

SISEs - Parte 1 - Introdução, Elementos de Cálculo e Interação

Introdução

O SISEs (Sistema de Interação Solo – Estrutura) tem o propósito de auxiliar os engenheiros, geotécnico e estrutural, na elaboração dos projetos de fundações e da estrutura propriamente dita (superestrutura).

O principal objetivo do SISEs, nesta versão inicial, é a determinação dos esforços solicitantes (força normal, momentos fletores, forças cortantes e momentos de torção) em todos os pontos da estrutura e dos elementos de fundação com maior precisão e exatidão, considerando o efeito da presença do solo para suportar a fundação. Também o cálculo dos recalques em cada ponto da fundação é um ponto de destaque do sistema.

Esquematicamente temos:



No SISEs, como toda a estrutura e a fundação participam de um mesmo modelo, a solução final é alcançada de forma mais direta do que um cálculo de forma iterativa.

Elementos Rígidos e Flexíveis

Os elementos de fundação que não possuem uma área superficial elevada podem ser projetados e considerados como elementos rígidos. A altura do elemento para ser considerado como rígido depende das dimensões do elemento em planta e é definida, geralmente, pelo engenheiro estrutural. Este conceito é válido para sapatas e blocos sobre estacas.

Quando o elemento de fundação possui uma área superficial elevada, suportando a estrutura de diversos pilares, é muito comum projetar um elemento denominado "flexível". Esta situação é comum num bloco de estacas ou numa sapata de grandes dimensões (radier) suportando alguns pilares de grande responsabilidade na edificação.

Os elementos possíveis de serem lançados são:

Sapatas Isoladas Sapatas Associadas Radier Tubulões Blocos sobre Tubulões Estacas Circulares e Quadradas Estacas Retangulares (Barrete) Vigas entre Elementos

Lembramos que o SISEs não faz o dimensionamento e detalhamento das armaduras de todos os elementos de fundação, apenas o TQS-Fundações realiza esta tarefa e somente para os elementos: blocos sobre estacas e sapatas.

Discretização do Modelo da Fundação

Os elementos de fundação, constituídos por estacas, tubulões, sapatas isoladas e associadas são convenientemente discretizados em elementos de barras com uma determinada dimensão simulando o comportamento de toda a infra e superestrutura. As barras são conectadas entre si através de nós. O exemplo abaixo ilustra esta discretização dos elementos de fundação juntamente com toda a superestrutura:

Efeito do Solo nos Elementos de Fundação

O efeito do solo é simulado no SISEs através de vínculos elásticos (coeficientes de reação vertical e horizontal) atrelados aos nós da estrutura. Estes vínculos elásticos são baseados na teoria de Winkler onde as características do solo são convenientemente tratadas e os valores dos vínculos (ou molas) são obtidos. Esquematicamente temos para o exemplo de um bloco sobre estaca e uma sapata:





Os coeficientes de reação, vertical e horizontal, são normalmente designados no SISEs pelas siglas CRV e CRH. O fluxograma geral de processamento do SISEs pode ser representado abaixo:



Principais Passos do Processamento

Para o completo processamento do SISEs, temos três etapas distintas:

Fornecimento de dados

Processamento da estrutura integrada (super + infraestrutura)

Análise de resultados finais

a) Fornecimento de Dados

O fornecimento de dados do SISEs é composto por três itens distintos:

Definição de Critérios de Projeto

Lançamento de Sondagens

Lançamento dos Elementos de Fundação

Para o entendimento geral do funcionamento do SISEs, será explicado primeiramente o processamento integrado da estrutura com os elementos de fundação, como um todo, e logo em seguida na série de novas mensagens, abordaremos os Critérios de Projeto, Lançamento das Sondagens e Lançamento dos Elementos de Fundação.

b) Processamento da estrutura integrada (super + infraestrutura)

Os seguintes procedimentos deverão ser adotados para o processamento global da estrutura, envolvendo superestrutura e a infraestrutura com os elementos de fundação:

Definição do edifício

A definição é a padrão para projetos no TQS, dentro do Editor de edifício, nome do projeto, lançamento de pavimentos, coeficientes de arrasto de vento, entre outros.

Ativar Integração com o SISES

Depois de feito o lançamento da superestrutura, antes do primeiro processamento é preciso acionar a opção de "Ativar a integração TQS-SISEs".

Selecione o ícone "Editar Edifício":



Na aba Modelo, no item "Interação Solo-Estruturas", habilitar a opção "Ativar a integração TQS-SISEs":

Gera	is Modelo Pavimentos Materia	is Cobrimentos Cargas Critérios	Gerenciamento
M	odelo estru ¹ it il do edifício:		
1	Modo manyal		
н	C Esforços verticais por vigas cor	rtinuas ou greihas, gem vento	2
	C Esforços verticais por <u>vigas</u> ou	grelha, vento por pórtico espacial	?
IV.	Modelo de vigas e plares, flexit	bilizado conforme critérios	2
v	C Modelo conjunto de Pórtico/Gr	ehas/Vigas (versão 10 e griteriores)	?
Carte esquenottes VI	Modelo de vigas, plares e lajes	, flexibilizado conforme critérios.	2
	odelos independentes A estrutura se comporta como un Comportamento de corpos separ	n corpo único, sem juntas ou torres sep ados por espaços ou juntas, sob ação (eradas Se vento
	Agas de transição / tirantes	Processo P-Delta	Análise dinámica
	Interação Solo-Estruturas	Pré-moldados	Beto incremental
an true an	has). O pórtico será composto apen lafragma rígido das lajes devidame vigas e plares serão calculados co cais serão calculados, de acordo o lados por greîha de lajes, os esforoj o cargas para o pórtico espacial, ou solal e greîhas). Para os demais tipo rícico por meio de quinhões de cargo e ser ativado no botão abaixo. A file valiações ELU e ELS, bem como se ortérios gerais do Pórtico-TQS.	as por barras que simularn as vigas e pl nte incorporado. Os efetos onundos da m o pórtico espacial. Nas lajes, somente on o modelo selecionado para os pavin os resultantes das barras de lajes sobre u seja, há uma certa integração entre ar s de modelos de pavimento, as cargas a. Trastamento especial para vigas de tri xibilização das ligações viga-plar, a sep sus respectivos coeficientes de não-line	ares da estrutura, com o efeto a ações verticais e horizontais e os efetos gerados pelas açõe sentos. Nos pavimentos as vigas serão transferidas ribos os modelos (pórtico das lajes serão transferidas par naiçõe o que suportam transfer aração de modelos específico aridade física, são controlados
icar Renomear			0k Cano

Integração	
✓ Ativar a integração TQS-Sise	8
☐ Agregar a fundação discretiza	ada do SISEs no Pórtico-TQS
Os sistemas CAD/TQS de cálculo e Integrado Solo Estruturas.	strutural podem interfacear com o SISEs - Sistema
O SISEs recebe do CAD/TQS o mo	delo espacial da estrutura, as reações na fundação
para cálculo de CRVs e CRHs e pos cálculo das fundações pode levar es o parâmetro de integração acima pa gravação automática dos dados neo	ssivelmente fundações lançadas no Modelador. O m consideração o modelo global da estrutura. Ative ra que o CAD/TQS efetue o processamento para cessários na pasta INFRA do SISEs.
para cálculo de CRVs e CRHs e por cálculo das fundações pode levar el o parâmetro de integração acima pa gravação automática dos dados neo O sistema CAD/TQS recebe do SISI de fundações para análise global jur pótico espacial TQS considere este fundação discretizada do SISEs no l	ssivelmente fundações lançadas no Modelador. O m consideração o modelo global da estrutura. Ative ra que o CAD/TQS efetue o processamento para cessários na pasta INFRA do SISEs. Es a fundação dimensionada, e um modelo refinado nto com o pórtico espacial da estrutura. Para que o e modelo de fundações, ative o parâmetro "Agregar Pórtico-TQS".
para cálculo de CRVs e CRHs e por cálculo das fundações pode levar e o parâmetro de integração acima pa gravação automática dos dados neo O sistema CAD/TQS recebe do SISI de fundações para análise global jur pórtico espacial TQS considere este fundação discretizada do SISEs no l	ssivelmente fundações lançadas no Modelador. O m consideração o modelo global da estrutura. Ative ra que o CAD/TQS efetue o processamento para cessários na pasta INFRA do SISEs. Es a fundação dimensionada, e um modelo refinado nto com o pórtico espacial da estrutura. Para que o s modelo de fundações, ative o parâmetro "Agregar Pórtico-TQS".

A opção "Agregar a fundação discretizada do SISEs no Pórtico-TQS" não deve ser acionada nesse momento do processamento, apenas após o processamento do SISEs.

Dados estruturais no Modelador

- Fornecer todos os dados da superestrutura através do Modelador, vigas, lajes e pilares. Lembrando que para a

integração com o SISEs, todos os elementos de fundação devem estar associados ao menos a um pilar e que os elementos de fundação podem ser lançados no modelador ou no editor de fundações do SISEs.

Processamento Global da estrutura

Fazer o Processamento Global da estrutura, e não é necessário detalhar e dimensionar os elementos:

Planta de formas	Plares	
Não processar	Gravação de geometria e carg	as verticais
Processar plantas extraídas (LDFs)	Não processar	all second second
Extração gráfica e processamento	ODimensionamento, detalhamen	to
Desenhar planta de formas	O Dimensionamento, detalhamen	to, desenho
Lajes	Grehas	
Não processar	Gerar o modelo	Limpar
Esforços, processo simplificado	Desenho de dados	
Esforços e desenho	Etração do desenho de grelha	3
	Processamento do modelo	
<u>Vigas</u>	Transferência de esforços para	vigas
Não processar	Transferência de esforços para	lajes
Somente esforços	Grelha não linear (flechas)	Para
O Dimensionamento, detalhamento		
O Dimensionamento, detalhamento, desenho		
Fundações	Pórtico espacial	
Não processar	Gerar o modelo	Limpar
O Dimensionamento, detalhamento	Processamento do modelo	and the second
O Dimensionamento, detalhamento, desenho	Transferência de esforços para	vigas
	Transferência de esforços para	pilares
Escadas	NR. C	
Dimensionamento, detalhamento, desenho	ivao faz o processamento de pliares	
Outros		
Forcar reprocessamento		
Mostrar avisos/erros		
	11	
	OK	Cancelar

Analisar as reações de apoio da superestrutura

Terminando o processamento global da superestrutura, é recomendado analisar a estrutura teoricamente engastada. As análises devem ser feitas no Grelha-TQS e Pórtico-TQS.

Acionar o ícone do SISEs

Depois do processamento global e análise da estrutura, iremos acionar o SISEs no seguinte ícone:



Fornecer informações de critérios de projeto, sondagens e os elementos de fundação

É necessário verificar todos os critérios de projeto, pois ele dependerá do modelo lançado.

Ţ	🛨 Combinações	*	Ĝ.	Bù	1		11			
Importar do trojeto Estrutural	Dados de Sondagens	Critérios	Editores de Fundações *	Geração do Modelo Fundação + Estrutura	Exportar para o Projeto Estrutural	Visualizador de Pórticos	Resultados Gráficos e Alfanuméricos	Desenhos de Verificação	Informações do Projeto Estrutural	Relatórios
	Editar	A Pro	eto	Proces	sar			Visualizar		

As sondagens devem ser lançadas conforme projeto, lembrando sempre da associação de camadas:

Л	+ Combinaçãos	-	A		•	E.	Infl	P		
\checkmark	Companyors		2.2			44		~	1.00	
Importar do rojeto Estrutura	Dados de Sondager	Critérios	Editores de Fundações*	Geração do Modelo Fundação + Estrutura	Exportar para o Projeto Estrutural	Visualizador de Pórticos	e Alfanuméricos e Alfanuméricos	Desenhos de Verificação	Informações do Projeto Estrutural	Relatórios
	Editar			Proces	sar			Visualizar		

Como já foi dito, os elementos de fundação podem ser lançados no Modelador Estrutural e exportados para o SISEs, ou lançados no SISEs e exportados para o Modelador Estrutural. Acionando o ícone abaixo, "Editores de Fundações", selecionamos o tipo de elemento desejado e forneceremos todas as grandezas necessárias para o seu processamento.



Processamento no SISEs

Processar o modelo do SISEs, "Geração do Modelo Fundação + Estrutura". Neste ponto o modelo conjunto da fundação + estrutura é criado e diversas etapas do processamento são realizadas como abaixo, calculo de CRVs e CRHs, desenho de sondagens, plantas de fundações, cortes, geração do pórtico espacial global da infra + superestrutura e geração de resultados. A ênfase desse processamento são os elementos de fundação, embora a superestrutura já esteja presente no processamento.

Importar do ojeto Estrutural Dados de Sondagens	Critérios Editores de Fundações - Estudações -	para o trutural de Pórtico	or Resultados Gráficos I s e Alfanuméricos	Desenhos de Informações do Verificação Projeto Estrutura	Relatórios
	Modelo Conjunto Fundação & Estrutura				
	Processar Cálculo dos CRVs e CRHs / Capacidade de carga Desenhar sondagens Desenhar planta de fundações Desenhar cortes Desenhar CRVs e CRHs Geração e processamento de pórticos espaciais Emissão de resultados (gráficos e relatórios) Verficação em ELU e ELS	<u>I</u> odos Nerihum			
		OK			

Integrando a Infraestrutura na superestrutura

Depois de analisado a estrutura no SISEs, fazemos o segundo processamento da estrutura, agora com a infraestrutura integrada.

Para isso, devemos habilitar também a segunda opção "Agregar a fundação discretizada do SISEs no Pórtico-TQS", no Editor de Edifício:

ntegração Solo-E	struturas
Integração	
Ativar a inte	gração TQS-Sises
🔽 Agregar a fu	indação discretizada do SISEs no Pórtico-TQS
Os sistemas CAD/ Integrado Solo Est	TQS de cálculo estrutural podem interfacear com o SISEs - Sistema ruturas.
O SISEs recebe di para cálculo de CF cálculo das funda; o parâmetro de intr gravação automát	cAD/TQS o modelo espacial da estrutura, as reações na fundação iVs e CRHs e possivelmente fundações lançadas no Modelador. O ções pode levar em consideração o modelo global da estrutura. Ative egração acima para que o CAD/TQS efetue o processamento para ica dos dados necessários na pasta INFRA do SISEs.
O sistema CAD/T(de fundações para pórtico espacial T(fundação discretiz	2S recebe do SISEs a fundação dimensionada, e um modelo refinado análise global junto com o pórtico espacial da estrutura. Para que o 2S considere este modelo de fundações, ative o parâmetro "Agregar a ada do SISEs no Pórtico-TQS".
	Constant Constant

Importar dados dos elementos do SISEs para o Modelador Estrutural:

Quando o lançamento dos elementos de fundação é feito no editor do SISEs, é necessário importar para o Modelador Estrutural.

Para isso, basta entrar no Modelador Estrutura, ir no menu Fundação -> "Importar do SISEs":



Processamento Global:

Agora com os dados dos elementos importados e a estrutura integrada, é feito o Processamento Global novamente. A ênfase deste processamento é a superestrutura, embora o modelo seja composto pelo conjunto infra + superestrutura.

Planta de formas	C Plares
Não processar	Gravação de geometria e cargas vertica
Processar plantas extraídas (LDFs)	Não processar
Extração gráfica e processamento	ODimensionamento, detalhamento
Desenhar planta de formas	O Dimensionamento, detalhamento, desen
Lajes	Grehas
Não processar	Gerar o modelo
Esforços, processo simplificado	Desenho de dados
Esforços e desenho	Estração do desenho de greiha
	Processamento do modelo
Vigas	Transferência de esforços para vigas
Não processar	Transferência de esforços para lajes
Somente esforços	Greiha não linear (flechas) Para
Dimensionamento, detalhamento	I Construction of the Cons
O Dimensionamento, detalhamento, desenho	
Fundações	Pórtico espacial
Não processar	Gerar o modelo
Dimensionamento, detalhamento	Processamento do modelo
Dimensionamento, detalhamento, desenho	Transferência de esforços para vigas
	Transferência de esforços para pilares
Escadas	
Dimensionamento, detalhamento, desenho	
Outros	
Forçar reprocessamento	
Mostrar avisos/erros	
	OK Cance

Visualizar resultados no pórtico espacial:

Depois do processamento global, agora é preciso fazer novamente as análises no pórtico, para analisar os resultados obtidos nos elementos de fundação para cada caso de carregamento. Neste processamento já estará presente todas as fundações e o efeito do solo no modelo global. Portanto, deve-se analisar se a nova estrutura tem seus parâmetros e grandezas representativas do ELS e ELU de acordo com o desejado.

Se a nova estrutura não passar, devem-se alterar suas dimensões, tanto da infra como da superestrutura e refazer o processo.

Visualizar resultados:

Os resultados do SISEs estão no menu Visualizar:



Relatórios Gráficos:

Estacas

A figura abaixo é a tela que permite o acesso aos resultados e relatórios para Estacas gerados pelo SISEs, veja :

siatorios de Fundações diretas evou Tub	uides.	Fielatorios de Estacas.		
Envoltória (Esf./Des	loc) - CRV/H Mín.	Estorços/Desloc CRV/H Mín.		
Envoltória (Esf./Des	loc) · CRV/H Máx.	Estorços/Desloc CRV/H Máx.		
Tensões e Recalques/Carregam.	Bacia Recalque (área total)	Envolt. (Est./Desloc./Tensões) - CRV/H Mín.		
Cortes	Envoltória de Tensões Final	Envolt. (Est./Desloc./Tensões) - CRV/H Máx.		
Venticação de Tensões ad	Cap. Carga-Solo - CRV/H Mín.			
Quantitativos - Vol	Cap. Carga-Solo - CRV/H Máx.			
esultados gráficos:		Cap. Carga-Concreto - CRV/H Mín.		
Isovalores de Fundações Diret	as e Tubulões - CRV/H Mín.	Cap. Carga-Concreto - CRV/H Máx.		
Isovalores de Fundações Diret	as e Tubulões - CRV/H Máx.	Dimens. Armaduras - CRV/H Mín.		
Diagramas (elevação) de Estacas	Diagramas (elevação) de Tubulões	Dimens. Armaduras - CRV/H Máx.		
Diagramas (elevação) de Estacas /isualização de resultados: relatórios e d ?esultados obtidos a partir do processar	Diagramas (elevação) de Tubulões esenhos complementares para o(s) projeto(ento dos Pórticos Espaciais e dos relatório	Dimens. Armaduras - CRV/H Mín. Dimens. Armaduras - CRV/H Máx. s). s.		

Sapatas / Radier e Tubulões

A figura abaixo é a tela que permite o acesso aos resultados e relatórios para as Sapatas/Radier e Tubulões gerados pelo SISEs. Assim temos :

Ebild (E-1 / D	La contanta			
Envoltoria (Est./Des	IOCJ - CRV/H MIN.	Esforços/Desloc CRV/H Mín.		
Envoltória (Esf./Des	loc) - CRV/H Máx.	Esforços/Desloc CRV/H Máx.		
Tensões e Recalques/Carregam. Bacia Recalque (área total)		Envolt. (Est./Desloc./Tensões) · CRV/H Mín.		
Cortes	Envoltória de Tensões Final	Envolt. (Est./Desloc./Tensões) - CRV/H Máx		
Venticação de Tensões ad	Cap. Carga-Solo - CRV/H Mín.			
Quantitativos - Vo	Cap. Carga-Solo - CRV/H Máx.			
sultados gráficos:		Cap. Carga-Concreto - CRV/H Mín.		
Isovalores de Fundações Dire	tas e Tubulões - CRV/H Mín.	Cap. Carga-Concreto - CRV/H Máx.		
Isovalores de Fundações Diret	as e Tubulões - CRV/H Máx.	Dimens. Armaduras - CRV/H Min.		
Diagramas (elevação) de Estacas	Diagramas (elevação) de Tubulões	Dimens. Armaduras - CRV/H Máx.		
sualização de resultados: relatórios e d	esenhos complementares para o(s) projeto(s	s].		
esultados oblidos a partir do processari	iento dos Porticos Espaciais e dos relatorio:	s		

Lidiane Faccio de Faveri

Suporte Técnico - TQS