

Análise dos esforços: Soluções de divisa

//

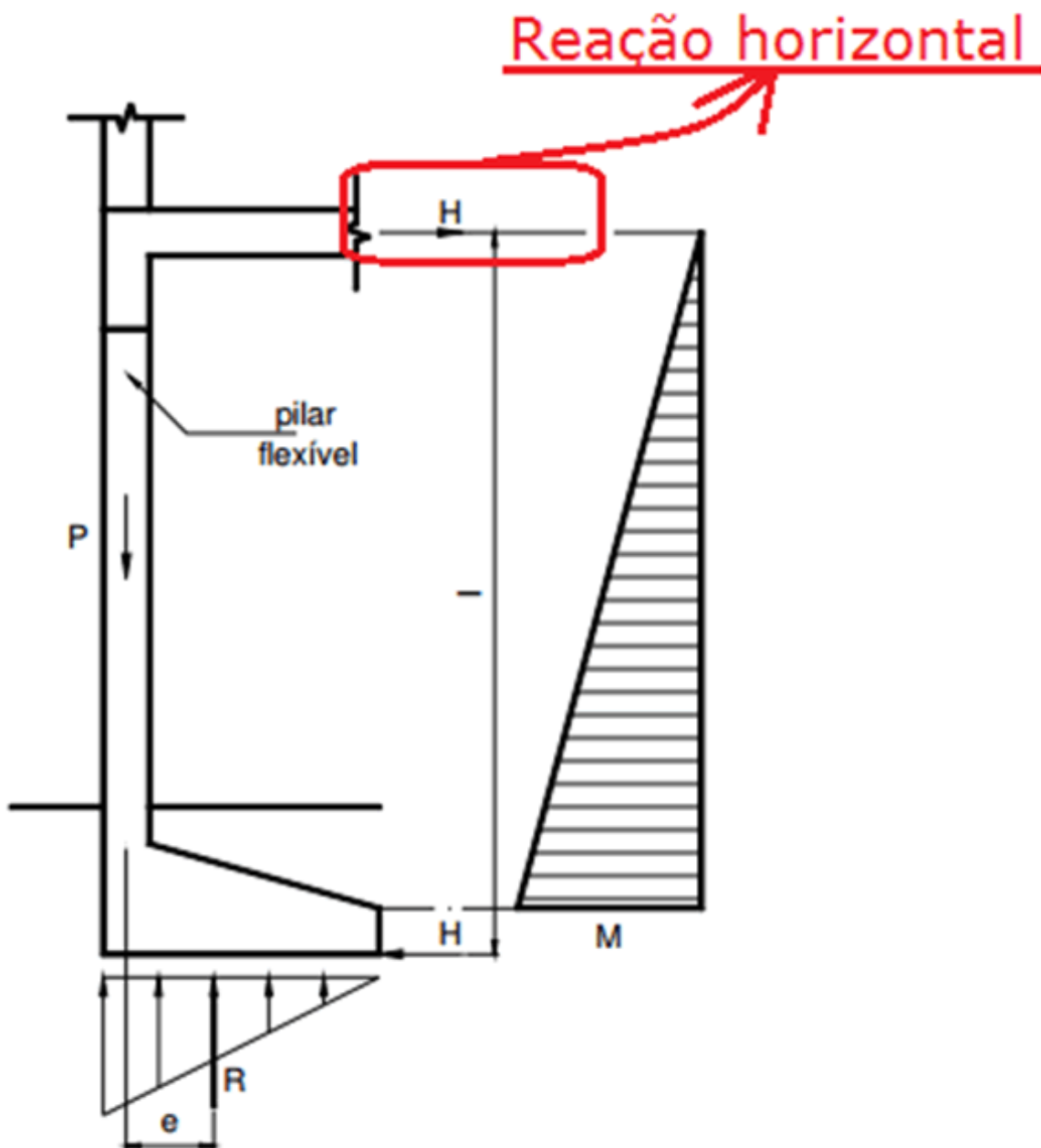
Aplica-se às versões: EBv6, EBv6Gold, EBv7, EBv7Gold, EBv8, EBv8Gold

Assunto

Considerações à respeito de sapatas de divisa e vigas de equilíbrio

Artigo

Em sapatas de divisa os pilares posicionados na divisa dos terrenos ficam excêntricos em relação ao centro da sapata, o que faz surgir um momento fletor ocasionado devido à excentricidade pilar/sapata, que é equilibrado por uma reação horizontal na estrutura, como visto abaixo:



Análise dos esforços: Soluções de divisa

Figura 1 – Modelo de análise para sapatas de divisa

Esta reação horizontal que ocorre na estrutura (indicada na figura acima) deve ser absorvida por uma viga que funciona como apoio horizontal do pilar.

À título de exemplo será analisada a estrutura abaixo:

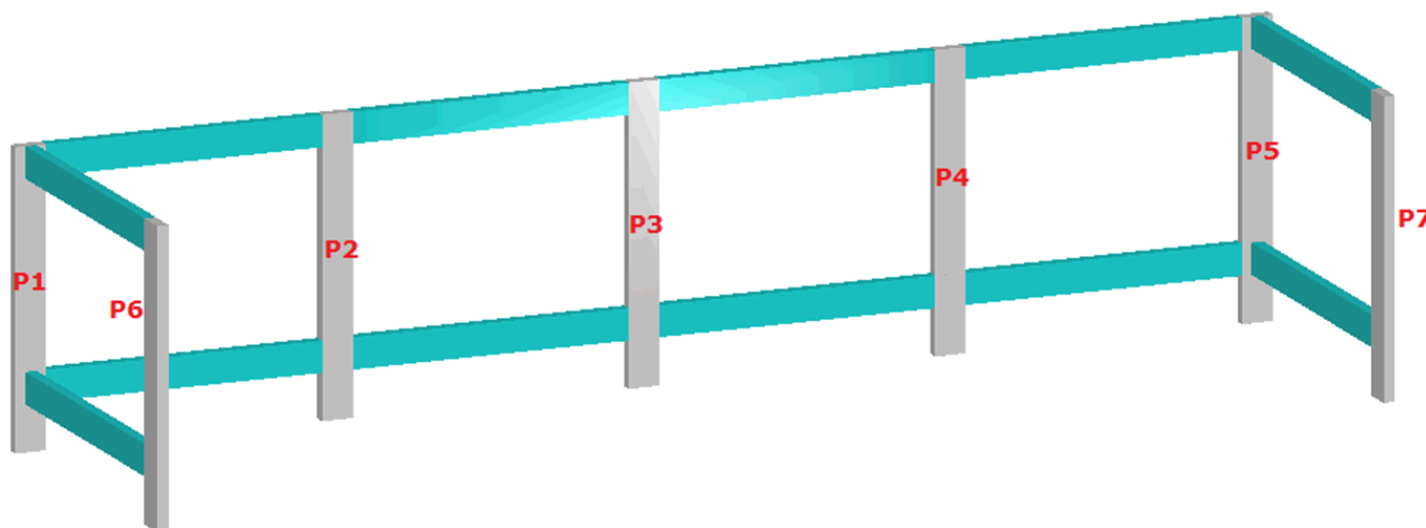


Figura 2 – Pórtico 3D da estrutura

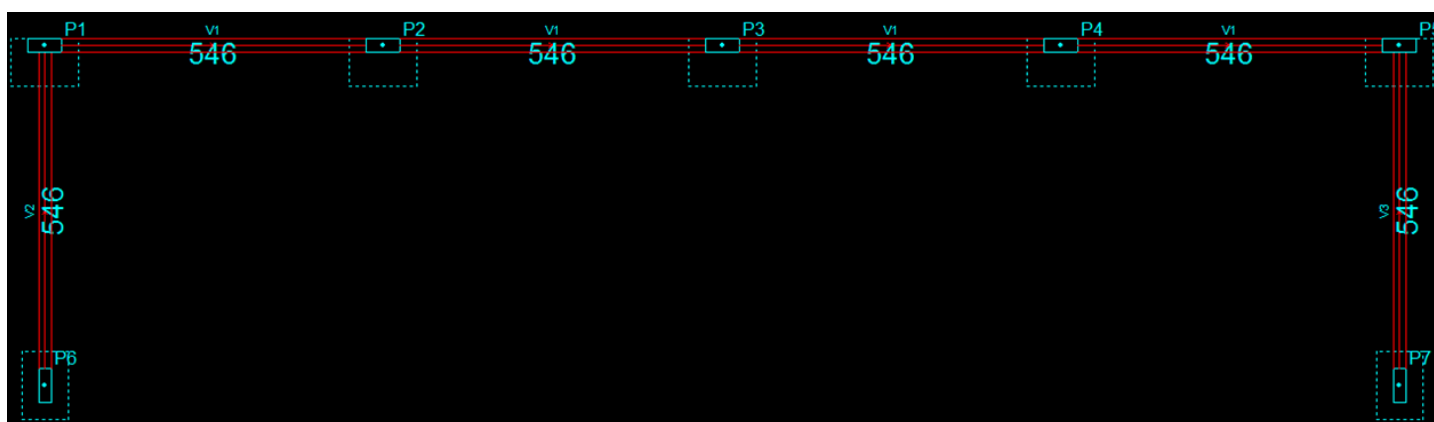


Figura 3 – Lançamento da estrutura no pavimento “Térreo”

Análise dos esforços: Soluções de divisa

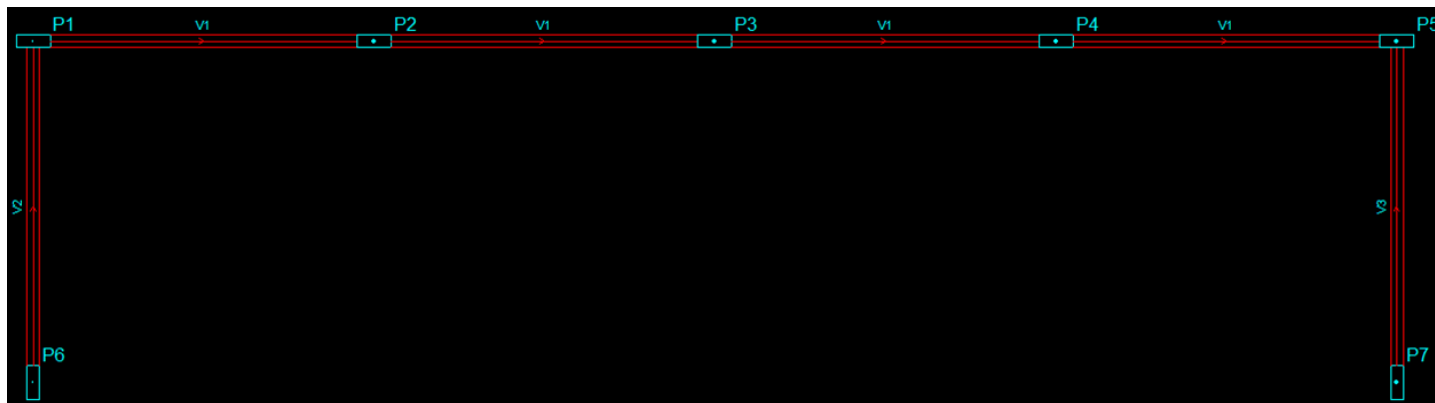


Figura 4 – Lançamento da estrutura no pavimento “ Tipo ”

Através do Pórtico Unifilar no modelo “ Elástico – Fletores ” é possível ver a ordem dos momentos fletores que atuam na base das sapatas P2, P3 e P4 da estrutura:

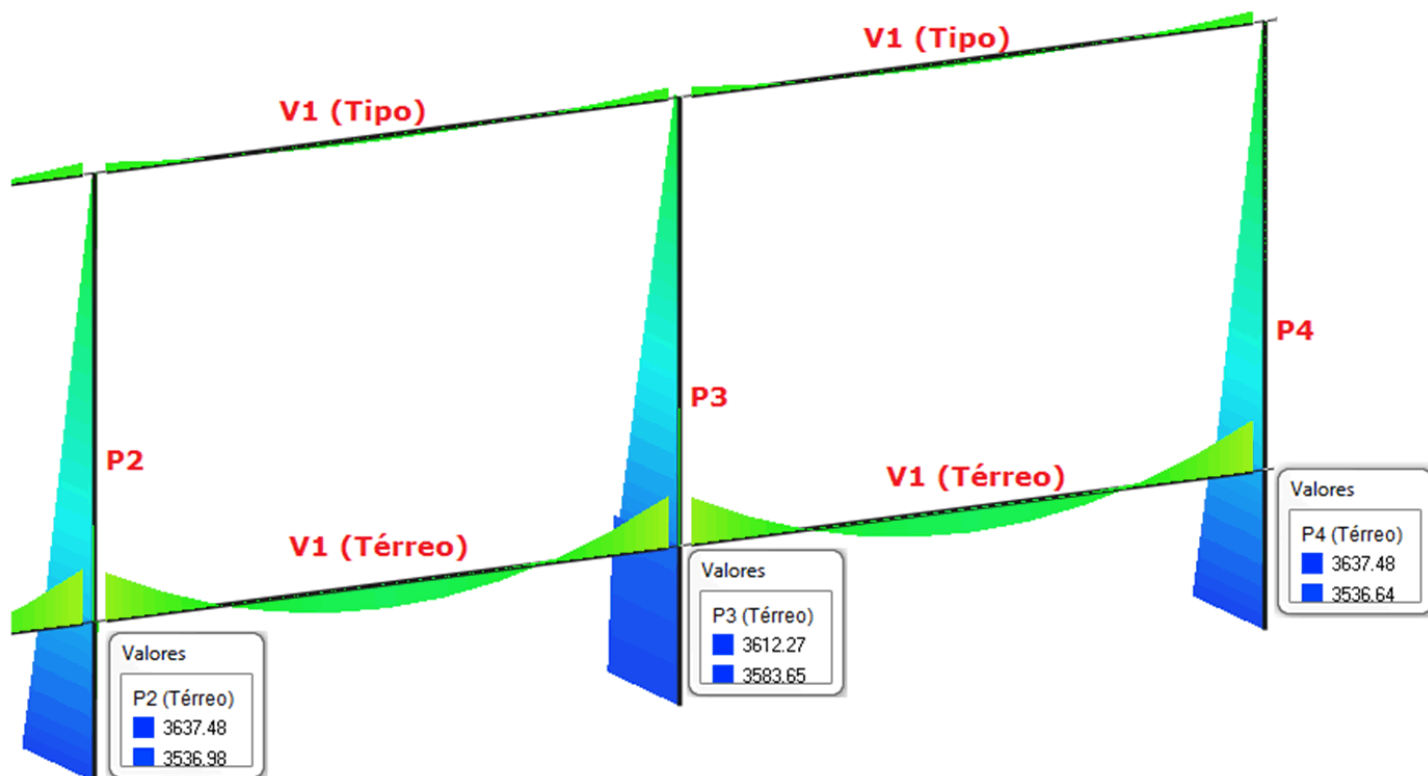


Figura 5 – Momento fletor atuante na base das sapatas P2, P3 e P4

Como dito anteriormente, os momentos fletores que ocorrem nas bases das sapatas de divisa são decorrentes da excentricidade pilar/sapata.

Através do Pórtico Unifilar no modelo “ Elástico – Deslocamentos ” é possível ver que estas sapatas (P2, P3 e P4) tem a tendência de girar levando consigo os pilares, como visto abaixo:

Análise dos esforços: Soluções de divisa

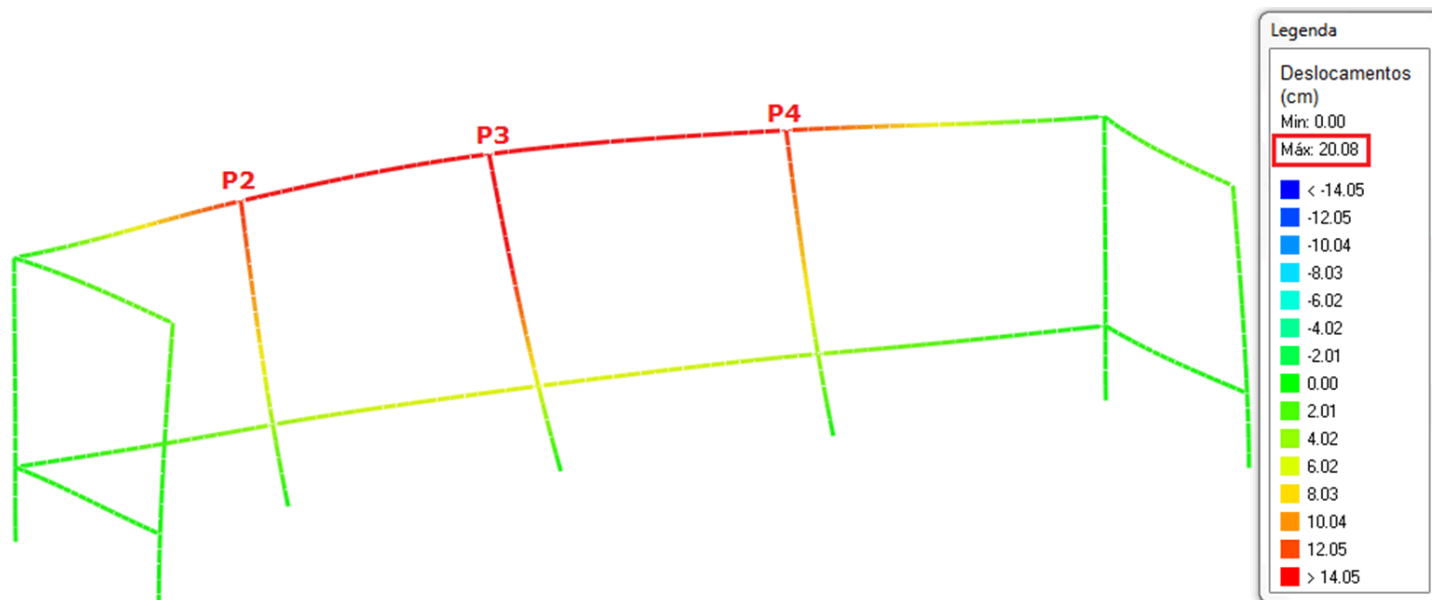


Figura 6 – Deslocamentos da estrutura

Como indicado na figura acima, o deslocamento máximo da estrutura é considerável (20.08cm) devido ao fato de não haver vigas que funcionem como apoios horizontais para os pilares P2, P3 e P4.

Devido à este considerável deslocamento, a estrutura é menos estável do ponto de vista global, o que pode ser visto através do coeficiente gama-z na Direção Y (Gama-z tende ao infinito) como indicado abaixo:

Análise dos esforços: Soluções de divisa

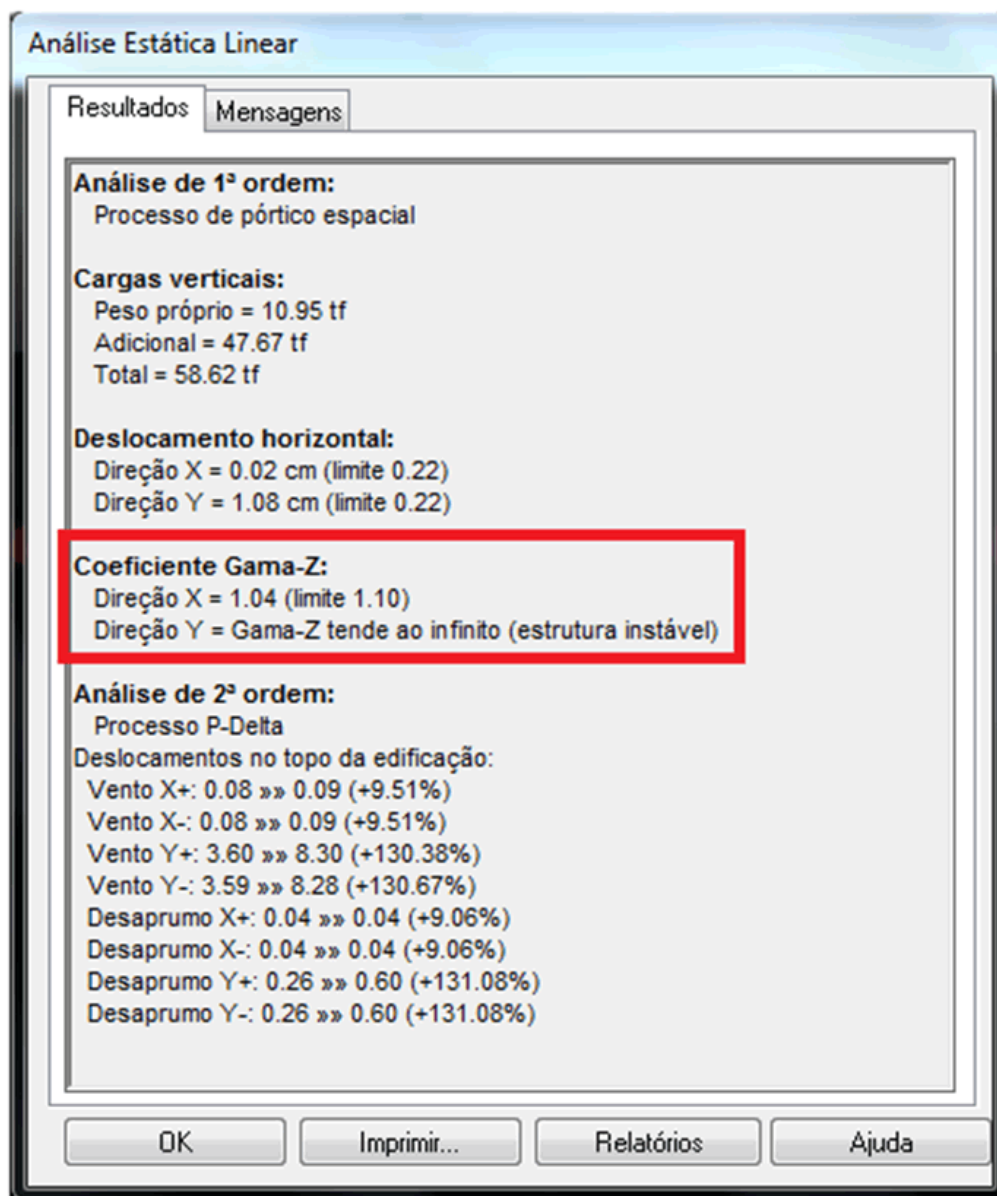


Figura 7 – Janela “ Análise Estática Linear ” – Coeficiente Gama - z

Mais informações à respeito do coeficiente gama-z podem ser obtidas no artigo [Considerações sobre o coeficiente gama-z](#).

O que poderia ser feito para solucionar esta situação referente aos pilares P2, P3 e P4 é:

Solução 1) Utilizar viga que tenha a função de equilibrar os momentos fletores que ocorrem na sapata, neste caso o lançamento do pavimento “ Térreo ” ficaria como indicado abaixo:

Análise dos esforços: Soluções de divisa

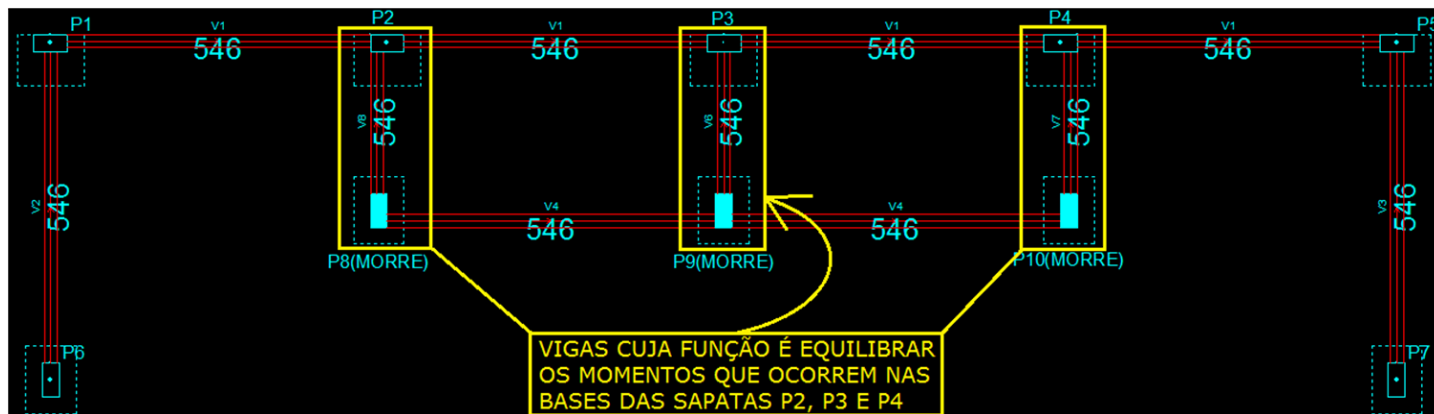


Figura 8 – Novo lançamento do pavimento “ Térreo ”

Pode-se ver que ao lançar vigas (V5, V6 e V7) que funcionem como apoios horizontais aos pilares P2, P3 e P4 é gerada uma reação horizontal nas mesmas (esforço axial) com a finalidade de equilibrar o momento fletor gerado na base das sapatas de divisa P2, P3 e P4:

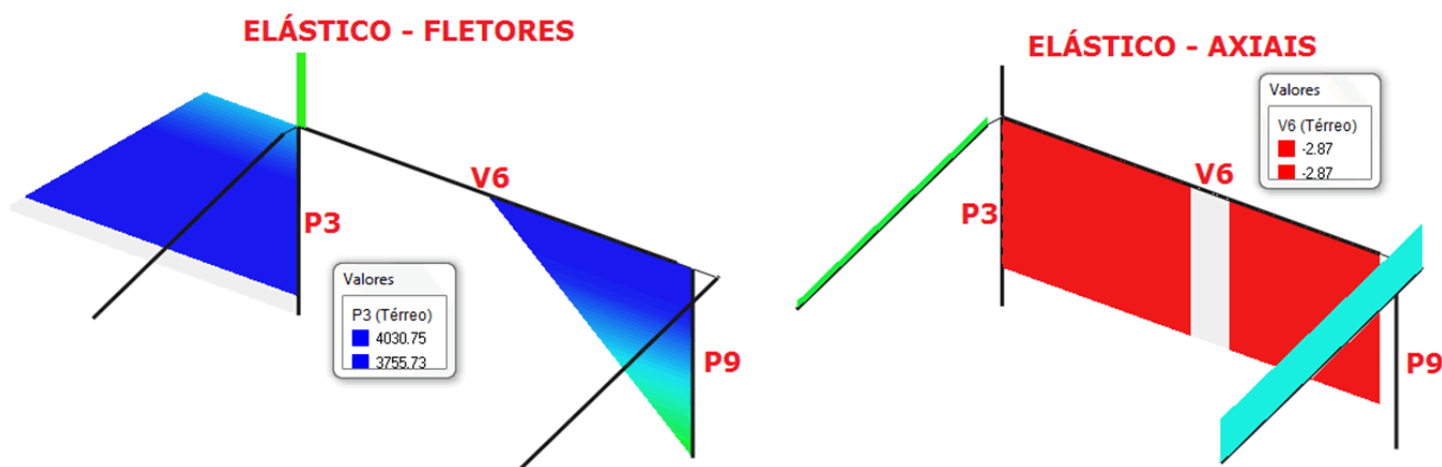


Figura 9 – Momentos fletores que ocorrem na base da sapata P3 e esforço axial gerado na viga V6 para equilibrar este momento

É importante destacar que o esforço axial da viga é transmitido aos seus apoios (pilares), note através da figura abaixo que os pilares P3 e P9 (apoios da viga V6 indicada acima) absorvem um esforço cortante próximo ao esforço axial da viga V6 (-2.87tf):

Análise dos esforços: Soluções de divisa

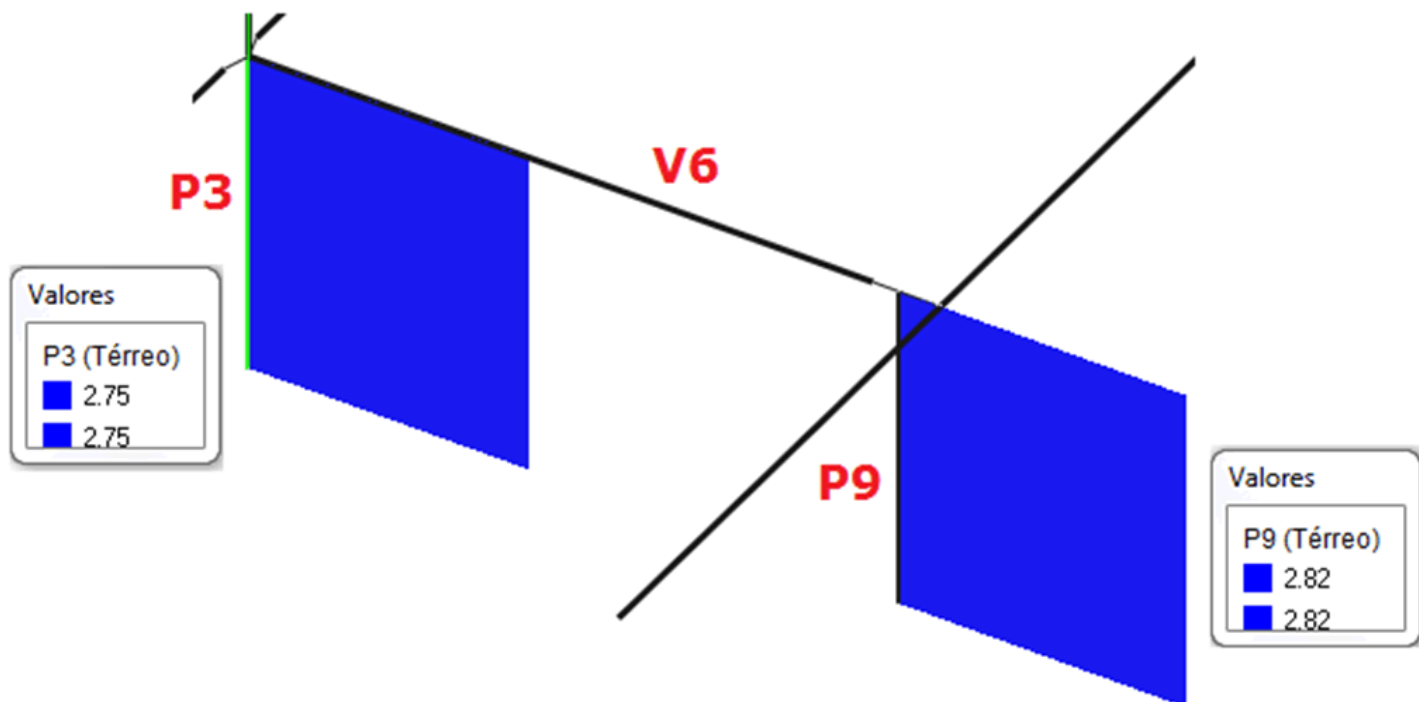


Figura 10 – Esforços cortantes que ocorrem nos pilares de apoio da viga V6

Este esforço axial que ocorre em vigas ligadas à sapatas de divisa é transmitido aos pilares de apoio, que devido à esta ação podem sofrer momento torsor (caso o eixo do pilar não coincida com o eixo da viga), como indicado abaixo para a ligação entre a viga V5 e o pilar P2:

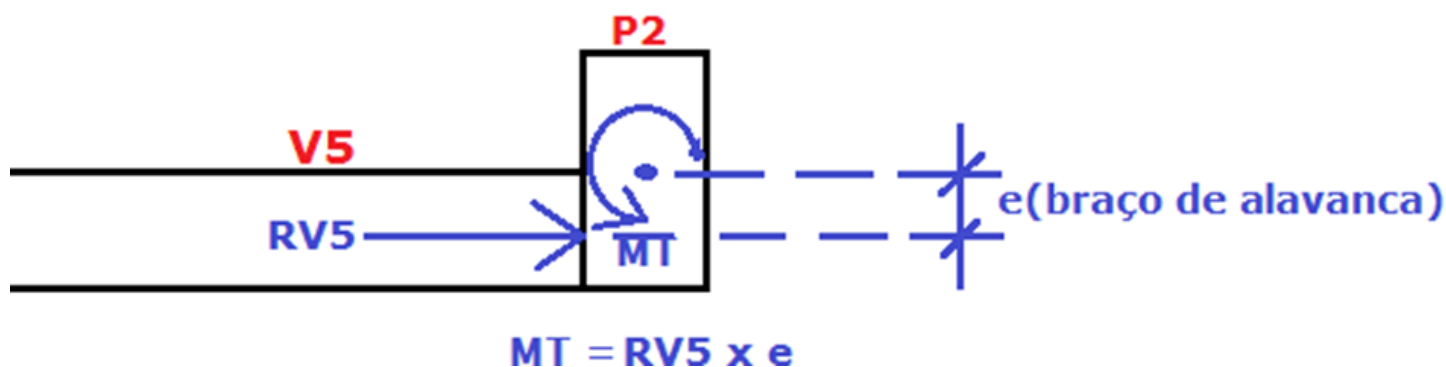


Figura 11 – Momento torsor que ocorre devido ao esforço axial transmitido da viga ao pilar no qual está conectada

Pode-se ver através do Pórtico unifilar da estrutura que os pilares P2 e P4 sofrem momento torsor devido à situação indicada na Figura 11:

Análise dos esforços: Soluções de divisa

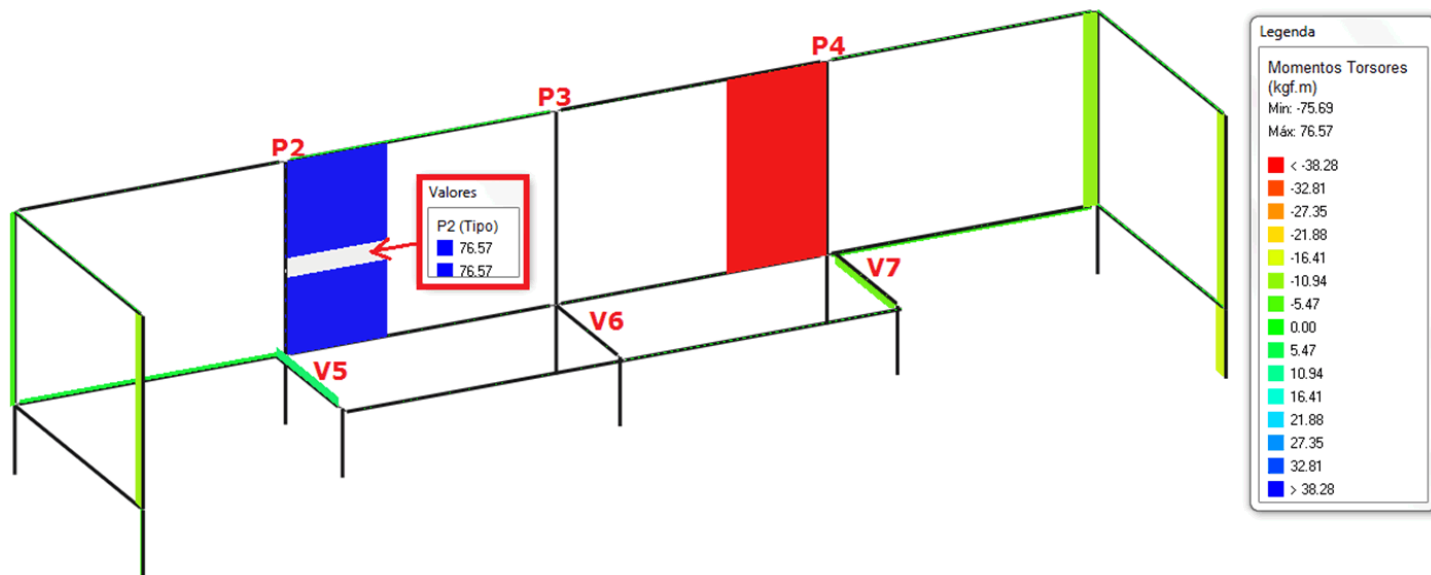


Figura 12 – Momentos torsores que ocorrem após o lançamento das vigas V5, V6 e V7

Como indicado através da Figura 12 o pilar P3 não sofre ação de momento torsor elevado devido ao fato do eixo da viga V6 coincidir com o centro do pilar P3, desta forma esta viga transmite apenas esforço cortante ao pilar P3.

Através da Solução 1 chega-se aos seguintes deslocamentos na estrutura (“ Pórtico Unifilar – Elástico – Deslocamentos ”):

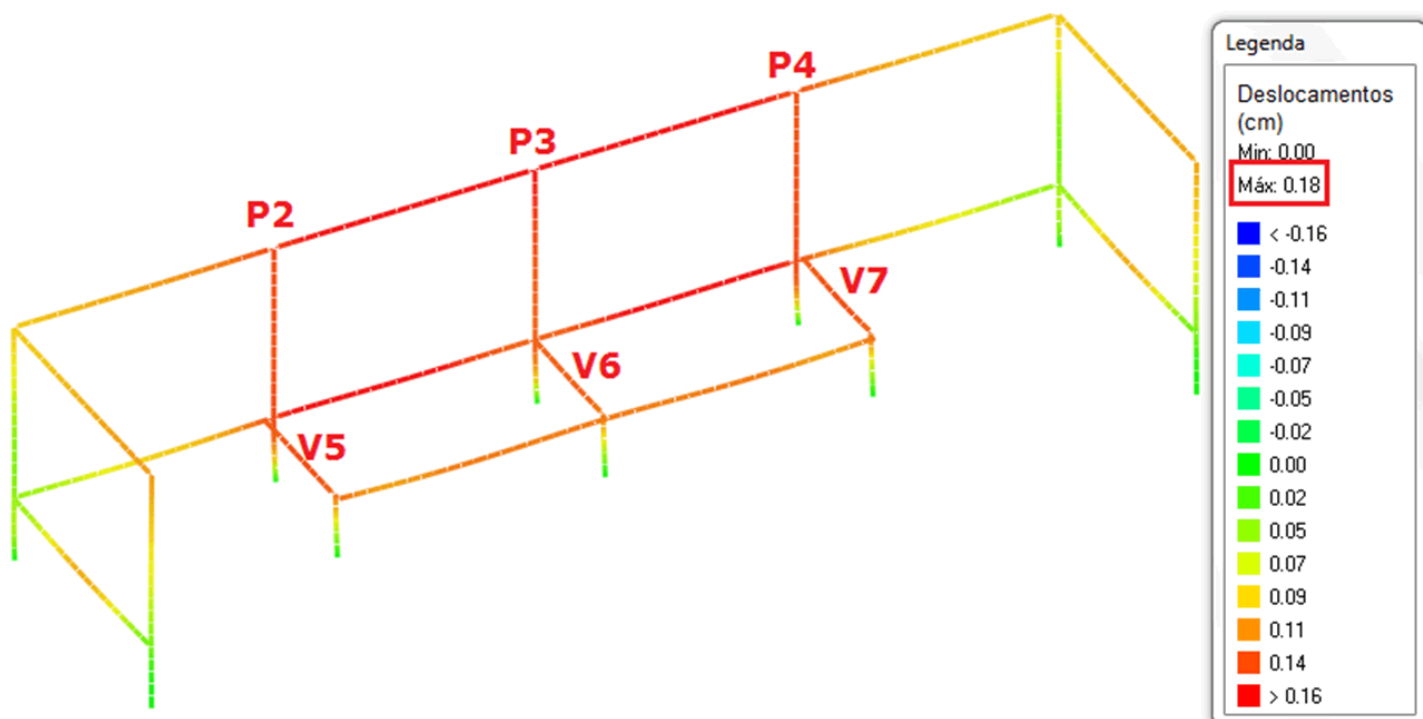


Figura 13 – Deslocamentos da estrutura após o lançamento das vigas V5, V6 e V7

Como visto na figura acima o deslocamento máximo na estrutura diminuiu para 0.18cm através desta solução. Observa-se que o coeficiente gama-z da estrutura na Direção Y (1.04) também

Análise dos esforços: Soluções de divisa

diminuiu substancialmente como visto abaixo:

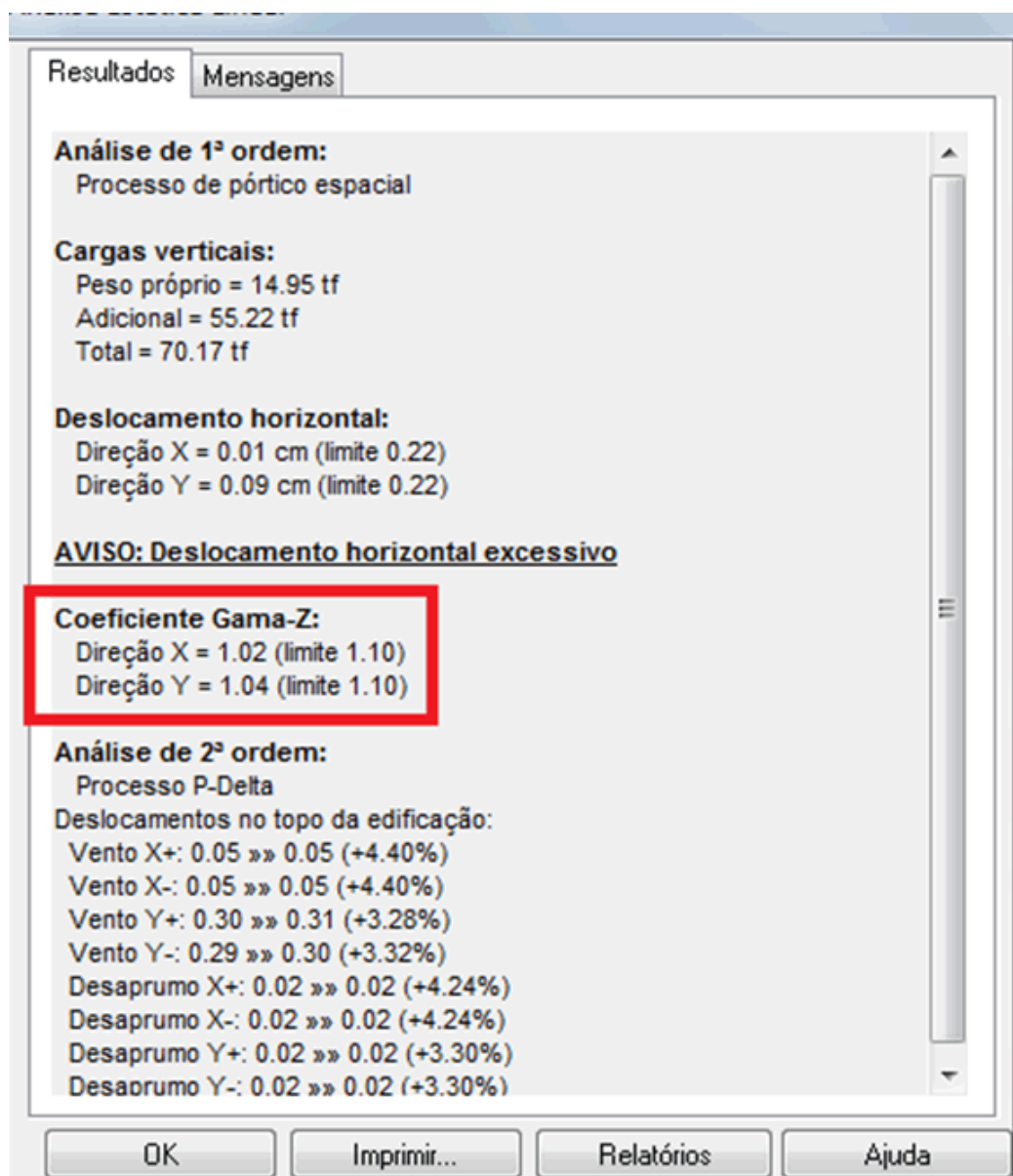


Figura 14 – Janela “ Análise Estática Linear ” – Coeficiente Gama – z após o lançamento das vigas V5, V6 e V7

Solução 2) Lançar vigas de equilíbrio, neste caso o lançamento do pavimento “ Térreo ” ficaria como indicado abaixo:

Análise dos esforços: Soluções de divisa

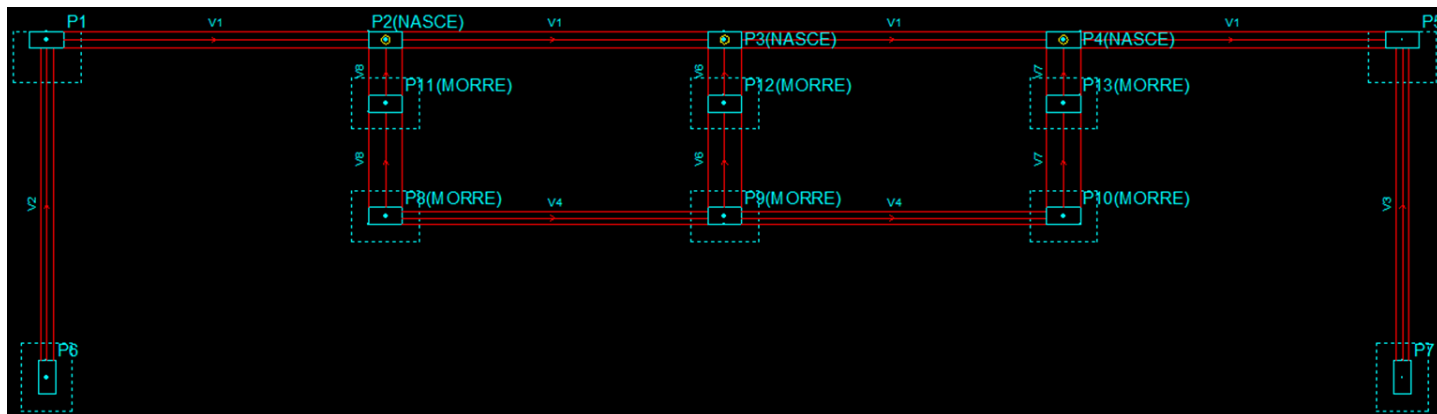


Figura 15 – Lançamento do pavimento “ Térreo ” utilizando vigas de equilíbrio

Como indicado através da figura acima foram lançadas novas fundações (P11, P12 e P13) próximas à divisa e os pilares de divisa P2, P3 e P4 foram lançados nascendo sobre as vigas V5, V6 e V7.

Caso um pilar esteja nascendo sobre uma viga, o tipo de vínculo adotado para este pilar poderia (à critério de projeto) ser rotulado como pode ser visto no diálogo de edição do pilar P2 abaixo:

Pilar

Dados do pilar

Nome Vínculo **Rotulado**

Elevação cm Verticalidade **Automático**

Ângulo de rotação ° Ambiente **Externo**

Detalhamento contínuo no lance

Seção

Tipo **retangular**

b cm h cm

b1 cm h1 cm

Ângulo de abertura °

Manter seção constante na prumada

Capitel

Usar capitel

Ângulo de rotação ° b cm

Espessura cm h cm

OK Cancelar Desenho... Cargas... Ajuda

Figura 16 – Diálogo de edição de pilar (Vínculo do pilar rotulado)

Deve-se avaliar de forma cuidadosa qual vinculação adotar em situações de pilar nascendo sobre viga (como no caso de uma viga de equilíbrio), ao adotar a vinculação de engaste ocorre transmissão de momentos torsores e momentos fletores para as vigas. Estes momentos solicitam a base do pilar, fazendo com que seja necessário o uso de uma armadura considerável nesta região, além disso no caso de vinculação “ Engastada ” todo o momento fletor do pilar é transferido à viga, ou seja, não há possibilidade de redistribuição deste esforço na estrutura. Ao adotar o vínculo do pilar como “ Rotulado ” o momento fletor que ocorreria na ligação da viga com o pilar que nasce a partir dela pode ser redistribuído entre os demais elementos da estrutura.

Conclusão

Devido à excentricidade pilar/sapata em alguns casos o pilar que nasce a partir da sapata de divisa pode absorver um momento fletor considerável, nesta situação para que o pilar seja dimensionado pode ser necessário girar a seção dele de forma a que o momento fletor máximo atue em sua direção de maior inércia ou mesmo aumentar as dimensões do pilar.

Análise dos esforços: Soluções de divisa

Não é recomendável a utilização de sapatas de divisa quando as mesmas são submetidas a cargas verticais consideráveis, o uso de sapatas de divisa numa estrutura pode fazer com que alguns pilares da mesma possam apresentar momento torsor elevado podendo ocorrer o erro de dimensionamento A16 (Impossível calcular seção à torção) ou mesmo esforço cortante considerável podendo ocorrer o erro de dimensionamento D10 (Força cortante VSd maior que VRd2).

Nestes casos pode ser interessante modificar o modelo da estrutura através do lançamento de vigas de equilíbrio ao invés de sapatas de divisa como indicado no artigo [Lançamento de vigas de equilíbrio](#).

ID de solução único: #2140

Autor: : Eng. ° André Kirsten

Última atualização: 2017-12-29 19:41