

## Fundações em níveis intermediários nos modelos de Pórtico Espacial

Segue mais uma reprise.

Este texto é importante quanto ao assunto "coeficientes de mola".

Vamos tratar de uma situação básica aqui:

## Fundações em níveis intermediários nos modelos de Pórtico Espacial

Tradicionalmente os modelos de pórtico espacial são gerados com apoios engastados nas fundações. O TQS gera automaticamente o modelo com restrições de apoio onde nascem os pilares, considerando as 6 condições de vinculação (translações e rotações nos planos X,Y e Z )como engastadas. Geralmente, os modelos com esta consideração reproduzem bons resultados, mas em muitos casos devemos procurar interpretar o funcionamento da estrutura com apoios elásticos, porque além desta ser a situação real, a adoção de apoios infinitamente rígidos pode gerar resultados muito irreais.

### Iteração Solo x Estrutura na vida real

Normalmente, nos grandes centros (e nas obras de vulto) os estudos para a definição da estrutura ocorrem muito antes até da contratação de um consultor de solos, que geralmente é o profissional responsável pela definição da infraestrutura. São realizados estudos até a definição das plantas de formas preliminares e só depois que a estrutura está concebida é que enviamos a "famosa" planta de locação de pilares e reações de apoio nas fundações. Só então temos uma definição das fundações que em muitos casos , devido a pouca rigidez (como engaste) da fundação concebida, descaracteriza a concepção estrutural.

O certo realmente seria uma maior integração do PROJETO da SUPRA-ESTRUTURA ao PROJETO DE FUNDAÇÕES (Infra-estrutura).

Tenho tido boas, mas poucas, experiências neste sentido, o que facilita em muito o andamento dos projetos.

Se o consultor de fundações nos fornecer alguns dados básicos, poderíamos estimar as fundações, e já fazer considerações mais realistas nos modelos, inclusive na fase de concepção da estrutura.

Vejamos alguns dados que podem agilizar o processo:

Levantamento Plani-altímetro (para identificação dos níveis de topo do solo nas divisas)

Diagramas de carregamentos de eventuais empuxos atuantes

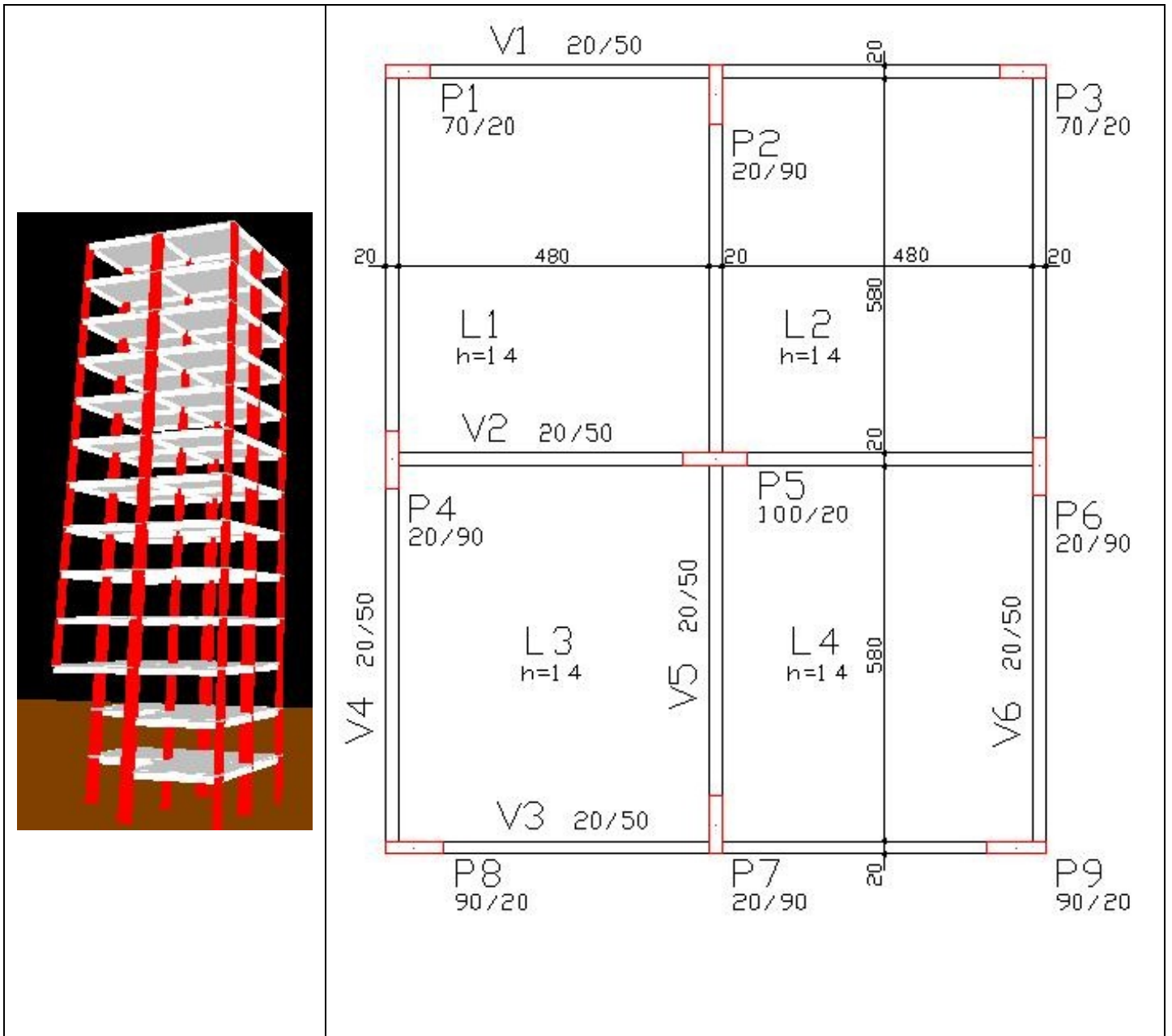
Se a fundação for direta, uma estimativa dos recalques e da tensão de cálculo do solo

Se a fundação for indireta, qual o tipo, profundidade média, cargas admissíveis e também uma estimativa de recalques médios

De posse destas informações básicas, com certeza teríamos mais recursos para começar a praticar a tão sonhada iteração solo x estrutura.

Vamos ao nosso exemplo de hoje:

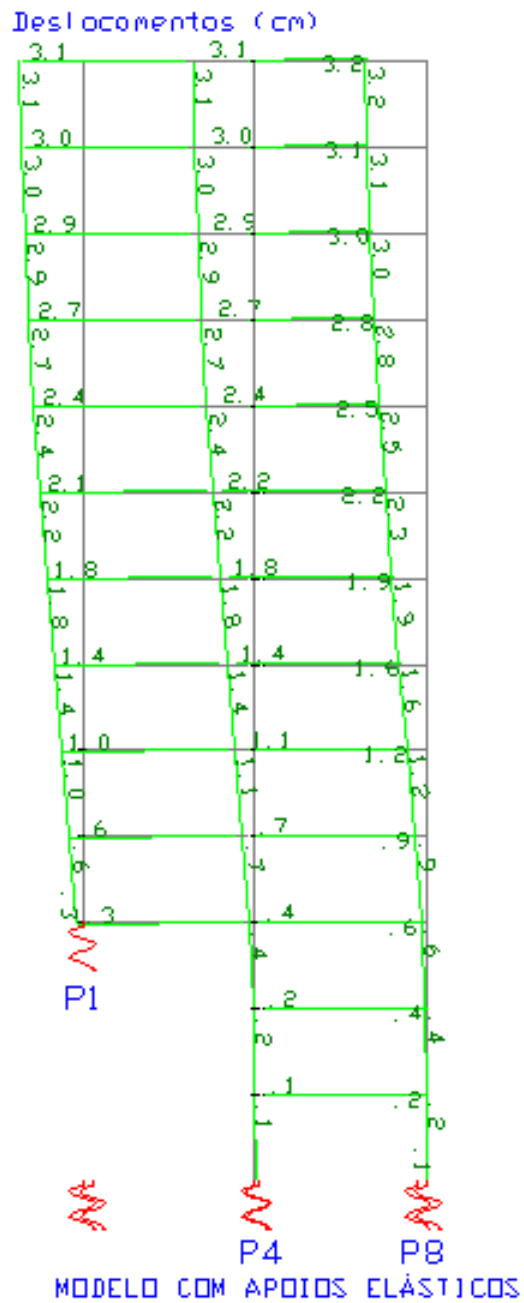
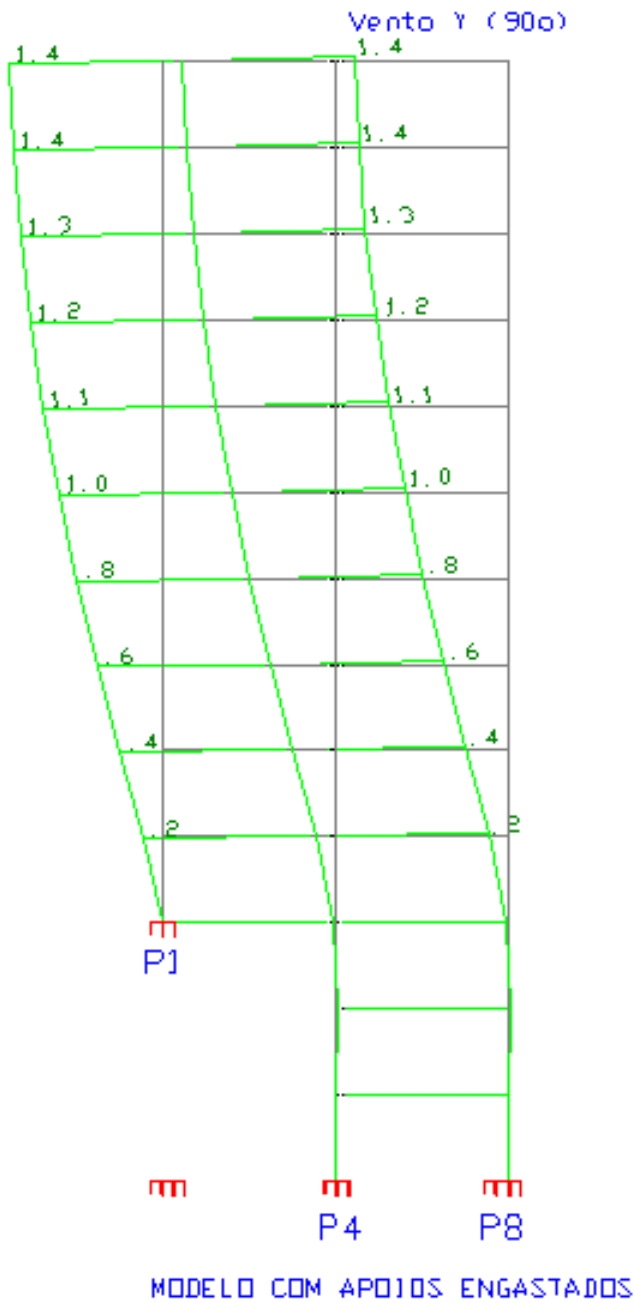
Imaginei a seguinte estrutura, bem simples, onde o Pilar P1 nasce no Térreo de um edifício de 13 pavimentos conforme o esquema abaixo:



Fiz 2 processamentos , um com apoios rígidos e outro com apoios elásticos. Quando adotamos apoios rígidos todos os movimentos no nó do P1 ficam impedidos e conseqüentemente a estrutura vai transladar e rotacionar em torno deste apoio quando ocorrer qualquer deslocamento horizontal na parte superior do edifício.

Reparem a diferença nas deformadas dos dois pórticos:

Sintam as diferenças de resultado entre o modelo de pórtico considerando apoios rígidos e apoios elásticos:



Reparem agora como o momento MZ e as forças FX e FY dissipam no modelo com apoios elásticos. Sendo que, inclusive, mesmo aumentando 3 vezes as molas de translação X e Y e de rotação MZ os resultados encontrados foram muito parecidos.

O importante neste exemplo é entendermos uma coisa que os meus gurus vivem dizendo:

“Quando uma estrutura se movimenta alguns milímetros, ocorrem redistribuições de esforços consideráveis”

## MODELO COM APOIOS PERFEITAMENTE ENGASTADOS

	CARGAS VERTICAIS				VENTO Y (90º)				VENTO X (0º)			
	Fz	Mx	My	Mz	Fz	Fy	Mx	Mz	Fz	Fx	My	Mz
P1	173	12	10	-30	10	24	---	-116	-12	29	11	-181
P2	257	-1	---	---	7	-1	2	---	1	---	---	---
P3	177	-1	1	---	9	---	---	---	11	---	-1	---
P4	268	-2	---	---	---	-1	2	---	-15	---	---	---
P5	458	---	-2	---	---	---	---	---	---	-1	-3	---
P6	304	1	1	---	1	-1	2	---	15	---	---	---
P7	276	3	---	---	-8	-1	2	---	---	---	---	---
P8	186	1	-1	---	-10	---	---	---	-12	-1	-2	---
P9	191	1	---	---	-10	---	---	---	12	-1	-2	---

Reparem como surge um grande momento Mz para o P1, o que indica que toda a estrutura esta tentando girar em torno deste apoio, que é infinitamente rígido quanto as translações nos planos horizontais X e Y e nas 3 rotações.

## MODELO COM APOIOS ELÁSTICOS

	CARGAS VERTICAIS				VENTO Y (90º)				VENTO X (0º)						
	Fz	Mx	My	Mz	Fz	Fy	Mx	My	Mz	Fz	Fx	Fy	Mx	My	Mz
P1	144	1	2	---	10	16	-1	---	-1	-12	15	-6	---	5	-2
P2	261	-1	---	---	10	1	-4	---	---	1	---	1	-3	---	---
P3	161	---	---	---	11	---	-1	-1	---	14	---	1	-1	---	---
P4	275	---	---	---	-1	---	-1	---	---	-19	1	-1	2	1	---
P5	530	---	1	---	---	---	-1	5	---	---	4	---	-1	12	---
P6	309	-1	---	---	2	3	-7	---	---	20	1	4	-8	1	---
P7	276	---	---	---	-10	1	-4	1	---	-1	1	1	-3	2	---
P8	168	---	1	---	-12	---	---	3	---	-17	2	---	---	6	---
P9	167	---	---	---	-9	1	-1	3	---	14	2	1	-1	6	---

Reparem que o Mz para o P1 desapareceu. O motivo foi que o apoio do P1 sofreu uma pequena translação horizontal, suficiente para compatibilizar os deslocamentos horizontais em todos os pontos do primeiro pavimento, onde nasce o P1.

**Conclusão: A adoção de apoios elásticos é imperativa em estruturas onde temos pilares nascendo em níveis intermediários.**

Este é o meu recado de hoje para os engenheiros que utilizam o TQS e também outros sistemas.

Outra coisa que é muito importante:

Não podemos adotar considerações muito discrepantes, como por exemplo, a adoção de molas de translação vertical Z mantendo os apoios engastados para as rotações de apoio, pois neste caso qualquer recalque diferencial provocará aumentos consideráveis de momentos nos apoios vizinhos.

De antemão posso afirmar a vocês que a nossa meta atual é a obtenção de coeficientes de molas que reproduzam a rigidez a rotação das fundações.

Como os modelos de cálculo são sempre direcionados para o regime elástico, com inércias integrais em todos os elementos, ainda não estamos na hora de pensarmos em recalques diferenciais na elaboração dos projetos, tendo como objetivo a obtenção dos esforços finais de dimensionamento.

Geralmente, todos os trabalhos publicados dão muita ênfase ao cálculo dos recalques e falam muito pouco sobre a rigidez a rotação dos elementos de fundação.

Para que todos possam meditar um pouco, aí vai a lista de coeficientes de mola considerados, sem preciosismo

nenhum:

TQS Condições de Contorno para Geração de Pórtico Espacial								
Redutor de Flexão		Redutor de Torção		Articulação de Pil		Coef de Molas		Pa
Parâmetros de Coeficientes de Mola								
Pilar Inicial	Pilar Final	Mola Rx	Mola Ry	Mola Rz	Mola Tx	Mola Ty	Mola Tz	
1	1	6500	6500	2000	5250	5250	17500	
3	3	6500	6500	2000	5250	5250	17500	
8	9	6500	6500	2000	5250	5250	17500	
2	2	15300	15300	2000	7800	7800	26000	
4	4	15300	15300	2000	7800	7800	26000	
7	7	15300	15300	2000	7800	7800	26000	
5	5	45000	45000	3000	14400	14400	46000	
6	6	18000	18000	2200	9300	9300	31000	

Por hoje é só! Agora você esperar que sejam enviadas considerações.

Um abraço a todos

Luiz Aurélio