

# Solução de geotecnia mantém complexo petroquímico no prazo

*Joint venture formada pela brasileira Braskem e pela mexicana Idesa avança com as obras do projeto Etileno XXI, no México. Essa unidade petroquímica deve começar a operar a partir de julho de 2015 e representa um investimento de US\$ 3 bilhões*

A organização Odebrecht começou a preparar o terreno destinado à área industrial da petroquímica, por intermédio da Odebrecht Infraestrutura, no segundo semestre de 2011. Àquela altura, a organização já havia decidido investir no México – naquele e em outros empreendimentos – um volume de recursos da ordem de US\$ 8 bilhões. À época, o diretor-geral da

empresa, naquele país, Luís Weyll, afirmara: "Estamos prevendo que haverá aqui, para os próximos anos, um crescimento muito forte. Isso exigirá de nós uma série de ações para tornar real essa possibilidade".

O projeto Etileno XXI é considerado, pelas autoridades econômicas mexicanas, uma demonstração de que os planos da organização brasileira estão se consolidando. Nesse contexto, porém, cabe destaque à experiência da engenharia tanto da Odebrecht quanto das empresas que ela contratou para o desenvolvimento das várias fases das obras.

Aqui é publicado o case de uma dessas empresas, a GeoCompany Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente, cujo diretor técnico, o professor Roberto Kochen, relata com minúcias o trabalho que ali foi realizado. Versão deste trabalho foi apresentado no 1º Workshop de Gestão Eficaz Impacta nos Custos e Prazos de Projetos e Obras, ocorrido em maio último.



*A área do empreendimento objeto dos trabalhos de preparo de solo*



A GeoCompany esteve presente no projeto Etileno XXI, no México.

Realizamos o projeto pioneiro de melhoramento de solos moles através de geodrenos a vácuo, em área superior a 150.000 m<sup>2</sup> com acompanhamento da instrumentação para liberação do aterro, retirada da sobrecarga e liberação da construção do empreendimento após a estabilização dos recalques.



Melhoramento de solos com drenos a vácuo



Foto aérea do empreendimento



Aterro sobre solos moles

Contate nossos especialistas e conheça melhor este e outros projetos.



GeoCompany

Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

55 11 2110-7211 | geocompany@geocompany.com.br  
www.geocompany.com.br

## As dificuldades geotécnicas e as soluções

Roberto Kochen

O empreendimento petroquímico Etileno XXI, no município mexicano de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz, México, foi iniciado no 1º semestre de 2011, com a compra de área superior a 2 milhões de m<sup>2</sup>. A implantação dessa unidade industrial, segundo a Braskem, deverá dobrar a capacidade da empresa, de produção de etileno. A produção estimada é de 1 milhão de t de polietileno por ano.

O empreendimento é composto de uma planta de craqueamento térmico de etano e por três plantas de polietileno (duas de PEAD - Polietileno de Alta Densidade - e uma de PEBD - Polietileno de Baixa Densidade). A área total aproximada ocupada pelo projeto é de 250 hectares, com as edificações industriais concentradas numa área aproximada de 160 hectares.

Na área reservada à unidade de craqueamento térmico (Cracker) constatou-se a existência de pacotes espessos de argilas moles, que atingiam até 18 m de espessura, sobre as quais seriam colocadas camadas adicionais de aterro de até 10 m de altura. Em razão disso, houve a necessidade de melhoramento de solos antes da execução dos aterros, para evitar situações de ruptura e recalques excessivos durante a construção e que poderiam acontecer também a longo prazo.

Os estudos de melhoramento de solos se concentraram na região norte do empreendimento, na unidade de Craqueamento de Etano, com estimativa de área de aterro superior a 100.000 m<sup>2</sup>. O enfrentamento dessa dificuldade geotécnica pelos empreendedores previu o melhoramento de solos e da plataforma de craqueamento térmico, em prazo exíguo, dentro dos custos, e do cronograma.

A construção de aterros sobre solos moles é tradicionalmente um complexo problema da engenharia geotécnica por causa das ocorrências de recalques ao longo de grandes períodos de tempo. Sem o devido projeto e tratamento de solos moles, o prazo para o adensamento e desenvolvimento de recalques pode se estender por longos anos. E a curto prazo sempre existe o risco de ruptura dos aterros durante os trabalhos para alteá-los.

O empreendedor tomou a iniciativa de realizar extensa campanha de investigação geológico-geotécnica, com sondagens a percussão simples (SPT), ensaios de penetração de cone (CPT), e ensaios de Piezocone (CPTU). Posteriormente à execução do aterro foi possível determinar *in situ* a resistência não drenada ( $S_u$ ) dos depósitos de argila mole por meio de ensaios de palheta (*vane tests*), confirmando as análises de estabilidade realizadas no projeto.

O tratamento de solos foi realizado com o emprego de uma técnica inovadora: drenos a vácuo, onde o vácuo funciona tanto como sobrecarga aplicada como também aumentando a capacidade de drenagem do sistema. E a trajetória de tensões resultante da aplicação destes esforços favorece também a estabilidade dos aterros sobre solos moles durante o período construtivo. O sistema de melhoramento de solos com drenos a vácuo foi dimensionado para desenvolver os recalques primários (adensamento) e secundários durante o tempo da construção dos aterros, minimizando recalques de longo prazo.

Os recalques estimados foram verificados a partir da instrumentação geotécnica instalada, o que permitiu a construção segura dos aterros, dentro do exíguo prazo contratual.

A longo prazo, após a conclusão da construção do Etileno XXI, não é prevista a ocorrência de recalques por adensamento dos solos moles. Os recalques a longo prazo são negligenciáveis na Unidade de Craqueamento de etano, já tendo ocorrido durante a aplicação do vácuo nos drenos, o que é um aspecto muito importante para a operação desta unidade da petroquímica.

Os aterros foram executados num período de cinco meses. Em suma, em um prazo inferior a 1 ano, houve a elaboração do projeto e a execução, monitoração e liberação da área da plataforma de craqueamento térmico deste empreendimento. Trata-se de prazo muito curto para







Fase da implantação dos geodrenos com máquinas de cravação



Os geodrenos instalados com condutos, tubulação e bombas a vácuo

uma obra deste porte, e que somente foi possibilitado pelo forte alinhamento de conceitos, metas e ações do empreendedor (Braskem) e do construtor (Odebrecht México). E tudo foi realizado em locais dentro das áreas industriais do empreendimento com rochas expansivas (lodolitas) e solos moles, originários de alteração e intemperização daquelas rochas expansivas.

O movimento de terra foi realizado também em um prazo curtíssimo, considerando que o sítio vive sob o regime de chuvas intensas e está permanentemente sujeito a fatores de risco imprevisíveis tais como furacões, terremotos e greves (todos potencialmente negativos para o cronograma de obras).

Com os estudos realizados foi feita a opção pela solução de DVP -

drenos verticais profundos - com aplicação de vácuo para aceleração dos recalques. Essa alternativa revelou-se a mais rápida (cada drenó poderia ser cravado e instalado em 10 minutos) e mais econômica (cerca de cinco vezes mais barata que colunas de brita e 10 vezes mais barata que o uso de *jet grouting*, numa área de aproximadamente 100 mil m<sup>2</sup>).

O trabalho atendeu, portanto, aos requisitos de cronograma e de economia, superando desafios inéditos para nós, como a necessidade de implantar e iniciar a operação dos drenos a vácuo em prazo inferior a dois meses, e de acelerar os recalques para que eles ocorressem segundo o cronograma da fase de construção. Foi mais uma vitória da engenharia e da geotecnia.