



ENGEGRAUT

SOLOS MOLES
Nossa experiência
Sua segurança e garantia

**Soft Soil
Group**



Nossa especialidade é modificar solos e reforçar fundações. Nossos métodos adequam-se aos novos desafios que surgem, principalmente em obras que exijam rapidez, o melhor custo benefício e acesso limitado.

Nossa experiência com quase 40 anos reforçando solos, além da parceria com empresas de geotecnia norte-americanas e a comunidade acadêmica nacional é a sua garantia. Alguns dos nossos serviços:

- CPR Grouting;
- Jet Grouting;
- Compaction grouting;
- Permeation grouting;
- Chemical grouting;
- Renivelamento de edificações e pavimentos;
- Grampeamento de solos;
- Tratamento de solos contaminados;
- Impermeabilização de barragens de terra e concreto.

Na área de solos moles, a ENGE-GRAUT é única na arte do enrijecimento por consolidação com a técnica CPR Grouting. No campo da impermeabilização de barragens de terra e concreto, assim como para solos contaminados, nossa empresa possui *know-how* único, com base em uma formidável linha de resinas e cimentos hidroexpansivos, adequados à modificação e à impermeabilização de solos granulares, além de grouts cimentícios híbrido-expansivos de endurecimento controlado, muitas vezes necessários à interrupção de percolações em barragens de terra e concreto, como *pipings*, etc.

A GEOTECNIA DO CPR GROUTING

O dimensionamento do CPR Grouting consiste em entrarmos com parâmetros do solo e do projeto a ser executado em programa de elementos finitos específico desenvolvido por nossa organização. Em contrapartida, o programa oferece todas as diretrizes executivas, tanto de consolidação quanto da rigidez, para cada projeto. De um modo geral, trata-se da cravação de malha de geodrenos, intercalada com malha de furos, onde executa-se bulbos de compressão com

Nossa principal atividade está concentrada no enrijecimento de solos moles, de maneira eficiente e sustentável, bem menos complicada que com fundações profundas ou inclusões rígidas. Neste particular, dispomos da mais moderna técnica de enrijecimento para argilas moles, orgânicas e inorgânicas: Consolidação Profunda Radial ou CPR Grouting.

O PROBLEMA

A fundação de uma estrutura, seja um a estrada ou edificação, exige condições geotécnicas de solo estáveis, significando que o investimento estará isento de riscos. Caso inexistam, análises deverão ser feitas por engenheiro geotécnico experimentado, de modo a solucionar possíveis riscos. A presença de solo mole em qualquer terreno, seja a partir da superfície ou em camadas sub-horizontais, incorre, naturalmente, na necessidade de cálculos de estabilidade e recalques, normalmente envolvendo análise computacional.

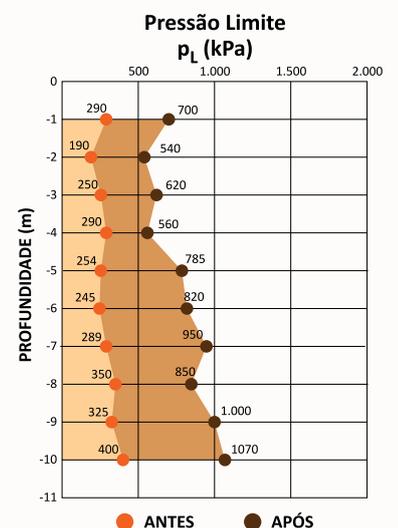
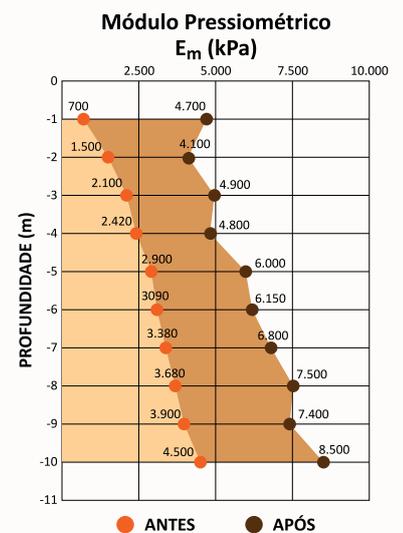
geogROUT, via expansão de cavidades, de baixo para cima, escalonadamente, a partir do solo resistente, para cada metro de profundidade, especialmente ajustado para o solo mole em questão, através de curva granulométrica formulada pelo programa, com areias, siltes e aglomerantes da própria região, além de aditivos, de modo a promover a consolidação do solo e, ao mesmo tempo, impor níveis de rigidez superiores às exigências de projeto.

CÉLULA TRIAXIAL DO CPR GROUTING



Em nosso laboratório geotécnico, dispomos de célula triaxial modificada, específica para o CPR Grouting, além da estrutura de carregamento que determina o coeficiente de pressão lateral

SONDAGEM PRESSIOMÉTRICA TÍPICA DE CHEGADA DA REFORÇO DO SOLO



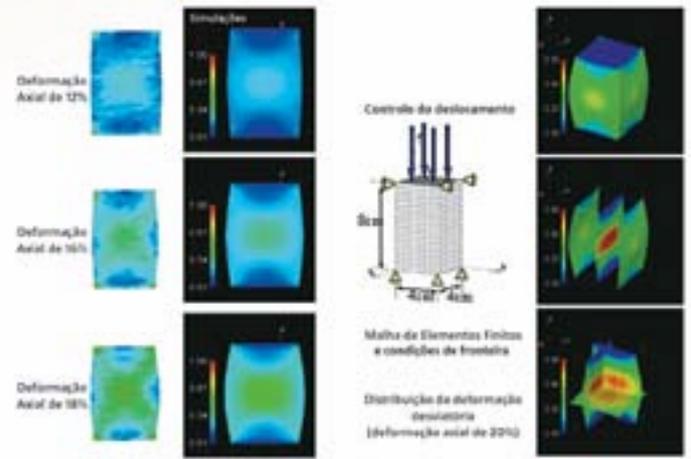
A neutralização dos recalques imediato e primário é assegurada com o acompanhamento do máximo excesso da poropressão e sua dissipação. A confirmação do recalque secundário é comprovada através das tensões de fluência na curva pressiométrica de acompanhamento do serviço. As verticais de compressão e enrijecimento, realizadas via expansão de cavidades, confirmam a ordem de deformações (recalques) impostas. Uma vez alcançada a resistência necessária, previamente programada, com cada bulbo de compressão, interrompe-se o enrijecimento naquela cota, suspendendo-se o tubo de bombeamento e repetindo-se o enrijecimento até chegar-se à superfície do solo mole. Toda a mecânica executiva é acompanhada com monitoramento do excesso

e dissipação da poropressão causada que, com as curvas pressiométricas pressão-volume, indicam o grau de consolidação e rigidez impostos. O resultado é o aumento substancial da resistência efetiva e da rigidez do solo mole, ao longo de toda a sua profundidade, de maneira proporcional à quantidade de dissipação da poropressão.

Para cada projeto, associa-se uma resistência à compressão, específica para o geogROUT formador dos bulbos de compressão e adensamento do solo. Após o CPR Grouting, com os parâmetros previamente analisados, como o volume e a pressão de cada bulbo de compressão imposto no solo, obtêm-se os módulos tensão-deformação do solo, agora solo compósito, bem superiores ao do solo original e ajustados ao projeto. Um outro dado interessante é que o solo reforçado passa a trabalhar imediatamente como solo compósito rígido. Todas as cargas de projeto, a serem impostas, serão distribuídas sobre a camada de aterro de maneira uniforme.

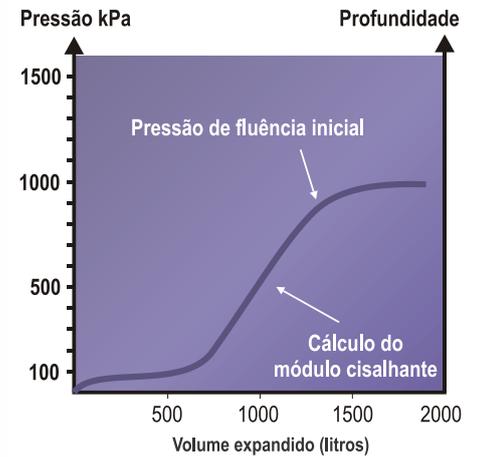
A partir da programação executiva, obtida com método específico de elementos finitos, o CPR Grouting poderá ser iniciado com a seguinte metodologia:

- Instalação de containers para almoxarifado, banheiros e escritório.
- Instalação da central do fornecimento do geogROUT.
- Campanha de ensaios com pressiômetros e piezômetros.
- O terreno deverá estar com a terraplanagem feita, de modo a assegurar a trafegabilidade dos equipamentos.
- Início da cravação dos geodrenos com equipamento de esteiras e lança com altura compatível com a profundidade do enrijecimento.
- Com equipamentos sobre esteiras, e lanças com tubulação de bombeamento, chega-se à cota desejada, iniciando-se a formação das verticais de enrijecimento.
- Nova campanha de ensaios pressiométricos para atestar o enrijecimento do solo. ■



Simulações do teste de compressão triaxial por método de elementos finitos em 3D

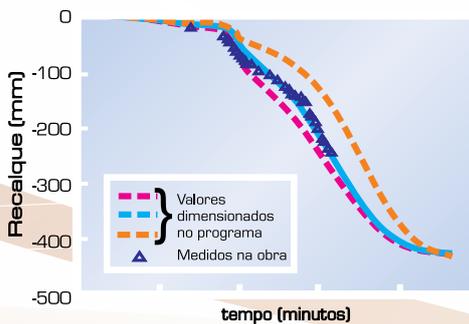
CURVA PRESSIOMÉTRICA TÍPICA, VOLUME EXPANDIDO X PRESSÃO DESENVOLVIDA PARA CADA BULBO DE COMPRESSÃO.



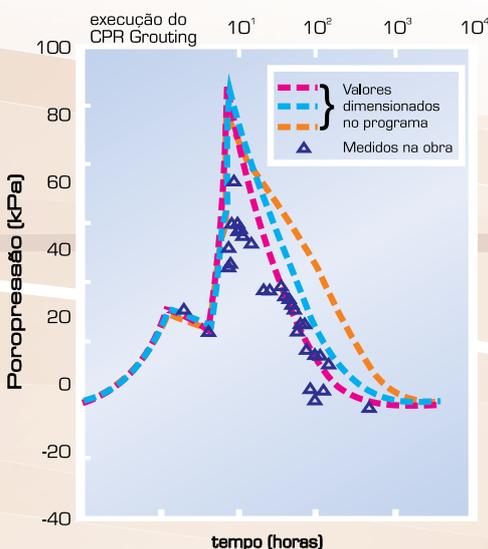
Dados Típicos

- Pressão de cada bulbo: 1.000kPa (10kg/cm²)
- Volume de cada bulbo: 1.000l (1,0m³)
- Esfera teórica formada Ø 0,90m
- Força Radial aplicada 400ton
- U_{máximo} 70 kPa (junto ao bulbo)

Recalque induzido durante a formação de cada bulbo de compressão, via expansão de cavidades



Medição da consolidação do solo através do controle do excesso e dissipação da poropressão

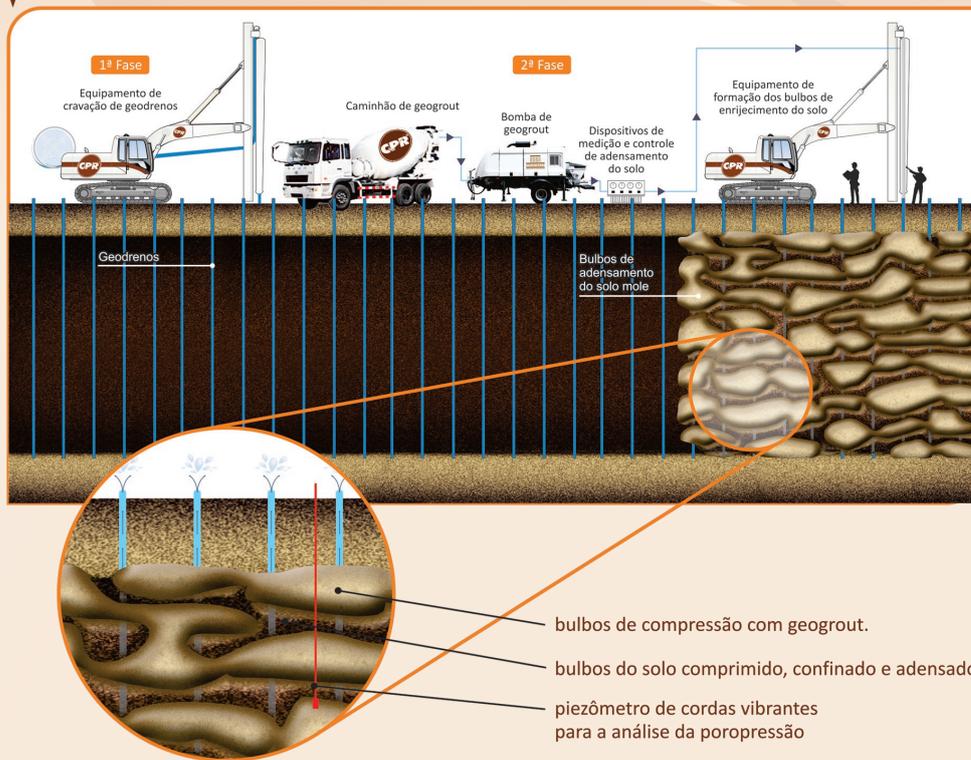


Apresenta baixa resistência à penetração, ou seja, com valores de SPT que variam de 0 a 5 golpes, onde a fração argila e o grau de saturação imprimem características de solo coesivo e compressível, incluindo-se as areias fofas. Os depósitos ou ambientes de deposição variam desde o aluvial, nas várzeas dos rios, até o costeiro, passando por mangues, evidenciando a presença de argilas orgânicas e turfas.

MÉTODOS TRADICIONAIS DE TRATAMENTO DE SOLOS MOLES

A presença de solo mole inibe, naturalmente, projetos com fundações diretas. A opção por fundação profunda, utilizando-se estacas, exige substratos resistentes, geralmente distantes da superfície. A presença de camadas de solo mole, invariavelmente acompanhadas da execução de aterros, submete as estacas ao perigoso fenômeno do atrito negativo e a deslocamentos laterais, estabelecendo-se recalques diferenciais perigosos. O emprego da técnica de aterros de sobrecarga é cara, demorada e não elimina os recalques. Estacas de material granular e troca de solo são caras, produzem bota fora, e não eliminam recalques. Estas técnicas, cada vez mais, tornam-se proibidas por leis ambientais.

O CPR Grouting consiste das fases de cravação dos geodrenos e da formação de verticais com bulbos de compressão que adensam e aumentam a resistência do solo, ao mesmo tempo em que promovem a rigidez do solo.



Vantagens do CPR Grouting*

- 100% específico para solos moles;
- Mobilização rápida;
- Ausência de transtornos à obra;
- Ampla gama de aplicações;
- Ausência de aterros, refugos e lama;
- Chuvas não interrompem o serviço;
- Alternativa super econômica, além de prazos extremamente curtos em relação à substituição de solos, aterros temporários, colunas granulares e estaqueamentos;
- Alcança profundidades de tratamento onde técnicas clássicas são limitadas;
- Acesso a locais restritos, limitados e difíceis, sem interferência com a rotina do cliente;
- Melhor custo benefício;
- Perfeito para reforço de fundação.

Quem Somos

A ENGEGRAUT é única em serviços de CPR Grouting no Brasil. Esta técnica de consolidação promove uma série de benefícios em solos, sem paridade com outras técnicas tradicionais de consolidação de solos moles.



Pavimentos com recalques estão entre as maiores aplicações do CPR Grouting, com a particularidade dos trabalhos de consolidação do solo suporte e adicionalmente, nivelando-se o greide, sem interferência com o tráfego.

Por que escolher a Engegraut

Bons motivos. É a empresa que desenvolveu o CPR Grouting, possuindo a maior experiência neste tipo de tratamento. Nosso corpo técnico é composto por Engenheiros Geotécnicos de reconhecida capacidade, que analisam caso a caso, oferecendo o melhor dimensionamento, considerando as características do solo de cada obra. Nossa mobilização é rápida para qualquer parte do país e exterior. Sem dúvida, CPR Grouting é sua melhor opção. Nossa empresa tem sede no Rio de Janeiro e escritórios em Recife e Florianópolis, além de representação em outros estados, propiciando mobilização rápida e adequada às necessidades dos nossos clientes. Nossa história é de desafios e sucessos.

Atuamos em:

- Estradas, aeroportos;
- Melhorias de solos para edificações;
- Estabilização para escavações;
- Barragens, ferrovias;
- Consolidação de um modo geral;
- Prédios com recalques, restituindo a cota original dos elementos de fundação.

