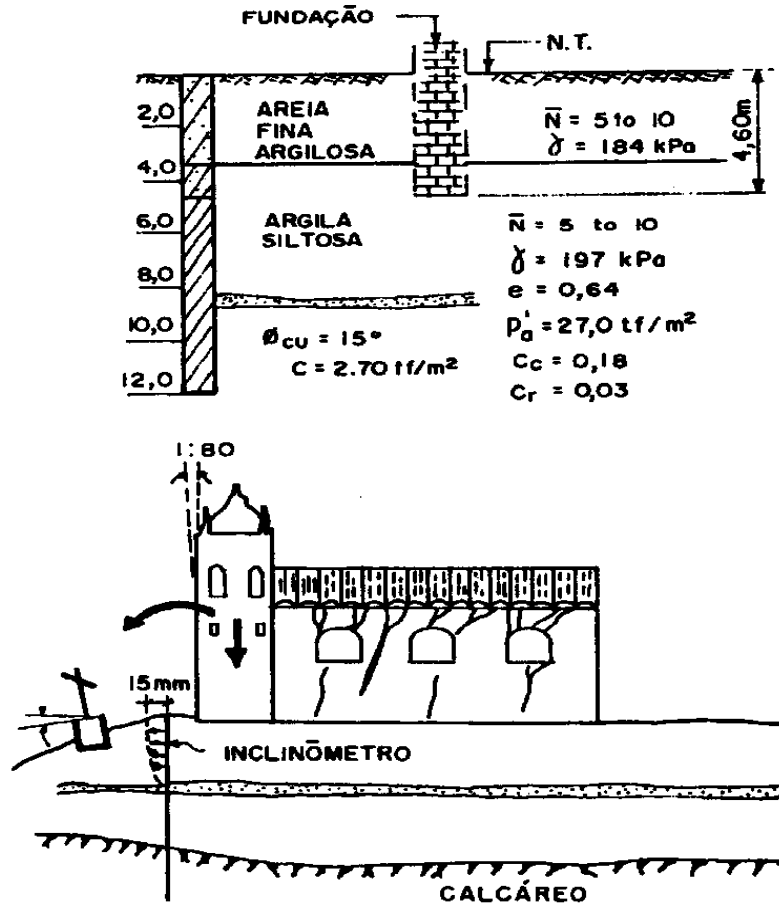
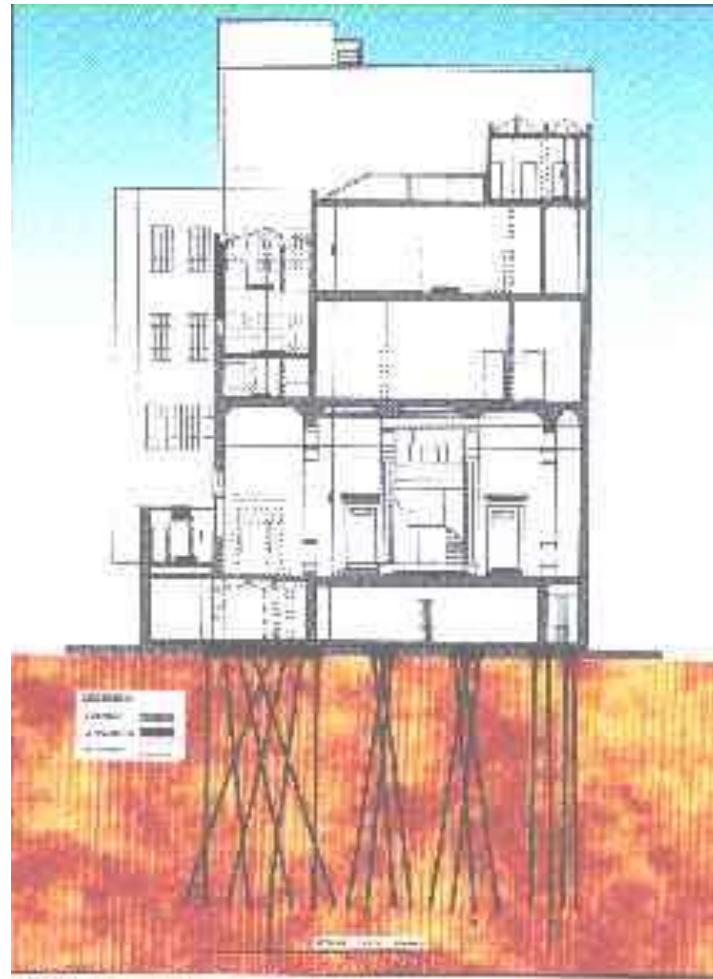


Fig. 12.19 Dados referentes à Igreja do Carmo, Olinda

PRÉDIO HISTÓRICO

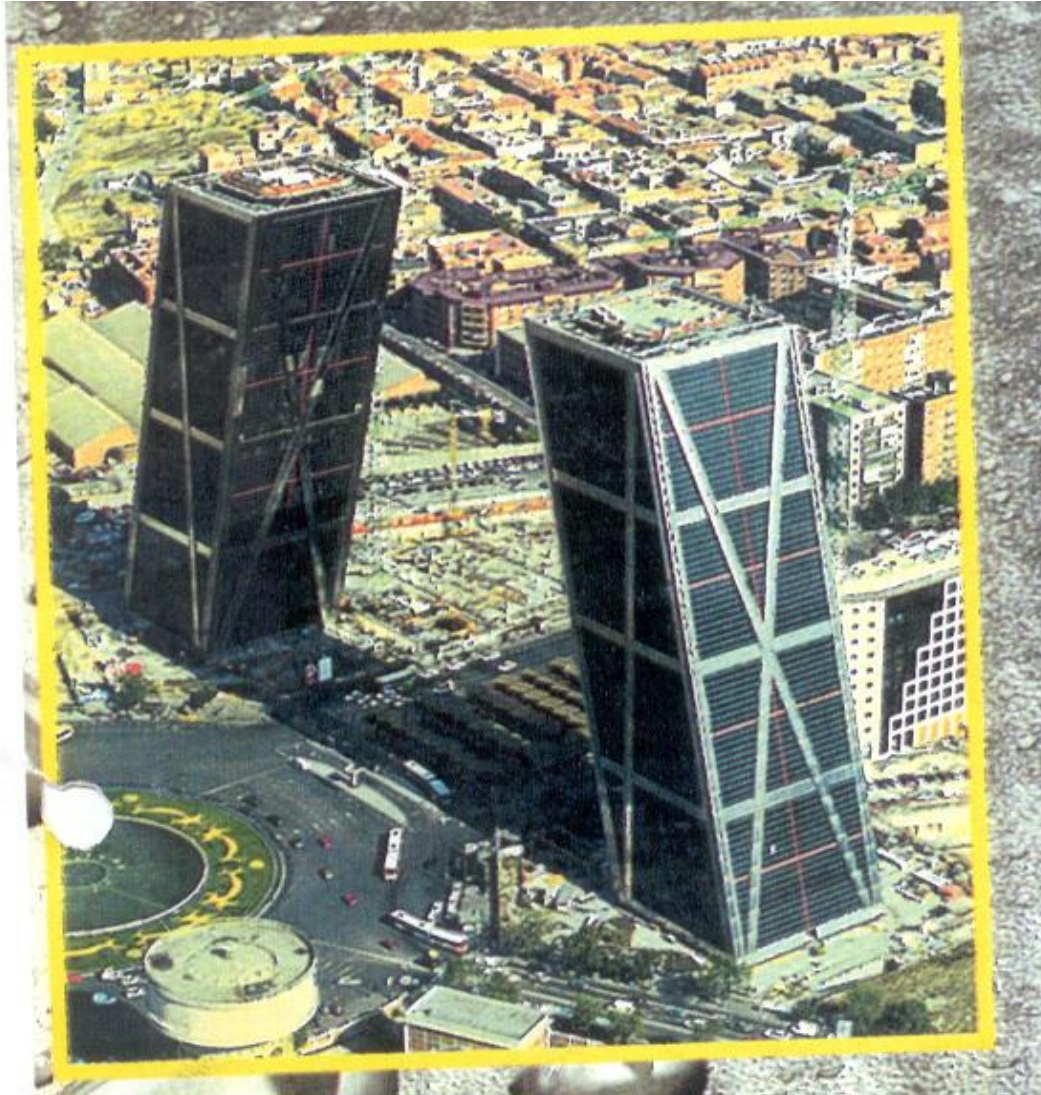


CURIOSIDADES

1-PREDIO EM MADRI

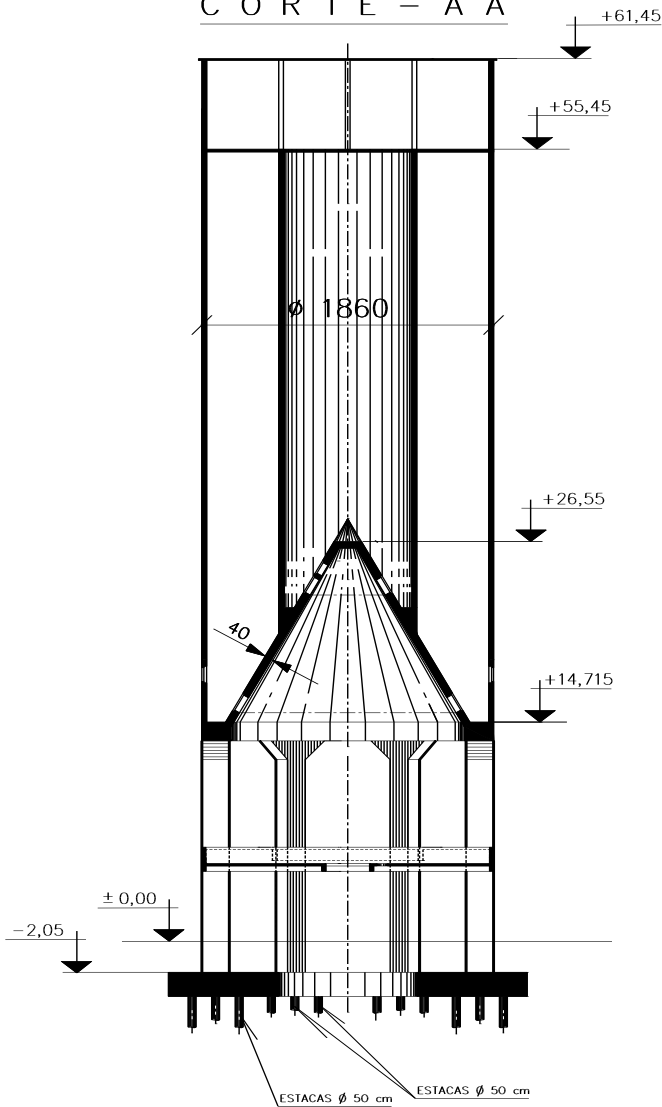
2-SAPATA ESTAQUEADA

NEM TUDO QUE PARECE É

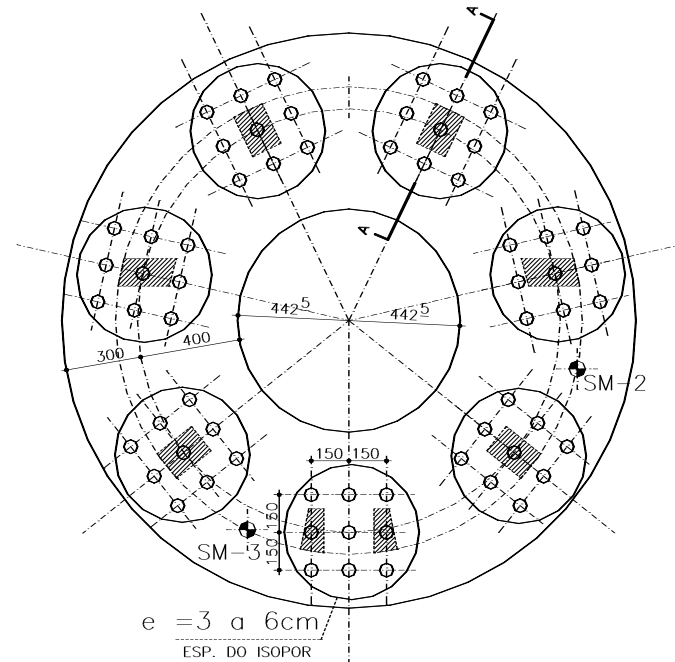


SILO MULTICÂMARA

CORTE - A A

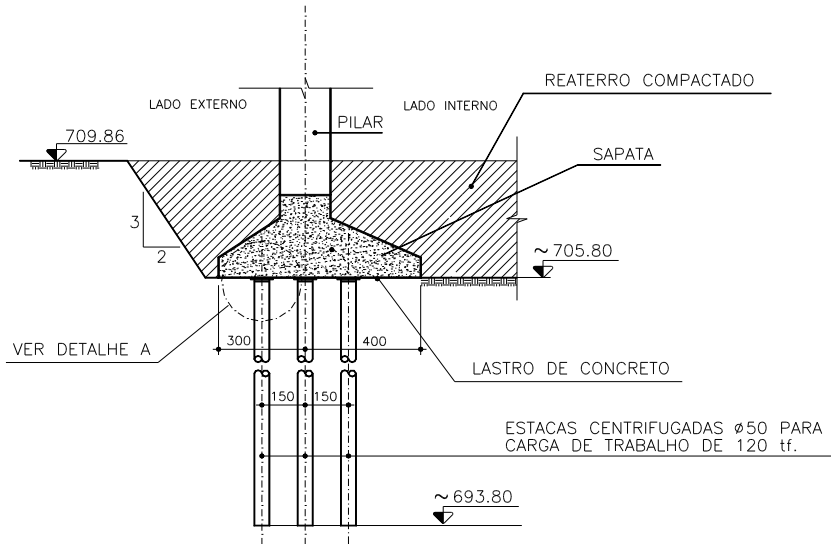
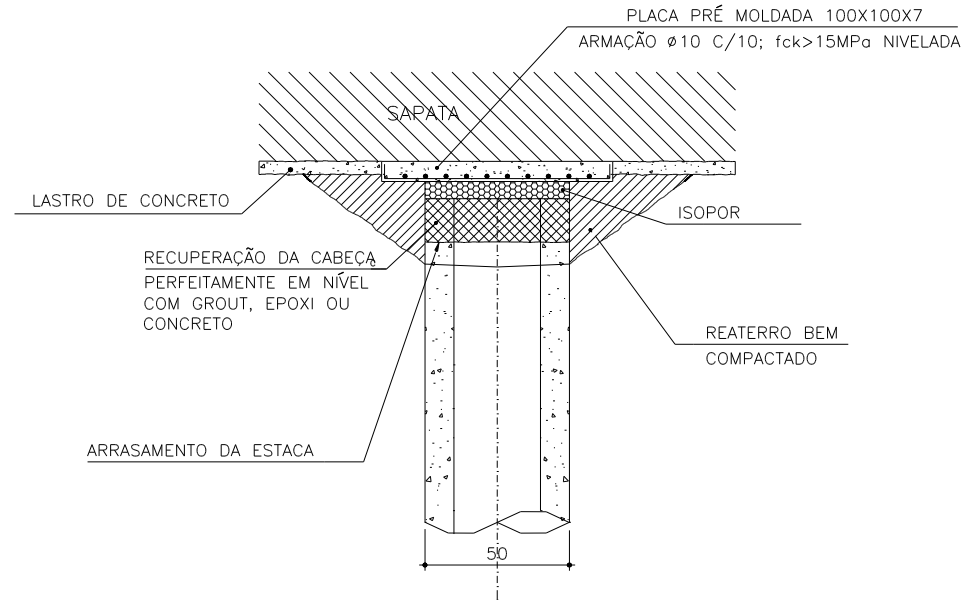


PLANTA

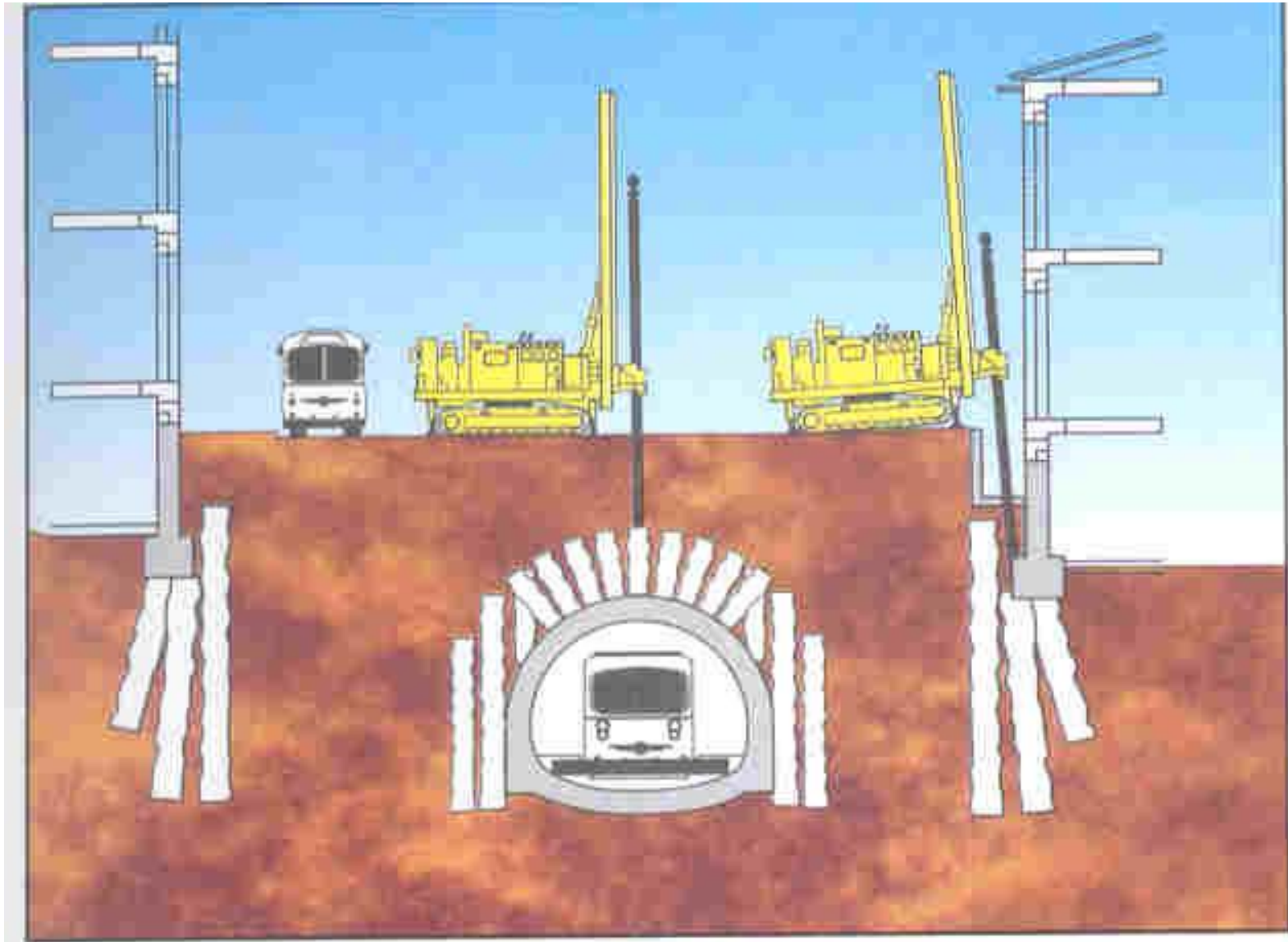


SILO MULTICÂMARA

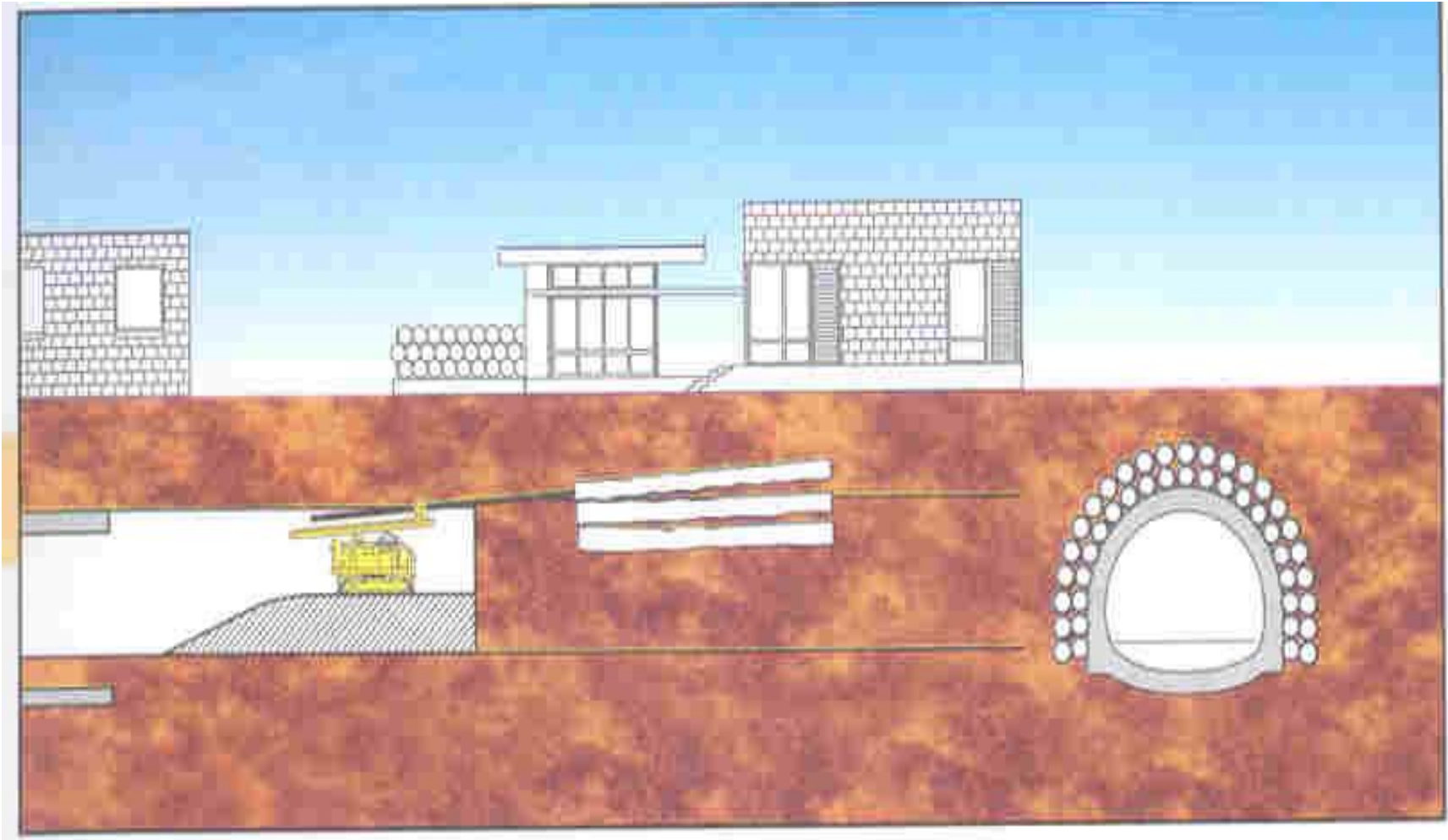
- Recalque total 14 cm e diferencial de 7 cm

CORTE A-ADETALHE A
LIGAÇÃO ESTACA-SAPATA

METRO LINHA 4



METRO LINHA 4



PREVENÇÃO A PATOLOGIAS

1- PROJETO

2- GESTÃO

3-CONTRATAÇÃO DA OBRA

4-MATERIAS

5-INICIO DA OBRA DE FUNDAÇÕES

6-ACOMPANHAMENTO DURANTE AS OBRAS DE FUNDAÇÕES

7- RECEBIMENTO DA OBRA E ENASIOS

8-CONSEQUENCIAS LEGAIS DOS RESPONSÁVEIS “ART” E
SEGUROS DE RESPONSABILIDADE CIVIL

CONDUÇÃO DE UMA OBRA DE FUNDAÇÕES (PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS)

PROJETO

- 1- TOPOGRAFIA DEVE CONTEMPLAR O TERRENO EM ANÁLISE E OS VIZINHOS NAS ÁREAS LIDEIRAS
- 2- SONDAGEM DO TERRENO, O RESPONSÁVEL PELO PROJETO, ESTE DEVE SER QUEM DETERMINE O LOCAL DOS Furos E SUA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

- 3- PROJETO DE FUNDAÇÕES O QUE DEVE SER CONTEMPLADO:
- CARGAS NA FUNDAÇÃO ANÁLISE CRITERIOSA EM FUNÇÃO DA NOVA NBR6118V2003, E EM FUNÇÃO DA NBR 6122/2010;
- GEOMETRIA E COTAS DE ASSENTAMENTO DOS DIVERSOS TIPOS DE FUNDAÇÃO – RECOMENDA-SE EM MUITOS CASOS DEIXAR ESTA INFORMAÇÃO A SER DETERMINADA NA OBRA POR ENGO ESPECIALISTA;
- VIZINHOS- CONFIRMAR AS INFORMAÇÕES DA TOPOGRAFIA COM VISTORIA E IMPRECINDIVEL FAZER A PRODUÇÃO ANTECIPADA DE PROVAS POR ENGO ESPECIALISTA , COM DOIS OBJETIVOS , REGISTRAR A CONDIÇÃO DE CONSERVAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES ANTES DO INICIO DAS OBRAS , E TER CIENCIA DA CONDIÇÃO ATUAL DE CONSTRUÇÃO DOS MESMOS PARA CONSIDERAR NA CONDUÇÃO DO PROJETO DE FUNDAÇÕES;
- EMPUXOS E CARGAS NÃO EQUILIBRADAS;
- SITUAÇÃO DE CORTE E ATERRO, IMPLANTAÇÃO DA OBRA:
 - RECALQUES ADMISSIVEIS.
 - SOLUÇÃO DO TIPO DE FUNDAÇÃO.

- **COMPRA DA OBRA DE FUNDAÇÕES**
- 1. EXECUTOR DAS FUNDAÇÕES DEVE POSSUIR PARA ORÇAR:
 - - SONDAgens
 - - TOPOGRAFIA
 - - ARQUITETURA E ESTRUTURA DO PRÉDIO.
- 2. DEVE OFERECER PREÇO PARA EXECUTAR ESTACAS/ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO PARA SUPORTAR AS CARGAS DE PROJETO, NUNCA ACEITAR PROPOSTAS DO TIPO FORNECIMENTO DE PERFURAÇÃO DO SOLO OU CRAVAÇÃO DE ESTACAS.
- 3. O EXECUTOR DAS FUNDAÇÕES DEVE SER RESPONSÁVEL PELOS MATERIAIS EMPREGADOS NA OBRA, PARA TAL DEVE-SE ACERTAR ALGUM TIPO DE REMUNERAÇÃO.
- 4. O EXECUTOR DEVE PORTANTO ASSUMIR INTEGRAL RESPONSABILIDADE PELO PRODUTO ACABADO.

FORNECEDOR DE MATERIAIS

- ESPECIFICAR O MATERIAL DE ACORDO COM O PROJETO DE FUNDAÇÕES, DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES DA ABEF E O EXECUTOR DAS FUNDAÇÕES (DEVE SER ENVIADO O PROJETO PARA O FORNECEDOR DO CONCRETO).
- ESPECIFICAR CLARAMENTE ONDE ESTE MATERIAL VAI SER APLICADO – FUNDAÇÕES.
- O EXECUTOR DEVE DAR ANUÊNCIA A ESTE FORNECEDOR E FICAR RESPONSÁVEL PELO SEU RECEBIMENTO NA OBRA.
- CUIDADO AO COMPRAR A ESTACA DE UM FORNECEDOR E CRAVAR COM EMPRESA QUE NÃO A DO FORNECEDOR DAS ESTACAS, O FORNECEDOR DEVE DAR ANUENCIA A EMPRESA DE CRAVAÇÃO

INICIO DA OBRA DE FUNDAÇÕES

- 1- REUNIÃO ENTRE OS INTERESSADOS
 - - PROJETISTA
 - - EXECUTOR
 - - FORNECEDOR DE MATERIAIS
 - - CONSTRUTOR

- 2- DEFINIÇÃO DE MÉTODOS E PROCESSOS EXECUTIVOS COMO COMPRIMENTOS DE ESTACAS OU COTAS DE ASSENTAMENTO A SER PACTUADO ENTRE EXECUTOR E PROJETISTA DA OBRA.

- 3-NEM SEMPRE ACONTECE, MAS É IMPRESCIDIVEL O ACOMPANHAMENTO TECNICO POR ENGO GEOTECNICO DA OBRA NO SENTIDO DE ASSESSORAR AO ENGO RESPONSAVEL NOS ITENS TANTO DE QUALIDADE COMO DE CUSTOS DA OBRA COMOTAMBEM PARA:
- 3.1- DAR TERMO DE RECEBIMENTO FINAL DA OBRA EM CONJUNTO COM O EXECUTOR.
- 3.2-ESCLARECER DUVIDAS EXECUTIVAS E RESOLVER PROBLEMAS IMPREVISTO, COMO, POÇOS/FOSSAS/OBSTACULOS PRE EXISTENTES
- 3.3-CONFERENCIA DE CONFORMIDADE DOS MATERIAIS ESCAVADOS/PERFURADOS COM OS TERRENOS DESCRITOS NAS SONDAGENS.
- 3.4- LEMBRAR QUE NA MAIORIA DOS CASOS FUNDAÇÕES NÃO POSSUEM ENSAIOS QUE COMPROVEM A SUA EFICIENCIA , COMO NO CASO DO CONCRETO ARMADO – ENSAIOS DO CONCRETO E DO AÇO- ENSIAOS TIPO PROVA DE CARGA SÃO RAROS E MUITO CAROS.

- **LEMBRETES IMPORTANTES**

- 1- UMA OBRA DE FUNDAÇÕES SEQUER É PARECIDA OU SEMELHANTE COM OUTRAS POIS O SOLO, TOPOGRAFIA E VIZINHOS – SEMPRE SÃO DIFERENTES (LEMBRAR QUE METADE DO PROJETO DE FUNDAÇÃO DEVE SER COMPLEMENTADO NA OBRA (ASSEMELHA-SE A UMA CIRURGIA).
- 2- INCOGNITAS NÃO REVELADAS:
 - VIZINHOS
 - A SONDAGEM É PONTUAL E O ENSAIO NÃO OFERECE MUITOS RECURSOS NO QUE SE REFERE A VISÃO GLOBAL DO TERRENO.
 - O PRÓPRIO TERRENO OFERECE INCÓGNITAS COMO, POÇOS, OBRAS ANTIGAS ENTERRADAS, FOSSAS E ETC.
- 3- É DE FUNDAMENTAL IMPORTANCIA QUE A OBRA ESTEJA SENDO COMPARTILHADA PELO PROJETISTA, CONSTRUTOR, EMPREENDEDOR E EXECUTOR DAS FUNDAÇÕES E FORNECEDORES DE MATERIAIS, E TODOS ESTEJAM DE ACORDO COM A CONDUÇÃO DA MESMA DE FORMA A TER UMA SINERGIA DO PROCESSO COMO UM TODO.

- 4-** ASSISTENCIA PERMANENTE AOS VIZINHOS É SIM GARANTIA DE BONS RESULTADOS PARA OBRA , NO TOCANTE A DANOS NAS CONSTRUÇÕES E MEIO AMBIENTE , BARULHO, SUJEIRA.
- 5-** DEPOIS DA PATOLOGIA INSTALADA FICA DIFICIL A IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL DENTRO DO QUADRO ATUAL DA CONDUÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO DAS FUNDAÇÕES ,POIS TEMOS:
- **5.1-** PROJETISTA DAS FUNDAÇÕES
 - **5.2-** EXECUTOR DAS FUNDAÇÕES
 - **5.3-**FORNECEDOR DE MATERIAIS – CONCRETO
- PORTANTO CABE AO CONSTRUTOR AMARRAR TODOS OS ENVOLVIDOS NO OBJETIVO DA OBRA PARA SE EVITAR CONFLITOS AO FINAL.

- **RECEBIMENTO DA OBRA**

- **1- A OBRA DEVE SER ENTREGUE COM TODOS OS BOLETINS DE ACOMPANHAMENTO DOS ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO EXECUTADOS - NO FUTURO PODERÁ FAZER FALTA EM CASO DE SINISTRO.**

- **2- O PROJETISTA QUE ACOMPANHAR A OBRA DEVE EMITIR UM TERMO DE ACEITE DAS FUNDAÇÕES JUNTAMENTE COM O EXECUTOR DA FUNDAÇÃO.**

- **3- SERÁ DE RESPONSABILIDADE DO EXECUTOR DAS FUNDAÇÕES EXCENTRICIDADES FORA DE NORMA QUE EXIJAM ELEMENTOS ESTRUTURAIS – VIGAS DE EQUILIBRIO.**

- **4- VERIFICAR A SITUAÇÃO DOS VIZINHOS PÓS OBRA DE FUNDAÇÃO COM RELAÇÃO A VISTORIA DE PRODUÇÃO ANTECIPADA DE PROVAS.**

CONSEQUÊNCIAS – ANÁLISE DE RISCO

- **1-** PROBLEMAS E PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES SEMPRE É BOM LEMBRAR QUE IMPLICARÁ NA MAIORIA DOS CASOS COM CONSEQUENCIAS NO RESTANTE DA CONSTRUÇÃO-TRINCAS EM ALVENARIAS E PEÇAS DE CONCRETO, DEFICIENCIAS E VAZAMENTOS NAS IMPERMEABILIZAÇÕES E INSTALAÇÕES HIDRAULICAS.

- **2-** PROBLEMAS E PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES PODEM SE TORNAR PROBLEMAS FORA O AMBITO LEGAL, POIS DISPUTAS JUDICIAIS PODEM TAMBÉM IMPLICAR EM AÇÃO CONTRAPRODUDECENTES A COMERCIALIZAÇÃO DO IMOVEL.

- **3-** O REPARO DE PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES VALE LEMBRAR SEMPRE SÃO AS MAIS ONEROSAS DA CONSTRUÇÃO – QUANDO FALAMOS EM REFORÇO DE ESTRUTURAS A ORDEM CRESCENTE DE DIFICULDADES É A QUE SE SEGUE:
 - 1- LAJES
 - 2- VIGAS
 - 3- PILARES
 - 4- BLOCOS DE FUNDAÇÃO
 - 5- PEÇAS DE FUNDAÇÃO

- **4-** DO EXPOSTO ACIMA E MAIS O DITO CONFLITO DE ENVOLVIDOS NA OBRA É SEMPRE BOM TER EM MENTE QUE A CONDUÇÃO DESTE ASSUNTO PODE CONDUZIR A CONSEQUENCIAS BASTANTE DESAGRADAVEIS.

CONSEQUENCIAS LEGAIS DOS RESPONSÁVEIS “ART” E SEGUROS DE RESPONSABILIDADE CIVIL

- **ART** – UMA PECULIARIDADE DA PRÁTICA DA ENGENHARIA, DA ARQUITETURA, DA AGRONOMIA E DAS ÁREAS AFINS É QUE, QUALQUER ATIVIDADE, PROJETO, OBRA OU SERVIÇO PRESTADO POR PROFISSIONAIS DESTAS ÁREAS, DEVE SER PRECÉDIDO DE UMA ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (LEI NO. 6496/77). A ART É O DOCUMENTO QUE DEFINE PARA EFEITOS LEGAIS OS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA OBRA OU SERVIÇO. NA ART SÃO ESTABELECIDOS OS LIMITES DA RESPONSABILIDADE QUE O PROFISSIONAL TERÁ NO SEU TRABALHO E O QUE EXATAMENTE ELE SE PROPÓS A FAZER. DA MESMA FORMA, FICAM DOCUMENTADAS AS OBRIGAÇÕES CONTRATUAIS DE AMBAS AS PARTES.

- EM SE TRATANDO DE UMA RELAÇÃO DE CONSUMO A SITUAÇÃO É DIFERENTE, POIS LIMITA EM FAVOR DO CONSUMIDOR O PRAZO DE 5 (CINCO) ANOS, PREVISTO NO ARTIGO 27 DO CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR, COMO SENDO A PRESCRIÇÃO PARA AJUIZAR A DEMANDA POR “FATO DO PRODUTO OU DO SERVIÇO” (DEFEITOS), COMO SÃO AQUELES REFERENTES A SOLIDEZ E SEGURANÇA. A CONTAGEM DO PRAZO INICIA A PARTIR DO CONHECIMENTO DO DANO. ASSIM, NUMA RELAÇÃO DE CONSUMO, TEMOS O PRAZO DE GARANTIA DE 5 ANOS, PREVISTO NO *CAPUT* DO ART. 618 DO CC, MAIS UM PRAZO DE PRESCRIÇÃO DE 5 ANOS PARA RECLAMAR.

BIBLIOGRAFIA

- **FUNDAÇÕES TEORIA E PRÁTICA – PINI**
- **EXERCÍCIOS DE FUNDAÇÕES – URBANO ALONSO**
- **PREVISÃO E CONTROLE DAS FUNDAÇÕES- URBANO ALONSO**
- **PREVISÃO DE DESEMPENHO E COMPORTAMENTO URBANO ALONSO ET AL**
- **MANUAL DA ABEF**
- **PATOLOGIA DAS FUNDAÇÕES – J. MILITITSKI.**
- **FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES DE EDIFÍCIOS – IVAN JOPPER**
- **DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS – URBANO ALONSO**
- **4 EDIFÍCIOS 20 SOLUÇÕES DE FUNDAÇÃO – MANOEL BOTELHO/LUIS F.MEIRELLES CARVALHO**

REFERÊNCIAS



MEIRELLES CARVALHO

Engenharia e Projetos S/C Ltda

Av. Brig. Faria Lima, 1478 cj. 715

Tel: (11) 3031-0621 – Tel/Fax: (11) 3805-3244

Email: meirelles@meirellescarvalho.com.br



Associação Brasileira de Mecânica dos Solos www.abms.com.br