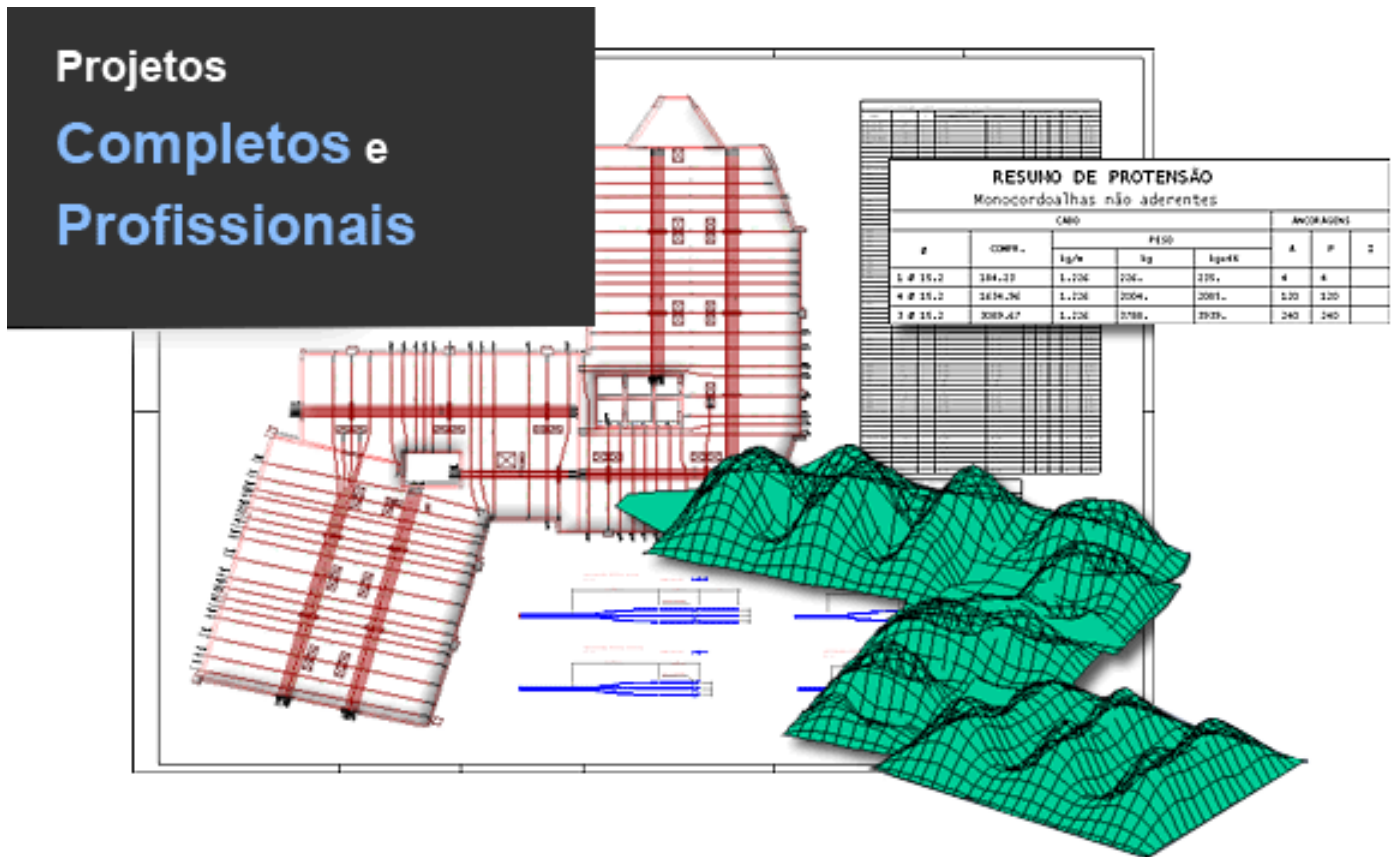


Lajes Protendidas

O Lajes Protendidas é uma ferramenta computacional que permite que projetos de lajes protendidas sejam elaborados de forma completa e altamente profissional. Abrange todas as etapas do projeto: análise (flechas, esforços, hiperestáticos de protensão), dimensionamento (tensões, fissuração, As passiva, perdas), detalhamento e desenho (planta e elevação de cabos e tabela com quantitativos).



O Lajes Protendidas é um módulo opcional do TQS e funciona de forma totalmente integrada com os demais subsistemas.

Possui uma interface fortemente gráfica que permite que tanto o lançamento de dados como a análise de resultados sejam realizadas de forma fácil, transparente e eficiente.

O Lajes Protendidas é bastante abrangente. Através de um editor gráfico específico, chamado editor de lajes protendidas, a protensão no pavimento pode ser definida de inúmeras formas: cabos retos ou desviados em planta, cabos morrendo no meio da laje, o perfil dos cabos pode ter qualquer formato, admite diversos tipos de ancoragens, etc. São atendidas diversas tipologias de pavimentos, desde as mais simples até as mais complexas.

Principais Recursos

O Lajes Protendidas permite a utilização de sistemas compostos por cordoalhas aderentes ou por cordoalhas engraxadas (não-aderentes). As características de cada tipo de cordoalha são editáveis, de modo que o usuário possa utilizar as características específicas por cada fabricante.

Pode-se aplicar a protensão em qualquer tipo de laje: lajes convencionais apoiadas em vigas, lajes nervuradas, lisas com ou sem capitéis, com vigas-faixa etc.

Para estes tipos de lajes, a geometria pode ser qualquer e com a disposição de pilares irregular, pois toda a análise estrutural é baseada no modelo de grelha ou pórtico espacial, que leva em conta a bidirecionalidade das lajes. A

adoção destes modelos para a análise de esforços e flechas representou um grande avanço com relação à modelagem por faixas ou por lajes isoladas, comuns até alguns anos atrás nos escritórios de projetos.

Tanto as "Forças de Alívio" como o "Hiperestático de Protensão" (gerado pelas reações de apoios da estrutura durante a aplicação da protensão) são considerados automaticamente, tornando a análise do comportamento das lajes mais eficiente e seguro.

O cálculo das perdas de protensão também é feito de modo automático. São considerados os efeitos do atrito e acomodação das ancoragens (perdas imediatas). As perdas progressivas também são contempladas de forma aproximada.

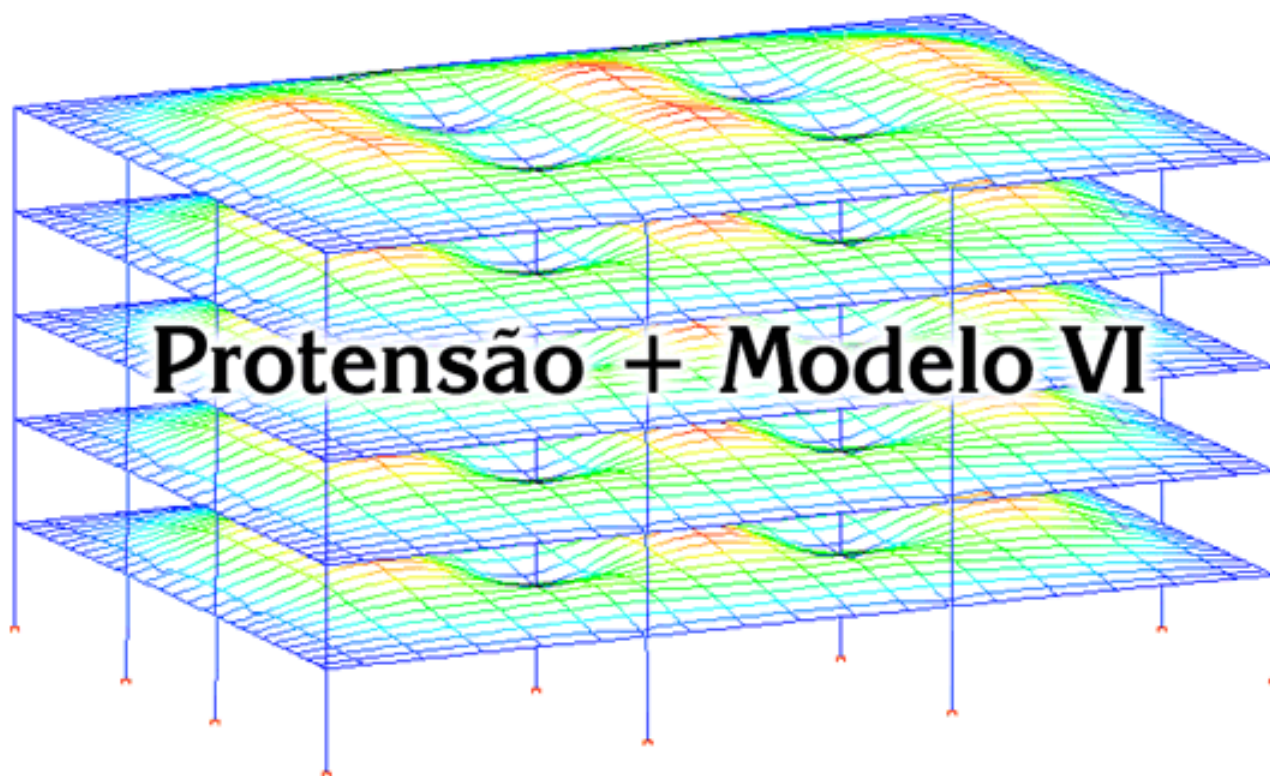
São apresentados diagramas de momentos, tensões nas seções, fissuras e armadura passiva para cada região da laje que será protendida.

Através de um diagrama chamado "Momento no cabo", é possível verificar graficamente o nível de protensão aplicado em cada região de uma laje.

Assim como todos os subsistemas do TQS, o Lajes Protendidas possibilita a edição de uma grande quantidade de parâmetro de cálculo (critérios), de modo que o usuário tenha total acesso aos valores que serão utilizados para o cálculo da estrutura, e possibilitando uma personalização dos projetos.

Modelo VI

A adaptação do dimensionamento e detalhamento de lajes protendidas com o Modelo VI foi um dos grandes marcos da versão 16 do TQS. A análise da protensão em estruturas bidimensionais, que já era algo considerado complexo, foi estendida para estruturas tridimensionais.



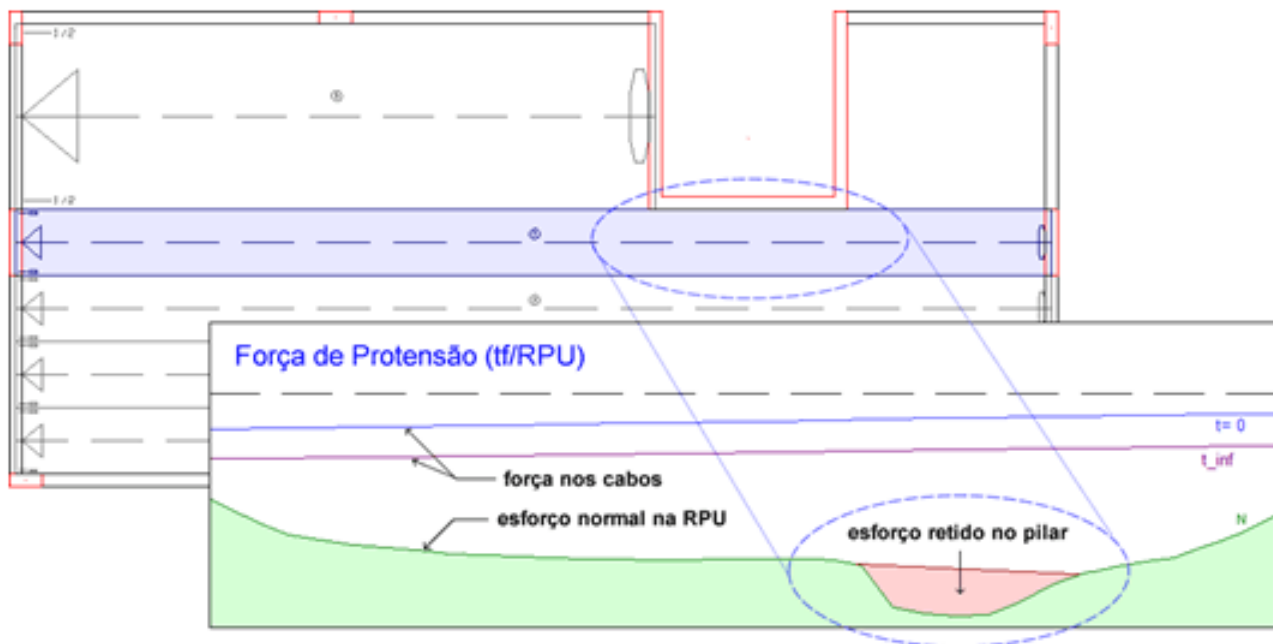
Algumas características e vantagens do uso do Lajes Protendidas com o Modelo VI são apresentadas a seguir.

Modelo Tridimensional

No modelo IV, a análise dos efeitos gerados pela protensão era baseada num modelo bidimensional (grelha). No Modelo VI, esses efeitos passam a ser tratados num modelo tridimensional (pórtico espacial). Dessa forma, em situações onde o estudo do equilíbrio da estrutura necessita ser realizado espacialmente (ex.: presença de elementos inclinados), os efeitos da protensão passarão a ser calculados de forma mais adequada.

Esforços nos Pilares

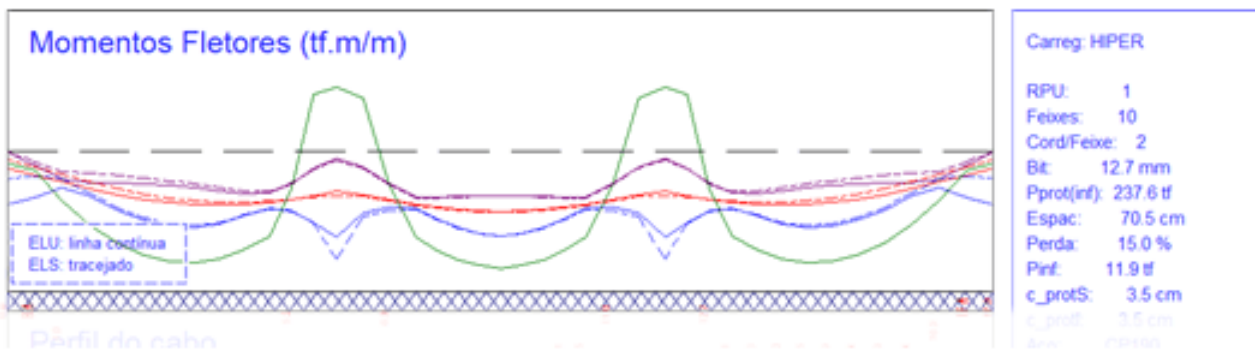
Sob o ponto de vista da protensão na grelha (força no plano da laje), uma das melhorias do Modelo VI em relação ao Modelo IV é a modelagem mais precisa dos apoios da estrutura de um pavimento. Ao invés de vinculações discretas em grelhas, os pilares são simulados por barras com rigidezes adequadas no pórtico espacial. Com isso, a retenção de esforços nos pilares provocados pela protensão passa a ser analisada de forma mais precisa.



Modelos ELU e ELS

As solicitações necessárias para verificações em serviço (combinações quase-permanente e frequente) e de segurança à ruína (ato da protensão e infinito) são calculadas, respectivamente, nos modelos ELS e ELU, com níveis de carga e rigidezes distintos a partir do pórtico espacial. As respectivas combinações de carregamentos são geradas de forma automática e podem incluir diversos tipos de ações (temperatura, retração, empuxo, ...).

A diferenciação dos modelos ELU e ELS no cálculo do hiperestático de protensão também é levada em conta.

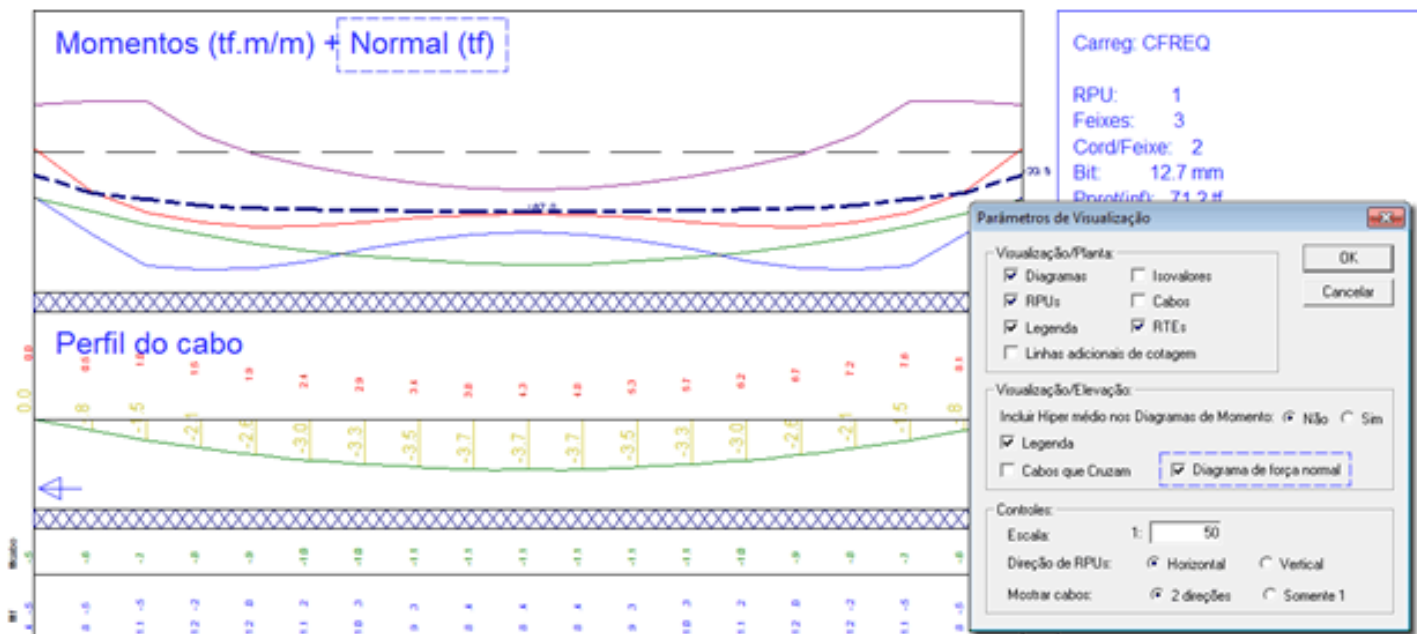


Envoltória de Esforços

No dimensionamento das lajes e vigas-faixa protendidas, passam a ser consideradas as envoltórias de esforços para os diversos pisos comuns (pavimentos com repetição - tipo), assim como a envoltória de combinações de carregamentos (combinações com os vários casos de vento, empuxo, por exemplo).

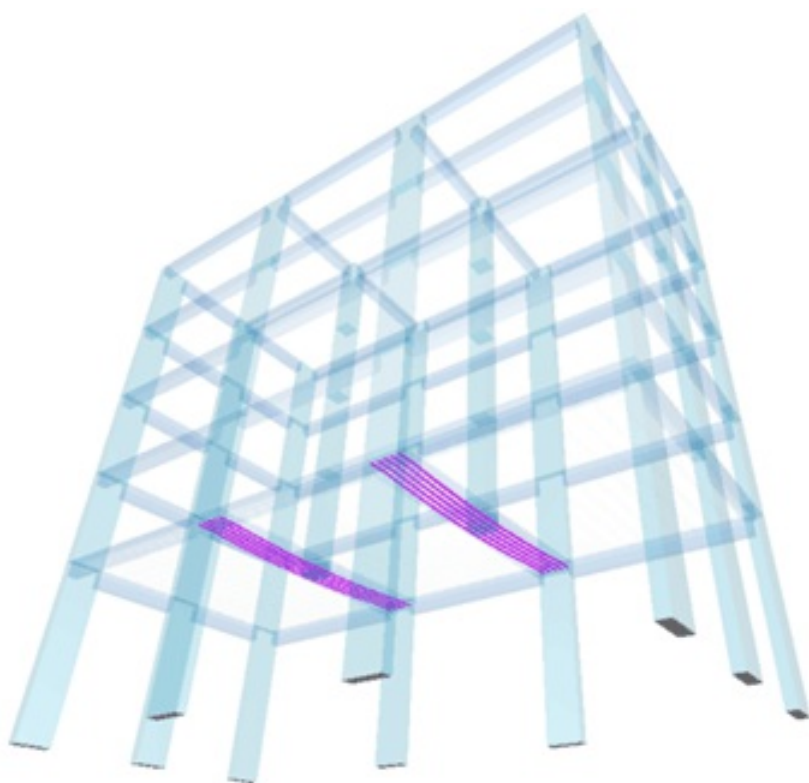
Compressão nas Lajes

A distribuição dos esforços axiais no plano das lajes provocados pela protensão passou a ser calculada de forma mais precisa com o Modelo VI. Assim, os esforços de compressão são distribuídos proporcionalmente à rigidez axial das lajes e vigas. O efeito conjunto da protensão com outras ações que provocam esforços axiais nas lajes como retração, força horizontal devido a pilar inclinado, empuxo, etc, são visualizados e tratados conjuntamente.



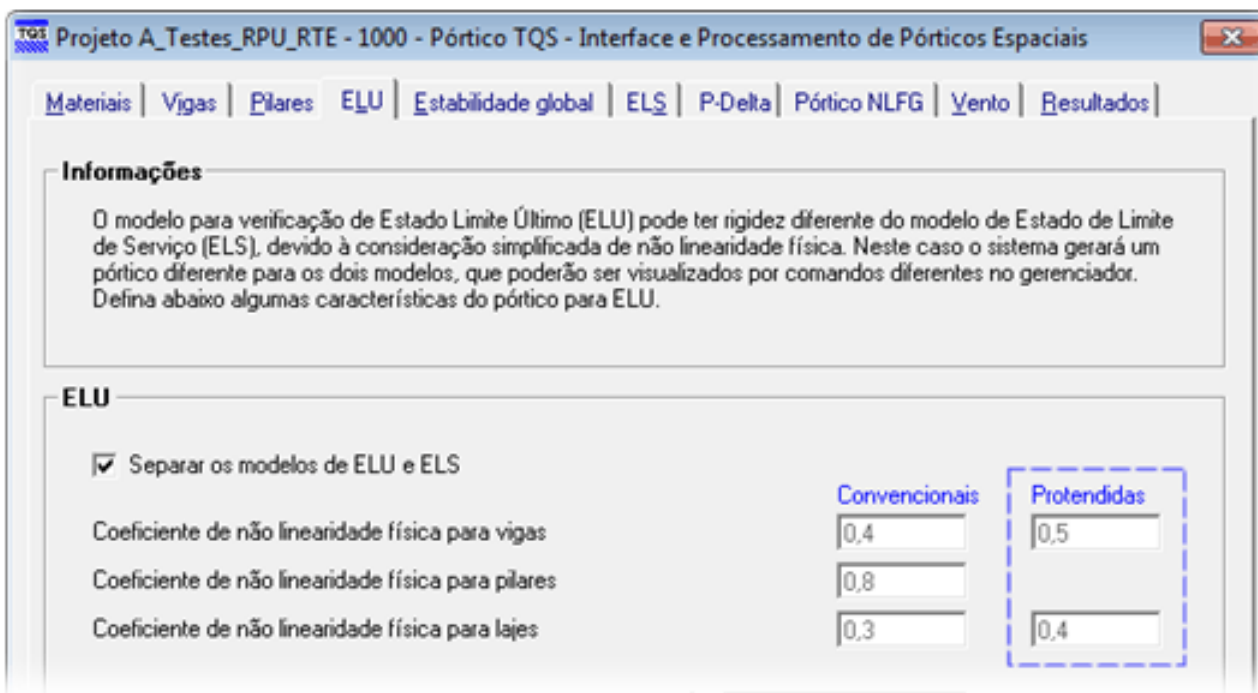
Vigas-faixa de Transição

A análise dos efeitos gerados pela protensão em vigas-faixa de transição passa a ser realizada de forma mais precisa considerando-se o comportamento tridimensional dos elementos estruturais adjacentes.



Não-linearidade Física

Na análise ELU, é possível definir coeficientes de não-linearidade física diferenciados para elementos protendidos (lajes e vigas-faixa) dos elementos convencionais de concreto armado, que trabalham fissurados.

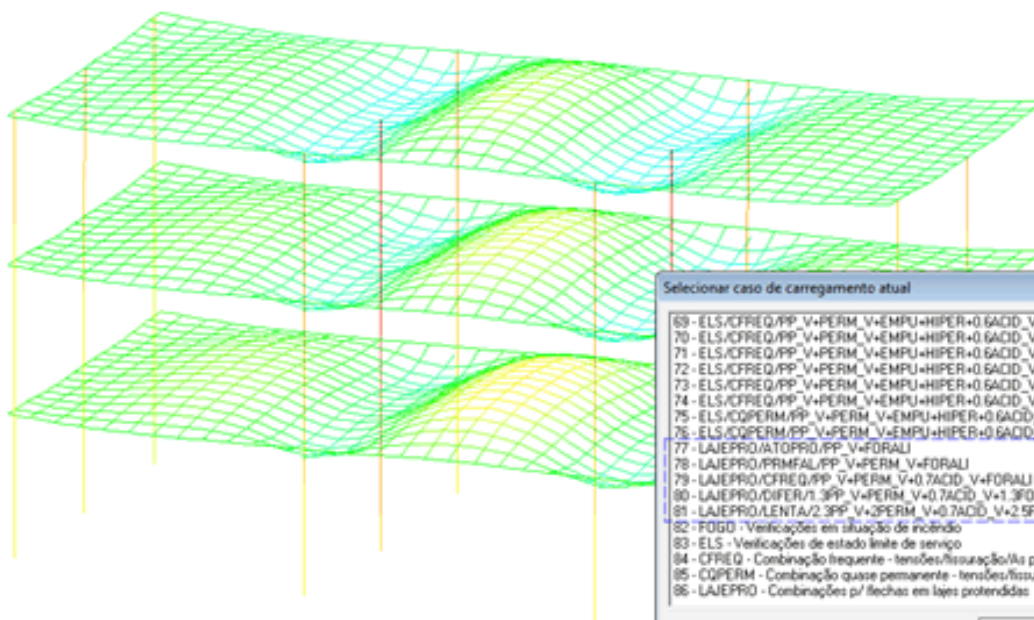


Hiper Pórtico

O cálculo do hiperestático de protensão passa a ser realizado no pórtico espacial (hiper pórtico). A antiga análise dos efeitos do hiperestático pela grelha (hiper grelha) continua válida apenas para uma avaliação preliminar. O dimensionamento final, ELU, dos elementos estruturais é feito considerando os valores do hiper pórtico.

Análise de Flechas

Foi adicionada uma nova envoltória de combinações específicas de ELS para análise de flechas imediatas e diferidas no tempo em pavimentos protendidos.



Nós de Pórtico

Em nós de pórtico, encontro de vigas e pilares de extremidade, os cabos de protensão podem ser lançados de forma excêntrica ao eixo da viga faixa. Essa excentricidade da força de protensão é adequadamente considerada para os elementos adjacentes (pilares superiores e inferiores) juntamente com os esforços solicitantes devido às demais cargas, podendo criar uma situação favorável para seu dimensionamento.

