

CÁLCULO AUTOMÁTICO DE
PONTES DE EIXO CURVO

Jarbas de Souza Corrêa

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS
DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTEN
ÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.)

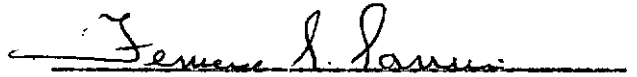
Aprovada por:



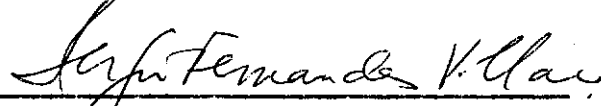
Humberto Lima Soriano
(Presidente)



Carlos Henrique Holck



Fernando Luiz Lobo B. Carneiro



Sérgio Fernandes Villaga

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
AGOSTO DE 1980

CORRÊA, JARBAS DE SOUZA

CÁLCULO AUTOMÁTICO DE PONTES DE EIXO CURVO.
(Rio de Janeiro) 1980

VIII, 236 p. , 29,7cm (COPPE-UFRJ, M.Sc.,
Engenharia Civil, 1980)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE

1. Pontes I. COPPE/UFRJ II. Título(Série)

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Humberto Lima Soriano pelo apoio e em particular pela orientação dada a esta Tese.

À Direção da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da UFRJ, representada pelo seu Diretor Professor Paulo Ancantara Gomes.

Ao Programa de Engenharia Civil da COPPE-UFRJ, representado pelo seu Coordenador Professor Fernando Luiz Lobo Barbosa Carneiro.

Ao Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Pernambuco pela oportunidade que me proporcionou.

A minha esposa, Vera Lúcia, pelo incentivo e colaboração ao datilografar este trabalho.

Aos funcionários da COPPE-UFRJ e NCE-UFRJ pela prestesa no atendimento.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é o cálculo automático de vigas principais não solidárias com os pilares em pontes de eixo curvo.

O programa automático desenvolvido permite a análise de pontes, cuja curvatura em planta e variação de seção transversal sejam quaisquer.

Inicialmente, faz-se uma descrição sucinta das pontes em geral e desenvolvem-se os conceitos teóricos utilizados neste trabalho, apresentando-se por fim alguns exemplos práticos e a listagem da programação em linguagem FORTRAN.

ABSTRACT

The purpose of this study is the automatic analysis of principal beams of the curved bridges, considering them isolated from the columns.

The computer program developed allows the analysis of bridges with any variation in curvature and cross section.

At first, a brief description of bridges and the development of the theoretical concepts involved are presented, after that, some practical examples and the computer program in FORTRAN language are given.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUÇÃO.	1
 CAPÍTULO I - DESCRIÇÃO DAS PONTES EM GERAL. IDEALIZAÇÕES ESTRUTURAIS. CARREGAMENTOS E SOLICITAÇÕES.	
1.1 - Introdução.	4
1.2 - Classificação das pontes.	4
1.3 - Partes constituintes das pontes.	5
1.4 - Carregamentos das pontes.	8
1.5 - Tipos estruturais adotados.	11
1.6 - Trem-tipo adotado.	12
1.7 - Esforços solicitantes.	14
 CAPÍTULO II - MÉTODOS DA FLEXIBILIDADE E DA RIGIDEZ. RESO- LUÇÃO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES. MÉTODO DE GAUSS. SISTEMAS DE REFERÊNCIA.	
2.1 - Introdução.	16
2.2 - Método da flexibilidade.	17
2.3 - Método da rigidez.	18
2.4 - Resolução de sistemas de equações-Método de Gauss-	21
2.5 - Sistemas de referência.	26

CAPÍTULO III - ANÁLISE DE ELEMENTOS DE GRELHA COM EIXO CURVO E INÉRCIA VARIÁVEL.

3.1 - Introdução.	31
3.2 - Matriz de rigidez de membro.	32
3.3 - Esforços de engastamento perfeito.	37

CAPÍTULO IV - PROGRAMA AUTOMÁTICO.

4.1 - Introdução.	52
4.2 - Programa Principal TESE.	52
4.3 - Sub-rotina DADOS.	54
4.4 - Sub-rotina RIGID.	56
4.5 - Sub-rotina ROT.	57
4.6 - Sub-rotina RIGEL.	57
4.7 - Sub-rotina MONT.	58
4.8 - Sub-rotina TRIAN.	58
4.9 - Sub-rotina VCARG.	58
4.10- Sub-rotina SUBCC.	59
4.11- Sub-rotina SUBCT.	60
4.12- Sub-rotina SUBCD.	61
4.13- Sub-rotina SUBCP.	62
4.14- Sub-rotina REAC.	63
4.15- Sub-rotina RESOL.	65
4.16- Sub-rotina ESFOR.	65
4.17- Sub-rotina LINFL.	66
4.18- Sub-rotina ENVOL.	68
4.19- Sub-rotina TREM.	69
4.20- Sub-rotina RESUT.	70
4.21- Manual de utilização do programa.	71

CAPÍTULO V - EXEMPLOS DE APLICAÇÃO. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS.

5.1 - Exemplo nº 1	76
5.2 - Exemplo nº 2	130

CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.

6.1 - Conclusões	170
6.2 - Sugestões	171

APÊNDICE.

I - Listagem do Programa Automático.	175
--------------------------------------	-----

NOTAÇÕES	233
----------	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	235
----------------------------	-----

INTRODUÇÃO

Visando a atender aos traçados em planta dos modernos sistemas viários, muitas vezes condicionados pela existência de determinados acidentes geográficos ou por imposições de toda ordem na área urbana das grandes cidades, os projetistas de obras d'arte são levados, com certa frequência, à alternativa estrutural das pontes em curva.

Ao contrário do que ocorre com as pontes de eixo reto e seção constante, cujas linhas de influência dos esforços seccionais e reações de apoio são tabeladas para diversas relações entre vãos⁽⁸⁾, nas pontes de eixo curvo isto não ocorre o que torna o cálculo manual, baseado na estática das vigas contínuas curvas, bastante laborioso e dispendioso em termos de tempo, o que não condiz com as exigências de nossos dias.

Uma maneira prática aproximada, para se obter os esforços solicitantes em tais pontes, consiste em utilizar uma programação automática para estruturas de eixo reto, subdividindo, para isto, a superestrutura em elementos retos de pequeno comprimento, a fim de substituir a estrutura real por outra fictícia, que lhe seja aproximadamente equivalente. O grau de precisão desejado na prática fica condicionado à escolha de um número suficientemente grande de elementos retos. Este procedimento, embora válido no que diz respeito à precisão requerida na prática, apresenta alguns inconvenientes tais como, aumentar de modo considerável o número de nós da estrutura, limitando o programa em termos de aplicação; crescer enormemente o número de

nós da estrutura, limitando o programa em termos de aplicação; crescer enormemente o número de dados a serem fornecidos para a caracterização da estrutura e do carregamento, assim como a quantidade de resultados a serem impressos pelo computador, dificultando sobremaneira a tarefa do projetista.

Levando em conta estas considerações e objetivando,, através de uma maior difusão, propiciar aos estudiosos e projetistas de obras d'arte uma maior facilidade e precisão na determinação das solicitações nas pontes de eixo curvo, resolvemos dirigir a nossa pesquisa no sentido de desenvolver um estudo que nos propiciasse chegar a uma programação automática eficiente , capaz de eliminar dificuldades de cálculo e desperdício de tempo, permitindo, assim, uma maior concentração de esforços na concepção da obra e seus detalhes.

O estudo desenvolvido permitiu que se fizesse a análise de superestrutura em pontes cuja curvatura em planta e variação de inércia fossem totalmente arbitrárias, conferindo à programação uma maior abrangência e um caráter inteiramente geral.

O programa automático idealizado objetiva o cálculo de pontes rodoviárias de eixo curvo e aborda superestruturas cujo sistema principal é constituído por vigas contínuas não solidárias com os pilares, em razão de ser este tipo estrutural de uso generalizado na maioria das pontes. São impressos como resultados além dos elementos necessários ao dimensionamento tais como, deslocamento dos nós, reações de apoio, diagramas e envoltórias dos esforços seccionais, também as linhas de influência dos

esforços solicitantes e das reações de apoio.

Os diferentes capítulos apresentados são orientados no sentido da automatização do cálculo estrutural em pontes de eixo curvo, facilitando, assim, uma melhor compreensão do texto.

O capítulo inicial é ilustrado por uma descrição sucinta das pontes em geral e seu funcionamento, para posteriormente deter-se nas idealizações estruturais e carregamentos adotados, assim como nas solicitações daí decorrentes.

Nos dois capítulos seguintes, far-se-á um resumo teórico dos métodos da rigidez e da flexibilidade, do processo utilizado na resolução do sistema de equações e do cálculo de elementos de grelha com eixo curvo visando à montagem da matriz de rigidez de membro e à determinação dos esforços de engastamento perfeito para os diferentes tipos de carregamento.

O quarto capítulo trata da programação automática propriamente dita, sua estrutura e seu funcionamento, além de conter explicação detalhada de como utilizá-la, ficando reservado o quinto capítulo para exemplos de aplicação, diagramas, envoltórias, confronto e análise dos resultados.

No capítulo final são feitos comentários conclusivos a respeito do trabalho, bem como algumas sugestões visando uma futura extensão do mesmo.

CAPÍTULO I

DESCRIÇÃO DAS PONTES EM GERAL

IDEALIZAÇÕES ESTRUTURAIS

CARREGAMENTOS E SOLICITAÇÕES

1.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo trataremos de alguns tópicos de ordem geral, referentes às pontes, necessários não só a uma melhor compreensão dos capítulos subsequentes, como também ao estabelecimento de uma ligação entre o que será desenvolvido em cada um deles e o que objetivamos com este trabalho.

1.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS PONTES

O tópico referente à classificação das pontes não pode ser abordado de uma forma rígida, pelo fato de não se poder estabelecer um critério geral para este fim, podendo-se assim, imaginar classificações as mais diversas possíveis, ditadas, única e tão somente, por cada enfoque particular que se estabeleça, razão pela qual faremos referência apenas às mais usuais.

Fixando-se um critério, baseado na finalidade a que se destina, isto é, tráfego de veículos rodoviários, ferroviários ou simplesmente de pedestres, podemos classificá-las respectivamente em pontes rodoviárias, pontes ferroviárias e passarelas. Um outro enfoque refere-se ao tipo de material estrutural

utilizado em sua construção, assim sendo, podemos ter pontes de madeira, pontes de concreto armado ou protendido, pontes de aço, etc.

O sistema estrutural e o traçado geométrico são mais dois critérios comumente adotados. De acordo com o sistema estrutural, as pontes podem ser classificadas em isostáticas e hiperestáticas, sendo que, entre elas, são de uso corrente as pontes em vigas, simplesmente apoiadas ou contínuas e, em escala menor, as pontes em pórtico e arco. Por outro lado, tomando por base o desenvolvimento do seu traçado geométrico em planta, podemos classificá-las em pontes de eixo reto ou de eixo curvo.

Poder-se-ia ainda estabelecer classificações de pontes, obedecendo a inúmeros outros critérios, porém nos limitaremos aos acima citados, por serem eles os mais usuais e de maior interesse.

1.3 - PARTES CONSTITUINTES DAS PONTES

As partes constituintes de uma ponte, (fig.1.1), recebem as designações gerais de superestrutura, mesoestrutura, infra-estrutura e fundações propriamente ditas, sendo que normalmente cada uma destas partes se subdividem em mais de um elemento estrutural.

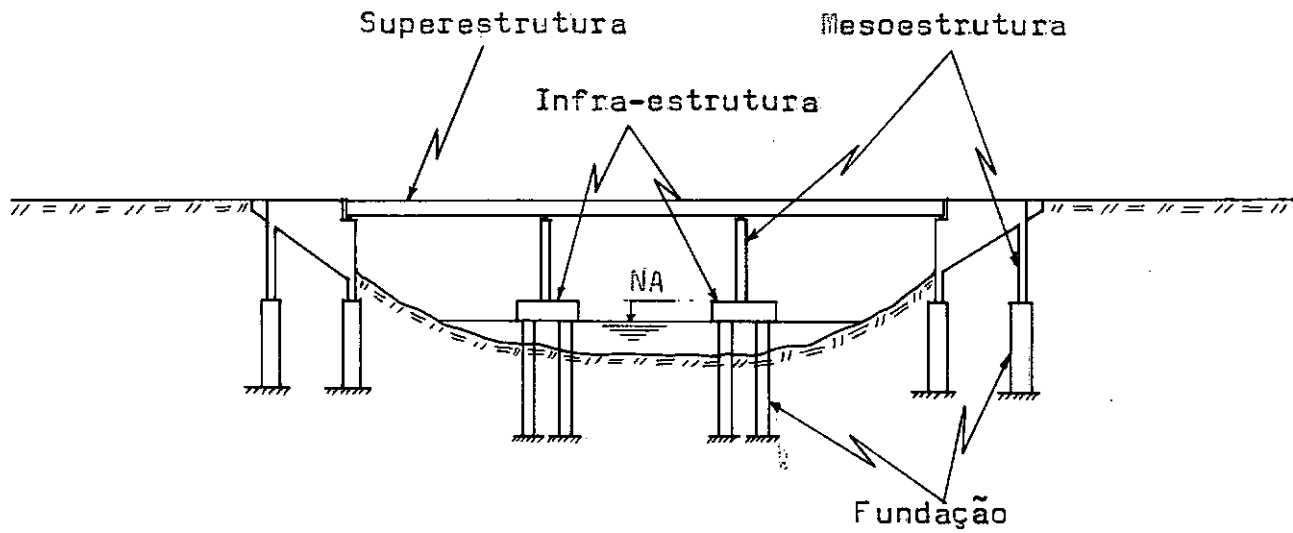


Fig. 1.1 - Partes constituintes de uma ponte.

A superestrutura é responsável pelo recebimento direto das cargas provenientes do tráfego e transposição dos obstáculos que se apresentam, tais como cursos d'água, avenidas, linhas férreas etc. Nela distinguimos, (fig.1.2), o tabuleiro propriamente dito e os vigamentos principal e secundário.

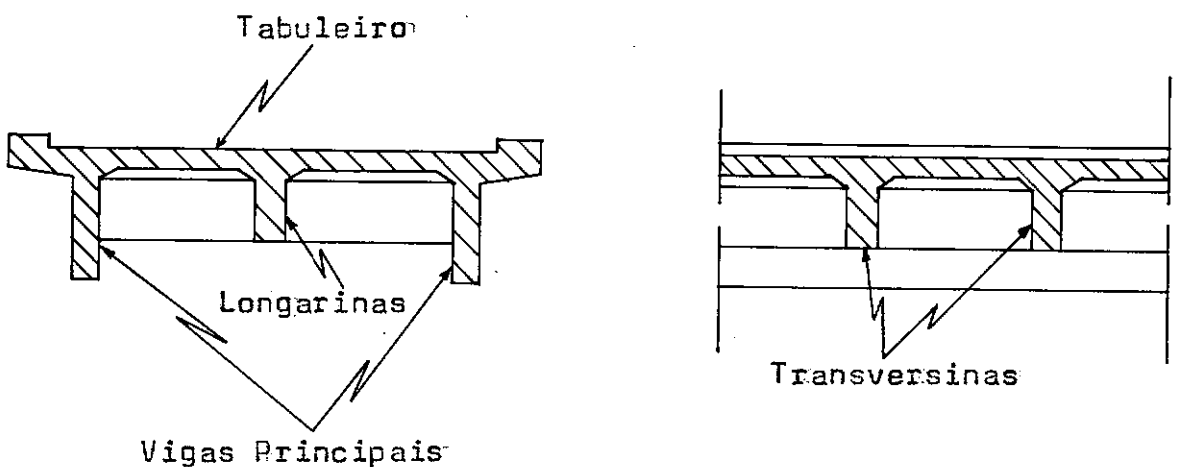


Fig. 1.2 - Partes constituintes de uma superestrutura.

O tabuleiro compreende as pistas de rolamento e, quando for o caso, refúgios centrais e passeios para pedestres, ten

do a função estrutural de suportar diretamente as cargas do tráfego e transmiti-las aos vigamentos principal e secundário.

O vigamento secundário funciona como redistribuidor de cargas e também como elemento de contraventamento, enquanto que ao vigamento principal fica reservada a responsabilidade de vencer o vão propriamente dito.

Esta subdivisão em elementos estruturais, cada um com sua função específica, perde seu significado quando estivermos diante de uma superestrutura em laje ou celular. No primeiro caso, (fig.1.3.a), o tabuleiro e o sistema principal se confundem, constituindo assim um único elemento estrutural, responsável por todas as funções acima descritas. No caso do estrado celular(fig. 1.3.b), tendo em vista a grande rigidez do conjunto, o tabuleiro e o vigamento principal não podem ser dissociados um do outro, funcionando portanto de forma integrada como um todo. As seções celulares, pelo fato de possuírem grande rigidez à torção, são de uso corrente nas pontes de eixo curvo.



Fig. 1.3.a - Superestrutura em laje.

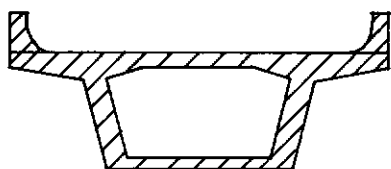


Fig. 1.3.b - Superestrutura celular.

A mesoestrutura, compreendendo pilares, elementos de contraventamento, aparelhos de apoio e corpo dos encontros, é responsável pela sustentação da ponte e transmissão dos esforços provenientes da superestrutura para as partes subjacentes.

A infra-estrutura é formada por elementos de transição, tais como os blocos da fundação, cuja finalidade é distribuir convenientemente os esforços oriundos das partes superiores para as fundações.

As fundações das pontes constituem por si só um assunto bastante complexo e especializado, envolvendo desde verificação da capacidade de carga dos terrenos de suporte até problemas de erosão, provocada pelos cursos d'água a serem transpostos. Dependendo de cada situação particular, são utilizadas as fundações rasas em sapatas ou as fundações profundas em estacas ou tubulões.

1.4 - CARREGAMENTOS DAS PONTES

As cargas a serem adotadas na determinação dos esforços solicitantes nas pontes, de um modo geral, estão fixadas em normas, sendo, entretanto, necessária uma avaliação adequada em casos especiais, com base em informações precisas sobre o tráfego particularmente pesado a que será submetida a ponte.

Os principais tipos de carregamento a que estão sujeitas as pontes são: carga permanente, sobrecarga permanente e carga móvel.

A carga permanente, representada pelo peso próprio da estrutura, é avaliada a partir do peso específico do material a ser utilizado e das características geométricas da superestrutura projetada.

Entende-se por sobrecarga permanente todas as cargas de caráter permanente colocadas sobre a estrutura, tais como pavimentação, guarda-corpo, elementos pré-moldados, guarda-rodas, postes de iluminação, tubulações etc.

As cargas móveis a serem computadas no cálculo dos esforços solicitantes são fixadas pela NB-6, no caso de pontes rodoviárias e pela NB-7 para pontes ferroviárias, de acordo com as características da rodovia ou ferrovia.

O carregamento prescrito para as pontes rodoviárias consta basicamente de um veículo-tipo, orientado sempre na direção do tráfego, e de cargas uniformemente distribuídas, representativas de multidão, dispostas à frente, atrás e dos lados do veículo (fig.1.4).

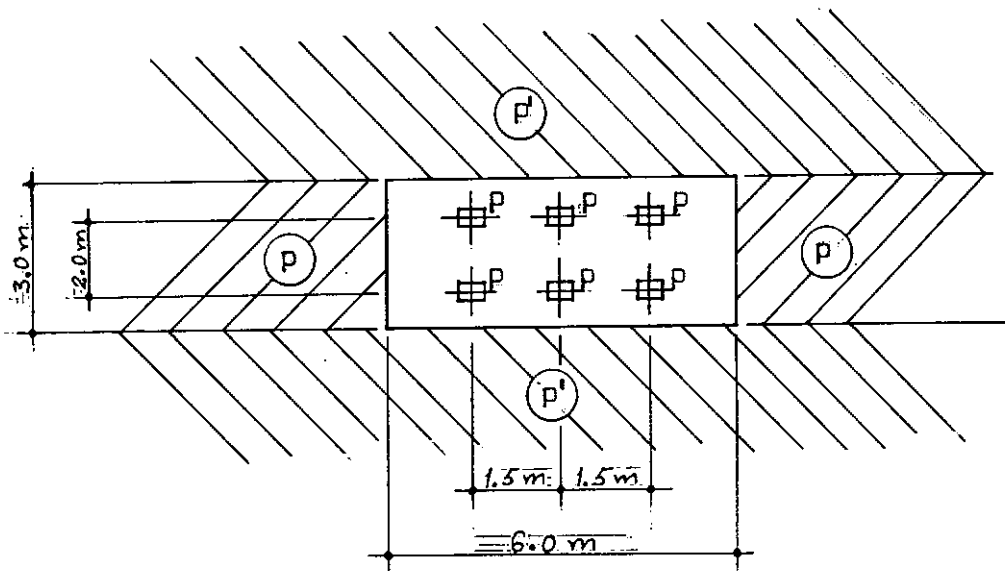


Fig. 1.4 - Trem-tipo p /ponte rodoviária (NB-6).

onde: P' é dado em tf, p e p' em tf/m^2 , e seus valores numéricos dependem da classe da rodovia.

No caso das pontes ferroviárias é prescrito um trem-tipo que consta de cargas concentradas, referentes à locomotiva e uma carga uniformemente distribuída, representando os vagões da composição (fig.1.5).

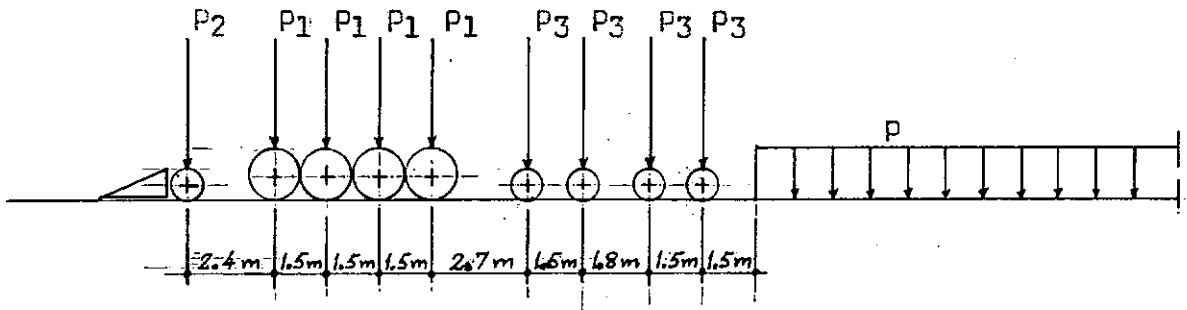


Fig. 1.5 - Trem-tipo p/ponte ferroviária (NB-7).

onde: P_1 , P_2 e P_3 são dados em tf, p em tf/m. e seus valores numéricos dependem da classe da ferrovia.

Os efeitos dinâmicos, produzidos pela carga móvel, são computados, na prática, através do coeficiente, de impacto vertical, que incide sobre o valor estático das cargas móveis, resultando numa majoração dos mesmos.

A norma NB-2 estabelece que o coeficiente de impacto vertical deve ser calculado nas pontes rodoviárias pela expressão:

$$\psi = 1,4 - 0,007 L \geq 1,00 \quad (1.1)$$

e nas pontes ferroviárias por:

$$\psi = 0,001 (1600 - 60 \sqrt{L} + 2,25 L) \geq 1,20 \quad (1.2)$$

onde: L - comprimento do vão em metros.

1.5 - TIPOS ESTRUTURAIS ADOTADOS

Neste trabalho, abordamos superestruturas constituídas por vigas de eixo curvo não solidárias com os pilares, em razão de ser este tipo estrutural de uso corrente nas pontes em geral. São analisadas superestruturas em grelha e celular, duas alternativas típicas e de bastante interesse.

As superestruturas em grelha, (fig.1.6), caracterizam-se pelo fato de suas partes constituintes serem nitidamente distintas, do ponto de vista estrutural. Deste modo, distinguimos o vigaamento principal, formado pelas vigas longitudinais, funcionando especificamente no sentido de vencer os vãos; o vigaamento secundário, constituído pelas vigas transversais, tendo como característica fundamental, contraventar e redistribuir o carregamento em relação ao sistema principal e por fim o tabuleiro, formado por uma laje solidária ao restante do conjunto, destinado a receber diretamente as cargas do tráfego e transmiti-las aos vigaamentos principal e secundário.

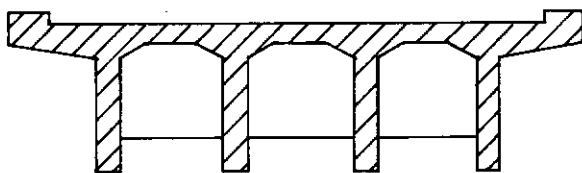


Fig. 1.6 - Superestrutura em grelha.

As superestruturas celulares, (fig.1.7), utilizadas, sobretudo, em pontes de maior envergadura, caracterizam-se pelo seu funcionamento conjunto, não tendo sentido, portanto, fazer-se uma distinção entre seus elementos componentes, no que diz

respeito ao seu comportamento estrutural.

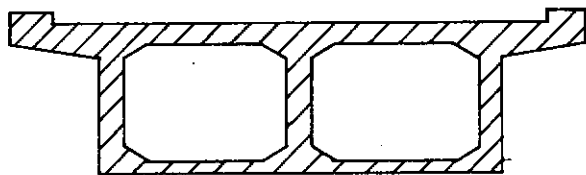


Fig. 1.7 - Estrado celular.

1.6 - TREM-TIPO ADOADO

No caso das superestruturas em grelha a determinação do trem-tipo, para o cálculo das vigas principais, pode ser feita de forma simples e prática, através de métodos simplificados de distribuição transversal, ou, de modo mais preciso, utilizando-se programas gerais de computador.

Para superestruturas celulares que, como já vimos, apresentam um funcionamento conjunto, a determinação do trem-tipo faz-se considerando toda a superestrutura como um elemento único, levando em conta a possibilidade de excentricidade do carregamento sobre o tabuleiro. Deste modo, ao contrário do que acontece com os sistemas em grelha, em que o vigamento principal é calculado apenas para um trem-tipo relativo à flexão, (fig.1.8.a), no cálculo dos estrados celulares devemos considerar também um trem-tipo relativo à torção (fig.1.8.b).

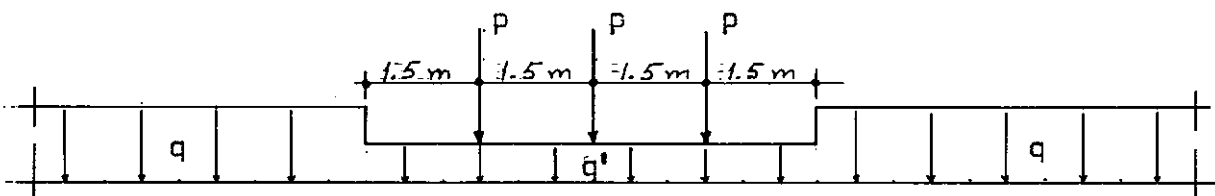


Fig. 1.8.a - Trem-tipo relativo à flexão.

onde: P é dado em tf, q e q' em tf/m.

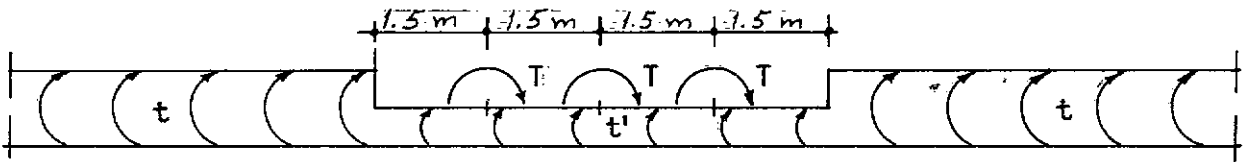


Fig. 1.8.b - Trem-tipo relativo à torção.

onde: T é dado em tf.m, t e t' em tf.m/m.

Em ambos os casos, são obtidos trens-tipo simplificados e equivalentes, (fig.1.9.a) e (fig.1.9.b), a serem fornecidos para o cálculo dos esforços solicitantes. Para isto, adota-se uma carga uniformemente distribuída única, reduzindo as cargas concentradas, correspondentes aos eixos, da mesma quantidade em que foi aumentada a carga distribuída no trecho referente ao veículo-tipo.

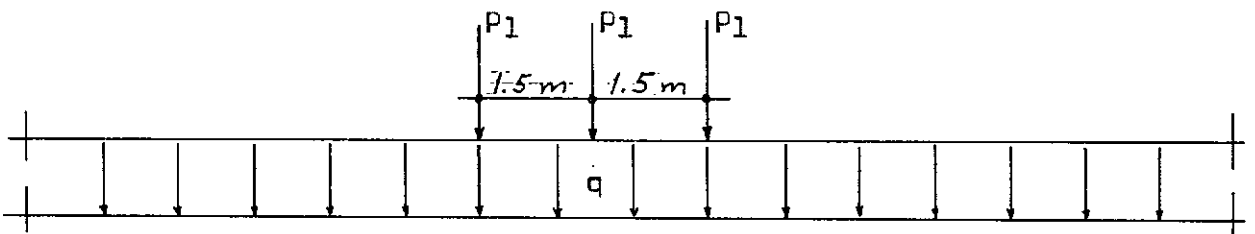


Fig. 1.9.a - Trem-tipo simplificado relativo à flexão.

onde: P_1 é dado em tf e q em tf/m.

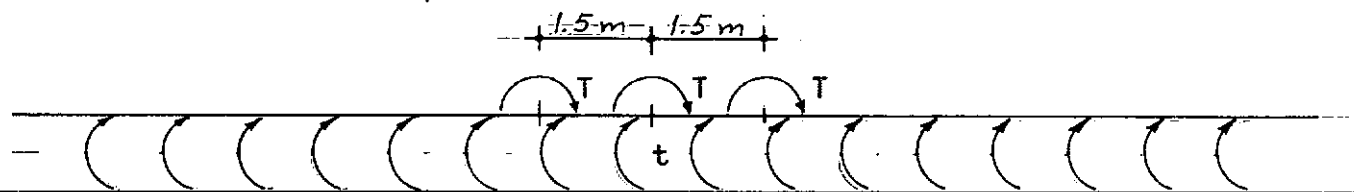


Fig. 1.9.b - Trem-tipo simplificado relativo à torção.

onde: T_1 é dado em tf.m e t em tf.m/m.

1.7 - ESFORÇOS SOLICITANTES

Além dos esforços solicitantes corriqueiros nas pontes de eixo reto, momento fletor, esforço cortante, deve-se levar em conta, no dimensionamento das pontes de eixo curvo um novo e importante esforço solicitante, o momento torsor, cujo valor numérico relaciona-se diretamente com a menor ou maior curvatura em planta do eixo da ponte.

O dimensionamento do sistema principal das pontes de eixo curvo, requer, de modo análogo a qualquer outra estrutura submetida a ação de cargas móveis, o conhecimento prévio das envoltórias finais dos esforços solicitantes, isto é, a variação das solicitações máximas e mínimas ao longo de toda a estrutura. As curvas representativas destas variações não seguem normalmente nenhuma lei matemática simples, que possa facilitar a sua representação gráfica, conseqüentemente sua obtenção é feita por pontos.

Assim sendo, para cada caso particular de carregamento, calculam-se os esforços seccionais a cada décimo de vão, deste modo, determinam-se os pontos dos diagramas dos esforços seccionais no caso dos carregamentos de caráter permanente, tais como: peso próprio e sobrecarga permanente, além dos pontos das envoltórias de carga móvel, utilizando-se, para isto, as linhas de influências dos esforços seccionais, para permitir o posicionamento do trem-tipo na posição mais desfavorável, necessária ao cálculo das solicitações numa determinada seção. A envoltória

final dos esforços solicitantes é obtida superpondo-se os resultados correspondentes a cada caso de carregamento.

CAPÍTULO IIMÉTODOS DA FLEXIBILIDADE E DA RIGIDEZRESOLUÇÃO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕESMÉTODO DE GAUSSSISTEMAS DE REFERÊNCIA2.1 - INTRODUÇÃO

As estruturas, de um modo geral, classificam-se, de acordo com seu tipo de comportamento, em lineares e não lineares.

Nas estruturas de comportamento linear os esforços seccionais, deformações, deslocamentos, etc, são proporcionais às cargas aplicadas, aos deslocamentos impostos, etc, isto é, existe uma relação linear entre os efeitos e as causas.

A não linearidade das estruturas pode ser de origem física ou geométrica. No primeiro caso, o material da estrutura não segue a lei de HOOKE, enquanto que, no segundo, os efeitos de segunda ordem, devidos a grandes deformações ou deslocamentos, não são desprezíveis, sendo, portanto, ilícito considerar nos cálculos a geometria inicial da estrutura.

No que se segue, trataremos apenas de estruturas cujo comportamento seja linear, sendo, portanto, válida a aplicação do princípio da superposição dos efeitos no estabelecimento das equações fundamentais que regem os métodos da rigidez e

da flexibilidade.

Estes dois métodos gerais, disponíveis na análise estrutural, embora apresentem uma mesma formulação matemática, baseiam-se em conceitos físicos inteiramente distintos, como veremos nos parágrafos seguintes.

2.2 - MÉTODO DA FLEXIBILIDADE

Neste método, a análise estrutural deve iniciar-se pelo estabelecimento do grau de indeterminação estática ou grau de hiperestaticidade da estrutura, obtido através da diferença entre o número total de ações, provenientes dos seus vínculos e o número de equações da estática, disponíveis em cada caso.

A determinação destas ações excedentes, incógnitas do problema, constitui a parte principal da análise. Com esta finalidade, liberam-se de forma conveniente alguns vínculos da estrutura real de modo a obter-se uma estrutura estaticamente determinada, a qual ficará sujeita, nas direções dos vínculos liberados, às correspondentes ações excedentes.

Na sequência, são determinados os deslocamentos na estrutura livre, correspondentes às ações excedentes, causados primeiro pelo carregamento externo e depois por valores unitários de cada uma dessas ações.

A partir daí, formula-se com base no princípio da superposição dos efeitos, as equações que traduzem a compatibilidade de deslocamentos em relação à estrutura real.

Assim sendo, podemos escrever as equações de compatibilidade:

$$\begin{aligned}
 \hat{D}Q_1 &= DQL_1 + F_{11} \cdot Q_1 + F_{12} \cdot Q_2 + \dots + F_{1n} \cdot Q_n \\
 DQ_2 &= DQL_2 + F_{21} \cdot Q_1 + F_{22} \cdot Q_2 + \dots + F_{2n} \cdot Q_n \\
 &\dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots \\
 DQ_n &= DQL_n + F_{n1} \cdot Q_1 + F_{n2} \cdot Q_2 + \dots + F_{nn} \cdot Q_n
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Em notação matricial compacta temos

$$\underline{DQ} = \underline{DQL} + \underline{F} \cdot \underline{Q} \tag{2.2}$$

onde: $\underline{DQ}$ - vetor dos deslocamentos na estrutura real nas direções das ações consideradas superabundantes;
 $\underline{DQL}$ - vetor dos deslocamentos na estrutura livre nas direções das ações consideradas superabundantes;
 $\underline{F}$ - matriz de flexibilidade para as ações excedentes e deslocamentos a elas associados;
 $\underline{Q}$ - vetor das ações excedentes.

Resolvendo o sistema de equações acima, obtemos as ações excedentes, incógnitas do problema.

As demais ações são determinadas por simples aplicação das equações de equilíbrio da estática, disponíveis em cada caso.

2.3 - MÉTODO DA RIGIDEZ

No método da rigidez, as incógnitas do problema são os

deslocamentos dos nós da estrutura, assim sendo, na análise estrutural, através deste método, deve-se inicialmente verificar o grau de indeterminação cinemática ou graus de liberdade da estrutura, representados pelo número total de deslocamentos nodais desconhecidos.

A fase principal da análise consiste na determinação dos deslocamentos incógnitos. Para isto, lança-se mão de uma estrutura cinematicamente determinada, obtida a partir da estrutura real, bloqueando seus nós a todos os deslocamentos possíveis.

Submete-se a estrutura assim fixada primeiro às cargas externas e depois, isoladamente, a valores unitários dos deslocamentos desconhecidos.

No primeiro caso, obtêm-se as cargas combinadas nodais, que resultam da combinação entre as cargas reais nodais e as cargas equivalentes nodais, oriundas das ações de engastamento perfeito dos membros que concorrem em cada nó, enquanto que, no segundo, determinam-se as ações correspondentes aos deslocamentos desconhecidos, através das contribuições dos membros que concorrem em cada nó.

De posse destes resultados, a forma e o posicionamento dos elementos da estrutura podem ser ignorados, passando, então, a análise a ser feita unicamente em termos de nós.

Em seguida, liberamos os nós da estrutura de modo a lhe devolver sua configuração deformada real e estabelecemos, com base no princípio da superposição dos efeitos, as equações de equilíbrio dos nós.

Assim sendo, podemos escrever as equações de equilíbrio:

$$\begin{aligned}
 AD_1 &= ADL_1 + S_{11} \cdot D_1 + S_{12} \cdot D_2 + \dots + S_{1n} \cdot D_n \\
 AD_2 &= ADL_2 + S_{21} \cdot D_1 + S_{22} \cdot D_2 + \dots + S_{2n} \cdot D_n \\
 &\dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots \\
 AD_n &= ADL_n + S_{n1} \cdot D_1 + S_{n2} \cdot D_2 + \dots + S_{nn} \cdot D_n
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

Em notação matricial compacta temos

$$\underline{AD} = \underline{ADL} + \underline{S} \cdot \underline{D} \tag{2.4}$$

- onde:
- $\underline{AD}$ - vetor das ações na estrutura real nas direções dos deslocamentos desconhecidos;
 - $\underline{ADL}$ - vetor das ações na estrutura fixa nas direções dos deslocamentos desconhecidos e causados pelas cargas;
 - $\underline{S}$ - matriz de rigidez para os deslocamentos desconhecidos e ações a eles associadas;
 - $\underline{D}$ - vetor dos deslocamentos desconhecidos.

Resolvendo o sistema de equações acima, obtemos os deslocamentos desconhecidos, incógnitas do problema.

Uma vez calculados esses deslocamentos, complementa-se a análise, determinando as ações de extremo de membro e as reações de apoio. O cálculo das ações de extremo de membro pode ser feito de forma vantajosa para o cálculo automático, considerando cada elemento da estrutura isoladamente e superpondo os esforços de engastamento perfeito com aqueles provenientes dos

deslocamentos nas suas extremidades. Dentro dessa mesma linha de pensamento, a determinação das reações de apoio, pode ser feita, superpondo-se as contribuições de cada elemento, relativas aos deslocamentos nas suas extremidades, com as cargas equivalentes nodais e as cargas reais nodais.

Do ponto de vista computacional, a escolha recai sobre o método da rigidez. Esta preferência deve-se, sobretudo, ao fato de que, neste método, a estrutura fixa, resultante do bloqueio dos nós, é única, ao contrário do que ocorre com a estrutura livre, resultante do método da flexibilidade, cuja determinação, não é única, em razão de ser a liberação dos vínculos inteiramente arbitrária.

2.4 - RESOLUÇÃO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES - MÉTODO DE GAUSS -

Nos parágrafos anteriores, verificou-se que a formulação matemática dos métodos da flexibilidade e da rigidez, conduz invariavelmente a um sistema de equações algébricas lineares, cuja representação matricial compacta é, como vimos anteriormente, do tipo:

$$\underline{A} \cdot \underline{X} = \underline{B} \quad (2.5)$$

A solução analítica do sistema de equações (2.5) pode ser obtida facilmente, através da conhecida regra de CRAMER, cujo vetor solução é, como sabemos, dado pela expressão:

$$x_j = \frac{\det \underline{A}_j}{\det \underline{A}} \quad p/ j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.6)$$

onde a matriz $\underline{A}_j$ é obtida a partir da matriz $\underline{A}$, mediante substituição da coluna j de $\underline{A}$ pelo vetor dos termos conhecidos $\underline{B}$.

Entretanto, no que concerne à implementação, através de computador, a regra de CRAMER torna-se ineficiente, mesmo para pequenos sistemas ($n=4$), devido ao grande número de operações necessárias ao cálculo dos determinantes que aparecem nas equações de CRAMER (2.6). Assim sendo, torna-se necessário trabalhar com métodos que se mostrem eficientes do ponto de vista computacional.

Iniciemos por distinguir, dentre os sistemas de equação do tipo (2.5), os homogêneos e os não homogêneos, conforme seja o vetor $\underline{B}$, dos termos conhecidos, igual ou diferente do vetor zero.

No caso de sistemas homogêneos, a existência de soluções não triviais exige que a matriz $\underline{A}$ seja singular, isto é, que $\det \underline{A} = 0$, causando, assim, indeterminação no segundo membro das equações de CRAMER. A solução de sistemas desse tipo requer técnicas especiais e conduz ao estudo dos "valores próprios" e dos "vetores próprios", não sendo, portanto, objeto desse trabalho.

No que se segue, ocupar-nos-emos apenas com sistemas de equações não homogêneos, desse modo, admitindo-se que a matriz $\underline{A}$ seja quadrada, o sistema (2.5) terá solução única sempre que a matriz $\underline{A}$ for não singular, isto é, $\det \underline{A} \neq 0$.

A resolução de tais sistemas pode ser feita por métodos diretos ou por métodos iterativos, sendo a escolha, em

Elimina-se X_1 do sistema, substituindo seu valor, obtido em (2.8), nas equações restantes.

$$\begin{aligned}
 & (A_{22} - A_{12} \cdot A_{21}/A_{11}) \cdot X_2 + (A_{23} - A_{13} \cdot A_{21}/A_{11}) \cdot X_3 + \dots + \\
 & + (A_{2n} - A_{1n} \cdot A_{21}/A_{11}) \cdot X_n = (B_2 - B_1 \cdot A_{21}/A_{11}) \\
 & (A_{32} - A_{12} \cdot A_{31}/A_{11}) \cdot X_2 + (A_{33} - A_{13} \cdot A_{31}/A_{11}) \cdot X_3 + \dots + \\
 & + (A_{3n} - A_{1n} \cdot A_{31}/A_{11}) \cdot X_n = (B_3 - B_1 \cdot A_{31}/A_{11}) \\
 & \dots\dots\dots \\
 & (A_{n2} - A_{12} \cdot A_{n1}/A_{11}) \cdot X_2 + (A_{n3} - A_{13} \cdot A_{n1}/A_{11}) \cdot X_3 + \dots + \\
 & + (A_{nn} - A_{1n} \cdot A_{n1}/A_{11}) \cdot X_n = (B_n - B_1 \cdot A_{n1}/A_{11}) \quad (2.9)
 \end{aligned}$$

Uma vez eliminado X_1 , o sistema modificado é então escrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 & A_{22}^1 \cdot X_2 + A_{23}^1 \cdot X_3 + \dots\dots\dots + A_{2n}^1 \cdot X_n = B_2^1 \\
 & A_{32}^1 \cdot X_2 + A_{33}^1 \cdot X_3 + \dots\dots\dots + A_{3n}^1 \cdot X_n = B_3^1 \\
 & \dots\dots\dots \\
 & A_{n2}^1 \cdot X_2 + A_{n3}^1 \cdot X_3 + \dots\dots\dots + A_{nn}^1 \cdot X_n = B_n^1 \quad (2.10)
 \end{aligned}$$

onde os valores modificados podem ser obtidos dos seguintes algoritmos:

$$A_{ij}^1 = A_{ij} - A_{ij} \cdot A_{i1}/A_{11} \quad (2.11)$$

$$p/ i, j = 2, 3, \dots, n$$

$$B_i^1 = B_i - B_i \cdot A_{i1}/A_{11} \quad (2.12)$$

Pode-se generalizar os algoritmos (2.11) e (2.12), a

Na análise estrutural, pode-se tirar partido das características de faixa e simetria da matriz de rigidez, visando a uma maior eficiência, em termos de programação automática.

Desse modo, para o armazenamento, apenas da semifaixa superior da matriz de rigidez, como matriz retangular, modificam-se os algoritmos (2.13), (2.14) e (2.17), que passam, então a ser escritos da seguinte forma.

$$A_{i,j-i+1}^k = A_{i,j-i+1}^{k-1} - A_{k,j-k+1}^{k-1} \cdot A_{k,i-k+1}^{k-1} / A_{k,1}^{k-1} \quad (2.18)$$

$$B_{i,i}^k = B_{i,i}^{k-1} - A_{k,i-k+1}^{k-1} \cdot B_{k,k}^{k-1} / A_{k,1}^{k-1} \quad \begin{matrix} p/i=k+1, \dots, k+LF-1 \\ j=i, \dots, k+LF-1 \end{matrix} \quad (2.19)$$

$$X_i = B_i / A_{i,1} - \sum_{j=i+1}^{i+LF-1} A_{i,j-i+1} \cdot X_j / A_{i,1} \quad (2.20)$$

$$p/i = n-1, \dots, 1$$

onde: LF - largura da faixa da matriz de rigidez.

2.5 - SISTEMAS DE REFERÊNCIA

Visando à automatização da análise estrutural, através do método da rigidez, torna-se evidente a necessidade da introdução de sistemas de referência, que permitam caracterizar de forma organizada a estrutura e os carregamentos a que está submetida.

2.5.1 - Sistema global

Ao analisarmos a estrutura como um todo, escolhemos

de forma conveniente, um sistema de referência global (fig.2.1), em relação ao qual é usual referenciar as coordenadas nodais e as cargas aplicadas diretamente aos nós, como também a matriz de rigidez global, os deslocamentos nodais e as reações de apoio.

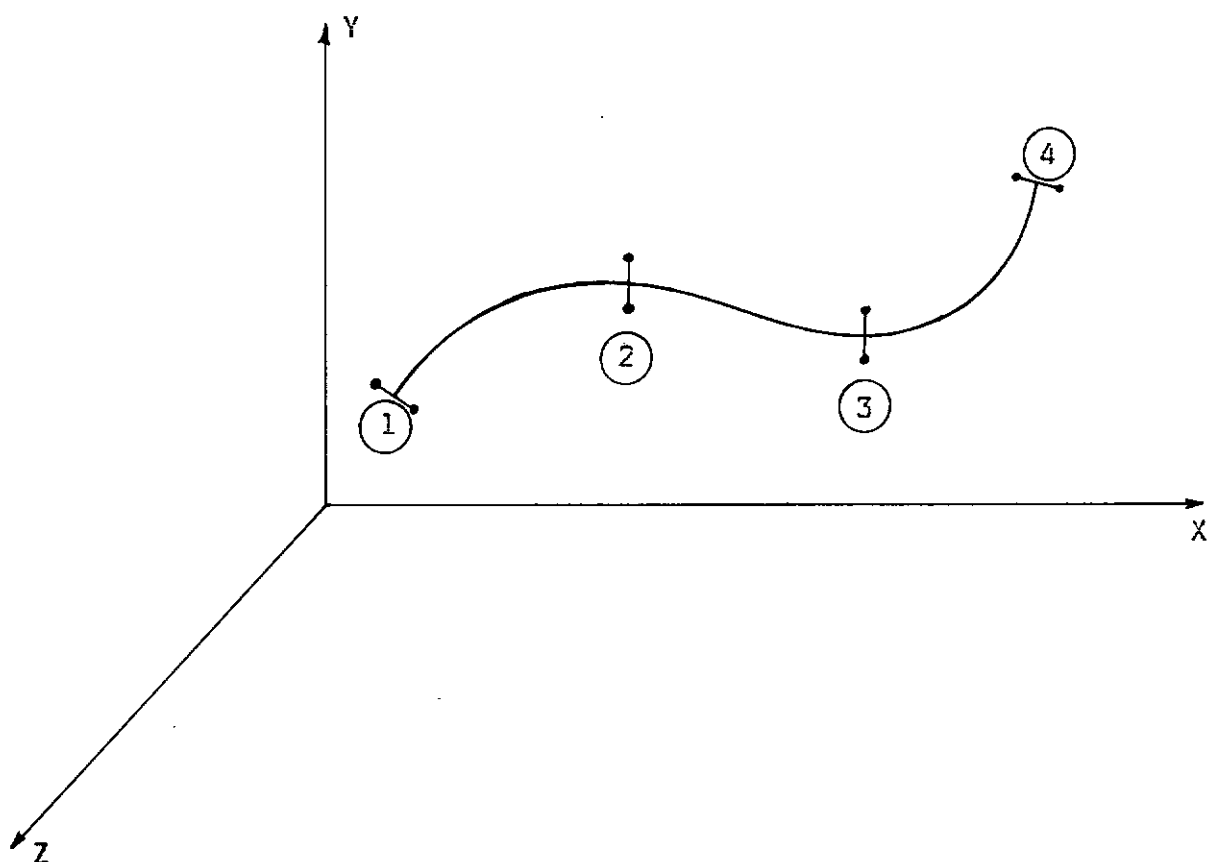


Fig. 2.1 - Sistema de referência global. O plano XY corresponde ao plano horizontal que contém a estrutura.

2.5.2 - Sistema local

Para a análise de cada elemento, em particular, adota-se um sistema de referência local (fig.2.2), cujo eixo Xm positivo é orientado no sentido do seu nó inicial J para o final K. Em relação a este sistema são referenciadas as ordenadas e os ângulos de inclinação dos pontos de divisão de cada elemen

to, a matriz de rigidez de membro, as cargas aplicadas aos membros e as ações de engastamento perfeito.

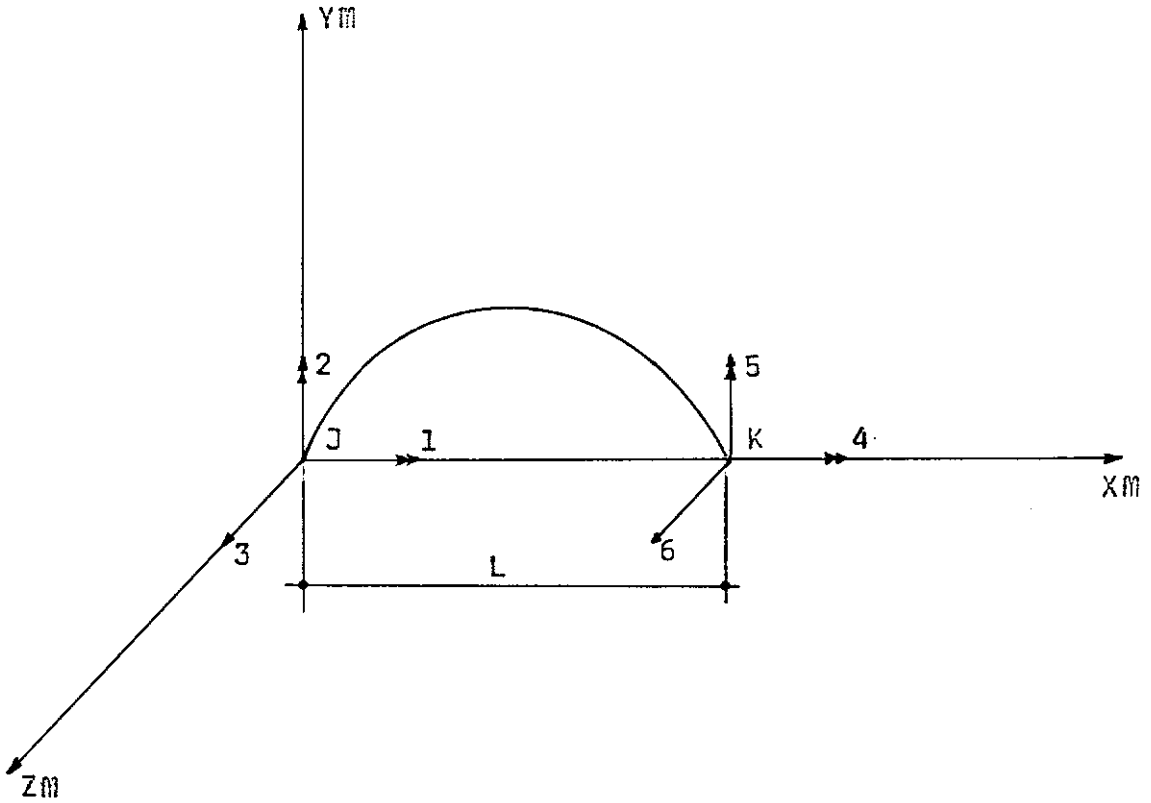


Fig. 2.2 - Sistema de referência local (X_M , Y_M e Z_M).

2.5.3 - Sistema tangencial

Nos elementos curvos, o eixo X_M não coincide com o eixo baricêntrico dos mesmos; além disso, os eixos Y_M e Z_M também não coincidem com os eixos principais de inércia em cada seção, por conseguinte, faz-se necessário introduzir um sistema de referência tangencial (fig.2.3) para cada seção a ser analisada, com o propósito de referenciar suas características geométricas e os esforços seccionais.

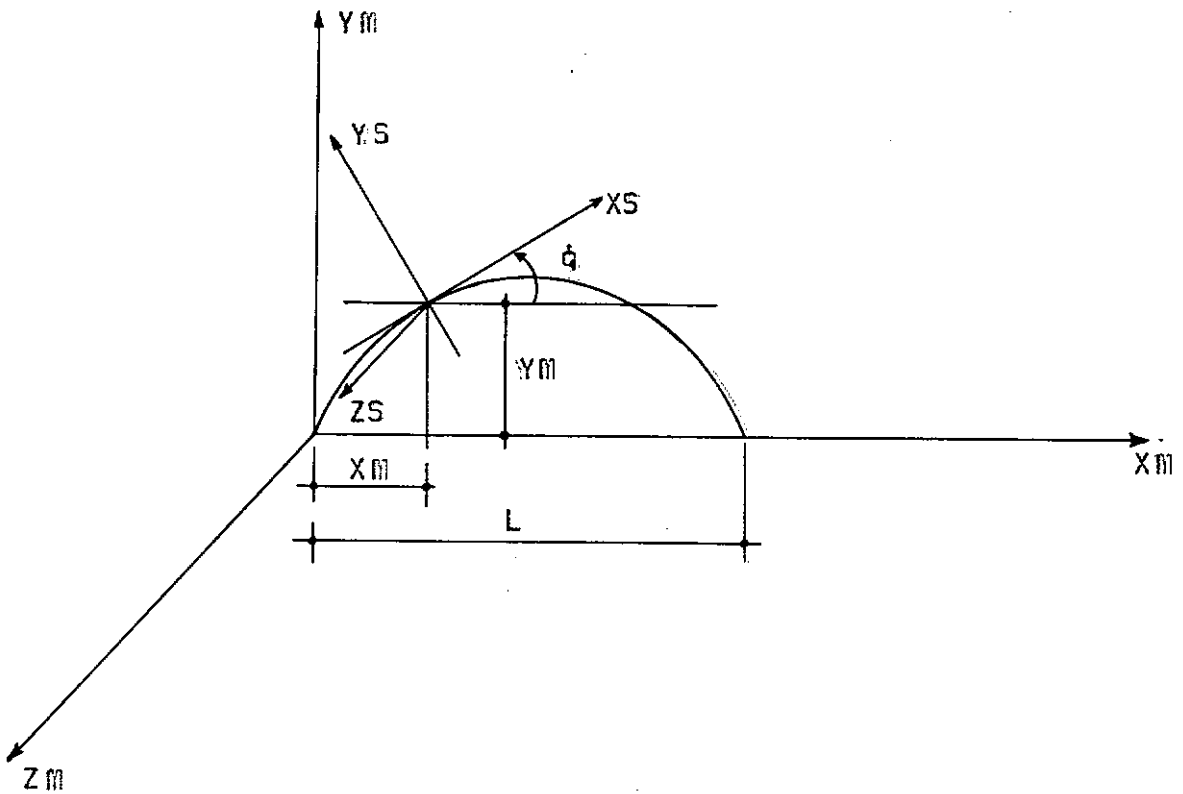


Fig. 2.3 - Sistema de referência tangencial (X_S , Y_S e Z_S).

A fim de posicionar o sistema tangencial em cada seção, fixamos o eixo Y_S na direção normal à curva, tendo seu sentido positivo orientado de dentro para fora da mesma.

Adota-se para o ângulo ϕ o sentido trigonométrico convencional, ficando, então, o mesmo definido pelas direções positivas de X_m e X_S com origem na direção positiva de X_m .

No caso das vigas curvas cujos apoios são, em geral, inclinados em relação ao sistema global, torna-se vantajoso exprimir as equações de equilíbrio dos nós, em relação a cada um dos sistemas de eixos tangenciais⁽⁹⁾ correspondentes aos mesmos, conseqüentemente, a matriz de rigidez global, os deslocamentos nodais e as reações de apoio ficam referenciados em relação a esses sistemas.

Acréscete-se, ainda, que também as restrições de apoio serão fornecidas em relação a cada um desses sistemas tangenciais localizados nos nós.

CAPÍTULO III

ANÁLISE DE ELEMENTOS DE GRELHA COM EIXO CURVO E INÉRCIA VARIÁVEL

3.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo, far-se-á a determinação, em relação ao sistema local, da matriz de rigidez⁽⁶⁾ e dos esforços de engastamento perfeito para elementos de grelha de eixo curvo e inércia variável.

A obtenção dos termos da matriz de rigidez de tais elementos é feita a partir da matriz de flexibilidade, correspondente à extremidade K do elemento considerado, através de inversão da mesma e aplicação de condições de equilíbrio e simetria.

A determinação dos esforços de engastamento perfeito, a exemplo da matriz de rigidez, será feita através do método da flexibilidade, escolhendo-se, como sistema principal, a viga em balanço obtida com a liberação dos vínculos, na extremidade K, do referido elemento.

Utilizou-se na determinação dos coeficientes de flexibilidade e deslocamentos devidos ao carregamento, o método da carga unitária, associado com o princípio dos trabalhos virtuais, recorrendo-se a processos de integração numérica para resolução das respectivas integrais.

3.2 - MATRIZ DE RIGIDEZ DE MEMBRO

A matriz de rigidez de membro, S_M , é simétrica e uma coluna j representa as ações de restrição, devidas a um deslocamento unitário em j , quando são mantidos nulos todos os demais deslocamentos.

Para obtenção de S_M , particiona-se a mesma de modo a delinear as submatrizes que estão associadas a cada extremo do elemento considerado, conforme esquema abaixo.

$$S_M = \begin{bmatrix} S_{jj} & S_{jk} \\ S_{kj} & S_{kk} \end{bmatrix}$$

3.2.1 - Matriz de flexibilidade correspondente à extremidade K

Consideremos um elemento de grelha de eixo curvo, b_i engastado, cujo sistema principal, indicado na (fig.3.1), foi obtido liberando os vínculos de sua extremidade K a todos os deslocamentos possíveis.

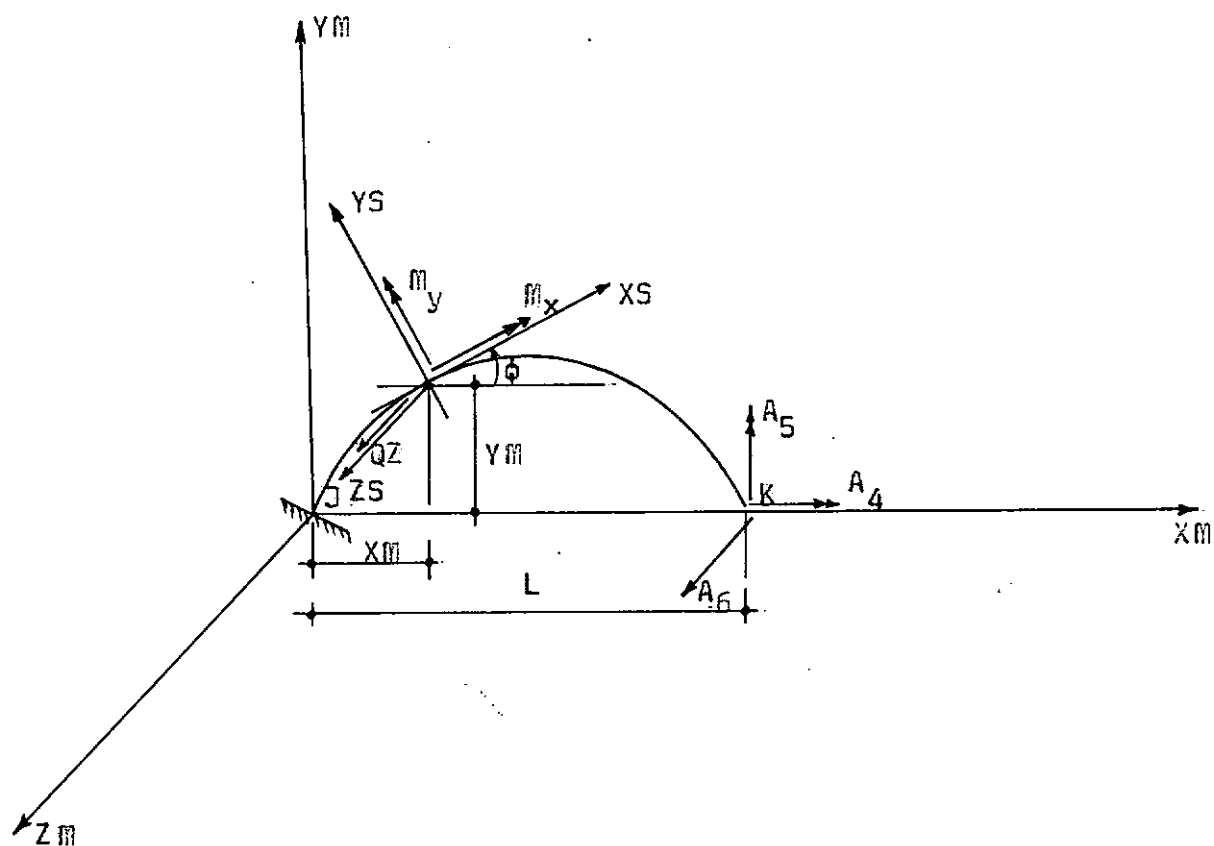


Fig. 3.1 - Elemento de eixo curvo engastado em J e livre em K.

De acordo com o método da carga unitária, os coeficientes de flexibilidade podem ser obtidos através da expressão (3.1), onde

$$F_{ij} = \int_{\text{elemento}} \left[\frac{m_{xi} \cdot m_{xj}}{G \cdot I_x} + \frac{m_{yi} \cdot m_{yj}}{E \cdot I_y} \right] ds \quad (3.1)$$

Fazendo-se, na expressão (3.1), $ds = \frac{dx_M}{\cos \phi}$

$$F_{ij} = \int \left[\frac{m_{xi} \cdot m_{xj}}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} + \frac{m_{yi} \cdot m_{yj}}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dxm$$

onde: m_{xi} e m_{xj} - momentos torsores numa seção qualquer devidos à aplicação de um esforço unitário nas direções i e j respectivamente;

m_{yi} e m_{yj} - momentos fletores numa seção qualquer devidos à aplicação de um esforço unitário nas direções i e j respectivamente;

GI_x e EI_y - rigidezes do elemento relativas à torção e à flexão.

Tendo em vista a esquematização da (fig.3.1), constatamos que ao aplicarmos esforços unitários nas direções 4, 5 e 6, os momentos torsores e fletores, que aparecem numa seção genérica do elemento, são dados pelas expressões (3.3) e (3.4).

$$m_x = A_4 \cdot \cos \phi + A_5 \cdot \sin \phi - A_6 \cdot BT \quad (3.3)$$

$$m_y = A_5 \cdot \cos \phi - A_4 \cdot \sin \phi - A_6 \cdot BF \quad (3.4)$$

onde os braços de alavanca⁽¹⁰⁾ à torção e à flexão, respectivamente BT e BF , estão dados no quadro (3.5).

Baseados nas expressões (3.3) e (3.4), estabelecidas anteriormente e considerando a atuação isolada de forças generalizadas unitárias nas direções dos deslocamentos incógnitos, obtemos o quadro (3.4):

Direção da F. Unitária	m_x	m_y
4	$\cos \phi$	$-\sin \phi$
5	$\sin \phi$	$\cos \phi$
6	$-BT = -[Y_m \cos \phi + (L - X_m) \sin \phi]$	$-BF = -[(L - X_m) \cos \phi - Y_m \sin \phi]$

(3.5)

De acordo com o quadro (3.5), podemos obter os coeficientes de flexibilidade através da expressão (3.2).

$$F_{44}^m = \int_0^L \left[\frac{\cos \phi}{G \cdot I_x} + \frac{\sin^2 \phi}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dxm$$

$$F_{45}^m = \int_0^L \left[\frac{\sin \phi}{G \cdot I_x} - \frac{\sin \phi}{E \cdot I_y} \right] dxm$$

$$F_{46}^m = \int_0^L \left[-\frac{BT}{G \cdot I_x} + \frac{BF \cdot \sin \phi}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dxm$$

$$F_{54}^m = F_{45}^m$$

$$F_{55}^m = \int_0^L \left[\frac{\sin^2 \phi}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} + \frac{\cos \phi}{E \cdot I_y} \right] dxm$$

$$F_{56}^m = \int_0^L \left[- \frac{BT \cdot \sin \phi}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} - \frac{BF}{E \cdot I_y} \right] dxm$$

$$F_{64}^m = F_{46}^m$$

$$F_{65}^m = F_{56}^m$$

$$F_{66}^m = \int_0^L \left[\frac{BT^2}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} + \frac{BF^2}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dxm$$

Uma vez obtidos estes coeficientes, podemos formar a matriz de flexibilidade correspondente à extremidade K.

$$F_{kk}^m = \begin{bmatrix} F_{44}^m & F_{45}^m & F_{46}^m \\ F_{54}^m & F_{55}^m & F_{56}^m \\ F_{64}^m & F_{65}^m & F_{66}^m \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

3.2.2 - Determinação da sub-matriz - F_{kk}^m -

A obtenção da referida matriz é imediata, bastando, para isto, que se efetue a inversão de F_{kk}^m .

$$S_{kk}^m = F_{kk}^{m-1} \begin{bmatrix} S_{44}^m & S_{45}^m & S_{46}^m \\ S_{54}^m & S_{55}^m & S_{56}^m \\ S_{64}^m & S_{65}^m & S_{66}^m \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

3.2.3 - Determinação das sub-matrizes - S_{jk}^m , S_{kj}^m e S_{jj}^m -

A obtenção das sub-matrizes restantes é feita através da aplicação de condições de equilíbrio e simetria.

Desse modo, obtemos $\tilde{S}_{jk}^m$, a partir de $\tilde{S}_{kk}^m$, aplicando as condições de equilíbrio:

$$\begin{aligned}\sum m_x &= S_{1k}^m + S_{4k}^m = 0 \dots\dots\dots S_{1k}^m = - S_{4k}^m \\ \sum m_y &= S_{2k}^m + S_{5k}^m - S_{6k}^m \cdot L = 0 \dots\dots S_{2k}^m = - (S_{5k}^m - S_{6k}^m \cdot L) \\ \sum F_z &= S_{3k}^m + S_{6k}^m = 0 \dots\dots\dots S_{3k}^m = - S_{6k}^m \\ P/ \quad k &= 4, 5 \text{ e } 6\end{aligned}$$

Em seguida, determinamos $\tilde{S}_{kj}^m$, a partir de $\tilde{S}_{jk}^m$, através de sua transposta, tendo em vista as características de simetria da matriz $\tilde{S}^m$.

$$\begin{aligned}\tilde{S}_{kj}^m &= \tilde{S}_{jk}^{mT} & P/ \quad j &= 1, 2 \text{ e } 3 \\ & & k &= 4, 5 \text{ e } 6\end{aligned}$$

Finalmente, obtemos $\tilde{S}_{jj}^m$, a partir de $\tilde{S}_{kj}^m$, e aplicando mais uma vez as condições de equilíbrio:

$$\begin{aligned}\sum m_x &= S_{1j}^m + S_{4j}^m = 0 \dots\dots\dots S_{1j}^m = - S_{4j}^m \\ \sum m_y &= S_{2j}^m + S_{5j}^m - S_{6j}^m \cdot L = 0 \dots\dots S_{2j}^m = - (S_{5j}^m - S_{6j}^m \cdot L) \\ \sum F_z &= S_{3j}^m + S_{6j}^m = 0 \dots\dots\dots S_{3j}^m = - S_{6j}^m \\ P/ \quad j &= 1, 2 \text{ e } 3\end{aligned}$$

3.3 - ESFORÇOS DE ENGASTAMENTO PERFEITO

Seja um elemento de grelha de eixo curvo, biengastado, sujeito a um carregamento arbitrário como mostra a (fig.3.2).

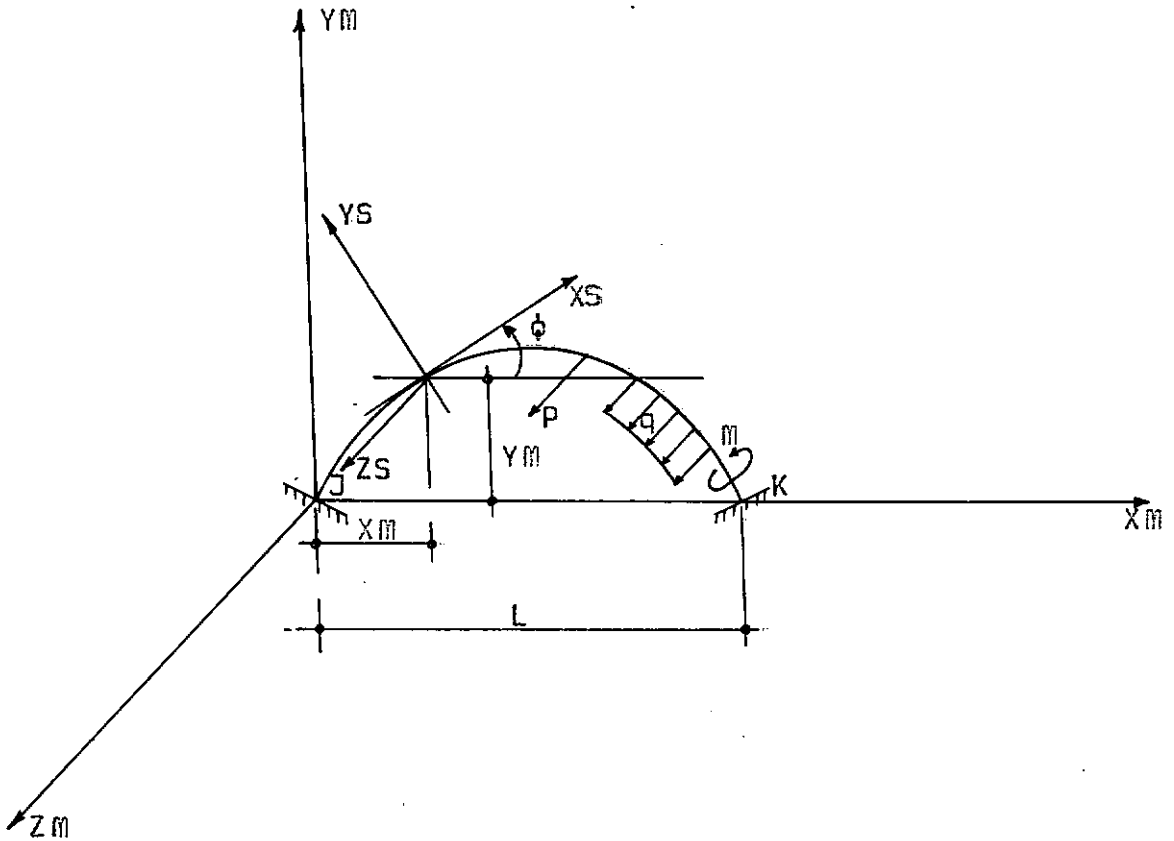


Fig. 3.2 - Viga curva biengastada, submetida a um carregamento qualquer.

O cálculo dos esforços de engastamento perfeito nas suas extremidades, através do método da flexibilidade, é feito liberando-se uma de suas extremidades a todos os deslocamentos possíveis e substituindo seus vínculos pelas ações de engastamento correspondentes.

Uma vez estabelecido o sistema principal, pode-se escrever as equações de compatibilidade de deslocamentos para a extremidade K .

$$FM_{44} \cdot AML_4 + FM_{45} \cdot AML_5 + FM_{46} \cdot AML_6 + DL_4 = 0$$

$$FM_{54} \cdot AML_4 + FM_{55} \cdot AML_5 + FM_{56} \cdot AML_6 + DL_5 = 0$$

$$FM_{64} \cdot AML_4 + FM_{65} \cdot AML_5 + FM_{66} \cdot AML_6 + DL_6 = 0$$

Em notação matricial compacta temos,

$$\tilde{FM}_{kk} \cdot \tilde{AML}_k + \tilde{DL}_k = 0 \quad P/k = 4, 5 \text{ e } 6 \quad (3.8)$$

onde: $\tilde{FM}_{kk}$ - matriz de flexibilidade da extremidade liberada, obtida em (3.6);

$\tilde{AML}_k$ - vetor das ações de engastamento perfeito correspondente à extremidade liberada;

$\tilde{DL}_k$ - vetor dos deslocamentos, devidos à atuação das cargas no sistema principal, correspondente à extremidade liberada.

Resolvendo a equação matricial (3.7) obtemos

$$\tilde{AML}_k = - \tilde{FM}_{kk}^{-1} \cdot \tilde{DL}_k \quad (3.9)$$

ou

$$\tilde{AML}_k = - \tilde{SM}_{kk} \cdot \tilde{DL}_k \quad (3.10)$$

onde: $\tilde{SM}_{kk}$ - matriz de rigidez, correspondente à extremidade k obtida em (3.7).

A determinação do vetor $\tilde{AML}_k$ fica, então, resumida à execução da operação matricial indicada em (3.10), sendo necessário, para isto, que sejam calculados, previamente, os deslocamentos correspondentes à extremidade liberada k .

O cálculo desses deslocamentos é feito através da expressão (3.11), proveniente do método da carga unitária.

$$DL_i = \int_0^L \left[\frac{m_{xi} \cdot m_{xL}}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} + \frac{m_{yi} \cdot m_{yL}}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dx \quad (3.11)$$

onde: DL_i - deslocamento na direção i devido à aplicação das cargas;

m_{xL} e m_{yL} - momentos torsor e fletor numa seção qualquer devidos à aplicação das cargas;

m_{xi} e m_{yi} - momentos torsor e fletor numa seção qualquer devidos à aplicação de esforços unitários na direção do deslocamento i .

Finalmente, obtêm-se, a partir dos AML_k e das cargas atuantes no elemento, as ações de engaste perfeito, AML_j , correspondentes à extremidade j , através das condições de equilíbrio (forças na direção ZM , momentos em relação a XM e YM).

Os momentos m_{xi} e m_{yi} foram previamente obtidos no quadro (3.5). Resta-nos, portanto, determinar m_{xL} e m_{yL} , o que deverá ser feito para cada caso particular de carregamento.

3.3.1 - Carga vertical concentrada

Consideremos a viga, esquematizada na (fig.3.2), submetida à ação de uma força vertical concentrada.

Tomemos o sistema principal indicado na (fig.3.3).

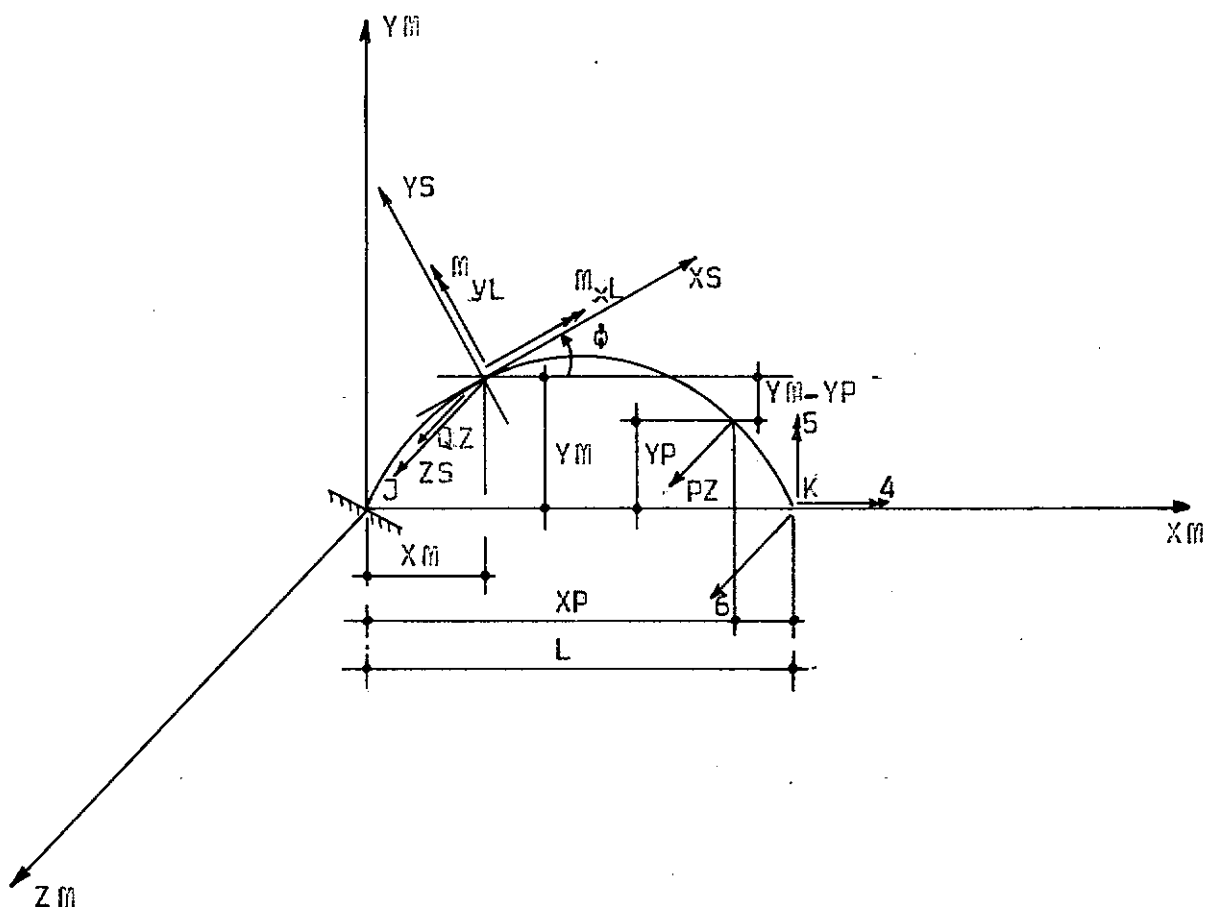


Fig. 3.3 - Viga curva, em balanço, submetida a uma carga concentrada.

O cálculo dos deslocamentos, devidos à carga concentrada nas direções correspondentes à extremidade liberada K, é feito através da integração da expressão (3.11).

Para isto, devem-se obter, a priori, as expressões de m_{xL} e m_{yL} numa seção genérica, compreendida entre a extremidade esquerda do elemento e a carga aplicada.

De acordo com a (fig.3.3) temos:

$$m_{xL} = PZ \left[(Y_M - Y_P) \cos \phi + (X_P - X_M) \sin \phi \right] \quad (3.12)$$

$$m_{yL} = PZ \left[(X_P - X_M) \cos \phi - (Y_M - Y_P) \sin \phi \right] \quad (3.13)$$

Fazendo em (3.12) e (3.13):

$$BTP = \left[(YM-YP)\cos\phi + (XP-XM)\sin\phi \right]$$

$$BFP = \left[(XP-XM)\cos\phi - (YM-YP)\sin\phi \right]$$

Podemos escrever:

$$DL_4 = \int_0^{XP} \left[\frac{PZ \cdot BTP}{G \cdot I_x} - \frac{PZ \cdot BFP \cdot \sin\phi}{E \cdot I_y \cdot \cos\phi} \right] dxm$$

$$DL_5 = \int_0^{XP} \left[\frac{PZ \cdot BTP \cdot \sin\phi}{G \cdot I_x \cdot \cos\phi} + \frac{PZ \cdot BFP}{E \cdot I_y} \right] dxm$$

$$DL_6 = \int_0^{XP} \left[- \frac{PZ \cdot BTP \cdot BT}{G \cdot I_x \cdot \cos\phi} - \frac{PZ \cdot BFP \cdot BF}{E \cdot I_y \cdot \cos\phi} \right] dxm$$

Conhecidos os deslocamentos acima, calculam-se os AML_k , efetuando-se a operação matricial indicada em (3.10).

Finalmente, introduzindo-se as condições de equilíbrio, obtêm-se os AML_j .

$$\sum m_x = AML_1 + AML_4 - PZ \cdot YP = 0$$

$$\sum m_y = AML_2 + AML_5 - AML_6 \cdot L + PZ \cdot XP = 0$$

$$\sum F_z = AML_3 + AML_6 - PZ = 0$$

trada, devemos determinar previamente m_{xL} e m_{yL} .

De acordo com a (fig.3.4) temos

$$m_{xL} = mT \cdot \cos \mu \cdot \cos \phi + mT \cdot \sin \mu \cdot \sin \phi \quad (3.14)$$

$$m_{yL} = mT \cdot \sin \mu \cdot \cos \phi - mT \cdot \cos \mu \cdot \sin \phi \quad (3.15)$$

onde:

$$m_{xm} = mT \cdot \cos \mu$$

$$m_{ym} = mT \cdot \sin \mu$$

Expressões estas válidas para qualquer seção compreendida entre a extremidade esquerda do elemento e o ponto de aplicação do momento torsor.

Uma vez obtidos m_{xL} e m_{yL} , calculamos os deslocamentos DL_k .

$$DL_4 = \int_0^{XT} \left[\frac{(m_{xm} \cdot \cos \phi + m_{ym} \cdot \sin \phi)}{G \cdot I_x} - \frac{(m_{ym} \cdot \cos \phi - m_{xm} \cdot \sin \phi) \sin \phi}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dxm$$

$$DL_5 = \int_0^{XT} \left[\frac{(m_{xm} \cdot \cos \phi + m_{ym} \cdot \sin \phi) \sin \phi}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} + \frac{(m_{ym} \cdot \cos \phi - m_{xm} \cdot \sin \phi)}{E \cdot I_y} \right] dxm$$

$$DL_6 = \int_0^{XT} \left[- \frac{(m_{xm} \cdot \cos \phi + m_{ym} \cdot \sin \phi) BT}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} - \frac{(m_{ym} \cdot \cos \phi - m_{xm} \cdot \sin \phi) BF}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dxm$$

Deste modo, podemos, com o auxílio da expressão (3.10),

determinar as ações de engastamento na extremidade K.

De posse dos AML_k , passamos ao cálculo das ações de engastamento na outra extremidade, utilizando as condições de equilíbrio.

$$\sum m_x = AML_1 + AML_4 + m_{xm} = 0$$

$$\sum m_y = AML_2 + AML_5 - AML_6 \cdot L + m_{ym} = 0$$

$$\sum F_z = AML_3 + AML_6 = 0$$

vem:

$$AML_1 = - AML_4 - m_{xm}$$

$$AML_2 = - AML_5 + AML_6 \cdot L - m_{ym}$$

$$AML_3 = - AML_6$$

3.3.3 - Carga distribuída total

Consideremos a viga esquematizada na (fig.3.2), submetida à ação de uma carga uniformemente distribuída total.

Adotemos o sistema principal indicado na (fig.3.5), sujeito ao carregamento supracitado.

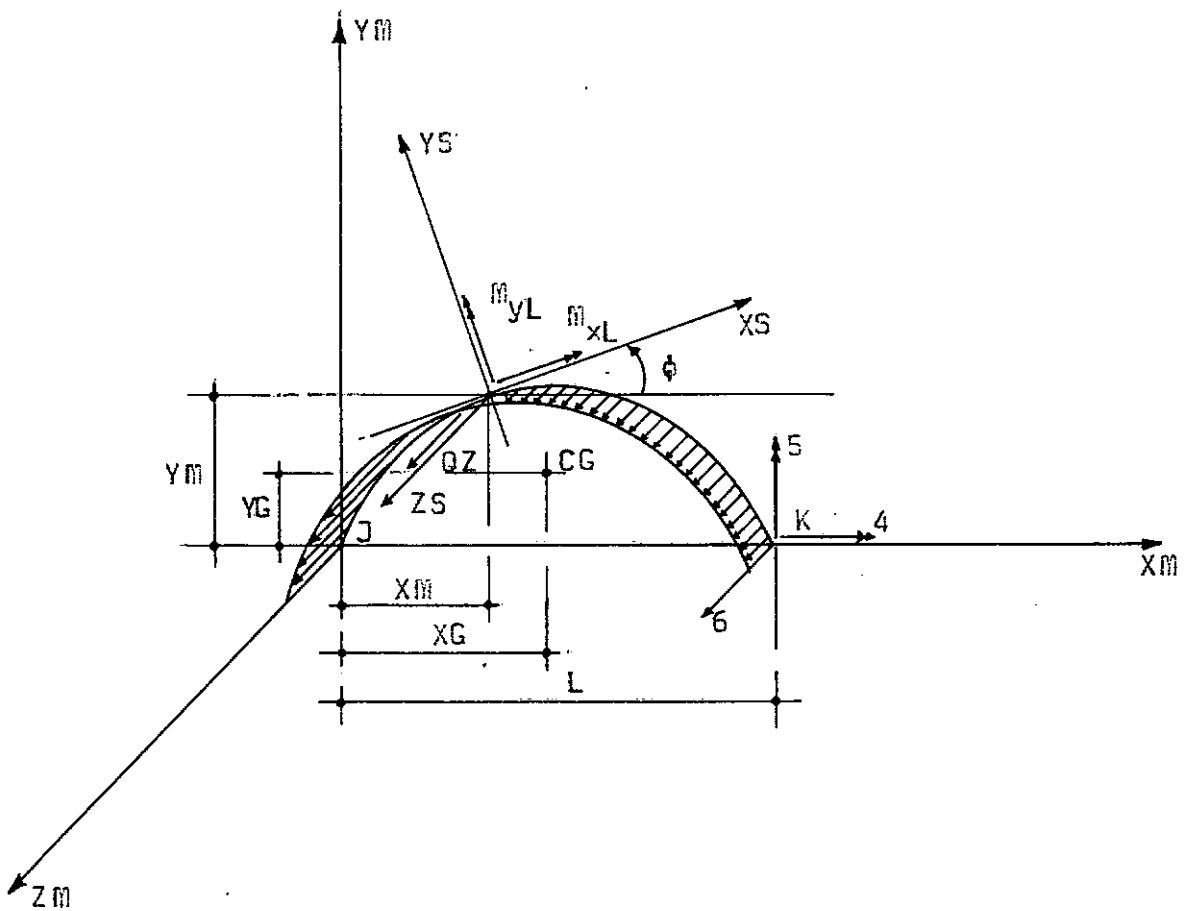


Fig. 3.5 - Viga curva, em balanço, submetida a uma carga distribuída total.

O cálculo das solicitações em uma seção genérica, devidas ao carregamento, é feito substituindo-se a carga uniformemente distribuída, compreendida entre cada seção considerada e a extremidade direita do elemento, por sua resultante.

$$S = \int_{X_M}^L \frac{dx_m}{\cos \phi}$$

$$QT = Q \cdot S$$

$$X_G = \frac{\int_{X_M}^L \frac{X_M}{\cos \phi} \cdot dx_m}{S}$$

$$Y_G = \frac{\int_{X_M}^L \frac{Y_M}{\cos \phi} \cdot dx_m}{S}$$

onde: S - comprimento do arco compreendido entre cada seção e a extremidade K ;

QT - carga resultante equivalente;

XG e YG - coordenadas do centro de gravidade de QT .

Desta forma, observando a (fig.3.5) temos que:

$$M_{xL} = QT \left[(YM-YG)\cos\phi + (XG-YM)\sin\phi \right]$$

$$M_{yL} = QT \left[(XG-XM)\cos\phi - (YM-YG)\sin\phi \right]$$

Para o cálculo dos deslocamentos DL_k , fazamos:

$$BTQ = \left[(YM-YG)\cos\phi + (XG-XM)\sin\phi \right]$$

$$BFQ = \left[(XG-XM)\cos\phi - (YM-YG)\sin\phi \right]$$

$$DL_4 = \int_0^L \left[\frac{QT \cdot BTQ}{G \cdot I_x} - \frac{QT \cdot BFQ \cdot \sin\phi}{E \cdot I_y \cdot \cos\phi} \right] dxm$$

$$DL_5 = \int_0^L \left[\frac{QT \cdot BTQ \cdot \sin\phi}{G \cdot I_x \cdot \cos\phi} + \frac{QT \cdot BFQ}{E \cdot I_y} \right] dxm$$

$$DL_6 = \int_0^L \left[- \frac{QT \cdot BTQ \cdot BT}{G \cdot I_x \cdot \cos\phi} - \frac{QT \cdot BFQ \cdot BF}{E \cdot I_y \cdot \cos\phi} \right] dxm$$

Executando a operação, indicada na equação matricial (3.10), obtêm-se as ações de engastamento AML_k .

Na obtenção dos esforços seccionais m_{xL} e m_{yL} , à semelhança do que foi feito no item anterior, deve-se calcular, previamente, as cargas equivalentes em suas coordenadas. Para isto, torna-se necessário analisarmos dois intervalos distintos.

Para as seções situadas entre a extremidade esquerda do elemento e o início do carregamento, calcula-se a carga equivalente total.

$$S_1 = \int_{X_E}^{X_E+X_Q} \frac{dx_m}{\cos \phi} \quad QT_1 = Q \cdot S_1$$

$$XG_1 = \frac{\int_{X_E}^{X_E+X_Q} \frac{X_m}{\cos \phi} dx_m}{S_1}$$

$$YG_1 = \frac{\int_{X_E}^{X_E+X_Q} \frac{Y_m}{\cos \phi} dx_m}{S_1}$$

Para as seções correspondentes ao intervalo carregado, calcula-se a carga equivalente, compreendida entre cada seção considerada e a extremidade direita da carga.

$$S_2 = \int_{X_M}^{X_E+X_Q} \frac{dx_m}{\cos \phi} \quad QT_2 = Q \cdot S_2$$

$$XG_2 = \frac{\int_{X_M}^{X_E+X_Q} \frac{X_m}{\cos \phi} dx_m}{S_2}$$

$$Y_{G2} = \frac{\int_{X_M}^{X_E+X_Q} \frac{Y_M}{\cos \phi} dx_m}{S_2}$$

Conhecidas as cargas equivalentes e seus respectivos pontos de aplicação, calculam-se as expressões genéricas de m_{xL} e m_{yL} , correspondentes aos intervalos citados.

Assim sendo, tem-se:

$$m_{xL1} = [QT_1 (Y_M - Y_{G1}) \cos \phi + (X_{G1} - X_M) \sin \phi] = QT_1 \cdot BTQ_1$$

$$m_{yL1} = [QT_1 (X_{G1} - X_M) \cos \phi + (Y_M - Y_{G1}) \sin \phi] = QT_1 \cdot BFQ_1$$

e

$$m_{xL2} = [QT_2 (Y_M - Y_{G2}) \cos \phi + (X_{G2} - X_M) \sin \phi] = QT_2 \cdot BTQ_2$$

$$m_{yL2} = [QT_2 (X_{G2} - X_M) \cos \phi + (Y_M - Y_{G2}) \sin \phi] = QT_2 \cdot BFQ_2$$

Integrando a expressão (3.11) ao longo dos intervalos citados, obtêm-se os deslocamentos DL_k :

$$DL_4 = \int_0^{X_E} \left[\frac{QT_1 \cdot BTQ_1}{G \cdot I_x} - \frac{QT_1 \cdot BFQ_1 \cdot \sin \phi}{E \cdot I_y \cdot \sin \phi} \right] dx_m +$$

$$+ \int_0^{X_E+X_Q} \left[\frac{QT_2 \cdot BTQ_2}{G \cdot I_x} - \frac{QT_2 \cdot BFQ_2 \cdot \sin \phi}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dx_m$$

$$\begin{aligned}
 DL_5 &= \int_0^{XE} \left[\frac{QT_1 \cdot BTQ_1 \cdot \sin \phi}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} + \frac{QT_1 \cdot BTQ_1}{E \cdot I_y} \right] dxm + \\
 &+ \int_0^{XE+XQ} \left[\frac{QT_2 \cdot BTQ_2 \cdot \sin \phi}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} + \frac{QT_2 \cdot BFQ_2}{E \cdot I_y} \right] dxm \\
 DL_6 &= \int_0^{XE} \left[- \frac{QT_1 \cdot BTQ_1 \cdot BT}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} - \frac{QT_1 \cdot BFQ_1 \cdot BF}{E \cdot I_y \cdot \cos \phi} \right] dxm + \\
 &+ \int_0^{XE+XQ} \left[- \frac{QT_2 \cdot BTQ_2 \cdot BT}{G \cdot I_x \cdot \cos \phi} - \frac{QT_2 \cdot BFQ_2 \cdot BF}{E \cdot I \cdot \cos \phi} \right] dxm
 \end{aligned}$$

Assim, determinados os DL_k , podem-se facilmente obter os AML_k com o auxílio da equação matricial (3.10).

Introduzindo as condições de equilíbrio, chega-se finalmente às ações de engastamento na extremidade direita.

$$\sum m_{xm} = 0 \quad AML_1 = QT_1 \cdot YG_1 - AML_4$$

$$\sum m_{ym} = 0 \quad AML_2 = AML_6 \cdot L - AML_5 - QT_1 \cdot XG_1$$

$$\sum F_{zm} = 0 \quad AML_3 = QT_1 - AML_6$$

CAPÍTULO IV

PROGRAMA AUTOMÁTICO

4.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se um programa automático para análise do sistema principal em pontes de eixo curvo. Sua elaboração foi feita com base em formulações teóricas e conceitos desenvolvidos nos capítulos anteriores, tendo-se a preocupação de dotá-lo de um caráter geral que lhe permita abranger o maior número possível de casos na prática.

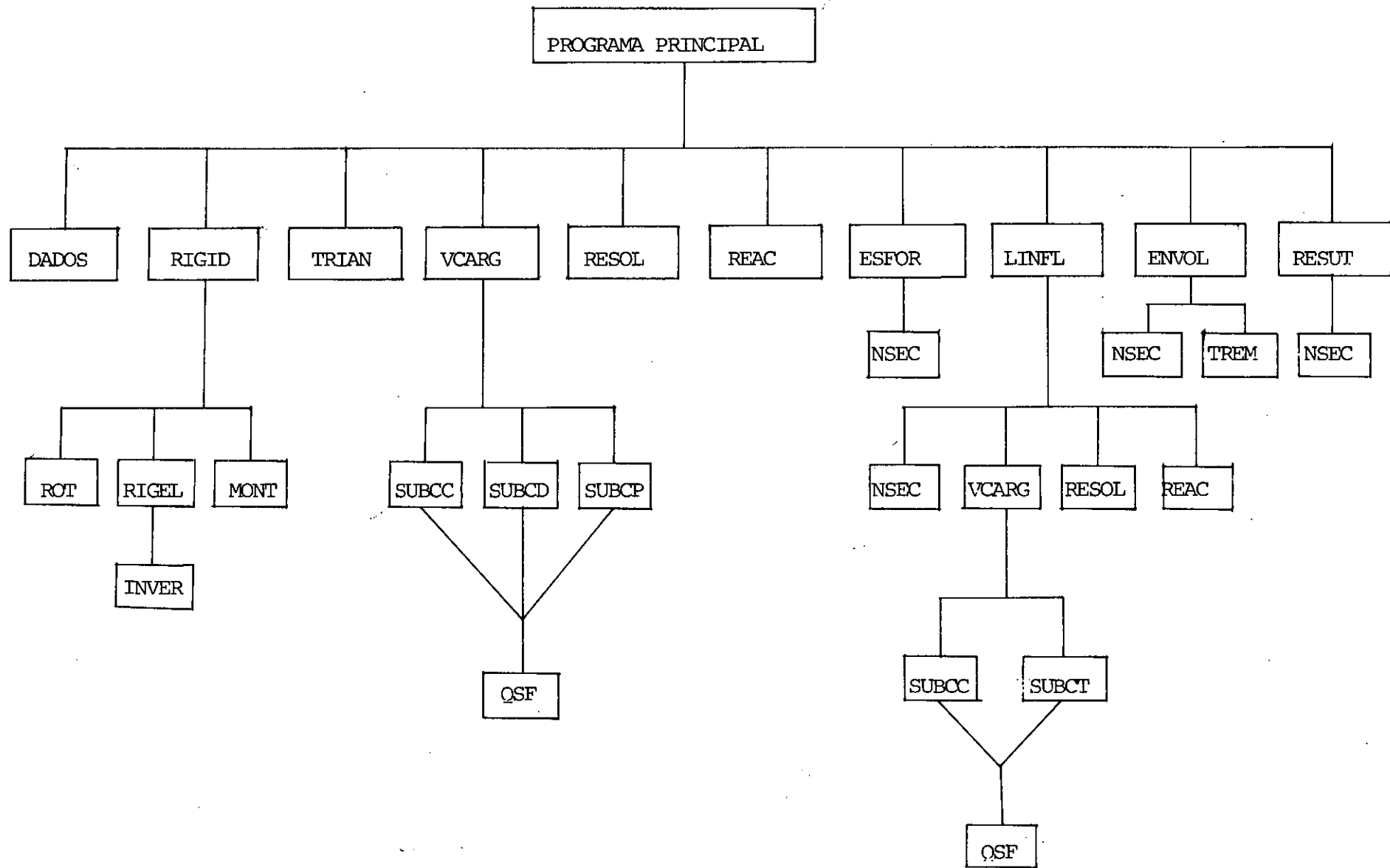
O sistema foi desenvolvido em linguagem FORTRAN IV e utilizou o computador BURROUGHS 6700 de grande capacidade de operação, atualmente existente no NCE-UFRJ.

Nos itens subseqüentes será feita uma descrição detalhada da programação idealizada, sua estrutura e seu funcionamento.

4.2 - PROGRAMA PRINCIPAL

No quadro 4.1, é mostrado um diagrama de blocos, compacto, onde é indicada, de forma esquemática, toda a seqüência de operações realizadas durante o processamento.

O programa principal, bastante simples e condensado, limita-se a inicializar alguns parâmetros básicos e a acionar



um conjunto de dez diferentes sub-rotinas, responsáveis diretas pela tarefa de processar cada uma das etapas referentes à análise estrutural.

4.3 - SUB-ROTINA DADOS

Nesta sub-rotina são lidos e impressos todos os dados requeridos pelo programa para o processamento. A entrada de dados obedece à seguinte sequência:

1) Identificação da estrutura

Através de um controle iterativo, será feita a leitura de um grupo de cartões contendo dados alfanuméricos, necessários a identificação da estrutura.

2) Dados gerais relativos a estrutura

São lidos, em um único cartão, os seguintes parâmetros básicos indispensáveis à caracterização da estrutura:

- NJ - número de nós;
- M - número de barras;
- NR - número de apoios;
- NRJ - número de reações;
- ISIM - índice de simetria;
- IVIG - índice de tipo estrutural;
- E - módulo de elasticidade longitudinal;
- G - módulo de elasticidade transversal.

3) Coordenadas nodais

São lidos tantos cartões quantos forem o número de nós da estrutura. Cada cartão conterá a numeração do nó, sua abscissa e sua ordenada, em relação ao sistema global.

4) Incidência, concavidade e divisão de cada elemento

São lidos tantos cartões quantos forem o número de elementos da estrutura. Cada cartão conterá a numeração do elemento e de seus nós, inicial e final, além de sua concavidade e do número de pontos em que o mesmo deverá ser dividido.

5) Definição da curvatura e propriedades de cada elemento

Através de um controle iterativo são percorridos todos os elementos da estrutura. Em cada iteração serão lidos, em relação ao sistema local, as ordenadas e os ângulos de inclinação de cada ponto da curva, correspondente aos pontos de divisão do elemento, bem como os momentos de inércia à flexão e à torção das seções transversais, nestes mesmos pontos.

6) Restrições nos apoios

São lidos tantos cartões quantos forem o número de nós com restrição. Cada cartão conterá a numeração do nó e indicadores das condições de restrição, para as rotações X e Y e deslocamento Z . O indicador será fornecido igual a 1(um), quando houver restrição, e igual a 0(zero), em caso contrário.

7) Casos de carregamento

Inicia-se, fornecendo um cartão contendo o número de casos de carregamento, para, em seguida, entrar num controle ite-

rativo, onde são lidos os diferentes tipos de carregamento.

Cada iteração é iniciada pela leitura de um cartão contendo dados alfanuméricos que permitem identificar cada caso de carregamento.

Neste ponto, duas alternativas são possíveis. Em se tratando de carga móvel, é feito simplesmente a leitura do trem-tipo, enquanto que, nos demais casos, primeiramente, são fornecidos o número de nós e de elementos com carga. Em seguida, é feita, através de controles iterativos, a leitura das cargas nodais e das cargas diretamente aplicadas às barras, tendo-se, neste último caso, a opção de fornecer diretamente os esforços de engastamento perfeito.

4.4 - SUB-ROTINA RIGID

A sub-rotina RIGID é responsável pela montagem da matriz de rigidez global da estrutura, funcionando em relação às sub-rotinas, ROT, RIGEL e MONT (quadro.4.1), como um programa principal.

Primeiramente, é feito o cálculo da largura de semi-banda, necessária ao armazenamento sob forma retangular, da semi-banda superior da matriz de rigidez global da estrutura (fig.4.2).

Na sequência, é feito um controle iterativo percorrendo todos os elementos da estrutura. Em cada iteração são chamadas as sub-rotinas ROT, RIGEL e MONT, responsáveis respectivamente, pela montagem das matrizes de rotação, de rigidez do elemento e de rigidez global da estrutura.

4.5 - SUB-ROTINA ROT

Nesta sub-rotina são montadas duas matrizes de rotação, uma para cada extremidade do elemento considerado. Para isto é feita a determinação dos co-senos diretores do sistema tangencial $\underline{XS}$, $\underline{YS}$ e $\underline{ZS}$, nos pontos extremos de cada elemento, em relação ao sistema local $\underline{XM}$, $\underline{YM}$ e $\underline{ZM}$.

4.6 - SUB-ROTINA RIGEL

Esta sub-rotina destina-se à montagem da matriz de rigidez de cada elemento, $\underline{SM}$, no sistema local, e baseia-se no método da flexibilidade.

Primeiramente, são calculadas as abscissas das seções correspondentes aos pontos de divisão do elemento considerado, assim como os braços de alavanca à torção e à flexão de A_6 , em relação a essas mesmas seções (fig.3.1).

A seguir, é feito o cálculo numérico das integrais correspondentes aos coeficientes de flexibilidade, F_{kk}^M da extremidade liberada $\underline{K}$. Para isto, são calculados os valores dos integrandos nos pontos de divisão do elemento considerado e, em seguida, é chamada a sub-rotina QSF, para processar as integrais numéricas. A submatriz $\underline{SM}_{kk}$ é agora obtida, através da inversão de F_{kk}^M , utilizando-se a sub-rotina INVER, baseada no método da partição. Obtida a submatriz $\underline{SM}_{kk}$, é montada toda matriz de rigidez do elemento, utilizando-se condições de equilíbrio e simetria.

4.7 - SUB-ROTINA MONT

A sub-rotina MONT⁽¹²⁾ tem por finalidade adicionar à matriz de rigidez global, SK , as contribuições de todos os elementos que concorrem em cada NÓ da estrutura.

4.8 - SUB-ROTINA TRIAN

Inicialmente, é feito um controle iterativo, onde é efetuada a modificação da matriz de rigidez da estrutura, através da introdução das condições de contorno, utilizando-se, para isto, a técnica do número muito grande na diagonal.

Posteriormente, através de um novo controle iterativo, é procedida à triangularização da matriz de rigidez da estrutura, utilizando-se o algoritmo correspondente a (2.18), obtido por meio do método de eliminação de GAUSS.

4.9 - SUB-ROTINA VCARG

Destina-se à montagem do vetor de cargas. Dependendo do caso de carregamento a ser analisado, a programação segue etapas distintas de processamento.

No caso de cargas permanentes e sobrecargas permanentes é executado um controle iterativo, percorrendo todos os elementos carregados da estrutura. Desta forma, são calculados os

esforços de engastamento perfeito devidos às cargas concentradas e às cargas uniformemente distribuídas totais e parciais, acionando respectivamente as sub-rotinas SUBCC, SUBCD e SUBCP.

A partir daí, através de um novo controle iterativo, são percorridos todos os elementos da estrutura, efetuando-se a montagem do vetor das ações equivalentes nodais nos diferentes sistemas globais, definidos em cada nó.

Finalmente, é montado o vetor das ações combinadas nodais, superpondo as cargas nodais reais às equivalentes.

No que se refere às cargas móveis são montados tantos vetores de carga quantas forem as posições assumidas pela carga móvel unitária sobre o elemento considerado.

Para isto, foi introduzido um índice contador, que define a posição da carga unitária, permitindo, assim, através de um controle iterativo percorrendo todos elementos da estrutura, que sejam calculados os esforços de engastamento perfeito, correspondentes àquela posição da carga unitária, acionando, para isto, a sub-rotina SUBCC, quando se tratar de força concentrada unitária, e a sub-rotina SUBCT, no caso de momento torsor unitário.

A montagem dos vetores das ações equivalentes e combinadas, nodais, é processada de forma análoga à anteriormente descrita para os demais casos de carregamento.

4.10 - SUB-ROTINA SUBCC

Destina-se ao cálculo dos esforços de engastamento per

feito devidos a forças concentradas em elementos de eixo curvo.

A lógica de sua programação consiste essencialmente num controle iterativo, passando por todas as cargas concentradas, onde são executados os diferentes passos necessários ao cálculo dos referidos esforços.

Cada iteração é iniciada pelo cálculo dos braços de alavanca à torção e à flexão da respectiva carga concentrada em relação às seções situadas à sua esquerda, propiciando, assim, a determinação dos momentos fletores e torsores, nas referidas seções, necessários à obtenção dos deslocamentos correspondentes à extremidade liberada K (fig.3.3).

As integrais que fornecem esses deslocamentos são calculados numericamente. Para isto, são computados os valores dos integrandos nos diferentes pontos correlativos às seções, situadas à esquerda da carga, e, em seguida, é chamada a sub-rotina QSF, para efetuar a integração numérica, necessária à obtenção dos deslocamentos.

A partir dos deslocamentos calculados e dos coeficientes de rigidez do elemento correspondentes à extremidade liberada K, são calculadas as ações de engastamento para a referida extremidade. As demais ações de engastamento são obtidas por simples equilíbrio estático.

4.11 - SUB-ROTINA SUBCT

Destina-se ao cálculo dos esforços de engastamento perfeito em elementos de eixo curvo, devidos a momentos torso-

res concentrados.

Seu processamento é inteiramente análogo ao já referenciado na sub-rotina SUBCC, diferenciando-se, apenas, no que diz respeito à determinação dos momentos torsores e fletores, correspondentes às seções situadas à esquerda da carga, que é feita por uma simples decomposição de vetores.

4.12 - SUB-ROTINA SUBCD

Tem por finalidade o cálculo dos esforços de engastamento perfeito, devidos a cargas uniformemente distribuídas totais em elemento de eixo curvo.

Para sua obtenção, faz-se necessário introduzir um controle iterativo passando por todas as cargas.

Cada iteração é iniciada pelo cálculo numérico das integrais correspondentes aos comprimentos e centro de gravidade dos arcos, compreendidos entre cada seção e a extremidade direita do elemento.

Para resolução destas integrais, são calculados os valores dos integrandos em diferentes pontos dos intervalos anteriormente citados, e, em seguida, é chamada a sub-rotina QSF, para fazer a integração numérica.

Uma vez obtidos estes elementos, calculam-se as cargas concentradas equivalentes, correspondentes às cargas distribuídas, compreendidas entre cada seção e a extremidade direita do elemento; calculam-se, ainda, seus respectivos braços de ala

vanca à torção e à flexão em relação aos pontos correspondentes a cada seção considerada, propiciando, assim, o cálculo dos momentos fletores e torsores nas aludidas seções a serem utilizados na obtenção dos deslocamentos correspondentes à extremidade liberada K.

A partir daí, o procedimento utilizado para a determinação dos referidos deslocamentos e das ações de engaste perfeito é inteiramente análogo ao relatado na sub-rotina SUBCC.

4.13 - SUB-ROTINA SUBCP

Destina-se ao cálculo dos esforços de engastamento perfeito, devidos a cargas distribuídas parciais em elementos de eixo curvo.

Para sua obtenção, a exemplo de SUBCD, foi introduzido um controle iterativo passando por todas as cargas.

Em cada iteração, é feito, de início, o cálculo numérico das integrais correspondentes aos comprimentos e coordenadas do centro de gravidade, dos arcos compreendidos entre cada seção do intervalo carregado e a extremidade direita da carga, visando à determinação da primeira parcela dos deslocamentos correspondentes à extremidade liberada K.

O procedimento utilizado na resolução destas integrais é o mesmo anteriormente descrito para SUBCD, diferenciando-se, apenas, no que diz respeito à consideração dos intervalos.

O mesmo se pode dizer em relação ao cálculo das cargas concentradas equivalentes e seus respectivos braços de ala-

vanca à torção e à flexão, correspondentes às seções compreendidas no intervalo carregado.

De posse destes valores, é feito o cálculo numérico das integrais definidas no intervalo carregado, relativas à primeira parcela dos deslocamentos correspondentes à extremidade liberada K.

A determinação da segunda parcela dos citados deslocamentos requer, a priori, que se efetue o cálculo numérico das integrais relativas ao comprimento e ao centro de gravidade dos arcos, correspondente a todo intervalo de cada carga parcial. Conseqüentemente, processa-se o cálculo da carga concentrada equivalente e seus respectivos braços de alavanca à torção e à flexão, em relação às seções, compreendidas entre a extremidade esquerda do elemento e o início da carga distribuída parcial.

Uma vez obtidos estes elementos, procede-se ao cálculo numérico das integrais correlativas à segunda parcela dos citados deslocamentos, da mesma forma já relatada, levando-se em conta, entretanto, o intervalo de definição supracitado.

Finalmente, são determinados os esforços de engastamento perfeito, do mesmo modo ao anteriormente mencionado.

4.14 - SUB-ROTINA REAC

Esta sub-rotina destina-se ao cálculo das ações de extremo de membro e reações de apoio.

A exemplo do que ocorre na sub-rotina VCARG, duas al

ternativas, relativas a sequência de programação, são possíveis, dependendo do caso de carregamento a ser analisado.

No caso de cargas móveis, foi introduzido um índice contador, que identifica a posição da carga móvel unitária sobre o elemento considerado, possibilitando, assim, em cada ciclo, o cálculo das ações de extremo de membro e reações de apoio, correspondentes àquela posição.

Para isto, foi introduzido um controle iterativo percorrendo todos elementos da estrutura.

As ações de extremo de membro são calculadas em cada iteração, superpondo-se os esforços de engastamento perfeito às ações que representam a influência da estrutura, submetida às cargas combinada nodais sobre o elemento considerado.

As reações de apoio são também determinadas dentro do mesmo controle, através do acúmulo sucessivo das contribuições de cada elemento.

Para cada posição da carga unitária, uma vez esgotado o controle iterativo, é procedido o armazenamento das ações de extremo de membro e reações de apoio calculadas, utilizando-se, para isto, diferentes matrizes, onde, no primeiro caso, as linhas representam as ações na extremidade direita de cada elemento e as colunas as posições assumidas pela carga unitária ao longo de toda a estrutura, enquanto que, no segundo caso, as linhas representam os apoios e as colunas as posições da carga unitária sobre o elemento considerado.

Nos demais casos de carregamento, as reações de apoio

e ações de extremo de membro são calculadas uma única vez. Por esta razão, torna-se desnecessária a passagem pelas operações referentes à introdução do índice contador e ao armazenamento citado.

4.15 - SUB-ROTINA RESOL

Esta sub-rotina baseia-se no método de eliminação de GAUSS e destina-se à resolução de sistemas de equações.

Inicialmente, por intermédio de um controle iterativo, processa-se a alteração do vetor de cargas, através da introdução das condições de contorno, lançando-se mão da técnica do número muito grande na diagonal.

Em seguida, através de outro controle iterativo, são introduzidas novas modificações no vetor de cargas, tendo em vista o processo de triangularização da matriz de rigidez da estrutura.

Finalmente, a programação é conduzida ao cálculo dos deslocamentos nodais, incógnitas do problema, através de um processo de retrossubstituição, onde, em cada iteração, os deslocamentos são calculados em ordem inversa, isto é, a partir da maior para a menor ordem.

Convém salientar que esta sub-rotina prevê a resolução simultânea de tantos sistemas de equações quantos forem os pontos de divisão do elemento considerado.

4.16 - SUB-ROTINA ESFOR

Esta sub-rotina tem por finalidade o cálculo dos esforços seccionais de carga permanente e sobrecarga permanente, correspondentes aos pontos de divisão de cada elemento.

Através das condições de simetria da estrutura é fixado o número de elementos a serem percorridos, e para os quais serão calculados os referidos esforços.

A partir daí, foi introduzido um controle iterativo passando por todos estes elementos.

Inicialmente, para cada elemento percorrido, é determinado, com base nas condições de simetria, o número de seções a serem consideradas, utilizando-se, para isto, a função sub-programa, NSEC.

A seguir, é processado o cálculo dos esforços seccionais propriamente dito, lançando-se mão do princípio da superposição dos efeitos.

Desse modo são computadas, sequencialmente, através de somatórios dos esforços solicitantes, correspondentes, primeiro, às cargas concentradas, depois, às cargas uniformemente distribuídas, totais e parciais, e, por fim, à influência das ações de extremo de membro.

4.17 - SUB-ROTINA LINFL

Esta sub-rotina destina-se ao cálculo das linhas de influência dos esforços seccionais e reações de apoio, devidos a uma força vertical unitária ou a um momento torsor unitário,

percorrendo a estrutura.

Foi incluído, de início, um controle iterativo passando por todos os elementos da estrutura.

Em cada iteração, uma vez identificado o tipo de carga unitária a percorrer a estrutura, são chamadas sucessivamente as sub-rotinas: VCARG, RESOL e REAC.

A sub-rotina VCARG, ao ser acionada, efetua a montagem de tantos vetores de carga quantas forem as posições assumidas pela carga unitária sobre o elemento em questão, propiciando, assim, através da sub-rotina RESOL, a resolução simultânea de tantos sistemas de equações, quantos forem os vetores de carga montados.

Finalmente, por intermédio da sub-rotina REAC, são calculadas, para cada posição da carga unitária sobre o elemento considerado, as reações de apoio e as ações na extremidade direita de cada elemento, que constituirão, após esgotar este controle, suas respectivas linhas de influência.

Em seguida, após um teste relativo à simetria da estrutura, é fixado o número de elementos a serem percorridos durante o cálculo das linhas de influência dos esforços seccionais, correspondentes aos pontos de divisão de cada elemento.

Para cada elemento percorrido, é estabelecido o número de seções a serem analisadas, com base nas condições de simetria, utilizando-se, para isto, a função sub-programa, NSEC.

Na sequência, é iniciado um novo controle iterativo, percorrendo todos pontos de divisão ao longo da estrutura.

Em cada iteração é determinada a posição da carga unitária em relação à seção analisada.

No caso da carga unitária, situada fora do elemento em questão ou no mesmo elemento, porém à esquerda da seção analisada, os esforços seccionais são computados, utilizando-se, tão somente, as ações na extremidade direita do referido elemento; enquanto que, para a carga unitária situada no mesmo elemento, porém à direita da seção analisada, é computada, a mais, no cálculo dos esforços seccionais, a influência da própria carga unitária.

Uma vez percorridos todos os pontos de divisão ao longo da estrutura, estarão automaticamente calculadas as linhas de influências dos esforços solicitantes, correspondentes às seções analisadas em cada elemento considerado.

4.18 - SUB-ROTINA ENVOL

Esta sub-rotina destina-se ao cálculo das envoltórias dos esforços seccionais e das reações de apoio, devidas à atuação das cargas móveis.

A priori, é determinado, com base nas condições de simetria da estrutura, o número de elementos e de apoios a serem percorridos durante o cálculo dos citados esforços.

Após a leitura, em memória auxiliar, das linhas de

influência das reações de apoio, é iniciado um controle iterativo, percorrendo todos os apoios anteriormente determinados.

Para cada um deles, são feitos testes que indicam quais as direções restringidas.

Em caso afirmativo, é acionada a sub-rotina TREM, que se encarrega de determinar a posição mais desfavorável do trem tipo, sobre a respectiva linha de influência, propiciando, assim, o cálculo da reação de apoio correspondente.

Para cada elemento percorrido, são lidas, em memória auxiliar, as linhas de influência dos esforços seccionais, correspondentes aos pontos de divisão e, a exemplo do que ocorre em outras sub-rotinas, determinado, através da função sub-programa, NSEC, o número de seções a serem levadas em conta no processamento.

Para cada seção percorrida, são computados os correspondentes esforços solicitantes, recorrendo-se ao auxílio da sub-rotina TREM, com o mesmo objetivo citado, quando do cálculo referente às reações de apoio.

4.19 - SUB-ROTINA TREM

Esta sub-rotina tem por objetivo pesquisar a posição do trem-tipo, em relação às linhas de influência, que conduzam a situação mais desfavorável para o cálculo dos esforços seccionais e reações de apoio.

Em cada iteração, são percorridos todos os pontos

de divisão do elemento considerado, de modo a permitir que na linha de influência, em questão, sejam selecionadas suas ordenadas positivas das negativas, propiciando, desse modo, uma maior sistematização na determinação das ordenadas máximas e suas posições, bem como no cálculo das suas respectivas áreas, positivas e negativas.

Uma vez conhecidas e posicionadas essas ordenadas, é então iniciada uma pesquisa, no sentido de determinar a posição do trem-tipo, em relação à ordenada máxima considerada, que conduza a situação mais desfavorável para o cálculo.

De um modo geral, são investigadas três posições básicas do trem-tipo, com relação à linha de influência considerada.

Para isto, uma das cargas é sempre colocada sobre a ordenada máxima, enquanto que, as outras duas devem ser posicionadas, à sua esquerda, à sua direita, ou simetricamente em relação à primeira.

Para cada posição assumida pelo trem-tipo, são determinadas, diretamente ou através de uma interpolação linear, as ordenadas da linha de influência sobre as respectivas cargas.

De posse desses valores, são feitos os respectivos somatórios, cuja confrontação define qual a posição mais desfavorável do trem-tipo, para o cálculo daquela solicitação.

Nesta sub-rotina são escritos, via impressora de relatórios, todos os resultados calculados durante o processamento.

Para a carga permanente e a superposição de carga e sobrecarga permanente são impressos pela ordem: deslocamentos nodais, reações de apoio e esforços seccionais, estes correspondentes aos pontos de divisão de cada elemento.

Com relação às cargas móveis, são impressos, primeiramente, as linhas de influência das reações de apoio e esforços seccionais, estas para cada elemento. Em seguida, são impressas as reações, máxima e mínima, em cada apoio, assim como as envoltórias dos esforços seccionais.

Finalmente, são impressas as reações de apoio mais desfavoráveis e as envoltórias finais dos esforços solicitantes.

4.21 - MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA

4.21.1 - Cartões de dados a serem fornecidos para o processamento:

A primeira coluna refere-se à ordem de cada seqüência de dados.

A segunda coluna refere-se ao número de cartões para cada seqüência.

A terceira coluna refere-se ao número de vezes em que uma ou mais seqüência de variáveis são repetidas.

A quarta coluna refere-se às variáveis propriamente ditas.

A quinta coluna refere-se aos formatos a serem utilizados para cada seqüência de variáveis.

	Nº de Cartões	Multiplicador	Variáveis	Formato
1	1	x 1	NEST	I10
2	1	x 4	(NOME(IC,K), K=1 até 20)	20A4
3	1	x 1	NJ, M, NRJ, NR, ISIM, IVIG, E, G	6I10, 2E10.2
4	1	x NJ	J, X(J), Y(J)	I10, 2F10.2
5	1	x M	I, NP(I), ICONC(I), (CON(I,J), J=1 até NNE)	5I10
6	$\frac{NP}{2}$ Se NP for par $\frac{NP-1}{2} + 1$ Se for ímpar	x M	I, (YM(K), K=1 até NP), (FI(K), K=1 até NP) (IX(K), K=1 até NP), (IY(K), K=1 até NP)	I10, /, (8F10.4)
7	1	x NRJ	K, RL(3K-2), RL(3K-1), RL(3K)	4I10
8	1	x 1	NLS	I10
9	2	x 1	J, (CARGA(K), K=1 até 20)	I10, /, 20A4
10	1	x 1	NLJ, NLML, NLMC	3I10
11	1	x NLJ	K, A(3K-2), A(3K-1), A(3K)	I10, 3F10.2
12	1	x NLML	I, (AML(I,J), J=1 até 6)	I10, 6F10.2
13	1	x 1	I, NCC(I), NCD(I), NCP(I)	4I10
14	1	x NCC	J, PZ(I,J), XP(I,J), YP(I,J)	I10, 3F10.2
15	1	x NCD	J, QDZ(I,J), para J=1 até NCD	I10, F10.2
16	1	x NCP	J, QPZ(I,J), XE(I,J), XQ(I,J) para J=1 até NCP	I10, 3F10.2
17	1	x IVIG	I, QV(I), V(I)	I10, 2F10.2
18	1	x IVIG	I, QP(I), P(I)	

4.21.2 - Especificação das variáveis dos cartões de dados:

- 1) NEST - numeração da estrutura;
- 2) NOME - variável alfanumérica para leitura dos dados de identificação;
- 3) NJ - número de nós;
- M - número de barras;
- NRJ - número de apoios;
- NR - número de reações;
- ISIM - índice de simetria;
- IVIG - índice de tipo estrutural;
- E - módulo de elasticidade longitudinal;
- G - módulo de elasticidade transversal;
- 4) J - numeração do nó J;
- X(J),Y(J) - coordenadas do nó J;
- 5) I - numeração do elemento I;
- NP(I) - número de pontos de divisão do elemento I;
- ICONC(I) - concavidade do elemento I;
- CON(I,J) - incidências do elemento I;
- 6) I - numeração do elemento I;
- YM(K) - ordenadas dos pontos de divisão do elemento I, em relação ao sistema local;
- FI(K) - ângulos de inclinação nos pontos de divisão do elemento I, em relação ao sistema local, $\neq$ de 90° ;
- IX(K) - momento de inércia à torção no sistema tangencial;
- IY(K) - momento de inércia à flexão no sistema tangencial;
- 7) K - numeração do nó K;
- RL(K) - lista de restrições no sistema tangencial
- 8) NLS - número de casos de carregamento;
- 9) J - numeração do carregamento J;

- CARGA(K) - variável alfanumérica para leitura dos dados de identificação do carregamento;
- 10) NLJ - número de nós carregados;
- NLML - número de elementos carregados com esforços de engaste perfeito, fornecidos diretamente;
- NLMC - número de elementos carregados com esforços de engaste perfeito, calculados em sub-rotinas;
- 11) K - numeração do nó carregado;
- A - ~~vetor das ações~~ aplicadas diretamente aos nós;
- 12) I - numeração do elemento carregado;
- AML(I,J) - esforços de engaste perfeito fornecidos diretamente;
- 13) I - numeração do elemento carregado;
- NCC(I) - número de cargas concentradas no elemento I;
- NCD(I) - número de cargas distribuídas totais no elemento I;
- NCP(I) - número de cargas distribuídas parciais no elemento I;
- 14) J - numeração da carga concentrada;
- PZ(I,J) - carga concentrada (sentido positivo para baixo);
- XP(I,J) - abscissa da carga concentrada no sistema local;
- YP(I,J) - ordenada da carga concentrada no sistema local;
- 15) J - numeração da carga distribuída total;
- QDZ(I,J) - carga distribuída total (sentido positivo para baixo);
- 16) J - numeração da carga distribuída parcial;
- QPZ(I,J) - carga distribuída parcial (sentido positivo para baixo);
- XE(I,J) - abscissa compreendida entre o nó inicial do elemento e o início da carga parcial;

- XQ(I,J) - extensão da carga distribuída parcial;
- 17) I - numeração do trem-tipo relativo à torção:
- I = 1 P.T.C
- I = 2 P.M.C;
- QV(I) - momento distribuído;
- V(I) - momento concentrado;
- 18) I - numeração do trem-tipo relativo à flexão:
- I = 1 P.T.C
- I = = P.M.C;
- QP(I) - carga distribuída;
- P(I) - carga concentrada.

CAPÍTULO V

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

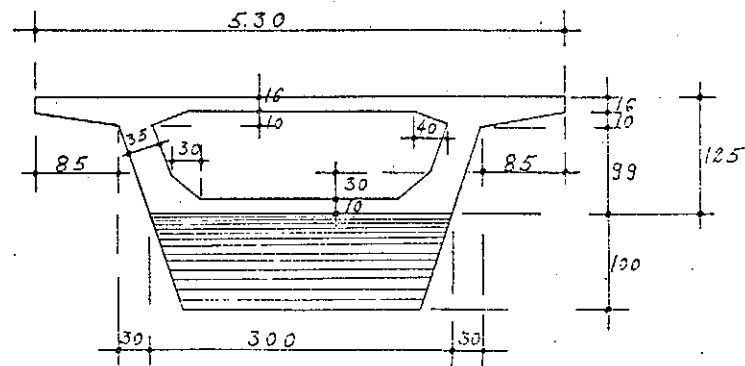
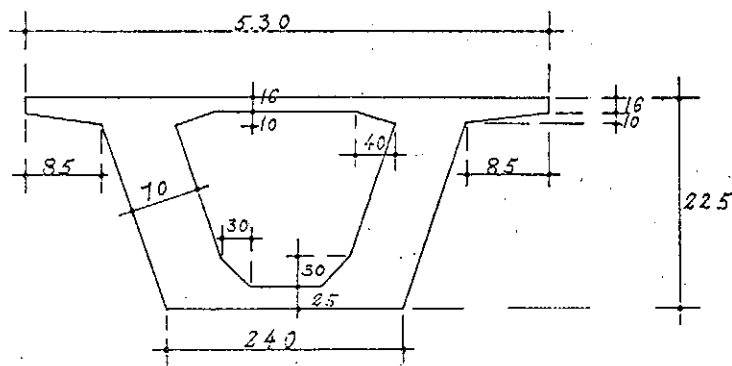
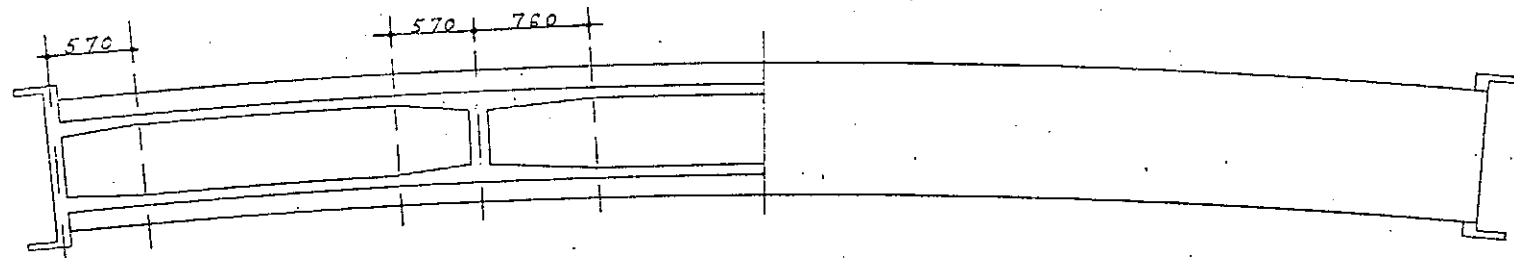
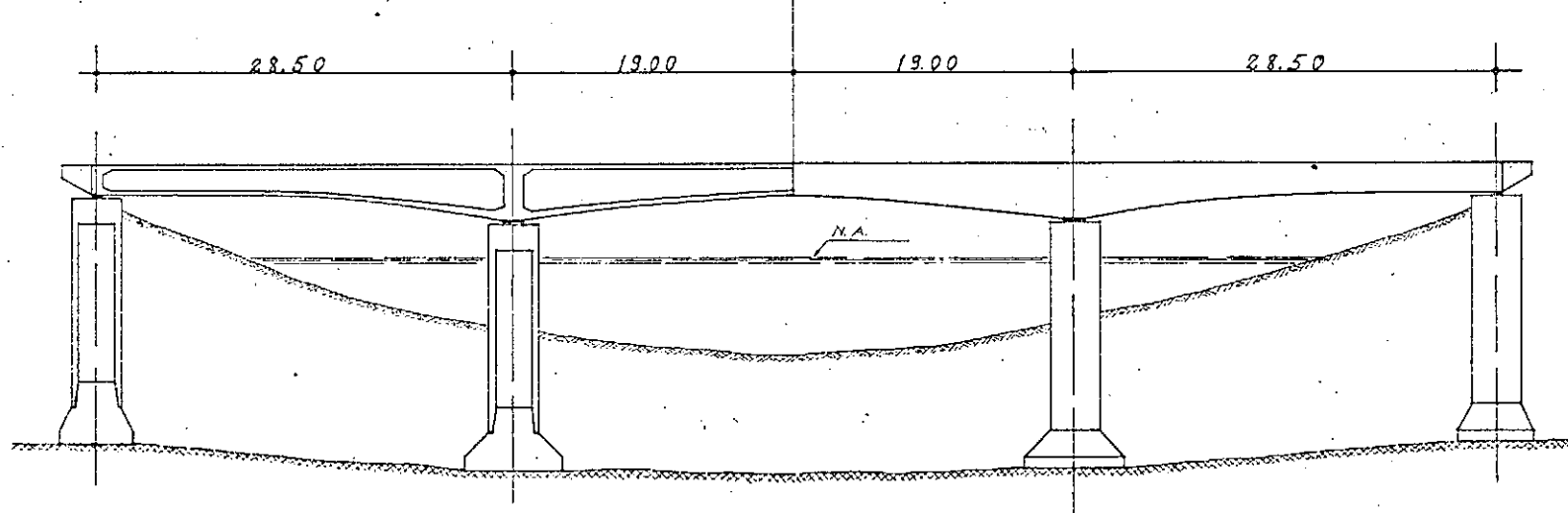
COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

5.1 - EXEMPLO Nº 1

Ponte de eixo curvo e inércia variável simétrica, com três vãos, sendo os extremos de 28.50m e o central de 38.00m, perfazendo um total de 95.00m.

Este exemplo foi elaborado a partir de uma ponte de eixo reto sobre o Rio Capibaribe, projetada no Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Pernambuco. Para isto, imaginou-se a mesma com uma curvatura pouco acentuada, objetivando exemplificar a programação idealizada, como também comparar os resultados obtidos para os momentos fletores e esforços cortantes nas pontes de eixo reto e eixo curvo respectivamente.

5.1.1 - Desenhos de forma



5.1.2 - Resultados numéricos do exemplo

A seguir, é apresentada a listagem do computador, onde estão impressos todos os resultados numéricos do exemplo.

FORMAT SEGMENT IS 0036 LONG
START OF SEGMENT 024
SEGMENT 024 IS 0060 LONG

NO ERRORS DETECTED. NUMBER OF CARDS = 2895.
COMPILATION TIME = 111 SECONDS ELAPSED, 41.44 SECONDS PROCESSING.
02 STACK SIZE = 50 WORDS. FILE SIZE = 12134 WORDS. ESTIMATED CORE STORAGE REQUIREMENT = 29508 WORDS.
TOTAL PROGRAM CODE = 9239 WORDS. ARRAY STORAGE = 7952 WORDS.
NUMBER OF PROGRAM SEGMENTS = 46. NUMBER OF DISK SEGMENTS = 647.
PROGRAM CODE FILE # (00095001) IS ON PACK.
COMPILER COMPILED ON 06/10/78

ESTRUTURA HUMERO - 1

TESE DE MESTRADO -COMPPE- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

A U T O R : J A R B A S D E S O U Z A C O R R E A

APLICACAO: PONTE DE EIXO CURVO E INERCIA VARIÁVEL C/ 95 METROS DE EXTENSAO

TREM TIPO (CLASSE-3A,086/60) ; UNIDADES UTILIZADAS (TONELADA-FORÇA, METRO, GRAU)

DADOS-GERAIS SOBRE A ESTRUTURA

NUMERO DE NOS - 4

NUMERO DE BARRAS - 3

NUMERO DE APÓIOS - 4

NUMERO DE REACÇOS - 8

INDICE DE SINGELIA - 1

INDICE DE TIPO ESTRUTURAL - 2

MÓDULO DE ELASTICIDADE LONG. - .2100E+07

MÓDULO DE ELASTICIDADE TRANSV. - .8400E+06

COORDENADAS NODAIS

NO	X	Y
1	0.00	0.00
2	27.85	0.90
3	65.85	0.90
4	93.30	0.00

NUMERO DE PONTOS DE DIVISAO, CONCAVIDADES E INCIDENCIAS DOS ELEMENTOS

ELEM.	NP	ICONG	NO INIC.	NO FINAL
-------	----	-------	----------	----------

1	11	1	1	2
2	11	1	2	3

ELEMENTO - 1

SEC	YM	FI	IX	IY
1	0.00	6.00	2.0626	0.4459
2	0.27	4.00	2.0626	0.4459
3	0.48	3.60	2.0626	0.4459
4	0.63	2.40	2.0626	0.4459
5	0.72	1.20	2.0626	0.4459
6	0.75	0.00	2.2546	0.5011
7	0.72	358.80	2.5718	0.5957
8	0.63	357.60	3.0100	0.7489
9	0.48	356.40	3.5812	0.9819
10	0.27	355.20	6.1526	1.5355
11	0.00	354.00	9.2416	2.3730

ELEMENTO - 2

SEC	YM	FI	IX	IY
1	0.00	6.00	9.2416	2.3730
2	0.27	4.00	5.6580	1.3846
3	0.48	3.60	3.2179	0.8170
4	0.63	2.40	2.5718	0.5957
5	0.72	1.20	2.2057	0.4811
6	0.75	0.00	2.0626	0.4459
7	0.72	358.80	2.2057	0.4818
8	0.63	358.80	2.5718	0.5957
9	0.48	355.20	3.2179	0.8170
10	0.27	353.60	5.6580	1.3846
11	0.00	352.00	9.2416	2.3730

ELEMENTO - 3

SEC	YM	FI	IX	IY
1	0.00	6.00	9.2416	2.3730
2	0.27	4.00	6.1526	1.5355
3	0.48	3.60	3.5812	0.9819
4	0.63	2.40	3.0100	0.7489
5	0.72	1.20	2.5718	0.5957
6	0.75	0.00	2.2546	0.5011
7	0.72	358.80	2.0626	0.4459
8	0.63	357.60	2.0626	0.4459
9	0.48	356.40	2.0626	0.4459
10	0.27	355.20	2.0626	0.4459
11	0.00	354.00	2.0626	0.4459

RESUMOS NOS APDLOS

NO ROTACAO-X ROTACAO-Y DIRECAO-Z

1	1	0	1
2	1	0	1
3	1	0	1
4	1	0	1
5	1	0	1
6	1	0	1
7	1	0	1
8	1	0	1
9	1	0	1
10	1	0	1
11	1	0	1

NUMERO DE CASOS DE CARREGAMENTO - 3

CARREGAMENTO NUMERO - 1

CARGA PERMANENTE - PESO PROPRIO

NUMERO DE NOS COM CARGA - 4

NUMERO DE ELEM. COM CARGA (APL FORMACI005) - 0

NUMERO DE ELEM. COM CARGA (APL CALCULADOS) - 3

CARGAS NODAIS

NO	MOMENTO-X	MOMENTO-Y	FORÇA-Z
1	0.00	0.10	5.30
2	0.00	0.00	15.10
3	0.00	0.10	15.10
4	0.00	0.00	5.30

ESFORÇOS DE ENCASTE PERFEITO CALCULADOS

ELEMENTO - 1

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 2

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS CONCENTRADAS E SUAS COORDENADAS

CARGA	PZ	XP	YP
1	5.25	4.50	0.60
2	5.20	19.00	0.60

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	5.35

CARGA	OPZ	XE	XQ
1	0.25	11.40	2.85
2	0.18	14.25	2.85
3	0.30	17.10	2.85
4	0.01	19.95	2.85
5	1.75	22.80	2.85
6	3.78	25.65	2.85

ELEMENTO - 2

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 3

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 10

CARGAS CONCENTRADAS E SUAS COORDENADAS

CARGA	OPZ	XP	YP
1	5.20	9.50	1.00
2	4.25	19.00	1.33
3	5.00	28.50	1.00

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA	OPZ
1	5.35

CARGAS DISTRIBUIDAS PARCIAIS E SUAS ARCESSAS

CARGA	OPZ	XE	XQ
1	3.88	0.00	3.80
2	1.56	3.80	3.80
3	0.40	7.60	3.80
4	0.16	11.40	3.80
5	0.05	15.20	3.80
6	0.03	19.00	3.80
7	0.16	22.80	3.80
8	0.00	26.60	3.80
9	1.56	30.40	3.80
10	3.88	34.20	3.80

ELEMENTO - 3

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 2

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 6

CARGAS CONCENTRADAS E SUAS COORDENADAS

CARGA	PZ	XP	YP
1	5.20	9.50	0.66
2	9.25	19.00	0.66

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	5.35

CARGAS DISTRIBUIDAS PARCIAIS E SUAS ABCISSAS

CARGA	QDZ	XE	X0
1	5.98	0.00	2.85
2	1.76	2.85	2.85
3	0.61	5.70	2.85
4	0.36	8.55	2.85
5	0.18	11.40	2.85
6	0.05	14.25	2.85

CARREGAMENTO NUMERO - 2

SUBRECARGA PERMANENTE - PAVIMENTACAO

NUMERO DE NOS COM CARGA - 0

NUMERO DE ELEM. COM CARGA (NOL FORNECIDOS) - 0

NUMERO DE ELEM. COM CARGA (NOL CALCULADOS) - 3

ESFORÇOS DE ENGASTE PERFEITO CALCULADOS

ELEMENTO - 1

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 0

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	1.82

ELEMENTO - 2

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 0

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	1.32

ELEMENTO - 3

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 0

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	1.32

CARREGAMENTO NUMERO - 3

CARGA MOVEL - TREM TIPO

TREM TIPO RELATIVO A TORCAO

PONTE TOTALMENTE CARREGADA

MOMENTO DISTRIBUIDO	MOMENTOS CONCENTRADOS
0.68	15.12

PONTE METADE CARREGADA

MOMENTO DISTRIBUIDO	MOMENTOS CONCENTRADOS
1.70	11.80

TREM TIPO RELATIVO A FLEXAO

PONTE TOTAL PONTE CAMPERADA

CARGA DISTRIBUIDA

2.38

CARGAS CONCENTRADAS

10.88

PONTE METADE CAMPERADA

CARGA DISTRIBUIDA

1.70

CARGAS CONCENTRADAS

10.88

DESLOCAMENTOS DOS NÓS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE

NO	ROI-X	ROI-Y	DESL-Z
1	-.1254E-11	.1949E-02	.2055E-11
2	.5953E-12	.1637E-03	-.2080E-11

REAÇÕES DE APOIO DEVIDAS A CARGA PERMANENTE

NO	ROI-X	ROI-Y	REAC-Z
1	11.84	0.00	56.91
2	-50.48	0.00	277.90

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE

ESFORÇOS COMITANTES

VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-51.01	-36.30	-21.01	-5.74	13.76	29.15	04.91	66.39	83.40	103.72	130.43
2	-132.57	-97.01	-70.63	-43.52	-22.57	-2.12					

MOMENTOS FLETORES

VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	0.00	-126.06	-208.12	-246.38	-232.92	-171.65	-65.92	90.50	304.41	571.83	906.71
2	995.71	467.66	147.48	-73.26	-196.19	-243.19					

MOMENTOS TORÇORES

VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-11.84	-13.42	-6.82	-1.98	3.12	7.43	10.00	9.84	5.83	-3.13	-16.54
2	17.98	-1.04	-9.69	-10.29	-6.33	-0.08					

DESLOCAMENTOS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE + SOBRECARGA PERMANENTE

NO	ROT-X	ROT-Y	DES-Z
1	-1.658E-11	.2578E-02	.2711E-11
2	.8951E-12	.1832E-03	-.2706E-11

REAÇÕES DE APOIO DEVIDAS A CARGA PERMANENTE + SOBRECARGA PERMANENTE

NO	REA-X	REA-Y	REA-Z
1	15.67	0.00	73.76
2	-47.17	0.00	347.79

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE + SOBRECARGA PERMANENTE

ESFORÇOS CONSTANTES

VAR	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-66.46	-47.94	-27.85	-6.99	17.71	38.28	59.25	85.98	108.10	133.62	165.54
2	-167.66	-129.73	-91.46	-57.36	-29.48	-2.12					

MOMENTOS FLEXORES

VAR	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	0.00	-166.92	-274.07	-324.13	-366.81	-226.88	-87.67	117.04	394.09	739.54	1167.41
2	1167.41	608.89	196.09	-87.66	-253.13	-313.30					

MOMENTOS TORSORES

VAR	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-15.67	-13.78	-9.93	-2.64	4.07	9.75	13.16	12.98	7.79	-3.79	-23.67
2	23.58	-1.02	-12.33	-13.23	-8.16	-0.08					

LINHAS DE INFLUENCIA DE REACOES DE APOIO: FORÇA-Z

Nº	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	1,000	0,862	0,729	0,600	0,481	0,372	0,275	0,192	0,119	0,057	-0,002
	2	-0,000	-0,000	-0,116	-0,147	-0,158	-0,149	-0,124	-0,092	-0,058	-0,027	0,002
	3	0,000	0,018	0,032	0,043	0,050	0,051	0,047	0,039	0,028	0,014	-0,000
2	1	0,000	0,177	0,346	0,504	0,644	0,762	0,855	0,922	0,967	0,989	1,004
	2	1,000	0,999	0,959	0,888	0,784	0,649	0,499	0,350	0,216	0,099	-0,008
	3	-0,000	-0,065	-0,118	-0,157	-0,180	-0,185	-0,172	-0,143	-0,102	-0,052	0,000

LINHAS DE INFLUENCIA DE REACOES DE APOIO: MOMENTO-Y

Nº	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

LINHAS DE INFLUENCIA DE REACOES DE APOIO: MOMENTO-X

Nº	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0,000	0,123	0,195	0,227	0,227	0,205	0,169	0,128	0,082	0,042	0,000
	2	-0,000	-0,047	-0,084	-0,106	-0,114	-0,107	-0,089	-0,066	-0,042	-0,019	0,002
	3	0,000	0,013	0,023	0,031	0,036	0,037	0,034	0,028	0,020	0,010	-0,000
2	1	-0,000	-0,050	-0,089	-0,120	-0,135	-0,130	-0,108	-0,071	-0,034	-0,001	-0,009
	2	-0,000	-0,045	-0,123	-0,196	-0,251	-0,262	-0,233	-0,174	-0,115	-0,049	0,007
	3	0,000	0,035	0,065	0,084	0,097	0,099	0,092	0,077	0,055	0,028	-0,000

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SECÇÕES DO VAO - 1

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS CORTANTES

SEÇÃO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-1,000	-0,862	-0,729	-0,600	-0,481	-0,372	-0,275	-0,192	-0,119	-0,057	0,002
	2	0,000	0,000	0,116	0,147	0,158	0,149	0,124	0,092	0,058	0,027	-0,002
	3	-0,000	-0,018	-0,032	-0,043	-0,050	-0,051	-0,047	-0,039	-0,028	-0,014	0,000
2	1	0,000	-0,862	-0,729	-0,600	-0,481	-0,372	-0,275	-0,192	-0,119	-0,057	0,002
	2	0,000	0,000	0,116	0,147	0,158	0,149	0,124	0,092	0,058	0,027	-0,002
	3	-0,000	-0,018	-0,032	-0,043	-0,050	-0,051	-0,047	-0,039	-0,028	-0,014	0,000
3	1	0,000	0,138	-0,729	-0,600	-0,481	-0,372	-0,275	-0,192	-0,119	-0,057	0,002
	2	0,000	0,000	0,116	0,147	0,158	0,149	0,124	0,092	0,058	0,027	-0,002
	3	-0,000	-0,018	-0,032	-0,043	-0,050	-0,051	-0,047	-0,039	-0,028	-0,014	0,000

5	1	0.000	0.066	0.116	0.147	0.158	0.149	0.124	0.092	0.058	0.027	-0.002
	2	-0.000	-0.018	-0.032	-0.043	-0.050	-0.051	-0.047	-0.039	-0.028	-0.014	0.000
	3	0.000	0.138	0.271	0.400	-0.481	-0.372	-0.275	-0.192	-0.119	-0.057	0.002
6	1	0.000	0.066	0.116	0.147	0.158	0.149	0.124	0.092	0.058	0.027	-0.002
	2	-0.000	-0.018	-0.032	-0.043	-0.050	-0.051	-0.047	-0.039	-0.028	-0.014	0.000
	3	0.000	0.138	0.271	0.400	0.519	-0.372	-0.275	-0.192	-0.119	-0.057	0.002
7	1	0.000	0.066	0.116	0.147	0.158	0.149	0.124	0.092	0.058	0.027	-0.002
	2	-0.000	-0.018	-0.032	-0.043	-0.050	-0.051	-0.047	-0.039	-0.028	-0.014	0.000
	3	0.000	0.138	0.271	0.400	0.519	0.628	0.725	-0.192	-0.119	-0.057	0.002
8	1	0.000	0.066	0.116	0.147	0.158	0.149	0.124	0.092	0.058	0.027	-0.002
	2	-0.000	-0.018	-0.032	-0.043	-0.050	-0.051	-0.047	-0.039	-0.028	-0.014	0.000
	3	0.000	0.138	0.271	0.400	0.519	0.628	0.725	0.808	-0.119	-0.057	0.002
9	1	0.000	0.066	0.116	0.147	0.158	0.149	0.124	0.092	0.058	0.027	-0.002
	2	-0.000	-0.018	-0.032	-0.043	-0.050	-0.051	-0.047	-0.039	-0.028	-0.014	0.000
	3	0.000	0.138	0.271	0.400	0.519	0.628	0.725	0.808	0.881	-0.057	0.002
10	1	0.000	0.066	0.116	0.147	0.158	0.149	0.124	0.092	0.058	0.027	-0.002
	2	-0.000	-0.018	-0.032	-0.043	-0.050	-0.051	-0.047	-0.039	-0.028	-0.014	0.000
	3	0.000	0.138	0.271	0.400	0.519	0.628	0.725	0.808	0.881	0.943	1.002
11	1	0.000	0.066	0.116	0.147	0.158	0.149	0.124	0.092	0.058	0.027	-0.002
	2	-0.000	-0.018	-0.032	-0.043	-0.050	-0.051	-0.047	-0.039	-0.028	-0.014	0.000
	3	0.000	0.138	0.271	0.400	0.519	0.628	0.725	0.808	0.881	0.943	1.002

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS FLETORES

SECAO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	3	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000
2	1	-0.002	-2.471	-2.090	-1.724	-1.381	-1.069	-0.792	-0.552	-0.341	-0.163	0.005
	2	0.000	0.190	0.334	0.424	0.456	0.428	0.358	0.264	0.168	0.077	-0.007
	3	-0.000	-0.051	-0.093	-0.124	-0.143	-0.146	-0.136	-0.113	-0.081	-0.041	0.000
3	1	-0.002	-2.479	-4.176	-3.443	-2.758	-2.137	-1.582	-1.102	-0.682	-0.326	0.010
	2	0.000	0.379	0.668	0.848	0.911	0.855	0.715	0.527	0.335	0.154	-0.014
	3	-0.000	-0.102	-0.187	-0.248	-0.285	-0.292	-0.272	-0.226	-0.162	-0.082	0.000
4	1	-0.002	-1.087	-3.403	-5.159	-4.133	-3.261	-2.371	-1.651	-1.021	-0.489	0.015
	2	0.001	0.567	1.001	1.270	1.365	1.281	1.071	0.789	0.502	0.230	-0.021
	3	-0.000	-0.154	-0.280	-0.372	-0.427	-0.438	-0.407	-0.338	-0.282	-0.123	0.000
5	1	-0.001	-1.295	-2.630	-4.021	-5.505	-4.264	-3.157	-2.280	-1.360	-0.651	0.019
	2	0.001	0.750	1.333	1.691	1.818	1.705	1.426	1.051	0.609	0.307	-0.027
	3	-0.000	-0.295	-0.373	-0.495	-0.568	-0.583	-0.543	-0.450	-0.323	-0.164	0.000
6	1	-0.001	-0.902	-1.855	-2.881	-4.024	-5.324	-3.942	-2.746	-1.698	-0.813	0.024
	2	0.001	0.944	1.665	2.112	2.270	2.130	1.781	1.312	0.835	0.383	-0.034
	3	-0.000	-0.255	-0.465	-0.619	-0.710	-0.728	-0.678	-0.562	-0.403	-0.205	0.000
7	1	-0.001	-0.509	-1.000	-1.739	-2.541	-3.532	-4.726	-3.292	-2.036	-0.975	0.029
	2	0.001	1.141	1.990	2.532	2.721	2.553	2.135	1.573	1.001	0.459	-0.041
	3	-0.000	-0.306	-0.558	-0.742	-0.851	-0.872	-0.812	-0.674	-0.463	-0.246	0.001
8	1	-0.000	-0.115	-0.365	-0.597	-1.056	-1.738	-2.656	-3.837	-2.373	-1.136	0.034
	2	0.001	1.316	2.326	2.950	3.100	2.975	2.486	1.833	1.100	0.535	-0.048
	3	-0.000	-0.115	-0.365	-0.597	-1.056	-1.738	-2.656	-3.837	-2.373	-1.136	0.034

	3	-0.000	-0.357	-0.650	-0.864	-0.991	-1.010	-0.947	-0.785	-0.563	-0.286	0.001
9	1	0.000	0.279	0.472	0.547	0.431	0.059	-0.583	-1.526	-2.709	-1.297	0.039
	2	0.002	1.535	2.655	3.368	3.620	3.396	2.840	2.092	1.331	0.011	-0.055
	3	-0.000	-0.367	-0.742	-0.987	-1.132	-1.160	-1.081	-0.896	-0.643	-0.327	0.001
10	1	0.001	0.670	1.250	1.692	1.919	1.858	1.492	0.788	-0.120	-1.457	0.043
	2	0.002	1.691	2.984	3.745	4.068	3.816	3.192	2.351	1.496	0.687	-0.061
	3	-0.000	-0.458	-0.834	-1.109	-1.272	-1.304	-1.214	-1.007	-0.722	-0.367	0.001
11	1	0.001	1.009	2.028	2.839	3.409	3.600	3.571	3.100	2.340	1.245	0.051
	2	0.002	1.877	3.312	4.201	4.516	4.236	3.543	2.610	1.660	0.762	-0.068
	3	-0.001	-0.508	-0.925	-1.230	-1.412	-1.447	-1.348	-1.116	-0.802	-0.408	0.001

LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS TORSORES

SEÇÃO	VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.123	-0.195	-0.227	-0.227	-0.205	-0.169	-0.128	-0.082	-0.042	-0.000
	2	0.000	0.047	0.080	0.106	0.114	0.107	0.089	0.066	0.042	0.019	-0.002
	3	-0.000	-0.013	-0.023	-0.031	-0.036	-0.037	-0.034	-0.028	-0.020	-0.010	0.000
2	1	-0.000	-0.097	-0.173	-0.208	-0.212	-0.193	-0.161	-0.122	-0.079	-0.040	-0.000
	2	0.000	0.045	0.080	0.101	0.109	0.102	0.086	0.063	0.040	0.018	-0.002
	3	-0.000	-0.012	-0.022	-0.030	-0.034	-0.035	-0.033	-0.027	-0.019	-0.010	0.000
3	1	-0.000	-0.049	-0.107	-0.154	-0.168	-0.160	-0.136	-0.104	-0.068	-0.035	-0.000
	2	0.000	0.039	0.069	0.086	0.095	0.089	0.074	0.055	0.035	0.016	-0.001
	3	-0.000	-0.011	-0.019	-0.026	-0.030	-0.030	-0.028	-0.023	-0.017	-0.009	0.000
4	1	-0.000	-0.018	-0.027	-0.063	-0.096	-0.104	-0.094	-0.075	-0.050	-0.026	-0.001
	2	0.000	0.029	0.052	0.066	0.071	0.066	0.055	0.041	0.026	0.012	-0.001
	3	-0.000	-0.008	-0.014	-0.019	-0.022	-0.023	-0.021	-0.017	-0.013	-0.006	0.000
5	1	0.000	0.021	0.036	0.033	0.005	-0.025	-0.036	-0.035	-0.025	-0.014	-0.001
	2	0.000	0.015	0.027	0.035	0.037	0.035	0.022	0.014	0.006	0.000	-0.001
	3	-0.000	-0.004	-0.008	-0.010	-0.012	-0.012	-0.011	-0.009	-0.007	-0.003	0.000
6	1	0.000	0.044	0.082	0.105	0.105	0.075	0.038	0.017	0.007	0.001	-0.001
	2	-0.000	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000
	3	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	-0.000
7	1	0.000	0.059	0.113	0.154	0.174	0.168	0.129	0.080	0.046	0.020	-0.002
	2	-0.000	-0.024	-0.042	-0.054	-0.058	-0.054	-0.045	-0.033	-0.021	-0.010	0.001
	3	0.000	0.007	0.012	0.016	0.018	0.019	0.017	0.014	0.010	0.005	-0.000
8	1	0.000	0.066	0.128	0.176	0.212	0.224	0.207	0.155	0.092	0.042	-0.003
	2	-0.000	-0.050	-0.088	-0.111	-0.119	-0.112	-0.094	-0.069	-0.044	-0.020	0.002
	3	0.000	0.013	0.024	0.033	0.037	0.038	0.036	0.030	0.021	0.011	-0.000
9	1	0.000	0.064	0.126	0.179	0.219	0.242	0.241	0.211	0.145	0.067	-0.003
	2	-0.000	-0.079	-0.140	-0.177	-0.191	-0.179	-0.149	-0.110	-0.070	-0.032	0.003
	3	0.000	0.021	0.039	0.052	0.060	0.061	0.057	0.047	0.034	0.017	-0.000
10	1	0.000	0.054	0.108	0.156	0.195	0.222	0.232	0.220	0.176	0.096	-0.004
	2	-0.000	-0.113	-0.199	-0.252	-0.271	-0.254	-0.213	-0.157	-0.100	-0.046	0.004
	3	0.000	0.030	0.056	0.074	0.085	0.087	0.081	0.067	0.048	0.024	-0.000
11	1	0.000	0.036	0.074	0.109	0.139	0.165	0.179	0.179	0.154	0.099	-0.005
	2	-0.000	-0.156	-0.265	-0.336	-0.361	-0.338	-0.283	-0.208	-0.133	-0.061	0.005
	3	0.000	0.041	0.074	0.098	0.113	0.110	0.108	0.089	0.069	0.035	-0.000

13

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS CORTANTES

SEÇÃO	VÃO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.034	-0.074	-0.104	-0.125	-0.134	-0.131	-0.114	-0.086	-0.046	-0.002
	2	-1.000	-0.926	-0.843	-0.741	-0.625	-0.500	-0.375	-0.258	-0.157	-0.072	0.000
	3	0.000	0.047	0.086	0.114	0.131	0.134	0.125	0.104	0.074	0.038	-0.000
2	1	-0.000	-0.039	-0.074	-0.104	-0.125	-0.134	-0.131	-0.114	-0.086	-0.046	-0.002
	2	0.000	-0.926	-0.843	-0.741	-0.625	-0.500	-0.375	-0.258	-0.157	-0.072	0.000
	3	0.000	0.047	0.086	0.114	0.131	0.134	0.125	0.104	0.074	0.038	-0.000
3	1	-0.000	-0.039	-0.074	-0.104	-0.125	-0.134	-0.131	-0.114	-0.086	-0.046	-0.002
	2	0.000	-0.926	-0.843	-0.741	-0.625	-0.500	-0.375	-0.258	-0.157	-0.072	0.000
	3	0.000	0.047	0.086	0.114	0.131	0.134	0.125	0.104	0.074	0.038	-0.000
4	1	-0.000	-0.034	-0.074	-0.104	-0.125	-0.134	-0.131	-0.114	-0.086	-0.046	-0.002
	2	0.000	0.072	0.157	-0.741	-0.625	-0.500	-0.375	-0.258	-0.157	-0.072	0.000
	3	0.000	0.047	0.086	0.114	0.131	0.134	0.125	0.104	0.074	0.038	-0.000
5	1	-0.000	-0.039	-0.074	-0.104	-0.125	-0.134	-0.131	-0.114	-0.086	-0.046	-0.002
	2	0.000	0.072	0.157	0.259	-0.625	-0.500	-0.375	-0.258	-0.157	-0.072	0.000
	3	0.000	0.047	0.086	0.114	0.131	0.134	0.125	0.104	0.074	0.038	-0.000
6	1	-0.000	-0.039	-0.074	-0.104	-0.125	-0.134	-0.131	-0.114	-0.086	-0.046	-0.002
	2	0.000	0.072	0.157	0.259	0.375	-0.500	-0.375	-0.258	-0.157	-0.072	0.000
	3	0.000	0.047	0.086	0.114	0.131	0.134	0.125	0.104	0.074	0.038	-0.000

92

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS FLETORES

SEÇÃO	VÃO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0.001	1.669	2.028	2.339	3.409	3.660	3.571	3.106	2.340	1.245	0.051
	2	0.002	1.877	3.312	4.201	4.516	4.238	3.543	2.610	1.600	0.702	-0.068
	3	-0.001	-0.500	-0.925	-1.230	-1.412	-1.447	-1.348	-1.118	-0.692	-0.408	0.001
2	1	0.001	0.921	1.747	2.446	2.937	3.153	3.076	2.676	2.016	1.073	0.044
	2	-0.002	-1.683	0.679	1.359	2.117	2.318	2.104	1.618	1.056	0.486	-0.047
	3	-0.000	-0.327	-0.596	-0.793	-0.910	-0.933	-0.868	-0.720	-0.517	-0.263	0.001
3	1	0.001	0.772	1.466	2.052	2.461	2.645	2.581	2.245	1.692	0.900	0.037
	2	-0.001	-1.012	-3.143	-1.475	-0.276	0.404	0.669	0.628	0.453	0.209	-0.025
	3	-0.000	-0.167	-0.268	-0.355	-0.408	-0.419	-0.390	-0.323	-0.232	-0.118	0.000
4	1	0.001	0.624	1.184	1.658	1.990	2.137	2.085	1.613	1.366	0.727	0.030
	2	-0.001	-1.140	-2.546	-4.302	-2.664	-1.506	-0.764	-0.360	-0.149	-0.066	-0.004
	3	0.000	0.033	0.060	0.080	0.092	0.094	0.088	0.073	0.052	0.027	-0.000
5	1	0.000	0.475	0.962	1.262	1.516	1.628	1.588	1.381	1.041	0.554	0.023
	2	-0.001	-0.869	-1.948	-3.317	-5.046	-3.412	-2.194	-1.346	-0.749	-0.342	0.018
	3	0.000	0.213	0.388	0.510	0.592	0.606	0.565	0.468	0.336	0.171	-0.000
6	1	0.000	0.326	0.619	0.867	1.041	1.117	1.090	0.948	0.714	0.380	0.016
	2	-0.001	-0.596	-1.349	-2.331	-3.621	-5.313	-3.621	-2.331	-1.349	-0.616	0.039
	3	0.000	0.392	0.715	0.950	1.090	1.118	1.041	0.863	0.619	0.315	-0.001

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TORÇORES

SEÇÃO	VÃO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
(1)	1	0.000	0.000	0.163	0.229	0.274	0.295	0.287	0.250	0.188	0.100	0.004
	2	-0.000	-0.105	-0.162	-0.100	-0.110	-0.077	-0.050	-0.034	-0.018	-0.012	-0.002

3		0.000	0.006	0.010	0.014	0.016	0.016	0.015	0.013	0.009	0.005	-0.000
2	1	0.000	0.058	0.111	0.155	0.186	0.200	0.195	0.169	0.128	0.068	0.003
	2	-0.020	-0.107	-0.189	-0.218	-0.203	-0.168	-0.129	-0.093	-0.056	-0.029	-0.000
	3	0.000	0.017	0.032	0.042	0.048	0.050	0.046	0.038	0.027	0.014	-0.000
3	1	0.000	0.035	0.066	0.092	0.110	0.118	0.115	0.100	0.076	0.040	0.002
	2	-0.000	-0.064	-0.128	-0.218	-0.230	-0.208	-0.169	-0.125	-0.077	-0.039	0.001
	3	0.000	0.024	0.044	0.059	0.067	0.069	0.064	0.053	0.038	0.019	-0.000
4	1	0.000	0.015	0.029	0.040	0.048	0.052	0.051	0.044	0.033	0.018	0.001
	2	-0.000	-0.029	-0.070	-0.134	-0.186	-0.190	-0.166	-0.128	-0.081	-0.041	0.001
	3	0.000	0.020	0.047	0.062	0.071	0.073	0.068	0.056	0.040	0.020	-0.000
5	1	-0.000	-0.000	-0.009	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	2	0.000	-0.001	-0.007	-0.028	-0.078	-0.121	-0.124	-0.104	-0.068	-0.035	0.001
	3	0.000	0.022	0.040	0.053	0.061	0.063	0.059	0.049	0.035	0.018	-0.000
6	1	-0.000	-0.011	-0.022	-0.030	-0.037	-0.039	-0.038	-0.033	-0.025	-0.013	-0.001
	2	0.000	0.020	0.040	0.052	0.044	-0.001	-0.044	-0.053	-0.040	-0.022	0.000
	3	0.000	0.014	0.025	0.033	0.038	0.039	0.037	0.030	0.022	0.011	-0.000

REAÇÖES DE APOIO DEVIDAS A CARGA MOVEL

REAÇÖES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

NO	REAÇAO	MOM-X	MOM-Y	FORC-Z
1	MIN	-11.67	0.00	-16.25
	MAX	22.07	0.00	72.81
2	MIN	-30.70	0.00	-18.24
	MAX	8.73	0.00	153.24

REAÇÖES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -

NO	REAÇAO	MOM-X	MOM-Y	FORC-Z
1	MIN	-7.58	0.00	-13.34
	MAX	14.28	0.00	62.32
2	MIN	-24.85	0.00	-13.57
	MAX	7.29	0.00	120.26

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA MOVEL

ESFORÇOS CORTANTES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-72.81	-63.48	-51.37	-40.62	-31.39	-23.41	-16.88	-11.60	-7.45	-4.54	-4.59
	MAX	15.35	10.49	21.33	29.68	38.74	48.30	58.21	68.31	78.55	88.86	95.28
2	MIN	-75.54	-85.58	-72.67	-60.08	-48.10	-37.09					
	MAX	12.11	12.89	13.54	14.65	27.54	37.13					

MOMENTOS FLEXÖES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-0.00	-182.11	-311.55	-392.60	-430.06	-423.55	-377.58	-296.49	-197.78	-119.26	-130.73
	MAX	0.00	44.16	88.22	132.18	175.05	219.42	263.49	307.07	364.31	468.33	616.14
2	MIN	-138.73	-195.64	-184.31	-280.10	-365.28	-395.56					
	MAX	616.14	405.16	264.14	197.52	175.29	158.78					

TRM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TÖRÖES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-22.07	-20.42	-15.99	-9.53	-3.10	-0.55	-5.61	-11.57	-18.45	-20.24	-34.93
	MAX											

2	MIN	-12.23	-20.02	-21.37	-17.43	-10.34	-5.40
	MAX	27.81	20.55	14.22	9.26	5.67	5.32

ESFUERZOS CORTANTES - PONTE METADE CARGADA -

VAO	ESFUERZO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-62.32	-54.14	-44.04	-34.99	-27.07	-20.29	-14.63	-9.99	-6.29	-3.65	-3.83
	MAX	12.66	13.35	17.47	24.09	32.74	40.84	49.06	57.28	65.47	73.59	78.85
2	MIN	-77.01	-70.52	-60.33	-50.21	-40.40	-31.22					
	MAX	10.12	10.68	10.99	16.33	23.13	31.25					

MOMENTOS FLEIOMES - PONTE METADE CARGADA -

VAO	ESFUERZO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-8.00	-155.32	-264.67	-332.40	-363.05	-356.48	-317.09	-249.20	-166.32	-96.66	-109.22
	MAX	0.00	30.25	72.41	108.50	140.50	180.43	216.28	252.05	297.56	376.49	486.71
2	MIN	-164.22	-90.62	-159.94	-240.54	-309.95	-333.64					
	MAX	480.71	323.73	217.84	160.49	145.11	125.06					

TRM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARGADA -

VAO	ESFUERZO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-12.24	-16.91	-13.21	-7.92	-2.61	-0.45	-4.60	-9.50	-15.14	-21.54	-28.67
	MAX	4.95	8.60	7.52	5.61	3.48	6.91	12.80	17.50	20.33	20.58	17.80
2	MIN	-10.22	-16.52	-17.64	-14.43	-9.68	-4.38					
	MAX	22.61	16.87	11.45	7.41	4.74	4.31					

REAÇÕES DE APOIO MAIS DESFAVORÁVEIS

REAÇÕES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	MON-X	MON-Y	FORC-Z
1	MIN	4.90	0.00	57.52
	MAX	37.74	0.00	146.58
2	MIN	-75.06	0.00	351.46
	MAX	-38.44	0.00	538.44

REAÇÕES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	MON-X	MON-Y	FORC-Z
1	MIN	6.09	0.00	50.43
	MAX	33.94	0.00	136.06
2	MIN	-72.82	0.00	334.13
	MAX	-39.47	0.00	457.46

ESFORÇOS SECCIONAIS MAIS DESFAVORÁVEL

ESFORÇOS CORTANTES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-141.29	-111.41	-78.82	-47.61	-13.59	14.08	42.35	74.30	100.65	129.08	160.95
	MAX	-53.12	-31.53	-6.12	22.69	56.45	86.59	117.44	154.21	186.65	222.48	260.82
2	MIN	-200.60	-210.31	-164.07	-117.45	-77.59	-39.21					
	MAX	-144.95	-111.45	-77.86	-37.72	-1.95	35.01					

MOMENTOS FLETORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-0.00	-349.83	-586.41	-716.81	-736.87	-650.43	-465.25	-179.46	196.30	620.28	1036.68
	MAX	0.00	-122.76	-186.65	-191.95	-130.76	-7.06	175.82	424.10	758.39	1207.87	1783.59
2	MIN	1636.60	500.25	11.78	-367.76	-619.41	-708.86					
	MAX	1783.59	1814.95	460.23	109.06	-74.93	-154.52					

PREM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORÇORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-37.74	-34.29	-24.97	-12.17	0.97	4.21	7.55	1.41	-10.66	-30.02	-58.60
	MAX	-0.00	-3.23	-1.12	0.21	0.01	17.77	28.43	34.09	36.51	21.40	-1.45
2	MIN	1636.60	500.25	11.78	-367.76	-619.41	-708.86					
	MAX	1783.59	1814.95	460.23	109.06	-74.93	-154.52					

2 MIN 11.27 -21.03 -33.72 -30.66 -18.50 -5.48
 MAX 50.91 14.54 1.89 -3.48 -2.49 5.23

18

ESFUERZOS CORTANTES - PONTE METADE CARGADA -

VAD	ESFUERZO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-130.78	-102.08	-71.49	-41.98	-9.36	17.92	44.60	75.91	101.82	129.97	161.71
	MAX	-55.56	-34.58	-9.98	17.90	50.45	79.13	108.29	143.18	173.57	207.21	244.39
2	MIN	-244.03	-195.25	-151.73	-107.58	-69.89	-33.34					
	MAX	-150.94	-114.96	-80.41	-41.03	-5.36	29.13					

MOMENTOS FLECTORES - PONTE METADE CARGADA -

VAD	ESFUERZO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	0.00	-322.23	-539.53	-656.53	-669.86	-583.35	-404.77	-132.22	227.77	643.48	1058.18
	MAX	0.00	-130.67	-262.46	-215.63	-162.31	-46.45	128.61	369.08	691.65	1116.03	1654.12
2	MIN	1058.18	514.27	36.15	-324.20	-563.08	-646.94					
	MAX	1654.12	932.62	413.73	76.83	-168.02	-187.65					

TREN TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARGADA -

VAD	ESFUERZO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-33.94	-30.69	-22.24	-10.56	1.46	9.31	8.56	3.40	-7.35	-25.32	-52.34
	MAX	-6.62	-5.12	-1.51	2.97	7.55	16.66	25.96	30.49	20.12	16.60	-5.81
2	MIN	13.28	-17.54	-29.98	-27.66	-15.84	-4.47					
	MAX	46.39	15.85	-0.88	-5.83	-3.42	4.23					

LINHAS DE INFLUENCIA DE REACÖES DE APOIO: MOMENTO-X

NO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-1.000	-0.074	-0.747	-0.521	-0.494	-0.371	-0.264	-0.168	-0.090	-0.030	-0.000
	2	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.504	-0.627	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	-1.000
	2	-1.000	-0.995	-0.982	-0.969	-0.941	-0.905	-0.859	-0.822	-0.714	-0.636	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	0.000

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SECÖES DO VAO - 1

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TORÖORES

SECÖ	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	1.000	0.074	0.747	0.521	0.494	0.371	0.264	0.168	0.090	0.030	0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
2	1	-0.000	0.074	0.747	0.521	0.494	0.371	0.264	0.168	0.090	0.030	0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
3	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
4	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
5	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
6	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
7	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
8	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
9	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
10	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.378	-0.494	-0.571	-0.735	-0.831	-0.909	-0.970	0.000
	2	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	0.000

10

11	1	-0.000	-0.127	-0.254	-0.380	-0.507	-0.630	-0.738	-0.833	-0.911	-0.971	-1.000
	2	0.000	0.001	0.003	0.003	0.004	0.005	0.003	0.002	0.001	0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	0.000

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SECÇÕES DO VAO - 2

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TORSORES

SECÇÃO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.002	-0.001	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	1	-0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	1	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
4	1	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
5	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.000
6	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000

REAÇÕES DE APOIO DEVIDAS A CARGA MOVEL

REAÇÕES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	NOH-XP	NOH-XN
1	MIN	+60.52	60.52
	MAX	0.00	0.00
2	MIN	+60.54	60.54
	MAX	0.00	0.00

REAÇÕES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	NOH-XP	NOH-XN
1	MIN	+60.52	60.52
	MAX	0.00	0.00
2	MIN	+107.86	107.86
	MAX	0.00	0.00

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA MOVEL

TREM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-0.00	-4.70	-11.06	-18.06	-26.95	-35.23	-43.25	-50.74	-57.59	-63.61	-67.22
	MAX	60.52	52.47	43.53	34.08	26.63	19.21	12.85	7.56	3.74	1.15	0.24
2	MIN	-0.22	-1.82	-5.17	-10.55	-17.60	-26.42					
	MAX	65.16	60.90	53.63	45.00	35.79	26.37					

TREM TIPO NEGATIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	0.00	0.70	11.06	18.06	26.95	35.23	43.25	50.74	57.59	63.61	67.22
	MAX	-60.52	-52.47	-43.53	-34.08	-26.63	-19.21	-12.85	-7.56	-3.74	-1.15	-0.24
2	MIN	0.22	1.82	5.17	10.55	17.60	26.42					
	MAX	-65.16	-60.90	-53.63	-45.00	-35.79	-26.37					

TREM TIPO POSITIVO

21

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-0.09	-3.98	-9.51	-16.65	-24.54	-33.06	-41.87	-50.69	-59.37	-67.70	-72.35
	MAX	60.52	52.69	42.67	33.37	24.90	17.54	11.47	6.62	3.22	1.03	0.28
2	MIN	-0.24	-1.59	-4.57	-9.59	-16.61	-25.38					
	MAX	72.64	67.01	56.82	46.03	35.40	25.30					

TREMA TIPO NEGATIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	0.09	3.98	9.51	16.65	24.54	33.06	41.87	50.69	59.37	67.70	72.35
	MAX	-60.52	-52.69	-42.67	-33.37	-24.90	-17.54	-11.47	-6.62	-3.22	-1.03	-0.28
2	MIN	0.24	1.59	4.57	9.59	16.61	25.38					
	MAX	-72.64	-67.01	-56.82	-46.03	-35.40	-25.30					

REAÇÕES DE APOIO MAIS DESFAVORÁVEIS

REAÇÕES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	NOM-XP	NOM-XN
1	MIN	-44.85	76.19
	MAX	15.75	15.75
2	MIN	-127.70	33.37
	MAX	-47.17	-47.17

REAÇÕES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	NOM-XP	NOM-XN
1	MIN	-44.85	76.19
	MAX	15.76	15.76
2	MIN	-155.42	60.69
	MAX	-47.17	-47.17

ESFORÇOS SECCIONAIS MAIS DESFAVORÁVEL

ITEM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORÇÕES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-15.70	-18.56	-20.09	-21.50	-22.89	-25.40	-30.09	-37.75	-49.79	-67.39	-90.88
	MAX	44.85	34.69	34.50	32.24	30.70	28.96	26.01	20.54	11.53	-2.64	-23.42
2	MIN	23.24	-2.84	-17.50	-23.78	-25.96	-26.50					
	MAX	84.66	54.89	41.29	31.76	27.63	26.29					

ITEM TIPO NEGATIVO

MOMENTOS TORÇÕES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-15.59	-9.40	2.04	16.22	31.02	44.98	56.41	63.72	65.38	59.82	43.55
	MAX	-76.19	-60.25	-52.55	-37.52	-22.50	-9.46	0.31	5.42	4.06	-4.94	-23.91
2	MIN	23.72	0.80	-7.16	-2.09	9.64	26.33					
	MAX	-41.66	-51.92	-65.96	-56.23	-43.95	-26.40					

ITEM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARREGADA -

VAG	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-15.76	-17.76	-18.54	-19.29	-20.47	-23.31	-28.71	-37.70	-51.57	-71.49	-96.02
	MAX	44.85	38.91	33.64	30.73	28.96	27.29	24.63	19.61	11.02	-2.76	-25.39
2	MIN	23.26	-2.61	-16.90	-22.82	-24.77	-25.47					
	MAX	96.14	65.99	44.89	32.80	27.24	25.22					

TIPO TIPO NEGATIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARREGADA -

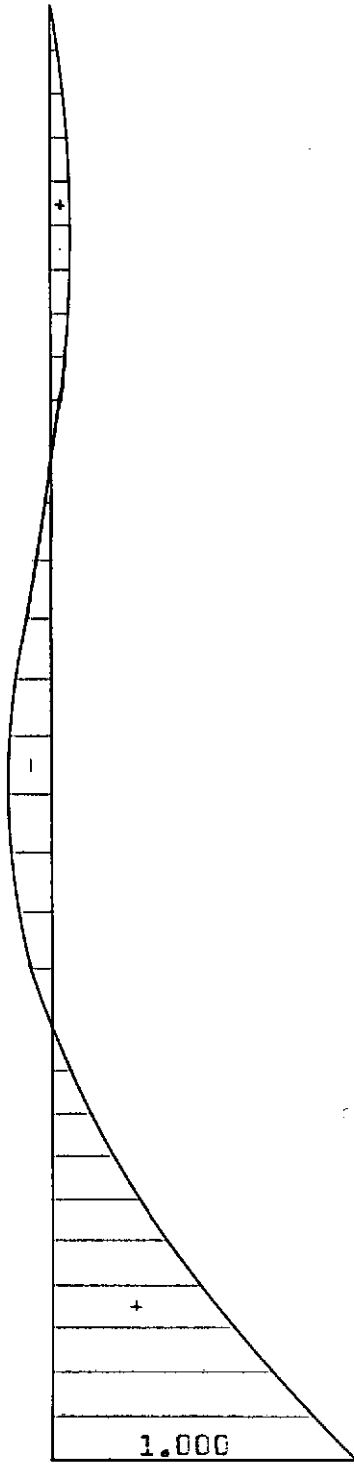
VAG	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-15.53	-9.81	0.49	14.01	28.60	42.82	55.22	63.67	67.16	63.91	48.68
	MAX	-76.19	-66.47	-51.69	-36.01	-20.83	-7.79	1.69	6.36	4.57	-4.61	-23.95
2	MIN	23.74	0.58	-7.76	-3.65	8.45	25.30					
	MAX	-49.14	-68.03	-69.15	-54.27	-43.56	-25.39					

5.1.3 - Gráficos do exemplo

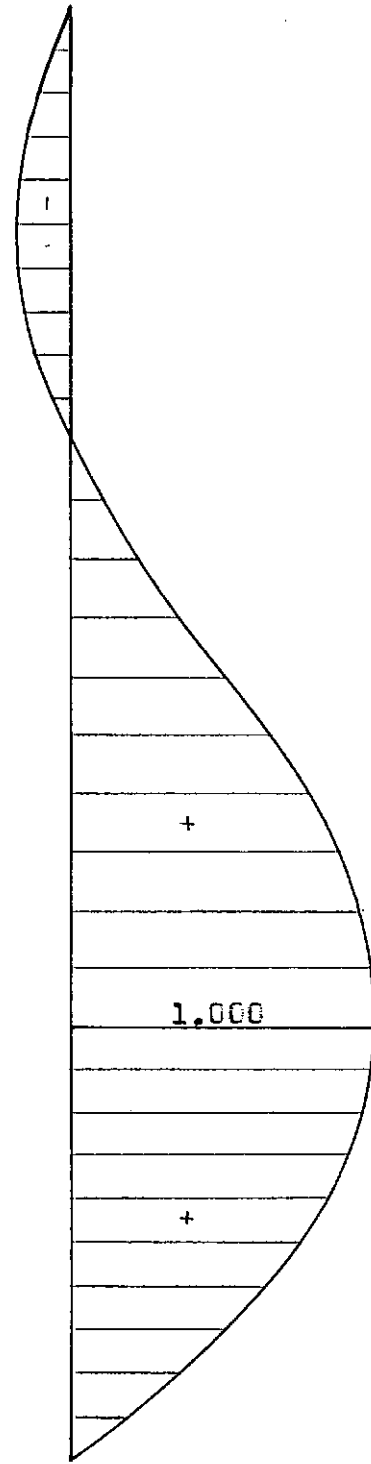
Na sequência, são apresentados gráficos ilustrativos do exemplo. São traçadas as linhas de influência das reações de apoio e dos esforços seccionais, assim como os diagramas e envoltórias dos esforços seccionais.

LINHAS DE INFLUÊNCIA DAS REAÇÕES DE APOIO

APOIO - 1

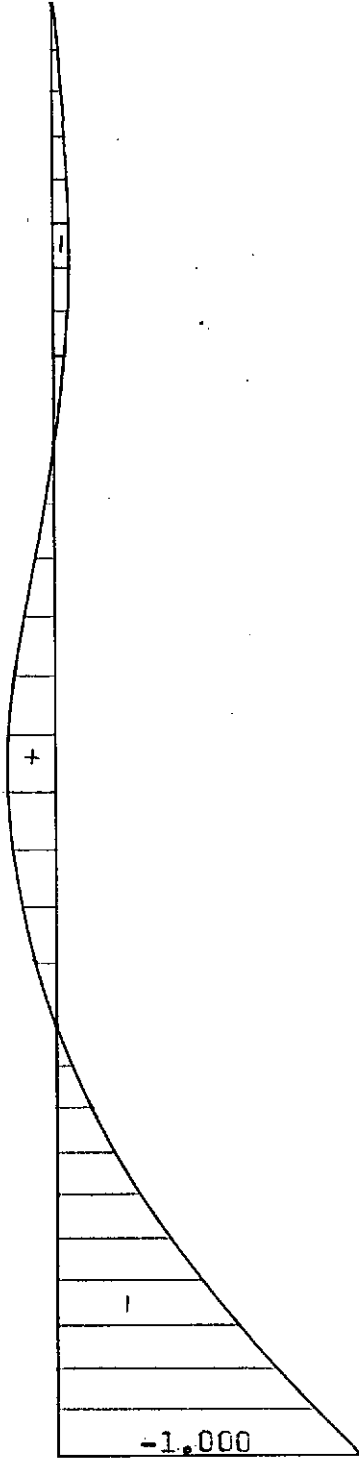


APOIO - 2

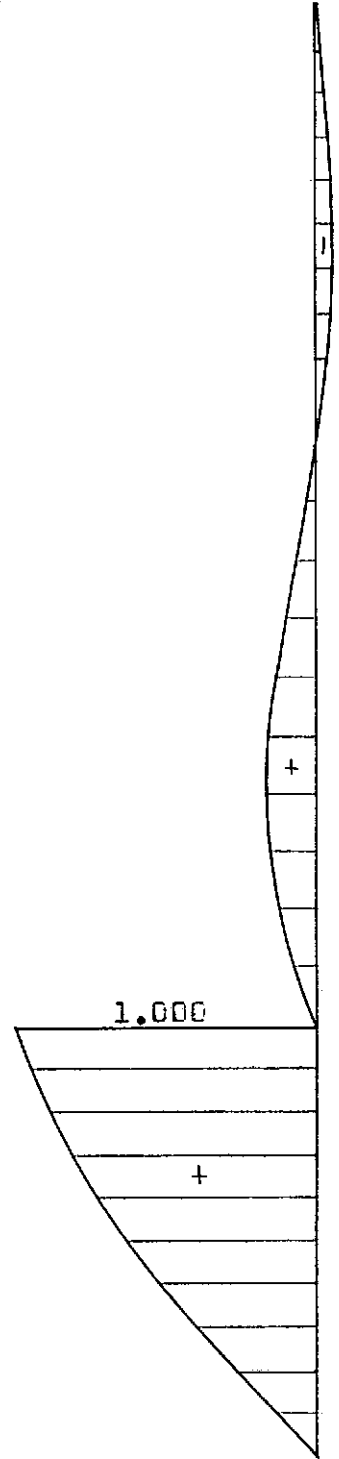


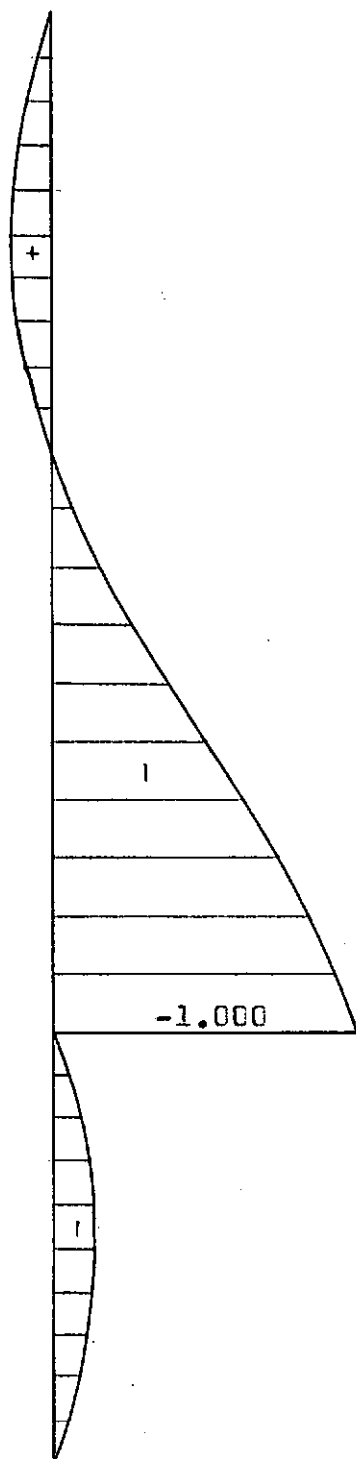
LINHAS DE INFLUÊNCIA DE ESFORÇOS CORTANTES

SEÇÃO - 0



SEÇÃO - 10^E

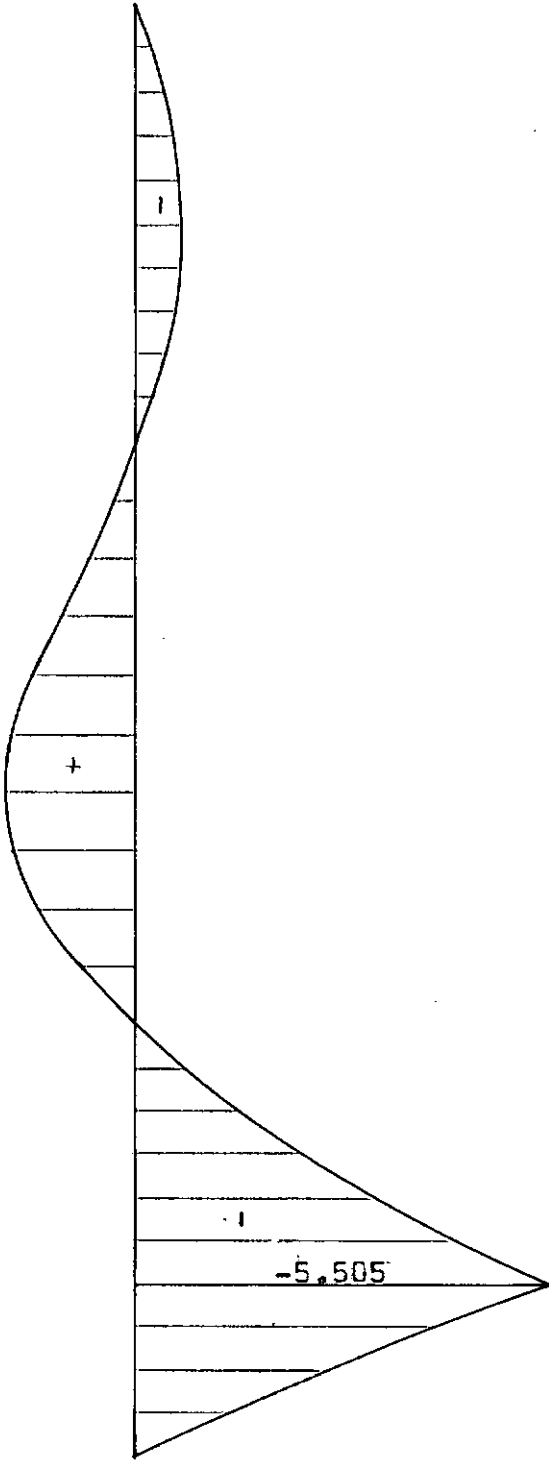


LINHAS DE INFLUÊNCIA DE ESFORÇOS CORTANTES

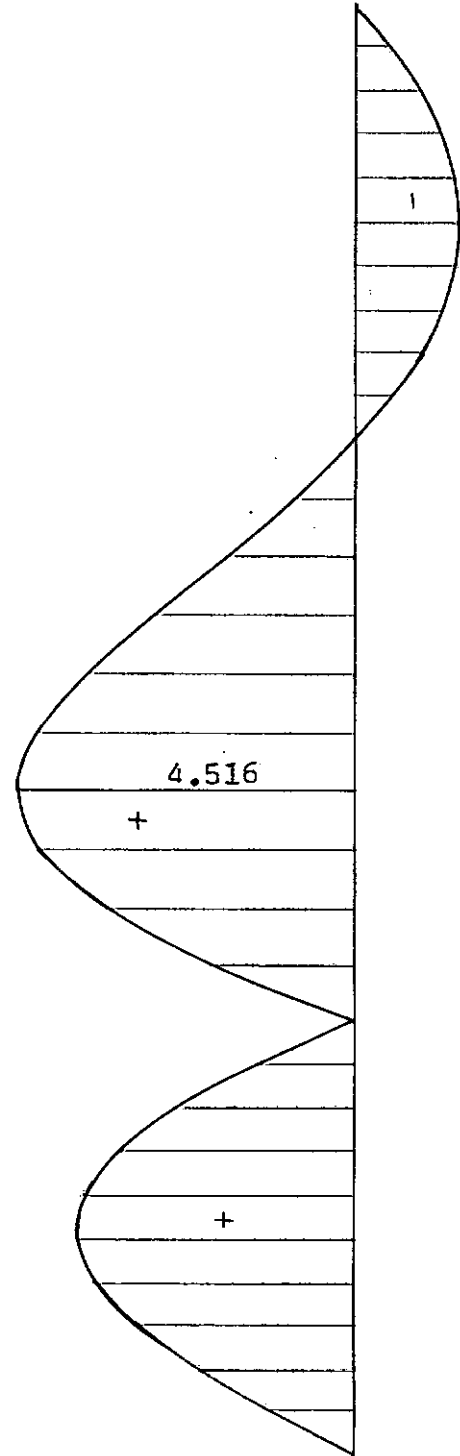
SEÇÃO - 10^D

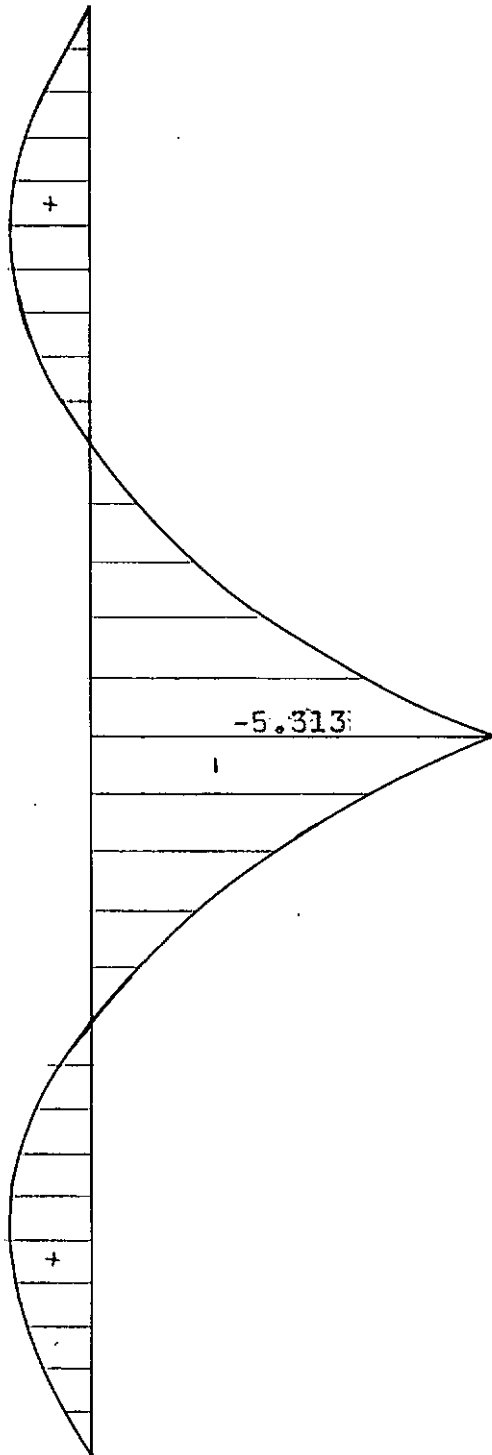
LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS FLETORES

SEÇÃO - 4



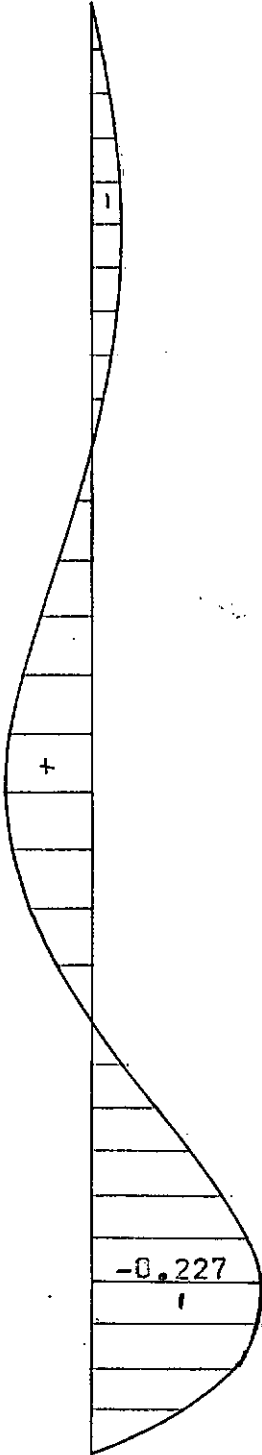
SEÇÃO - 10



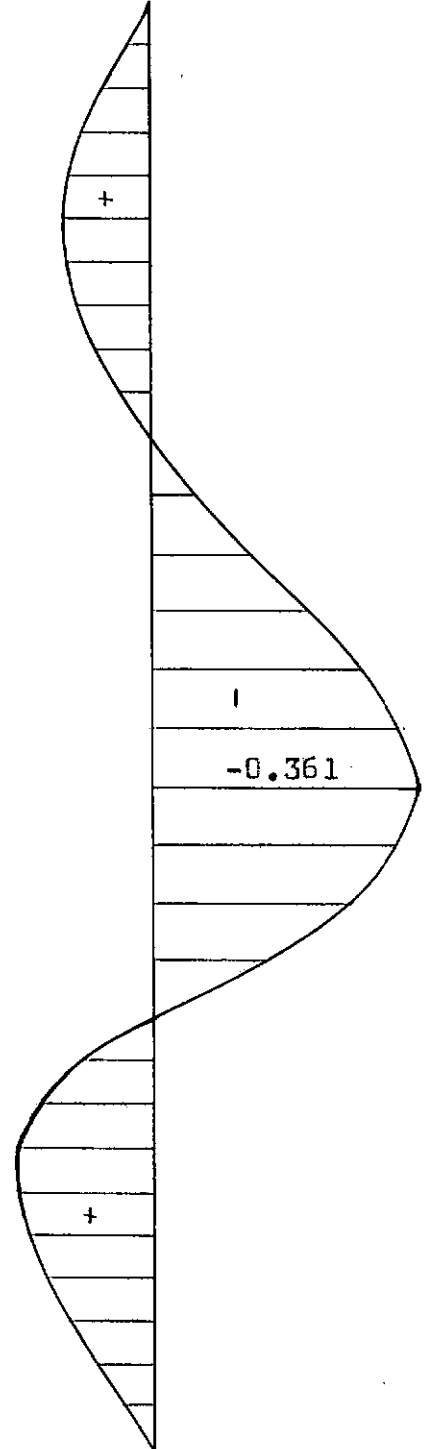
LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS FLETORES

LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS TORSORES
PARA FORÇA VERTICAL UNITÁRIA

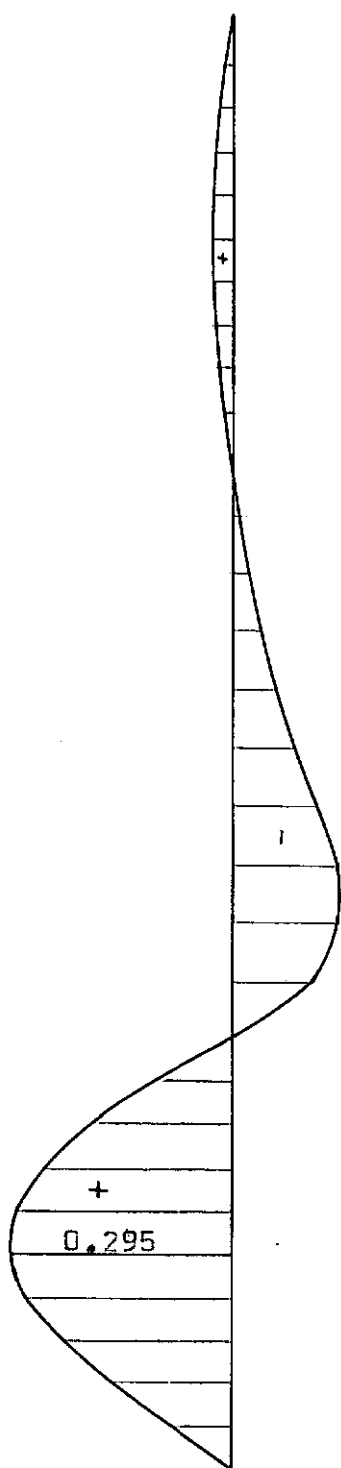
SEÇÃO - 0



SEÇÃO - 10^E

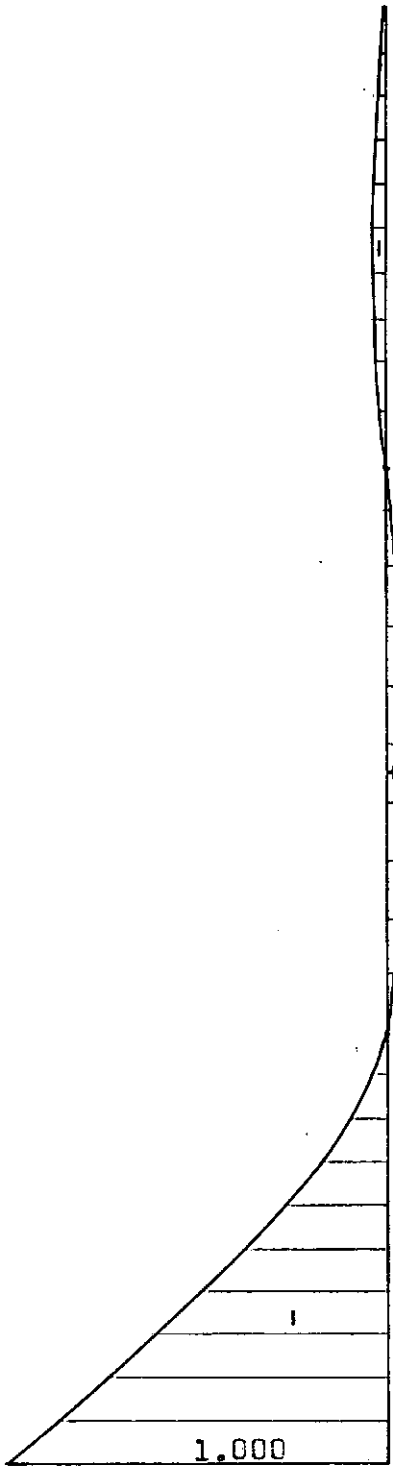


LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS TORSORES
PARA FORÇA VERTICAL UNITÁRIA

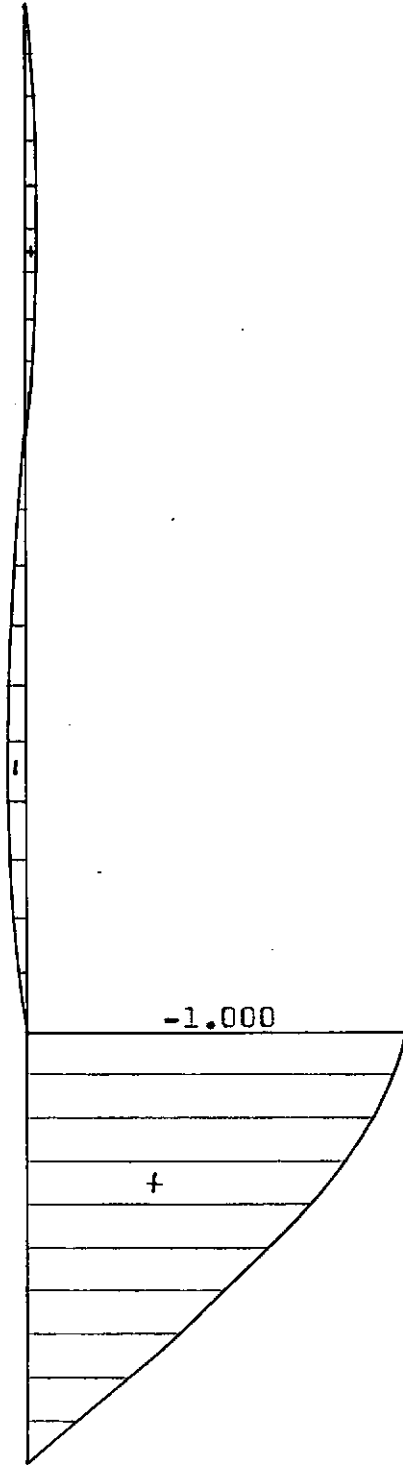


LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS TORSORES
PARA MOMENTO TORSOR UNITÁRIO

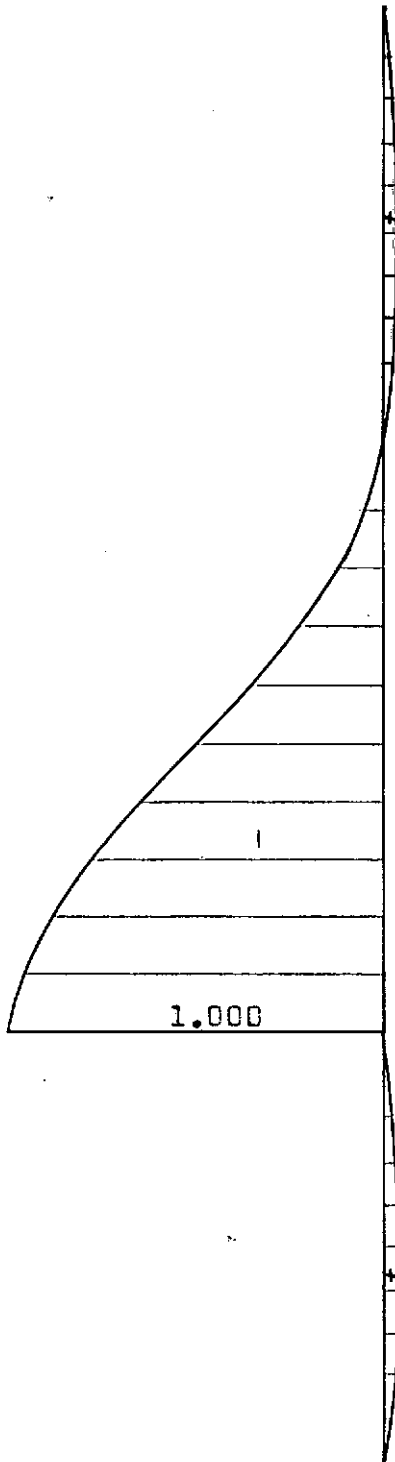
SEÇÃO - 0



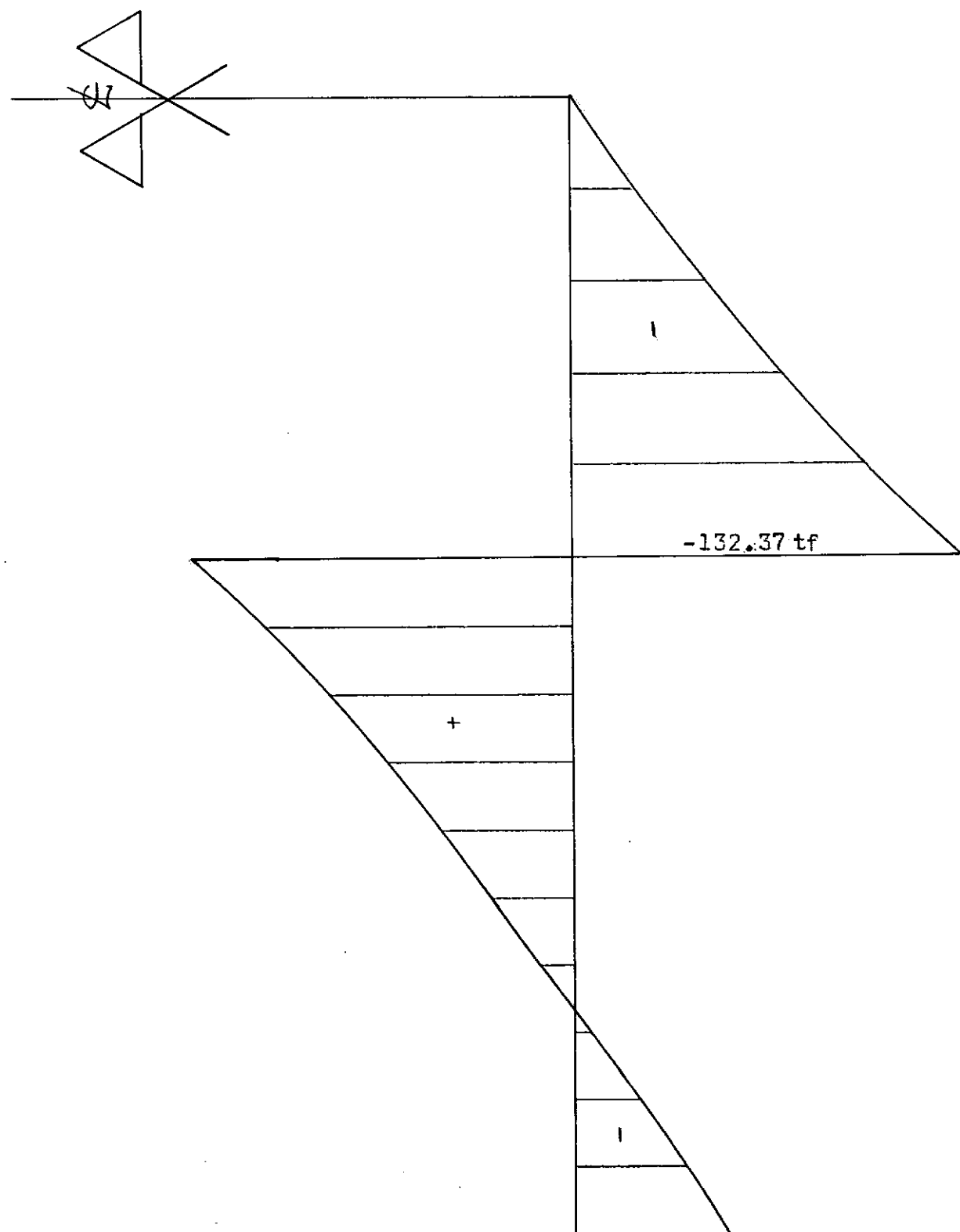
SEÇÃO - 10^E



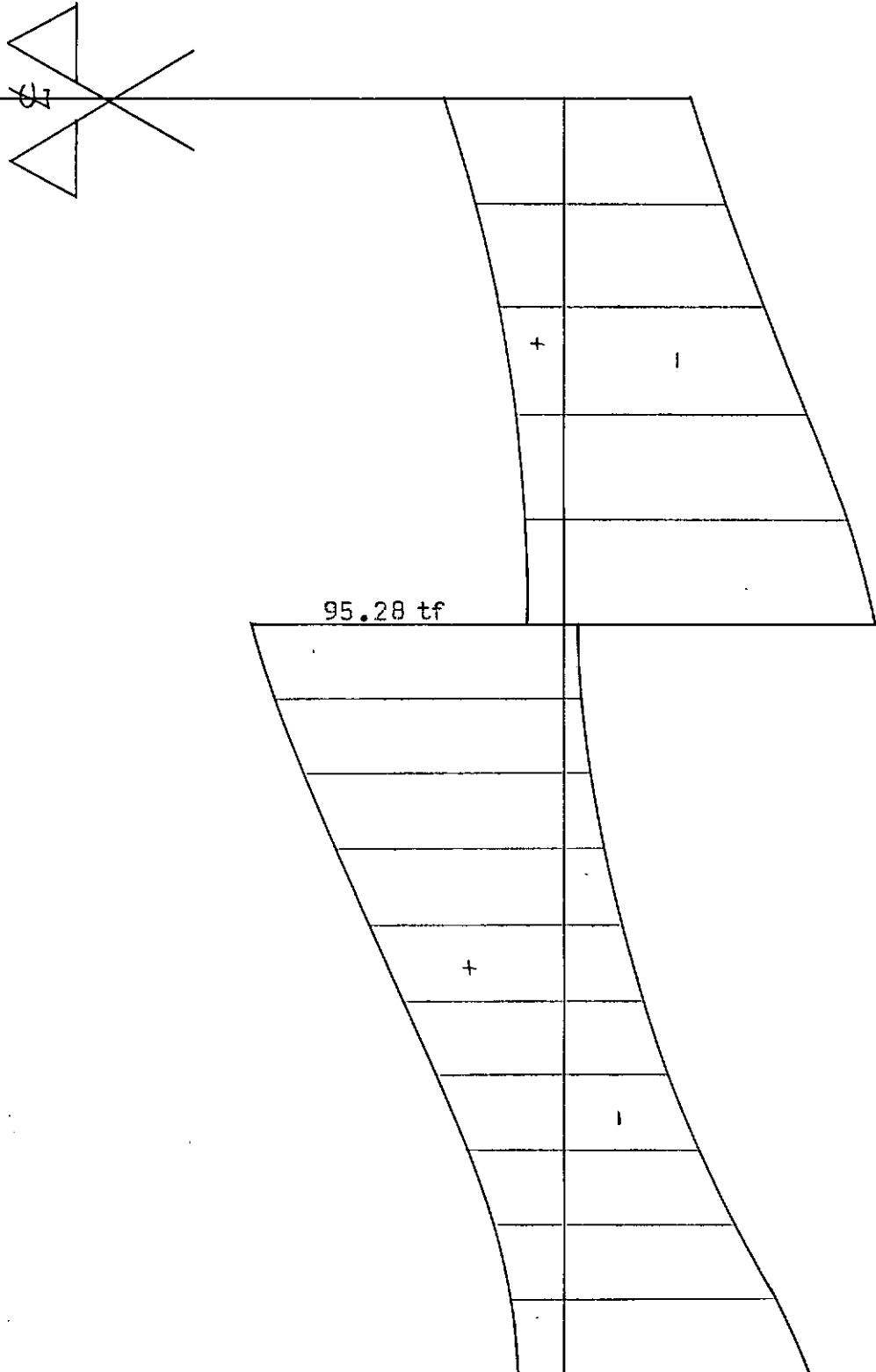
LINHAS DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS TORSORES
PARA MOMENTO TORSOR UNITÁRIO

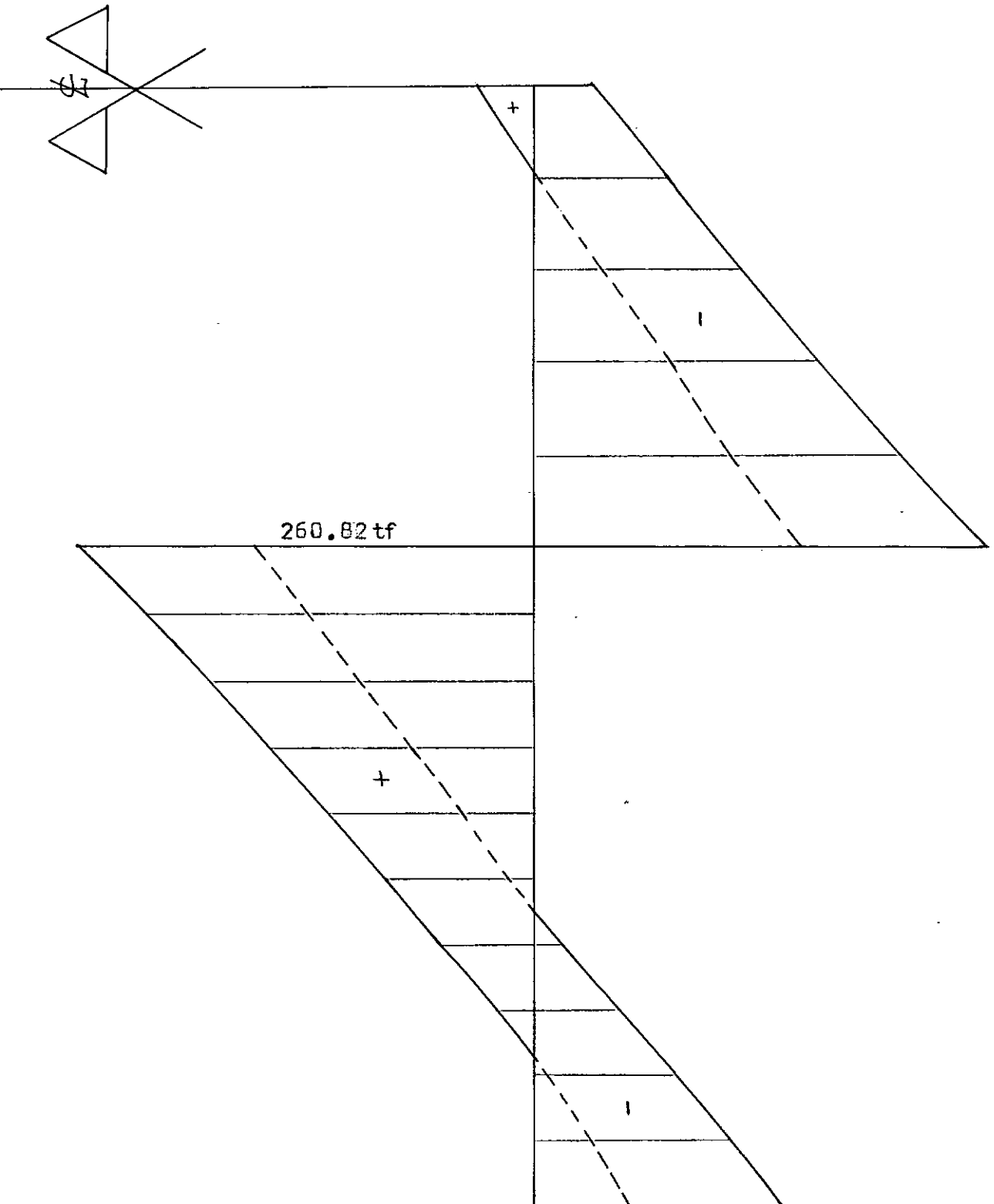


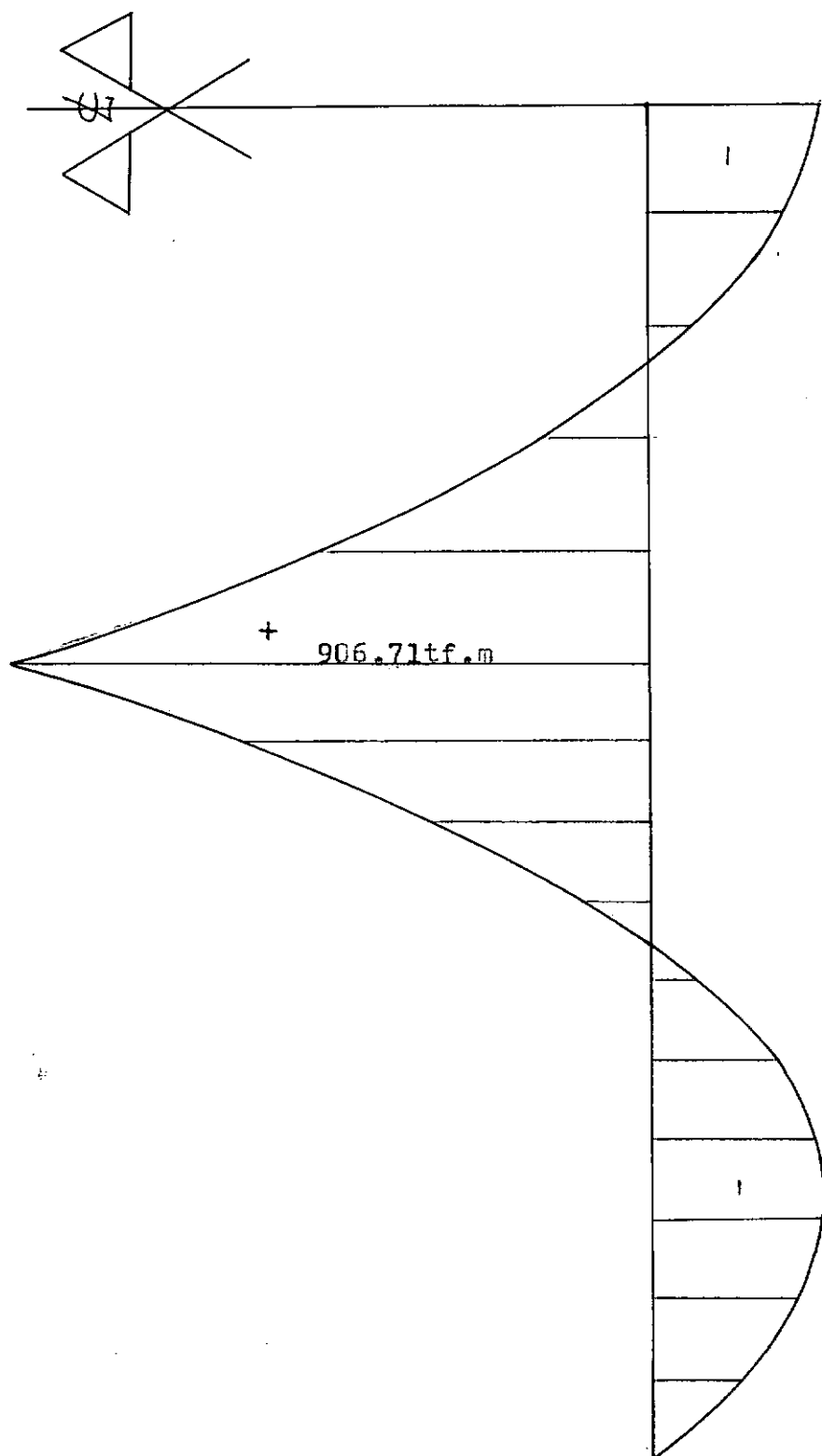
ESFORÇOS CORTANTES
DIAGRAMA DE CARGA PERMANENTE



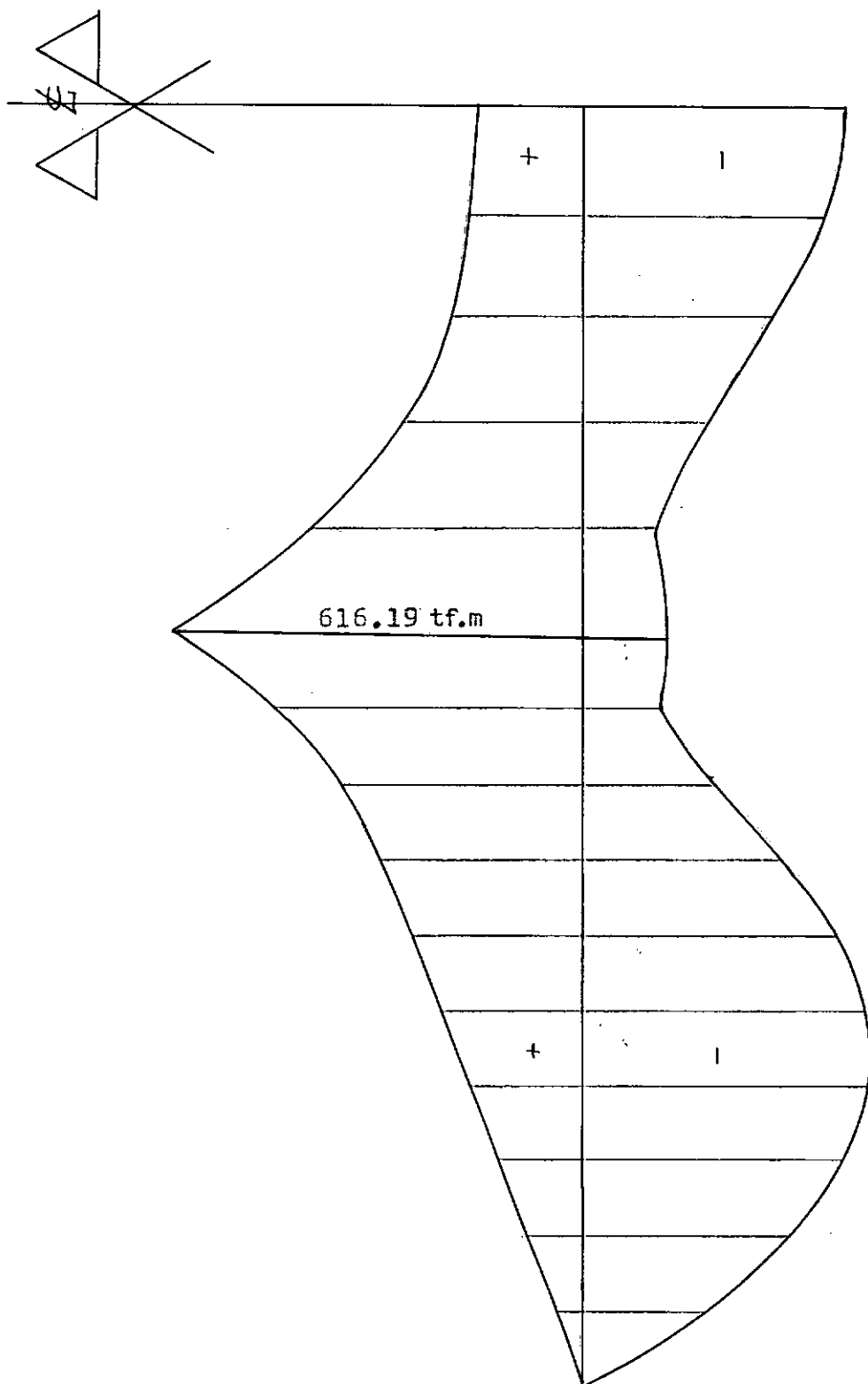
ESFORÇOS CORTANTES
ENVOLTÓRIA DE CARGA MÓVEL

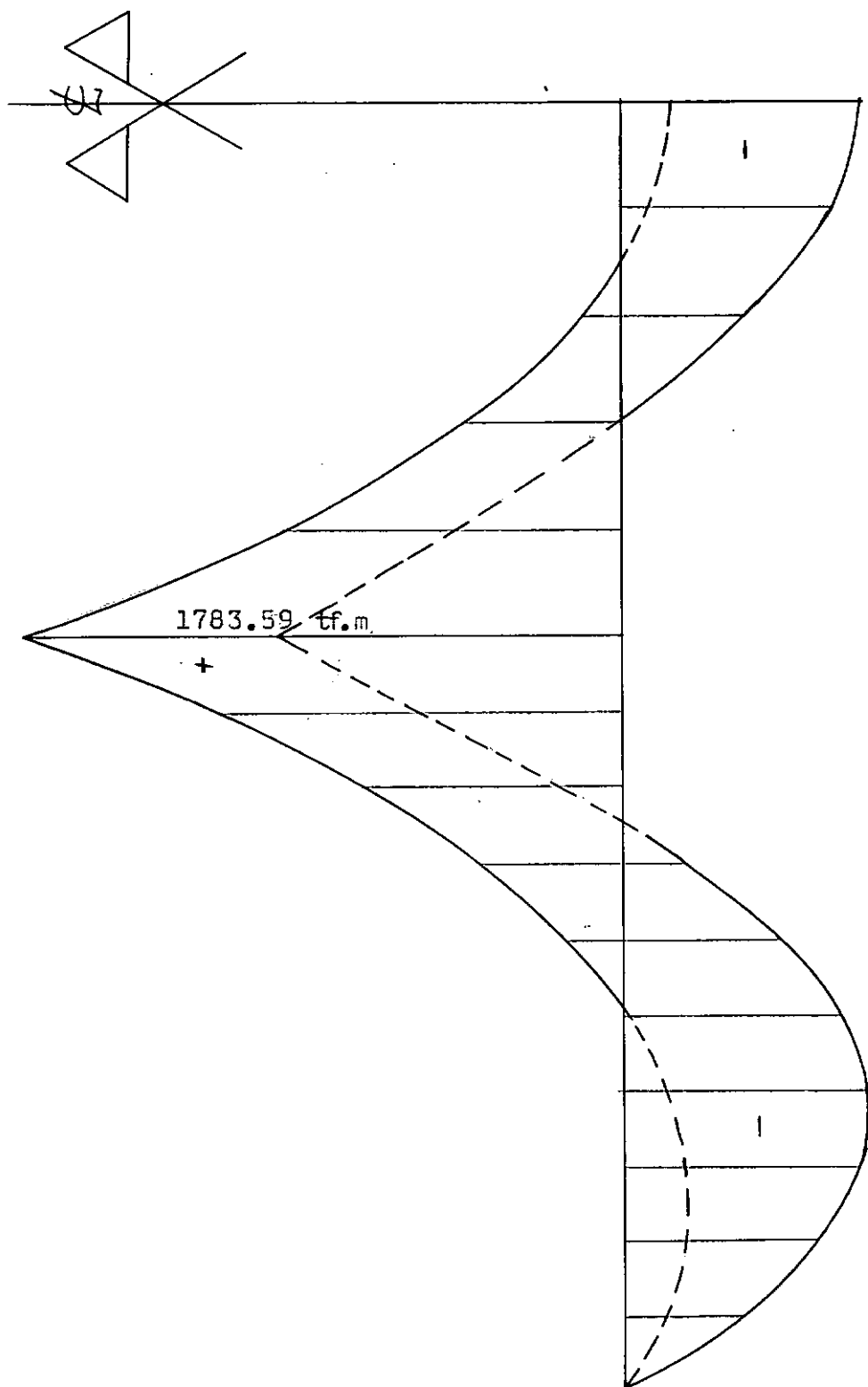


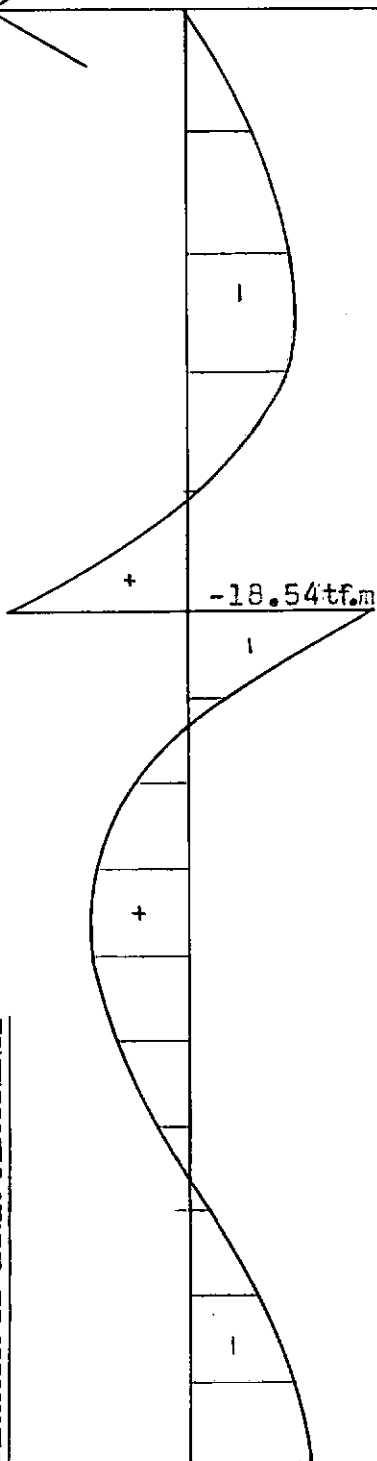
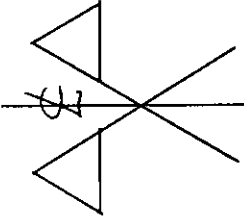
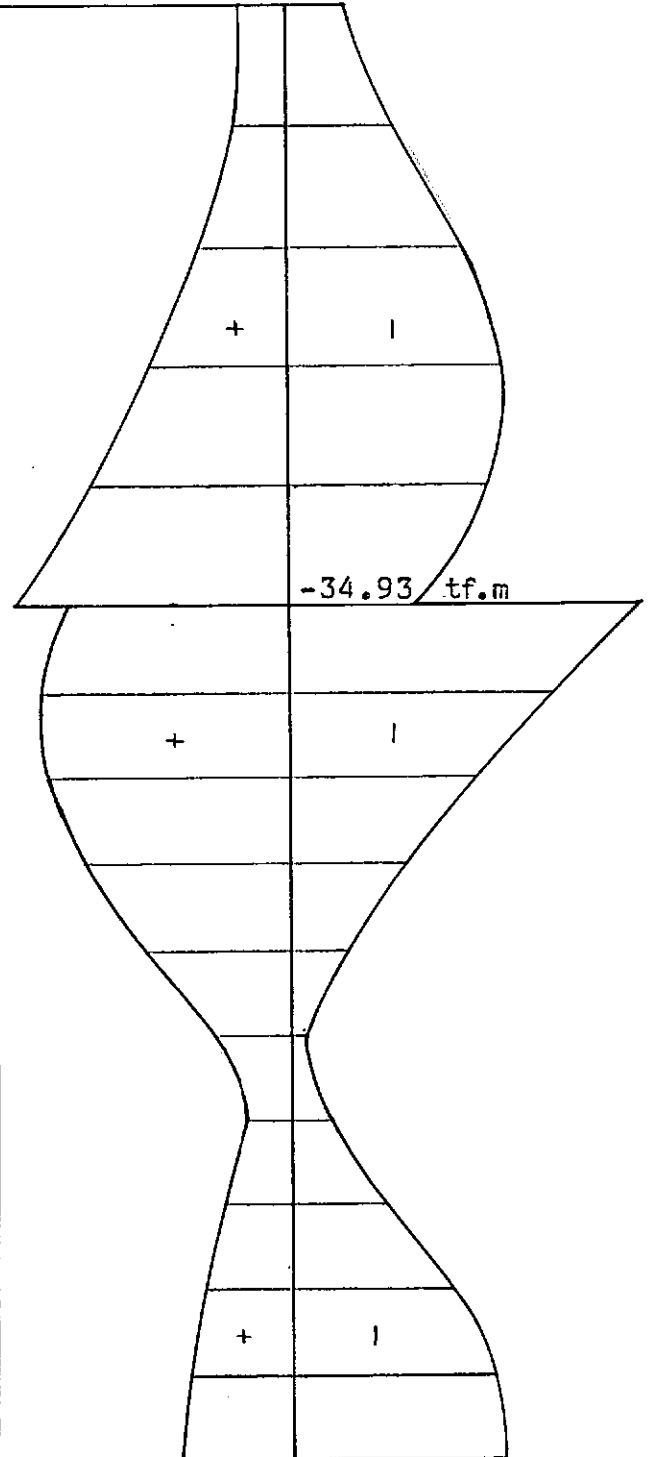
ENVOLTÓRIA FINAL DE ESFORÇOS CORTANTES

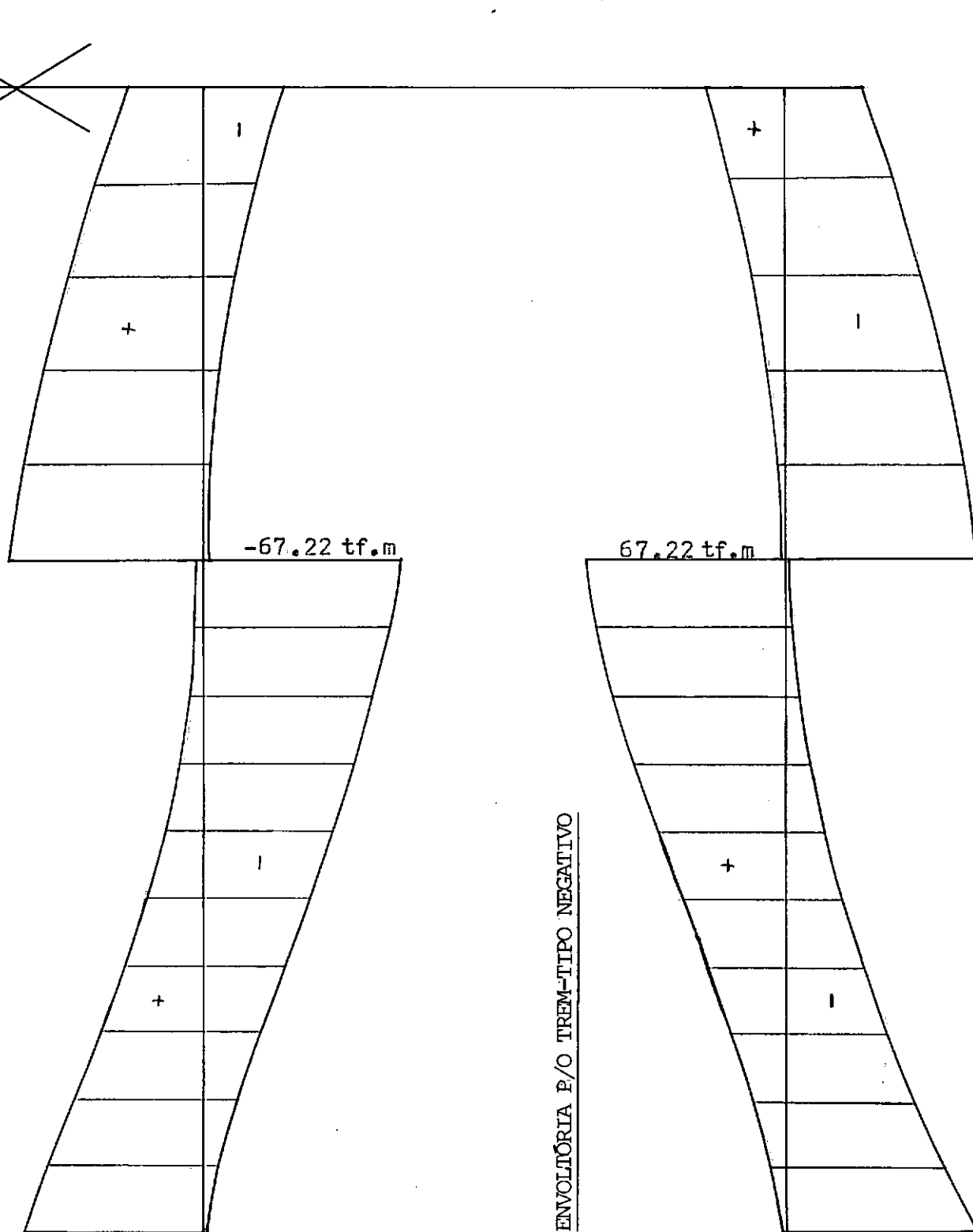
MOMENTOS FLETORESDIAGRAMA DE CARGA PERMANENTE

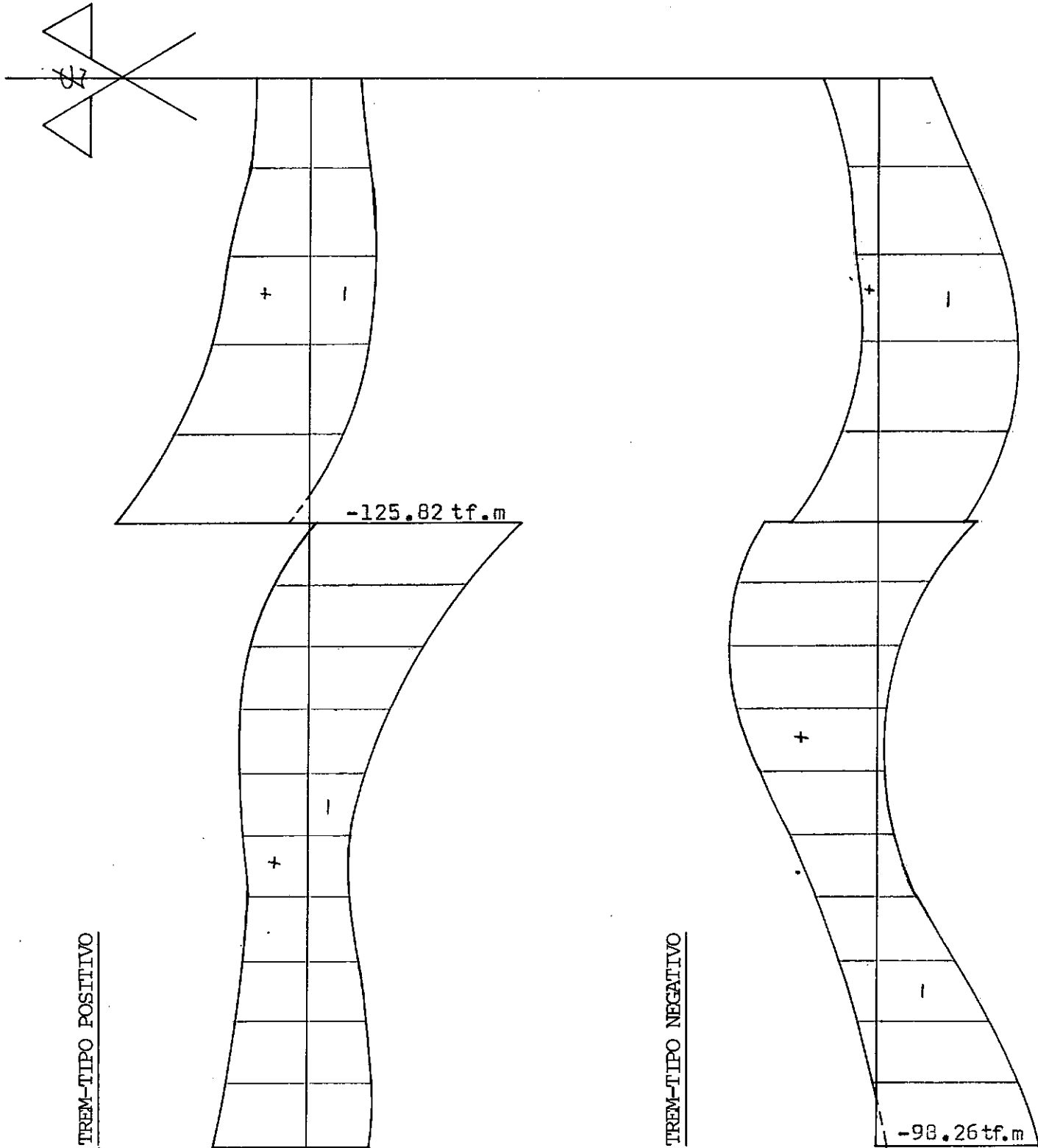
MOMENTOS FLETORES
ENVOLTÓRIA DE CARGA MÓVEL



ENVOLTÓRIA FINAL DE MOMENTOS FLETORES

MOMENTOS TORSORESCARGA PERMANENTE E CARGA MÓVEL (P=1)PARA O TREM-TIPO RELATIVO À FLEXÃODIAGRAMA DE CARGA PERMANENTEENVOLTÓRIA DE CARGA MÓVEL

MOMENTOS TORSORESCARGA MÓVEL (T=1)TREM-TIPO RELATIVO À TORÇÃO

ENVOLTÓRIA FINAL DE MOMENTOS TORSORES

5.1.4 - Quadros comparativos

É interessante estabelecer um paralelo entre os resultados obtidos no cálculo da ponte de eixo reto e aqueles que lhes correspondem na ponte de eixo curvo.

Apresentamos, a seguir, alguns quadros comparativos, onde resumimos alguns resultados representativos:

REAÇÕES DE APOIO							
SEÇÃO	C.P		C.P+S.C.P			C.P+S.C.P+C.M	
	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo		E.Reto	E.Curvo
1	57.99	56.91	74.88	73.76	MIN	59.08	57.52
					MAX	145.69	146.58
2	276.04	277.90	345.79	347.70	MIN	329.51	331.46
					MAX	499.29	500.94

LINHAS DE INFLUÊNCIA DAS REAÇÕES DE APOIO

POSICÃO DA CARGA UNITÁRIA	APOIO - 1		APOIO - 2	
	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo
0	1.000	1.000	0.000	0.000
1	0.863	0.862	0.175	0.177
2	0.729	0.729	0.344	0.346
3	0.600	0.600	0.502	0.504
4	0.480	0.481	0.643	0.644
5	0.371	0.372	0.761	0.762
6	0.275	0.275	0.855	0.855
7	0.190	0.192	0.923	0.922
8	0.118	0.119	0.967	0.967
9	0.055	0.057	0.991	0.989
10	0.000	0.000	1.000	1.000
11	-0.064	-0.066	0.993	0.994
12	-0.115	-0.116	0.958	0.959
13	-0.147	-0.147	0.889	0.888
14	-0.157	-0.158	0.783	0.784
15	-0.147	-0.149	0.647	0.649
16	-0.123	-0.124	0.497	0.499
17	-0.090	-0.092	0.348	0.350
18	-0.057	-0.058	0.214	0.216
19	-0.026	-0.027	0.098	0.099
20	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.017	0.018	-0.064	-0.065
22	0.032	0.032	-0.117	-0.118
23	0.042	0.043	-0.156	-0.157
24	0.048	0.050	-0.179	-0.180
25	0.050	0.051	-0.183	-0.185
26	0.046	0.047	-0.170	-0.172
27	0.038	0.039	-0.142	-0.143
28	0.027	0.028	-0.101	-0.102
29	0.014	0.014	-0.052	-0.052
30	0.000	0.000	0.000	0.000

LINHAS DE INFLUÊNCIA DOS ESFORÇOS CORTANTES

POSICÃO DA CARGA UNITÁRIA	SEÇÃO-0		SEÇÃO-10 ^E		SEÇÃO-10 ^D	
	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo
0	-1.000	-1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	-0.863	-0.862	0.136	0.138	-0.038	-0.039
2	-0.729	-0.729	0.270	0.271	-0.073	-0.074
3	-0.600	-0.600	0.399	0.400	-0.103	-0.104
4	-0.480	-0.481	0.519	0.519	-0.124	-0.125
5	-0.371	-0.372	0.628	0.628	-0.133	-0.134
6	-0.275	-0.275	0.724	0.724	-0.130	-0.131
7	-0.190	-0.192	0.809	0.808	-0.113	-0.114
8	-0.118	-0.119	0.881	0.881	-0.085	-0.086
9	-0.055	-0.057	0.944	0.943	-0.046	-0.046
10 ^E	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
10 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.000	-1.000
11	0.064	0.066	0.064	0.066	-0.928	-0.928
12	0.115	0.116	0.115	0.116	-0.843	-0.843
13	0.147	0.147	0.147	0.147	-0.742	-0.741
14	0.157	0.158	0.157	0.158	-0.625	-0.625
15	0.147	0.149	0.147	0.149	-0.500	-0.500
16	0.123	0.124	0.123	0.124	-0.374	-0.375
17	0.090	0.092	0.090	0.092	-0.257	-0.258
18	0.057	0.058	0.057	0.058	-0.156	-0.157
19	0.026	0.027	0.026	0.027	-0.071	-0.072
20 ^E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	-0.017	-0.018	-0.017	-0.018	0.046	0.047
22	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	0.085	0.086
23	-0.042	-0.043	-0.042	-0.043	0.113	0.114
24	-0.048	-0.050	-0.048	-0.050	0.130	0.131
25	-0.050	-0.051	-0.050	-0.051	0.133	0.134
26	-0.046	-0.047	-0.046	-0.047	0.124	0.125
27	-0.038	-0.039	-0.038	-0.039	0.103	0.104
28	-0.027	-0.028	-0.027	-0.028	0.073	0.074
29	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	0.038	0.038
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

POSICÃO DA CARGA UNITÁRIA	LINHAS DE INFLUÊNCIA DOS MOMENTOS FLETORES					
	SEÇÃO-4		SEÇÃO-10		SEÇÃO-15	
	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	-1.295	-1.295	1.047	1.069	0.318	0.326
2	-2.613	-2.630	2.015	2.028	0.612	0.619
3	-4.000	-4.021	2.823	2.839	0.858	0.867
4	-5.482	-5.505	3.393	3.409	1.031	1.041
5	-4.239	-4.264	3.651	3.660	1.110	1.117
6	-3.136	-3.157	3.558	3.571	1.082	1.090
7	-2.175	-2.200	3.110	3.106	0.945	0.948
8	-1.347	-1.360	2.331	2.340	0.708	0.714
9	-0.631	-0.651	1.270	1.245	0.386	0.380
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.736	0.756	1.841	1.877	-0.597	-0.596
12	1.314	1.333	3.287	3.312	-1.337	-1.349
13	1.676	1.691	4.192	4.201	-2.308	-2.331
14	1.795	1.818	4.487	4.516	-3.600	-3.621
15	1.684	1.705	4.212	4.236	-5.287	-5.313
16	1.404	4.426	3.511	3.543	-3.600	-3.621
17	1.036	1.051	2.591	2.610	-2.308	-2.331
18	0.654	0.669	1.137	1.660	-1.337	-1.349
19	0.305	0.307	0.762	0.762	-0.597	-0.616
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	-0.199	-0.205	-0.498	-0.508	0.386	0.392
22	-0.365	-0.373	-0.913	-0.925	0.708	0.715
23	-0.487	-0.495	-1.219	-1.230	0.945	0.950
24	-0.557	-0.568	-1.394	-1.412	1.062	1.090
25	-0.572	-0.583	-1.431	-1.447	1.110	1.118
26	-0.532	-0.543	-1.330	-1.348	1.031	1.041
27	-0.442	-0.450	-1.106	-1.118	0.858	0.863
28	-0.315	-0.323	-0.789	-0.802	0.612	0.619
29	-0.164	-0.164	-0.410	-0.408	0.318	0.315
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

SEÇÃO	ESFORÇOS CORTANTES						
	C.P		C.P.+S.C.P		C.P+S.C.P+C.M		
	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo		E.Reto	E.Curvo
0	- 52.69	- 51.61	- 69.58	- 68.46	MIN	-140.39	-141.28
					MAX	- 53.77	- 53.12
1	- 36.42	- 36.30	- 46.12	- 47.94	MIN	-106.42	-111.41
					MAX	- 31.77	- 31.53
2	- 20.16	- 21.01	- 26.65	- 27.45	MIN	- 73.67	- 78.82
					MAX	- 6.99	- 6.12
3	- 3.89	- 5.74	- 5.19	- 6.99	MIN	- 42.25	- 47.61
					MAX	22.12	22.69
4	12.36	13.76	16.26	17.71	MIN	- 12.17	- 13.59
					MAX	51.94	56.45
5	28.76	29.15	37.86	38.28	MIN	16.68	14.88
					MAX	82.45	86.59
6	45.51	44.91	59.81	59.23	MIN	44.59	42.35
					MAX	113.67	117.44
7	62.77	66.27	82.27	85.90	MIN	71.86	74.30
					MAX	145.66	154.21
8	80.76	83.40	105.46	108.10	MIN	98.80	100.65
					MAX	178.54	186.65
9	102.02	103.72	131.91	133.62	MIN	127.26	129.08
					MAX	214.80	222.48
10 ^E	129.62	130.43	164.72	165.54	MIN	160.28	160.95
					MAX	257.56	260.82
10 ^D	-131.31	-132.37	-165.96	-167.06	MIN	-262.43	-260.60
					MAX	-154.13	-154.95
11	- 94.86	- 97.01	-122.59	-124.74	MIN	-205.96	-210.31
					MAX	-110.38	-111.85
12	- 67.26	- 70.63	- 88.05	- 91.40	MIN	-158.58	-164.07
					MAX	- 74.65	- 77.86
13	- 44.06	- 43.52	- 57.92	- 57.36	MIN	-116.02	-117.45
					MAX	- 39.20	- 37.72
14	- 21.80	- 22.57	- 28.73	- 29.48	MIN	- 74.97	- 77.59
					MAX	- 2.47	- 1.95
15	0.00	0.00	0.00	0.00	MIN	- 35.54	- 35.01
					MAX	35.54	35.01

MOMENTOS FLETORES							
SEÇÃO	C.P		C,P+S.C.P		C.P+S.C.P+C.M		
	E.Reto	E.Curvo	E.Reto	E.Curvo		E.Reto	E.Curvo
0	0.00	0.00	0.00	0.00	MIN	0.00	0.00
					MAX	0.00	0.00
1	-126.99	-126.06	-167.72	-166.92	MIN	-343.64	-349.03
					MAX	-122.67	-122.76
2	-207.64	-208.12	-274.28	-274.87	MIN	-575.15	-586.41
					MAX	-184.18	-186.65
3	-241.93	-246.38	-319.67	-324.13	MIN	-698.81	-716.81
					MAX	-184.52	-191.95
4	-229.87	-232.92	-303.90	-306.81	MIN	-719.05	-736.87
					MAX	-123.69	-130.76
5	-171.26	-171.65	-226.76	-226.88	MIN	-634.83	-650.43
					MAX	- 1.50	- 7.06
6	- 65.42	- 65.92	- 87.57	- 87.67	MIN	-451.08	-465.25
					MAX	182.73	175.82
7	88.89	90.50	114.90	117.04	MIN	-169.08	-179.46
					MAX	430.25	424.10
8	293.44	304.41	382.43	394.09	MIN	193.39	196.30
					MAX	757.34	758.39
9	553.91	571.83	720.70	739.54	MIN	595.01	620.28
					MAX	1203.24	1207.87
10	884.02	906.71	1143.41	1167.41	MIN	1016.80	1036.68
					MAX	1779.44	1783.59
11	454.28	467.66	595.15	608.89	MIN	486.35	500.25
					MAX	992.00	1014.05
12	146.24	147.48	194.93	196.09	MIN	9.81	11.78
					MAX	452.77	460.23
13	- 65.27	- 70.26	- 82.43	- 87.66	MIN	-364.32	-367.76
					MAX	110.56	109.86
14	-190.42	-196.19	-247.09	-253.13	MIN	619.19	-619.41
					MAX	- 73.25	- 74.93
15	-231.85	-243.19	-301.69	-313.30	MIN	-702.49	-708.86
					MAX	-146.99	-154.52

5.1.5 - Conclusões do exemplo

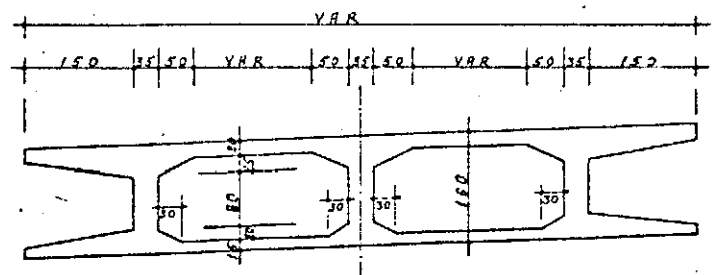
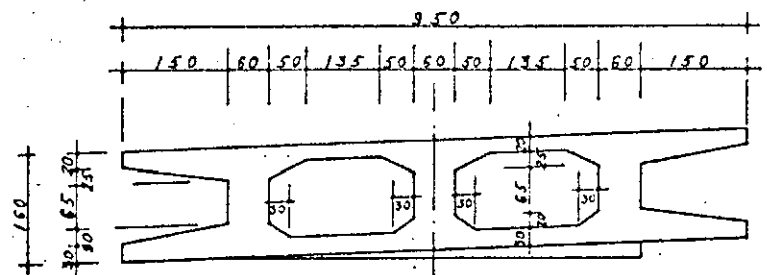
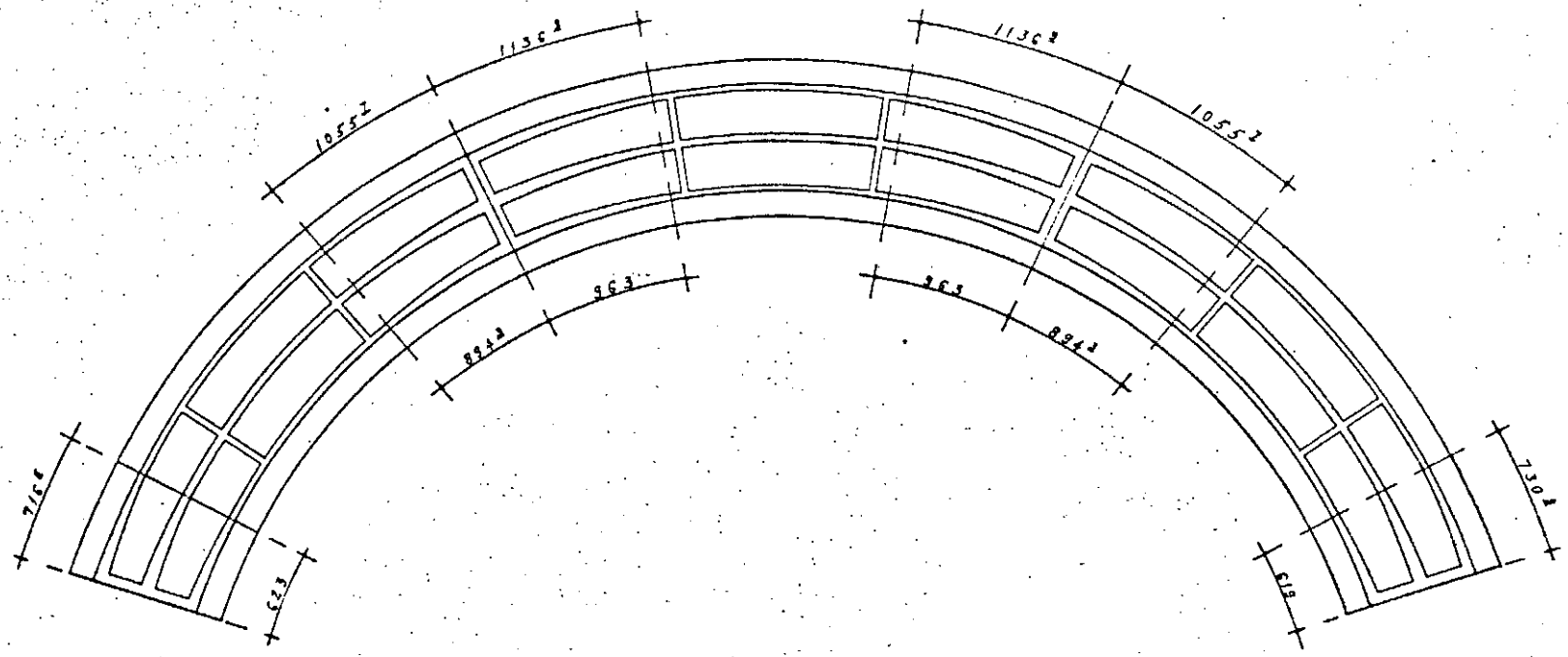
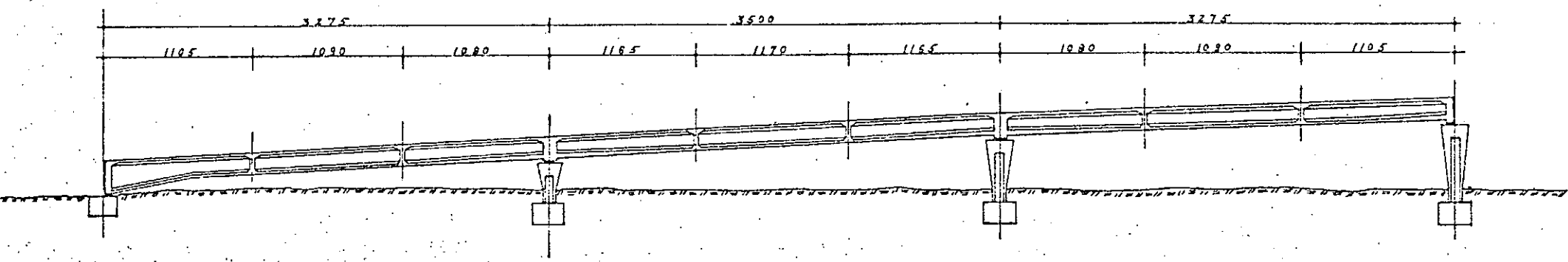
A observação dos quadros comparativos do item anterior (5.1.4), nos leva a concluir que no caso de pequenas curvaturas, os resultados correspondentes às pontes de eixo reto, isto é, reações de apoio, esforços cortantes e momentos fletores, são muito próximos dos calculados para as pontes de eixo curvo. Assim, é possível analisar estas últimas, no que diz respeito aos citados esforços, com base nos resultados obtidos para as pontes de eixo reto.

5.2 - EXEMPLO Nº 2

Ponte de eixo curvo com três vãos, sendo os extremos de 32.50m e o central de 35.00m.

Este exemplo, fornecido pela firma ETEC (Escritório Técnico de Estruturas Ltda.), corresponde a um dos trechos do ramal de acesso ao viaduto da Cabanga no Recife e teve por finalidade confrontar resultados utilizados na prática com aqueles obtidos através da presente programação, baseada na análise matricial de estruturas.

5.2.1 - Desenhos da forma



5.2.2 - Resultados numéricos do exemplo.

A seguir, é apresentada a listagem do computador, onde estão impressos todos os resultados numéricos do exemplo.

NO ERRORS DETECTED. NUMBER OF CARDS = 2873.
COMPILATION TIME = 127 SECONDS ELAPSED. 47.97 SECONDS PROCESSING.
OF STACK SIZE = 50 WORDS. FILESIZE = 12134 WORDS. ESTIMATED CORE STORAGE REQUIREMENT = 29408 WORDS.
TOTAL PROGRAM CODE = 9232 WORDS. ARRAY STORAGE = 7058 WORDS.
NUMBER OF PROGRAM SEGMENTS = 46. NUMBER OF DISK SEGMENTS = 740.
PROGRAM CODE FILE = (00075001)PSE IN PACK.
COMPILER COMPILED ON 09/10/79 (FORTRAN 9N ROGER).

ESTRUTURA NUMERO - 1

TESE DE MESTRADO - COPPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

AUTOR: JARBA S DE SOUZA CORREA

APLICACAO: PONTE DE EIXO CURVO E INERCIA VARIÁVEL 0/100 METROS DE EXTENSÃO

TREM TIPO (CLASSE-36,NB6/60) : UNIDADES UTILIZADAS (TONELADA-FORÇA, METRO, GRAM)

DADOS GERAIS SOBRE A ESTRUTURA

NUMERO DE NOS - 4

NUMERO DE BARRAS - 3

NUMERO DE APOIOS - 4

NUMERO DE REACOES - 8

INDICE DE SIMETRIA - 0

INDICE DE TIPO ESTRUTURAL - 2

MODULO DE ELASTICIDADE LONG. - .7100E+07

MODULO DE ELASTICIDADE TRANSV. - .8400E+06

COORDENADAS NODAIS

Nº	X	Y
1	0.00	0.00
2	20.61	23.23
3	54.45	23.93
4	75.06	0.00

NUMERO DE PONTOS DE DIVISÃO, CONCAVIDADES E INCIDÊNCIAS DOS ELEMENTOS

ELEM.	NP	ICONS	NO INIC.	NO FINAL
1	11	1	1	2
2	11	1	2	3
3	11	1	3	4

ORÇENADAS, ANG. DE INCLINACAO E PERP. DAS SECÕES TRANSV. NOS PTOS. DE DIV. DE ELEMENTO

2

ELEMENTO - 1

SEC	YM	FI	IX	IY
1	0.00	23.72	11.0239	5.5589
2	1.23	13.77	7.3179	4.0194
3	2.16	13.97	4.8197	2.4957
4	2.30	9.26	4.2676	2.1530
5	3.19	4.61	4.2674	2.1530
6	3.32	0.00	4.2674	2.1530
7	3.19	155.19	4.2674	2.1530
8	2.30	150.74	4.2674	2.1530
9	2.16	146.03	4.2674	2.1530
10	1.23	141.23	4.2674	2.1530
11	0.00	136.28	4.2674	2.1530

ELEMENTO - 2

SEC	YM	FI	IX	IY
1	0.00	25.54	4.9077	2.6059
2	1.43	19.17	4.2617	2.4957
3	2.50	14.09	4.2674	2.1530
4	3.25	9.95	4.2674	2.1530
5	3.69	4.95	4.2674	2.1530
6	3.83	0.00	4.2674	2.1530
7	3.27	155.35	4.2674	2.1530
8	3.25	150.37	4.2674	2.1530
9	2.50	145.31	4.2674	2.1530
10	1.43	140.43	4.2674	2.1530
11	0.00	134.46	4.2674	2.1530

ELEMENTO - 3

SEC	YM	FI	IX	IY
1	0.00	23.72	4.2677	2.6059
2	1.23	13.77	4.2617	2.4957
3	2.16	13.97	4.2679	2.1530
4	2.30	9.26	4.2674	2.1530
5	3.19	4.61	4.2674	2.1530
6	3.32	0.00	4.2674	2.1530
7	3.19	155.19	4.2674	2.1530
8	2.30	150.74	4.2674	2.1530
9	2.16	146.03	4.2674	2.1530
10	1.23	141.23	4.2674	2.1530
11	0.00	136.28	4.2619	2.6059

RESERVIQUES NOS APOTIS

NO	ROTACAO-X	ROTACAO-Y	DIRECAO-Z
----	-----------	-----------	-----------

1	1	0	1
2	1	0	1

NUMERO DE CASOS DE CARREGAMENTO - 3

CARREGAMENTO NUMERO - 1

CARGA PERMANENTE - PESO PROPRIO

NUMERO DE NOS. COM CARGA - 4

NUMERO DE ELEM. COM CARGA (AME. FORNECIDOS) - 0

NUMERO DE ELEM. COM CARGA (AME. CALCULADOS) - 3

CARGAS MODAIS

NO	MOMENTO-X	MOMENTO-Y	FORÇA-Z
1	0.00	0.00	19.95
2	0.00	0.00	19.55
3	0.00	0.00	19.55
4	0.00	0.00	19.70

ESFORÇOS DE ENDARTE PERFEITO CALCULADOS

ELEMENTO - 1

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 2

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS CONCENTRADAS E SUAS COORDEADAS

CARGA	XZ	XP	YP
1	4.05	19.51	2.96
2	4.05	21.05	2.96

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	11.00

ELEMENTO - 2

NÚMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 2

NÚMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NÚMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS CONCENTRADAS E SUAS COORDENADAS

CARGA	PZ	XP	YP
1	4.05	11.24	3.42
2	4.05	20.36	3.42

CARGAS DISTRIBUÍDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	15.00

ELEMENTO - 3

NÚMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 2

NÚMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NÚMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS CONCENTRADAS E SUAS COORDENADAS

CARGA	PZ	XP	YP
1	4.05	19.23	2.96
2	4.05	21.03	2.96

CARGAS DISTRIBUÍDAS TOTAIS

CARGA	QDZ
1	15.00

CARREGAMENTO NÚMERO - 2

SOBRECARGA PERMANENTE - PAVIMENTAÇÃO

NÚMERO DE NOS COM CARGA - 0

NÚMERO DE ELEM. COM CARGA (ANL. FORNECIDOS) - 0

NÚMERO DE ELEM. COM CARGA (ANL. CALCULADOS) - 3

ESFORÇOS DE ENCASTE PERFEITO CALCULADOS

6

ELEMENTO - 1

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 0

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA 002

1 2.00

ELEMENTO - 2

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 0

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA 007

1 2.00

ELEMENTO - 3

NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS - 0

NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL - 1

NUMERO DE CARGAS DIST. PARCIAL - 0

CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS

CARGA 002

1 2.00

CARREGAMENTO NUMERO - 3

CARGA NOVEL - TAPX-11PD

TREM TIPO RELATIVO A TORÇÃO

7

PONTE TOTALMENTE CARREGADA

MOMENTO DISTRIBUÍDO

MOMENTOS CONCENTRADOS

1.65

24.75

PONTE METADE CARREGADA

MOMENTO DISTRIBUÍDO

MOMENTOS CONCENTRADOS

4.36

24.75

TREM TIPO RELATIVO A FLEXÃO

PONTE TOTALMENTE CARREGADA

CARGA DISTRIBUÍDA

CARGAS CONCENTRADAS

3.15

9.00

PONTE METADE CARREGADA

CARGA DISTRIBUÍDA

CARGAS CONCENTRADAS

1.87

9.00

DESL-CA-EXTOS NOS NOS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE

NO	RO1-X	RO1-Y	DESL-Z
1	-43320-10	23490-02	70915-11
2	39308-11	-96190-03	-70295-11
3	20035-11	99415-03	-58245-11
4	-34510-10	-33435-02	57525-11

REACCES DE APOIO DEVIDAS A CARGA PERMANENTE

NO	REA-X	REA-Y	REA-Z
1	345.06	0.00	205.95
2	-110.83	0.00	590.62
3	-102.05	0.00	591.51
4	316.64	0.00	200.66

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE

ESFORÇOS CONSTANTES

VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-139.60	-139.75	-89.36	-40.89	10.80	59.22	109.65	157.43	205.91	255.15	305.04
2	-265.81	-210.72	-152.49	-102.46	-50.20	0.02	51.45	105.70	153.21	211.31	267.08
3	-305.86	-255.84	-205.80	-157.77	-105.49	-53.06	-10.64	41.15	89.53	138.67	189.76

MOMENTOS FLETORES

VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	0.00	-585.55	-265.71	-1212.65	-1267.52	-1109.18	-873.43	-664.42	135.96	912.28	1870.48
2	1870.48	1001.68	345.71	-113.87	-382.76	-603.26	-375.38	-109.24	355.92	1017.29	1397.50
3	1847.50	925.44	151.08	-451.68	-882.46	-1149.89	-1259.97	-1206.84	-981.42	-592.11	0.00

MOMENTOS TORSES

VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-346.06	-319.56	-252.47	-161.10	-59.76	59.40	123.14	179.37	193.97	152.31	32.10
2	142.25	2.78	-69.77	-51.28	-238.60	12.82	54.55	48.51	33.24	-20.05	-155.10
3	-54.05	-174.33	-218.47	-205.05	-149.78	-86.92	31.22	127.43	223.42	291.51	316.64

DESLOCAMENTOS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE + SOBRECARGA PERMANENTE

NO	RDT-X	RDT-Y	DES-Z
1	-4997E-10	.021E-02	.801E-11
2	.4444E-11	-.1074E-02	-.7946E-11
3	.2365E-11	-.1117E-02	-.6584E-11
4	-.3760E-10	-.1357E-02	.0514E-11

REAÇÕES DE APOIO DEVIDAS A CARGA PERMANENTE + SOBRECARGA PERMANENTE

NO	RDT-X	RDT-Y	REA-Z
1	391.17	0.00	232.41
2	-125.03	0.00	665.71
3	-115.33	0.00	665.58
4	357.92	0.00	225.71

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE + SOBRECARGA PERMANENTE

ESFORÇOS CONSTANTES

VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-214.50	-156.98	-100.91	-45.08	12.07	65.82	119.57	177.72	232.54	288.47	346.14
2	-300.74	-232.28	-172.31	-112.98	-55.89	0.71	59.30	120.32	179.32	232.62	302.15
3	-345.96	-288.74	-227.16	-177.58	-112.48	-65.64	-11.89	45.26	101.49	157.01	214.65

MOMENTOS FLETORES

VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	0.00	-662.27	-1114.03	-1370.41	-1432.33	-1310.26	-1009.52	-524.54	154.69	1031.01	2114.56
2	2114.56	1131.07	360.35	-130.99	-437.72	-522.66	-426.10	-122.27	401.38	1149.51	2133.72
3	2133.72	1047.00	170.63	-510.39	-997.23	-1299.76	-1423.98	-1363.85	-1109.62	-658.33	0.00

MOMENTOS TORÇORES

VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	-391.17	-361.20	-285.35	-187.05	-67.08	44.55	139.19	202.72	219.09	172.14	36.25
2	161.29	10.99	-55.26	-61.36	-40.75	17.79	81.79	54.93	44.02	-22.62	-175.39
3	-61.07	-197.00	-246.90	-231.74	-169.31	-75.65	35.28	149.65	252.49	323.50	357.92

LINHAS DE INFLUÊNCIA DE REAÇÕES DE APOIO: FORÇA-Z

NO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	1.000	0.464	0.734	0.810	0.694	0.387	0.289	0.200	0.133	0.055	-0.067
	2	-0.000	-0.043	-0.076	-0.093	-0.107	-0.093	-0.078	-0.063	-0.042	-0.021	0.001
	3	0.000	0.015	0.025	0.032	0.035	0.034	0.031	0.026	0.018	0.010	0.005
2	1	0.000	0.172	0.337	0.439	0.477	0.748	0.847	0.925	0.977	1.004	1.018
	2	1.000	0.764	0.952	0.816	0.611	0.593	0.465	0.342	0.217	0.103	-0.007
	3	-0.000	-0.073	-0.125	-0.133	-0.172	-0.171	-0.155	-0.139	-0.092	-0.049	-0.002
3	1	-0.000	-0.046	-0.089	-0.175	-0.133	-0.153	-0.170	-0.157	-0.128	-0.074	-0.011
	2	0.000	0.102	0.216	0.340	0.467	0.562	0.709	0.814	0.802	0.564	1.014
	3	1.000	1.002	0.977	0.925	0.848	0.749	0.628	0.492	0.339	0.176	0.003
4	1	0.000	0.009	0.018	0.025	0.031	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.060	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008
	3	0.000	0.026	0.123	0.201	0.290	0.398	0.496	0.511	0.734	0.253	0.626

LINHAS DE INFLUÊNCIA DE REAÇÕES DE APOIO: MOMENTO-Y

NO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LINHAS DE INFLUÊNCIA DE REAÇÕES DE APOIO: MOMENTO-Z

NO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0.001	0.741	1.201	1.430	1.473	1.340	1.179	0.914	0.604	0.295	-0.032
	2	-0.000	-0.241	-0.403	-0.491	-0.515	-0.491	-0.414	-0.333	-0.221	-0.111	0.003
	3	0.000	0.078	0.133	0.158	0.133	0.132	0.165	0.137	0.097	0.052	0.022
2	1	-0.000	-0.099	-0.104	-0.248	-0.284	-0.290	-0.259	-0.210	-0.125	-0.064	-0.127
	2	-0.000	-0.000	-0.035	-0.102	-0.142	-0.159	-0.220	-0.176	-0.094	-0.034	-0.066
	3	0.000	0.033	0.057	0.072	0.072	0.078	0.071	0.059	0.042	0.022	0.001
3	1	0.000	0.024	0.047	0.055	0.010	0.037	0.030	0.002	0.005	0.019	0.006
	2	-0.000	-0.050	-0.107	-0.159	-0.194	-0.211	-0.407	-0.116	-0.040	-0.007	-0.112
	3	-0.000	-0.022	-0.007	-0.148	-0.187	-0.210	-0.198	-0.182	-0.125	-0.080	-0.025
4	1	0.000	0.045	0.087	0.122	0.148	0.164	0.156	0.153	0.121	0.072	0.010
	2	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

21

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SECÇÕES DO VAO - 1

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS CONSTANTES

SEÇÃO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-1.000	-0.064	-0.734	-0.610	-0.494	-0.387	-0.289	-0.200	-0.121	-0.055	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
2	1	0.000	-0.064	-0.734	-0.610	-0.494	-0.387	-0.289	-0.200	-0.121	-0.055	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
3	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
4	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
5	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
6	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
7	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
8	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
9	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
10	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000
11	1	0.000	0.136	0.266	0.390	0.494	0.587	0.689	0.780	0.877	0.955	0.007
	2	0.000	0.045	0.076	0.093	0.097	0.093	0.078	0.063	0.042	0.021	-0.001
	3	-0.000	-0.015	-0.025	-0.032	-0.035	-0.034	-0.031	-0.026	-0.018	-0.010	-0.000

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS FLETORES

SEÇÃO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	-0.000
2	1	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000

3	1	-0.000	-2.532	-0.033	-4.301	-3.537	-2.206	-2.119	-1.445	-0.918	-0.417	0.032
	2	0.000	0.343	0.523	0.700	0.735	0.701	0.590	0.475	0.315	0.152	-0.024
	3	-0.000	-0.111	-0.190	-0.243	-0.251	-0.259	-0.235	-0.175	-0.139	-0.075	-0.033
4	1	-0.002	-2.167	-0.271	-5.340	-5.214	-4.135	-3.124	-2.139	-1.353	-0.614	0.076
	2	0.001	0.506	0.847	1.032	1.086	1.043	0.870	0.700	0.464	0.233	-0.006
	3	-0.000	-0.163	-0.281	-0.353	-0.345	-0.352	-0.346	-0.238	-0.205	-0.110	-0.005
5	1	-0.002	-1.742	-3.442	-5.131	-6.334	-5.422	-4.094	-2.649	-1.773	-0.855	0.120
	2	0.001	0.553	1.110	1.393	1.621	1.554	1.140	0.917	0.608	0.306	-0.003
	3	-0.000	-0.214	-0.363	-0.461	-0.504	-0.501	-0.494	-0.377	-0.258	-0.144	-0.026
6	1	-0.001	-1.309	-2.526	-3.497	-5.240	-5.653	-5.032	-3.527	-2.130	-0.749	0.123
	2	0.001	0.515	1.364	1.662	1.746	1.654	1.402	1.127	0.747	0.376	-0.010
	3	-0.000	-0.253	-0.452	-0.569	-0.630	-0.615	-0.553	-0.454	-0.330	-0.177	-0.007
7	1	-0.001	-0.367	-1.733	-2.617	-3.513	-4.704	-5.937	-4.161	-2.572	-1.137	0.145
	2	0.001	0.982	1.609	1.951	2.380	1.953	1.634	1.330	0.832	0.444	-0.012
	3	-0.000	-0.310	-0.533	-0.671	-0.731	-0.726	-0.550	-0.547	-0.339	-0.209	-0.009
8	1	-0.000	-0.417	-0.853	-1.352	-1.952	-2.700	-3.610	-4.772	-2.949	-1.339	0.168
	2	0.001	1.104	1.866	2.249	2.583	2.251	1.897	1.576	1.011	0.509	-0.013
	3	-0.000	-0.356	-0.611	-0.770	-0.839	-0.833	-0.755	-0.628	-0.446	-0.240	-0.010
9	1	0.000	0.042	0.045	-0.040	-0.265	-0.652	-1.260	-2.128	-2.313	-1.503	0.137
	2	0.001	1.239	2.073	2.526	2.694	2.520	2.110	1.714	1.136	0.521	-0.015
	3	-0.000	-0.400	-0.647	-0.835	-0.942	-0.915	-0.843	-0.755	-0.591	-0.269	-0.011
10	1	0.001	0.510	0.761	1.389	1.478	1.444	1.152	0.566	-0.371	-1.561	0.226
	2	0.002	1.369	2.220	2.791	2.932	2.794	2.354	1.893	1.235	0.631	-0.017
	3	-0.001	-0.442	-0.739	-0.955	-1.141	-1.033	-0.937	-0.779	-0.554	-0.297	-0.012
11	1	0.001	0.040	1.097	2.063	3.253	3.590	3.634	3.345	2.559	1.574	0.274
	2	0.002	1.493	2.497	3.044	3.197	3.046	2.587	2.054	1.368	0.688	-0.018
	3	-0.001	-0.382	-0.837	-1.042	-1.135	-1.127	-1.022	-0.849	-0.604	-0.324	-0.013
LINHAS DE INFLUENCIA DE COMENTOS TORÇORES												
SECAD	VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.001	-0.743	-1.201	-1.430	-1.473	-1.330	-1.179	-0.914	-0.604	-0.295	0.032
	2	0.000	0.241	0.405	0.491	0.516	0.421	0.414	0.333	0.221	0.111	-0.003
	3	-0.000	-0.070	-0.133	-0.164	-0.183	-0.192	-0.165	-0.137	-0.097	-0.032	-0.002
2	1	-0.001	-0.514	-1.039	-1.535	-1.595	-1.313	-1.132	-0.832	-0.534	-0.226	0.031
	2	0.000	0.211	0.390	0.475	0.489	0.476	0.401	0.323	0.214	0.104	-0.003
	3	-0.000	-0.075	-0.129	-0.163	-0.177	-0.175	-0.160	-0.133	-0.094	-0.051	-0.002
3	1	-0.000	-0.330	-0.780	-1.053	-1.171	-1.161	-0.990	-0.720	-0.526	-0.260	0.025
	2	0.000	0.211	0.354	0.431	0.453	0.432	0.364	0.292	0.194	0.098	-0.003
	3	-0.000	-0.066	-0.117	-0.148	-0.161	-0.160	-0.145	-0.120	-0.086	-0.046	-0.002
4	1	-0.000	-0.185	-0.383	-0.626	-0.812	-0.855	-0.793	-0.637	-0.432	-0.217	0.023
	2	0.000	0.177	0.295	0.360	0.378	0.360	0.304	0.244	0.162	0.091	-0.002
	3	-0.000	-0.037	-0.026	-0.123	-0.136	-0.133	-0.121	-0.100	-0.071	-0.032	-0.002
5	1	-0.000	-0.027	-0.070	-0.161	-0.323	-0.468	-0.490	-0.431	-0.305	-0.160	0.015
	2	0.000	0.129	0.215	0.263	0.277	0.263	0.222	0.179	0.118	0.050	-0.002
	3	-0.000	-0.042	-0.072	-0.090	-0.096	-0.097	-0.038	-0.073	-0.052	-0.023	-0.001
6	1	0.000	0.001	0.173	0.231	0.154	0.019	-0.122	-0.174	-0.146	-0.027	0.006
	2	0.000	0.070	0.116	0.142	0.147	0.142	0.120	0.095	0.054	0.032	-0.001

7	1	0.000	0.134	0.348	0.467	0.520	0.477	0.320	0.136	0.043	-0.000	-0.004
	2	-0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000
	3	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000
8	1	0.000	0.216	0.452	0.623	0.746	0.773	0.703	0.498	0.269	0.101	-0.017
	2	-0.000	-0.000	-0.100	-0.175	-0.180	-0.175	-0.140	-0.112	-0.079	-0.040	0.001
	3	0.000	0.078	0.448	0.660	0.665	0.665	0.659	0.649	0.635	0.619	0.601
9	1	0.000	0.252	0.446	0.606	0.837	0.915	0.909	0.732	0.527	0.213	-0.031
	2	-0.000	-0.192	-0.305	-0.371	-0.390	-0.372	-0.311	-0.252	-0.187	-0.084	0.002
	3	0.000	0.059	0.101	0.127	0.135	0.157	0.125	0.104	0.074	0.040	0.002
10	1	0.000	0.238	0.443	0.633	0.785	0.882	0.914	0.848	0.661	0.351	-0.042
	2	-0.000	-0.202	-0.438	-0.524	-0.524	-0.395	-0.501	-0.403	-0.267	-0.134	0.004
	3	0.000	0.094	0.162	0.203	0.222	0.220	0.200	0.166	0.110	0.063	0.003
11	1	0.000	0.184	0.370	0.461	0.501	0.605	0.707	0.679	0.532	0.354	-0.067
	2	-0.000	-0.415	-0.693	-0.847	-0.889	-0.867	-0.714	-0.574	-0.381	-0.191	0.005
	3	0.000	0.134	0.230	0.290	0.316	0.313	0.284	0.236	0.163	0.070	0.004

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SEQUES DO VAO - 2

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS CONTANTES

SECCAO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	-0.000	-0.016	-0.026	-0.023	-0.013	-0.001	-0.007	-0.079	-0.175	-0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
2	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	-0.013	-0.026	-0.023	-0.013	-0.001	-0.007	-0.079	-0.175	-0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
3	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.042	-0.026	-0.023	-0.013	-0.001	-0.007	-0.079	-0.175	-0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
4	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.042	0.174	0.277	0.387	0.501	0.397	0.279	0.175	0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
5	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.042	0.174	0.277	0.387	0.501	0.397	0.279	0.175	0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
6	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.042	0.174	0.277	0.387	0.501	0.397	0.279	0.175	0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
7	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.042	0.174	0.277	0.387	0.499	0.397	0.279	0.175	0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
8	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.042	0.174	0.277	0.387	0.499	0.613	0.279	0.175	0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002
9	1	-0.000	-0.037	-0.071	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.042	0.174	0.277	0.387	0.499	0.613	0.721	0.175	0.082	0.007
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.138	0.137	0.124	0.103	0.073	0.039	0.002

10	1	-0.000	-0.003	-0.001	-0.001	-0.132	-0.134	-0.136	-0.125	-0.120	-0.052	-0.009
	2	0.000	0.002	0.174	0.277	0.397	0.499	0.613	0.721	0.825	-0.032	0.037
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.139	0.137	0.126	0.103	0.073	0.039	0.002
11	1	-0.000	-0.003	-0.001	-0.100	-0.122	-0.134	-0.136	-0.125	-0.100	-0.059	-0.009
	2	0.000	0.002	0.174	0.277	0.397	0.499	0.613	0.721	0.825	0.918	1.037
	3	0.000	0.058	0.100	0.126	0.139	0.137	0.126	0.103	0.073	0.039	0.002

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS ELÉTRICOS

SEÇÃO	VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0.001	0.936	1.897	2.653	3.255	3.590	3.634	3.349	2.659	1.974	0.228
	2	0.002	1.493	2.497	3.044	3.187	3.046	2.567	2.034	1.368	0.668	-0.016
	3	-0.001	-0.482	-0.827	-1.042	-1.135	-1.127	-1.022	-0.849	-0.606	-0.324	-0.013
2	1	0.001	0.073	1.675	2.356	2.973	3.171	3.210	2.954	2.348	1.390	0.202
	2	-0.002	-1.222	-0.603	-0.307	-0.853	-1.132	-1.024	-0.925	-0.624	-0.374	-0.013
	3	-0.000	-0.253	-0.446	-0.553	-0.603	-0.598	-0.543	-0.451	-0.321	-0.172	-0.007
3	1	0.001	0.754	1.647	2.035	2.442	2.779	2.773	2.552	2.028	1.201	0.174
	2	-0.001	-1.660	-1.325	-2.387	-1.400	-0.727	-0.331	-0.047	0.037	0.057	0.043
	3	-0.000	-0.015	-0.061	-0.077	-0.034	-0.033	-0.075	-0.063	-0.044	-0.024	-0.001
4	1	0.001	0.652	1.213	1.706	2.020	2.206	2.324	2.159	1.700	1.005	0.146
	2	-0.001	-1.397	-2.026	-2.992	-3.595	-2.547	-1.723	-1.064	-0.605	-0.233	0.072
	3	0.000	0.180	0.309	0.389	0.424	0.421	0.382	0.317	0.226	0.121	0.005
5	1	0.001	0.307	0.973	1.355	1.669	1.842	1.865	1.716	1.364	0.807	0.117
	2	-0.001	-1.117	-2.442	-3.991	-5.077	-4.300	-3.681	-2.956	-1.873	-0.927	-0.100
	3	0.000	0.391	0.671	0.845	0.921	0.914	0.829	0.699	0.490	0.263	0.011
6	1	0.000	0.379	0.728	1.024	1.249	1.378	1.355	1.294	1.020	0.604	0.025
	2	-0.001	-0.336	-1.444	-2.037	-2.451	-2.616	-2.406	-2.029	-1.367	-0.814	0.127
	3	0.001	0.597	1.076	1.292	1.497	1.397	1.257	1.053	0.748	0.402	0.017
7	1	0.000	0.247	0.475	0.667	0.814	0.898	0.909	0.847	0.665	0.394	0.097
	2	-0.000	-0.546	-1.327	-2.060	-2.629	-2.889	-2.711	-2.387	-1.453	-1.099	0.153
	3	0.001	0.901	1.374	1.733	1.938	1.874	1.699	1.413	1.004	0.539	0.022
8	1	0.000	0.115	0.291	0.511	0.672	0.718	0.723	0.690	0.510	0.193	0.027
	2	-0.000	-0.209	-0.500	-1.001	-1.622	-2.350	-3.119	-4.002	-5.031	-6.171	0.176
	3	0.001	0.925	1.712	2.155	2.343	2.391	2.113	1.757	1.249	0.671	0.028
9	1	-0.000	-0.021	-0.041	-0.058	-0.070	-0.078	-0.079	-0.072	-0.057	-0.034	-0.005
	2	0.000	0.045	0.032	-0.069	-0.316	-0.747	-1.444	-2.342	-3.605	-5.140	0.262
	3	0.001	1.129	2.043	2.572	2.802	2.701	2.522	2.097	1.490	0.860	0.033
10	1	-0.000	-0.181	-0.309	-0.434	-0.530	-0.585	-0.592	-0.565	-0.433	-0.256	-0.037
	2	0.000	0.302	0.637	0.970	1.127	1.106	0.796	0.300	-0.619	-1.903	0.226
	3	0.002	1.377	2.395	2.975	3.455	3.720	2.921	2.472	1.725	0.927	0.038
11	1	-0.000	-0.304	-0.583	-0.829	-1.000	-1.104	-1.113	-1.029	-0.819	-0.484	-0.070
	2	0.001	0.567	1.388	2.036	2.609	3.013	3.106	3.030	2.431	1.510	0.251
	3	0.002	1.959	2.679	3.273	3.674	3.667	3.307	2.750	1.954	1.050	0.043

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TORSOES

SEÇÃO	VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0.000	0.261	0.504	0.709	0.865	0.954	0.986	0.899	0.707	0.413	0.061
	2	-0.000	-0.413	-0.639	-0.737	-0.749	-0.688	-0.416	-0.323	-0.207	-0.098	0.071
	3	0.000	0.101	0.173	0.218	0.237	0.215	0.213	0.177	0.126	0.068	0.003

2	1	0.000	0.176	0.337	0.474	0.578	0.638	0.646	0.574	0.472	0.290	0.041
	2	-0.000	-0.395	-0.723	-0.894	-0.932	-0.894	-0.588	-0.542	-0.393	-0.157	0.372
	3	0.000	0.135	0.232	0.292	0.219	0.315	0.287	0.233	0.159	0.091	0.004
3	1	0.000	0.102	0.196	0.275	0.335	0.370	0.375	0.345	0.274	0.162	0.024
	2	-0.000	-0.233	-0.538	-0.802	-0.914	-0.902	-0.623	-0.535	-0.416	-0.187	0.069
	3	0.000	0.146	0.255	0.321	0.350	0.347	0.315	0.262	0.136	0.100	0.004
4	1	0.000	0.041	0.073	0.110	0.134	0.148	0.150	0.133	0.109	0.055	0.009
	2	-0.000	-0.090	-0.246	-0.483	-0.693	-0.758	-0.532	-0.516	-0.391	-0.150	0.064
	3	0.000	0.142	0.244	0.307	0.315	0.332	0.301	0.250	0.172	0.096	0.004
5	1	-0.000	-0.009	-0.017	-0.024	-0.028	-0.032	-0.033	-0.030	-0.024	-0.014	-0.002
	2	0.000	0.011	0.008	0.005	0.006	0.006	0.023	0.040	0.011	0.007	0.005
	3	0.000	0.117	0.201	0.253	0.275	0.274	0.248	0.207	0.147	0.079	0.013
6	1	-0.000	-0.047	-0.094	-0.127	-0.135	-0.121	-0.173	-0.160	-0.127	-0.075	-0.011
	2	0.000	0.096	0.173	0.207	0.153	0.016	0.001	-0.100	-0.178	-0.069	0.047
	3	0.000	0.074	0.133	0.161	0.175	0.174	0.158	0.131	0.092	0.050	0.002
7	1	-0.000	-0.090	-0.172	-0.242	-0.295	-0.326	-0.230	-0.304	-0.241	-0.143	-0.071
	2	0.000	0.190	0.353	0.543	0.729	0.840	0.875	0.605	-0.056	-0.021	0.017
	3	0.000	0.039	0.066	0.083	0.091	0.090	0.082	0.058	0.048	0.026	0.001
8	1	-0.000	-0.090	-0.173	-0.243	-0.297	-0.327	-0.331	-0.305	-0.242	-0.143	-0.071
	2	0.000	0.130	0.291	0.565	0.827	0.970	0.926	0.509	0.245	0.121	0.020
	3	-0.000	-0.054	-0.110	-0.158	-0.191	-0.190	-0.136	-0.113	-0.080	-0.043	-0.002
9	1	-0.000	-0.094	-0.181	-0.254	-0.310	-0.342	-0.347	-0.319	-0.254	-0.150	-0.072
	2	0.000	0.200	0.416	0.619	0.777	0.876	0.850	0.429	0.139	0.254	0.033
	3	-0.000	-0.161	-0.276	-0.347	-0.375	-0.375	-0.341	-0.243	-0.201	-0.108	-0.004
10	1	-0.000	-0.086	-0.165	-0.232	-0.283	-0.312	-0.316	-0.291	-0.231	-0.137	-0.070
	2	0.000	0.192	0.383	0.575	0.741	0.852	0.879	0.822	0.710	0.414	-0.016
	3	-0.000	-0.277	-0.475	-0.598	-0.652	-0.647	-0.597	-0.498	-0.347	-0.136	-0.005
11	1	-0.000	-0.064	-0.123	-0.173	-0.211	-0.233	-0.236	-0.217	-0.173	-0.102	-0.015
	2	0.000	0.134	0.278	0.434	0.576	0.686	0.696	0.566	0.342	0.133	-0.019
	3	-0.000	-0.414	-0.712	-0.896	-0.976	-0.969	-0.879	-0.710	-0.519	-0.279	-0.011
LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SECÇÕES DO VAO - 3												
LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS CONSTANTES												
SECCAO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
	1	0.000	0.009	0.013	0.025	0.031	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.080	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008
2	1	0.000	0.009	0.013	0.025	0.031	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.080	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008
	3	0.000	0.044	0.077	0.099	0.110	0.112	0.104	0.094	0.066	0.037	0.002
3	1	0.000	0.009	0.013	0.025	0.031	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.080	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008
	3	0.000	0.056	0.077	0.099	0.110	0.112	0.104	0.094	0.066	0.037	0.002
4	1	0.000	0.009	0.013	0.025	0.031	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.080	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008
	3	0.000	0.056	0.077	0.099	0.110	0.112	0.104	0.094	0.066	0.037	0.002

6	1	0.000	0.000	0.018	0.025	0.131	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002	
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.010	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008	
	3	0.000	0.056	0.123	0.201	0.220	-0.012	-0.504	-0.349	-0.266	-0.137	-0.002	
7	1	0.000	0.000	0.018	0.025	0.131	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002	
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.010	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008	
	3	0.000	0.056	0.123	0.201	0.220	0.390	-0.504	-0.349	-0.266	-0.137	-0.002	
8	1	0.000	0.000	0.018	0.025	0.131	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002	
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.010	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008	
	3	0.000	0.056	0.123	0.201	0.220	0.188	0.496	-0.349	-0.266	-0.137	-0.002	
9	1	0.000	0.000	0.018	0.025	0.131	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002	
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.010	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008	
	3	0.000	0.056	0.123	0.201	0.220	0.333	0.496	0.611	-0.266	-0.137	-0.002	
10	1	0.000	0.000	0.018	0.025	0.131	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002	
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.010	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008	
	3	0.000	0.056	0.123	0.201	0.220	0.388	0.496	0.611	0.734	-0.137	-0.002	
11	1	0.000	0.000	0.018	0.025	0.131	0.034	0.034	0.032	0.025	0.015	0.002	
	2	-0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.010	-0.093	-0.096	-0.093	-0.076	-0.047	-0.008	
	3	0.000	0.056	0.123	0.201	0.220	0.388	0.496	0.611	0.734	0.863	0.296	
LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS FLEXORES													
	SECCAO	VAR	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.304	-0.503	-0.480	-1.000	-1.106	-1.110	-1.029	-0.318	-0.404	-0.070	
	2	0.001	0.667	1.321	2.326	2.379	3.013	3.166	3.030	2.433	1.516	0.251	
	3	0.002	1.559	2.679	3.573	3.574	3.647	3.307	2.750	1.954	1.650	0.043	
2	1	-0.000	-0.272	-0.535	-0.252	-0.218	-1.013	-1.025	-0.944	-0.750	-0.444	-0.044	
	2	0.001	0.612	1.245	1.357	2.393	2.754	2.849	2.778	2.277	1.305	0.230	
	3	-0.001	-1.675	-0.353	0.391	1.188	1.426	1.529	1.374	1.014	0.566	0.039	
3	1	-0.001	-0.252	-0.414	-0.691	-0.878	-0.916	-0.928	-0.854	-0.679	-0.402	-0.058	
	2	0.000	0.553	1.127	1.590	2.166	2.501	2.575	2.515	2.061	1.254	0.208	
	3	-0.001	-1.510	-1.296	-2.112	-1.235	-0.505	-0.210	0.028	0.093	0.393	0.015	
4	1	-0.000	-0.225	-0.431	-0.805	-0.774	-0.816	-0.826	-0.760	-0.604	-0.358	-0.052	
	2	0.000	0.493	1.004	1.504	1.203	2.227	2.205	2.249	1.835	1.115	0.186	
	3	-0.001	-1.349	-2.935	-4.752	-3.501	-2.553	-1.912	-1.291	-0.810	-0.372	0.051	
5	1	-0.000	-0.196	-0.375	-0.529	-0.545	-0.711	-0.720	-0.663	-0.527	-0.312	-0.045	
	2	0.000	0.410	0.975	1.312	1.601	1.942	2.601	1.952	1.606	0.773	0.162	
	3	-0.001	-1.177	-0.959	-4.143	-5.911	-4.657	-3.575	-2.584	-1.696	-0.828	0.026	
6	1	-0.000	-0.166	-0.319	-0.448	-0.546	-0.603	-0.610	-0.562	-0.447	-0.264	-0.018	
	2	0.000	0.364	0.742	1.112	1.475	1.846	1.696	1.655	1.356	0.925	0.137	
	3	-0.001	-0.927	-2.159	-3.511	-5.110	-4.632	-3.211	-3.852	-2.565	-1.276	0.022	
7	1	-0.000	-0.135	-0.259	-0.365	-0.445	-0.491	-0.497	-0.457	-0.353	-0.215	-0.031	
	2	0.000	0.226	0.503	0.985	1.152	1.339	1.280	1.346	1.103	0.671	0.112	
	3	-0.001	-0.811	-1.735	-2.857	-4.377	-5.396	-6.809	-5.074	-3.417	-1.715	0.017	
8	1	-0.000	-0.107	-0.188	-0.273	-0.313	-0.374	-0.378	-0.342	-0.277	-0.154	-0.034	
	2	0.000	0.226	0.450	0.890	0.835	1.022	1.053	1.027	0.842	0.512	0.095	
	3	-0.001	-0.619	-1.346	-2.140	-3.110	-4.117	-5.195	-6.312	-4.272	-2.146	0.012	
9	1	-0.000	-0.070	-0.136	-0.199	-0.230	-0.254	-0.257	-0.237	-0.182	-0.111	-0.016	
	2	0.000	0.184	0.312	0.463	0.603	0.715	0.715	0.603	0.471	0.273	0.075	
	3	-0.001	-0.510	-1.010	-1.510	-2.010	-2.510	-3.010	-3.510	-4.010	-4.510	-5.010	

		1	-0.000	-0.420	-0.913	-1.477	-2.110	-2.793	-3.524	-4.232	-4.911	-5.562	-6.186
10	1	-0.000	-0.036	-0.063	-0.086	-0.117	-0.129	-0.131	-0.120	-0.096	-0.057	-0.002	0.000
	2	0.000	0.070	0.159	0.218	0.305	0.353	0.364	0.355	0.291	0.177	0.029	0.000
	3	-0.000	-0.214	-0.463	-0.753	-1.074	-1.422	-1.794	-2.190	-2.591	-2.982	-3.352	-3.692
11	1	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
LINHAS DE INFLUÊNCIA DE NOZENTOS INDOREOS													
SECAO		VAG	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.000	-0.170	-0.239	-0.291	-0.321	-0.325	-0.299	-0.218	-0.141	-0.076	0.000
	2	0.000	0.194	0.365	0.592	0.759	0.877	0.904	0.832	0.723	0.640	0.573	0.513
	3	-0.000	-0.392	-0.675	-0.940	-1.174	-1.379	-1.549	-1.681	-1.774	-1.834	-1.869	-1.886
2	1	-0.000	-0.063	-0.121	-0.171	-0.208	-0.230	-0.233	-0.214	-0.170	-0.101	-0.015	0.000
	2	0.000	0.159	0.333	0.474	0.543	0.627	0.647	0.631	0.517	0.314	0.052	0.000
	3	-0.000	-0.337	-0.725	-0.919	-1.092	-1.241	-1.369	-1.477	-1.562	-1.624	-1.669	-1.696
3	1	-0.000	-0.141	-0.279	-0.411	-0.535	-0.649	-0.751	-0.839	-0.910	-0.965	-1.009	-1.049
	2	0.000	0.310	0.583	0.825	1.012	1.146	1.219	1.249	1.235	1.104	0.834	0.514
	3	-0.000	-0.251	-0.572	-0.855	-1.097	-1.297	-1.459	-1.586	-1.678	-1.736	-1.769	-1.786
4	1	-0.000	-0.021	-0.041	-0.051	-0.070	-0.078	-0.079	-0.072	-0.058	-0.034	-0.005	0.000
	2	0.000	0.047	0.096	0.143	0.184	0.212	0.219	0.213	0.175	0.106	0.016	0.000
	3	-0.000	-0.135	-0.316	-0.574	-0.799	-0.985	-1.133	-1.244	-1.319	-1.369	-1.396	-1.409
5	1	-0.000	-0.034	-0.075	-0.112	-0.144	-0.166	-0.166	-0.151	-0.112	-0.067	-0.011	0.000
	2	0.000	0.310	0.619	0.929	1.237	1.543	1.844	2.141	2.435	2.716	2.984	3.239
	3	-0.000	-0.033	-0.073	-0.112	-0.143	-0.166	-0.166	-0.157	-0.117	-0.067	-0.011	0.000
6	1	0.000	0.010	0.020	0.028	0.034	0.037	0.038	0.035	0.028	0.016	0.002	0.000
	2	-0.000	-0.122	-0.240	-0.367	-0.492	-0.612	-0.726	-0.824	-0.902	-0.959	-1.004	-1.039
	3	0.000	0.054	0.097	0.139	0.177	0.212	0.231	0.231	0.216	0.184	0.146	0.104
7	1	0.000	0.022	0.043	0.060	0.074	0.081	0.082	0.076	0.060	0.036	0.015	0.000
	2	-0.000	-0.049	-0.100	-0.150	-0.192	-0.222	-0.229	-0.223	-0.193	-0.141	-0.078	-0.015
	3	0.000	0.128	0.236	0.353	0.474	0.594	0.712	0.824	0.931	1.034	1.134	1.231
8	1	0.000	0.042	0.081	0.118	0.155	0.186	0.213	0.235	0.251	0.261	0.266	0.266
	2	-0.000	-0.070	-0.143	-0.215	-0.275	-0.313	-0.327	-0.319	-0.262	-0.199	-0.129	-0.054
	3	0.000	0.135	0.332	0.557	0.805	1.078	1.369	1.674	1.991	2.316	2.649	2.984
9	1	0.000	0.039	0.075	0.106	0.129	0.142	0.144	0.132	0.105	0.062	0.009	0.000
	2	-0.000	-0.036	-0.172	-0.262	-0.336	-0.393	-0.440	-0.470	-0.489	-0.499	-0.504	-0.504
	3	0.000	0.226	0.475	0.707	0.920	1.122	1.309	1.474	1.616	1.736	1.834	1.914
10	1	0.000	0.044	0.084	0.113	0.133	0.150	0.160	0.147	0.117	0.069	0.010	0.000
	2	-0.000	-0.096	-0.195	-0.292	-0.374	-0.442	-0.495	-0.534	-0.556	-0.569	-0.574	-0.574
	3	0.000	0.255	0.533	0.801	1.053	1.299	1.537	1.762	1.974	2.174	2.364	2.544
11	1	0.000	0.045	0.087	0.122	0.148	0.164	0.166	0.153	0.121	0.072	0.010	0.000
	2	-0.000	-0.099	-0.202	-0.302	-0.397	-0.467	-0.514	-0.549	-0.574	-0.589	-0.594	-0.594
	3	0.000	0.264	0.553	0.834	1.090	1.321	1.530	1.706	1.854	1.984	2.104	2.214

REAÇÕES DE APOIO DEVIDAS A CARGA MOVEL

REAÇÕES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

NO	REACAO	MOV-X	MOV-Y	FORC-Z
1	MIN	-56.34	0.00	-18.75
	MAX	158.42	0.00	82.34
2	MIN	-43.94	0.00	-18.59
	MAX	3.45	0.00	179.29
3	MIN	-42.54	0.00	-18.32
	MAX	9.58	0.00	179.20
4	MIN	-51.74	0.00	-18.74
	MAX	153.84	0.00	82.36

REAÇÕES DE APOIO - PONTE MEIADE CARREGADA -

NO	REACAO	MOV-X	MOV-Y	FORC-Z
1	MIN	-40.32	0.00	-7.52
	MAX	118.77	0.00	86.94
2	MIN	-29.41	0.00	-13.24
	MAX	6.02	0.00	119.41
3	MIN	-29.52	0.00	-13.05
	MAX	6.82	0.00	119.30
4	MIN	-34.93	0.00	-7.52
	MAX	108.56	0.00	86.93

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA MOVEL

ESFORÇOS CONTANTES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-82.34	-72.24	-58.05	-45.84	-34.82	-25.84	-18.32	-12.28	-7.69	-4.50	-3.75
	MAX	10.60	12.24	18.91	27.51	37.25	47.99	59.60	71.95	84.87	98.25	108.17
2	MIN	-102.93	-93.87	-79.23	-65.67	-53.22	-42.05	-32.36	-24.23	-17.71	-13.75	-14.72
	MAX	14.96	15.99	17.85	24.32	32.47	42.16	53.32	65.73	79.23	93.73	102.77
3	MIN	-106.00	-96.15	-84.57	-71.92	-59.36	-48.86	-39.24	-29.54	-20.95	-12.31	-10.60
	MAX	3.71	4.53	7.71	12.33	18.29	25.91	35.01	45.72	58.14	72.10	82.36

MOMENTOS FLETORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
-----	---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------

1	MIN	-123.12	-122.24	-222.60	-375.76	-462.30	-499.76	-467.92	-376.65	-230.15	-126.87	-120.95
	MAX	644.16	616.67	301.60	264.44	272.98	260.06	279.16	297.98	309.91	420.12	619.77
2	MIN	-120.95	-140.49	-260.31	-430.36	-546.47	-609.70	-613.64	-557.29	-440.77	-256.79	-6.00
	MAX	650.77	609.44	288.15	254.37	221.72	197.98	152.94	116.68	79.15	40.23	0.00

TREM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE TOTALMENTE CARRREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-158.42	-158.93	-132.37	-95.76	-51.34	-19.40	-0.51	-20.82	-42.45	-67.56	-76.76
	MAX	56.07	54.32	49.25	41.11	30.06	25.53	45.48	81.09	109.48	112.26	79.33
2	MIN	-78.21	-77.13	-78.75	-71.13	-50.41	-24.21	-36.80	-47.40	-67.53	-94.97	-124.10
	MAX	123.17	94.73	67.79	48.11	30.41	27.53	60.38	70.35	90.07	94.95	77.12
3	MIN	-109.89	-124.64	-117.44	-93.95	-58.78	-31.95	-29.96	-36.25	-44.30	-49.30	-51.04
	MAX	100.19	71.67	46.45	24.26	4.94	9.23	38.71	80.77	110.04	154.15	193.53

ESFORÇOS CONTANTES - PONTE MEIADE CARRREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-60.93	-53.25	-43.23	-34.27	-25.46	-19.74	-14.06	-9.40	-5.75	-3.15	-2.67
	MAX	7.51	8.47	13.87	20.62	27.94	35.76	43.93	52.51	61.26	70.13	75.67
2	MIN	-73.20	-66.80	-56.99	-47.59	-38.78	-30.71	-23.53	-17.35	-12.24	-11.10	-10.47
	MAX	10.65	11.26	12.35	17.37	23.59	30.76	38.84	47.61	57.01	66.83	73.35
3	MIN	-75.51	-70.08	-61.21	-52.47	-43.94	-35.73	-27.93	-20.62	-13.09	-8.52	-7.56
	MAX	2.65	3.19	5.74	9.44	14.12	19.80	26.53	34.34	43.25	53.29	60.98

MOMENTOS FLETORES - PONTE MEIADE CARRREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-0.00	-149.20	-473.74	-408.00	-449.40	-443.81	-197.86	-314.14	-197.18	-90.59	-37.72
	MAX	0.00	28.42	50.74	33.64	109.63	114.74	158.98	122.33	205.37	277.17	429.14
2	MIN	-87.72	-70.98	-176.16	-277.63	-343.47	-367.45	-344.73	-280.21	-176.54	-90.02	-36.13
	MAX	429.14	218.29	214.70	192.75	135.03	172.52	137.68	201.22	217.72	291.22	432.50
3	MIN	-86.19	-78.93	-194.65	-310.97	-394.71	-440.91	-445.96	-405.97	-322.40	-188.55	-9.03
	MAX	432.50	276.74	253.69	180.06	157.00	133.06	108.27	82.60	56.03	28.52	0.00

TREM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE MEIADE CARRREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-113.77	-111.94	-93.54	-67.08	-36.68	-11.23	-0.36	-14.29	-30.11	-48.20	-59.63
	MAX	59.73	43.53	34.94	29.16	21.33	17.64	33.53	58.09	74.42	78.26	67.97
2	MIN	-55.91	-69.47	-56.65	-51.56	-39.27	-16.66	-26.09	-32.60	-44.95	-64.78	-36.25
	MAX	35.54	64.54	45.06	32.87	21.61	19.83	44.01	50.84	64.09	67.29	54.89
3	MIN	-75.30	-70.31	-87.76	-68.99	-42.89	-22.66	-10.31	-75.66	-31.36	-34.91	-16.14
	MAX	70.92	50.74	40.89	17.17	3.50	6.73	27.90	57.29	83.43	101.76	108.54

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO E FÍSICA

REAÇÕES DE APOIO MAIS DESFAVORÁVEIS

REAÇÕES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	NOV-X	NOV-Y	FORC-Z
1	MIN	334.33	0.00	219.71
	MAX	559.59	0.00	312.79
2	MIN	-168.97	0.00	545.84
	MAX	-116.59	0.00	544.72
3	MIN	-157.95	0.00	648.34
	MAX	-105.75	0.00	345.86
4	MIN	534.14	0.00	214.65
	MAX	511.40	0.00	307.74

REAÇÕES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	NOV-X	NOV-Y	FORC-Z
1	MIN	350.85	0.00	232.83
	MAX	509.94	0.00	291.43
2	MIN	-154.45	0.00	512.12
	MAX	-119.01	0.00	734.84
3	MIN	-154.24	0.00	551.50
	MAX	-150.59	0.00	735.95
4	MIN	321.29	0.00	217.73
	MAX	465.46	0.00	255.25

ESFORÇOS SECCIONAIS MAIS DESFAVORÁVEL

ESFORÇOS CORTANTES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAD	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-236.34	-229.12	-150.97	-71.72	-22.84	39.93	121.25	165.43	224.86	283.97	342.39
	MAX	-203.90	-144.64	-81.99	-13.56	49.32	113.81	179.17	249.66	317.41	386.72	452.31
2	MIN	-404.32	-331.95	-257.15	-174.65	-110.11	-41.35	25.95	96.15	161.61	223.27	277.43
	MAX	-285.74	-222.30	-160.05	-74.66	-24.43	42.86	111.63	186.12	259.51	333.35	404.91
3	MIN	-451.25	-346.52	-217.13	-243.43	-172.24	-113.62	-49.13	12.72	32.14	144.70	254.32
	MAX	-342.23	-245.31	-274.65	-165.21	-121.33	-39.72	23.12	91.23	159.23	229.31	297.04

PONTOS FLETORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

		MIN	2753.72	1547.96	591.95	133.54	-159.77	-269.60	-150.94	165.71	707.80	1569.64	2752.55
		MAX	0.00	-621.55	-1034.05	-1252.40	-1277.96	-1120.29	-725.48	-267.44	444.40	1435.75	2753.72
2	MIN	1991.44	1009.67	160.75	-506.66	-901.55	-1027.41	-894.02	-498.92	171.74	1028.64	2012.84	2752.55
	MAX	2753.72	1547.96	591.95	133.54	-159.77	-269.60	-150.94	165.71	707.80	1569.64	2752.55	2752.55
3	MIN	2012.84	206.52	-95.66	-240.74	-1543.70	-1203.46	-2037.62	-1921.14	-1550.40	-915.16	0.00	0.00
	MAX	2752.55	1652.44	450.00	-256.01	-775.44	-1111.78	-1271.04	-1247.17	-1030.47	-616.10	0.00	0.00
TREM TIPO POSITIVO													
MOMENTOS FLEXORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -													
	VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-552.59	-319.02	-417.73	-276.21	-113.42	22.15	138.58	182.69	175.64	194.17	-60.51	-60.51
	MAX	-335.19	-106.88	-216.11	-140.93	-17.07	70.08	184.67	203.81	324.59	285.40	135.59	135.59
2	MIN	33.87	-36.18	-149.63	-132.53	-10.66	-6.42	24.96	7.93	-23.51	-117.59	-130.49	-130.49
	MAX	294.43	109.72	11.51	-13.23	-9.85	65.22	122.14	125.30	154.02	72.31	-74.21	-74.21
3	MIN	-170.95	-321.72	-364.34	-325.99	-218.91	-107.21	2.31	113.40	208.20	280.19	306.83	306.83
	MAX	12.13	-125.39	-200.44	-207.49	-164.35	-66.43	73.99	230.42	370.54	473.65	511.80	511.80
ESFORÇOS CONTANTES - PONTE METADE CARREGADA -													
	VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-275.48	-210.14	-156.11	-100.35	-14.39	46.08	105.50	168.31	229.78	285.31	343.47	343.47
	MAX	-206.98	-148.41	-87.04	-25.46	69.01	101.58	163.95	230.23	293.80	358.60	421.31	421.31
2	MIN	-373.93	-305.09	-234.91	-166.57	-95.63	-30.00	34.77	103.03	167.08	222.52	271.65	271.65
	MAX	-296.08	-227.02	-155.67	-101.99	-33.31	31.47	97.14	168.00	235.33	306.45	375.50	375.50
3	MIN	-421.47	-354.41	-273.23	-210.00	-153.33	-101.37	-39.22	25.54	97.19	148.48	217.13	217.13
	MAX	-343.31	-285.15	-220.58	-168.09	-105.27	-65.94	14.64	80.59	146.34	216.30	275.66	275.66
MOMENTOS FLEXORES - PONTE METADE CARREGADA -													
	VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-0.00	-851.47	-1437.72	-1778.41	-1030.92	-1754.07	-1407.47	-838.73	-42.49	231.42	2026.94	2026.94
	MAX	0.00	-631.49	-1057.10	-1295.72	-1322.80	-1175.51	-659.64	-342.21	360.06	1302.19	2543.70	2543.70
2	MIN	2026.84	1040.08	214.19	-610.52	-778.24	-897.19	-770.83	-402.48	225.34	1055.49	2647.61	2647.61
	MAX	2543.70	1420.16	605.05	97.85	-246.72	-357.15	-238.42	78.95	612.50	1440.74	2546.28	2546.28
3	MIN	2047.61	948.09	-24.02	-821.25	-1591.93	-1740.65	-1849.94	-1769.82	-1432.02	-846.93	0.00	0.00
	MAX	2550.23	1382.75	374.34	-330.32	-840.23	-1156.52	-1315.72	-1281.25	-1053.59	-622.35	0.00	0.00
TREM TIPO POSITIVO													
MOMENTOS FLEXORES - PONTE METADE CARREGADA -													
	VAR	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-509.94	-473.13	-379.90	-249.13	-103.75	33.37	138.83	188.52	198.93	123.93	-32.39	-32.39
	MAX	-351.39	-322.67	-250.42	-152.88	-45.75	62.12	172.72	260.72	293.52	251.00	104.23	104.23
2	MIN	125.39	-58.48	-122.93	-112.95	-69.93	1.13	35.87	22.93	-0.94	-57.40	-262.64	-262.64
	MAX	246.83	75.57	-11.21	-28.47	-18.65	35.62	105.76	105.78	108.11	64.63	-121.50	-121.50
3	MIN	-115.36	-235.89	-309.66	-298.73	-212.15	-93.31	16.97	125.93	221.13	294.59	321.79	321.79
	MAX	9.65	-156.64	-214.02	-214.53	-165.81	-68.92	63.18	206.94	319.97	431.25	466.46	466.46

LINHAS DE INFLUENCIA DE REAÇÕES DE APOIO: MOMENTOS

NO	VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-1.000	-0.561	-0.843	-0.779	-0.674	-0.562	-0.450	-0.336	-0.223	-0.109	-0.000
	2	0.000	0.013	0.022	0.026	0.027	0.026	0.022	0.017	0.011	0.005	-0.000
	3	-0.000	-0.004	-0.007	-0.009	-0.010	-0.010	-0.009	-0.007	-0.005	-0.003	-0.000
2	1	-0.000	-0.045	-0.113	-0.209	-0.332	-0.493	-0.500	-0.620	-0.735	-0.867	-1.000
	2	-1.000	-0.875	-0.746	-0.676	-0.551	-0.434	-0.343	-0.257	-0.170	-0.085	-0.000
	3	-0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	-0.000
3	1	-0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.000
	2	-0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.004	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.000
	3	-1.000	-0.877	-0.754	-0.644	-0.539	-0.442	-0.349	-0.260	-0.173	-0.087	-0.000
4	1	-0.000	-0.002	-0.004	-0.006	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
	2	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.023	0.025	0.024	0.020	0.012	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.004	-0.007	-0.012	-0.014	-0.016	-0.016	-0.014	-0.009	-0.000

LINHAS DE INFLUENCIA DE DEFORMAÇÕES SECCIONAIS PARA AS SECÇÕES DO VAO - 1

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TRANSVERSOS

SEÇÃO	VAD	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	1.000	0.961	0.888	0.779	0.674	0.562	0.450	0.336	0.223	0.109	0.000
	2	-0.000	-0.013	-0.022	-0.026	-0.027	-0.026	-0.022	-0.017	-0.011	-0.005	-0.000
	3	0.000	0.004	0.007	0.009	0.010	0.010	0.009	0.007	0.005	0.003	0.000
2	1	-0.000	0.258	0.345	0.777	0.942	0.561	0.449	0.336	0.223	0.109	0.000
	2	-0.000	-0.013	-0.021	-0.025	-0.025	-0.025	-0.021	-0.016	-0.011	-0.005	-0.000
	3	0.000	0.004	0.007	0.009	0.009	0.009	0.008	0.007	0.005	0.003	0.000
3	1	-0.000	-0.048	-0.877	0.771	0.567	0.558	0.447	0.335	0.222	0.109	0.000
	2	-0.000	-0.011	-0.012	-0.023	-0.024	-0.023	-0.019	-0.015	-0.010	-0.004	0.000
	3	0.000	0.004	0.006	0.008	0.009	0.009	0.008	0.006	0.004	0.002	0.000
4	1	-0.000	-0.052	-0.132	0.751	0.650	0.532	0.444	0.333	0.222	0.109	0.000
	2	-0.000	-0.010	-0.018	-0.019	-0.020	-0.019	-0.016	-0.012	-0.008	-0.004	0.000
	3	0.000	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.006	0.005	0.004	0.002	0.000
5	1	-0.000	-0.056	-0.133	-0.249	0.530	0.545	0.440	0.330	0.221	0.109	0.000
	2	-0.000	-0.007	-0.012	-0.014	-0.015	-0.014	-0.012	-0.009	-0.006	-0.003	0.000
	3	0.000	0.002	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.001	0.000
6	1	-0.000	-0.039	-0.143	-0.256	-0.332	0.536	0.434	0.327	0.219	0.109	0.000
	2	-0.000	-0.004	-0.006	-0.008	-0.008	-0.007	-0.006	-0.005	-0.003	-0.001	0.000
	3	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000
7	1	-0.000	-0.060	-0.146	-0.260	-0.365	-0.471	0.427	0.324	0.218	0.108	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
8	1	-0.000	-0.061	-0.147	-0.261	-0.366	-0.474	-0.578	0.319	0.216	0.108	0.000
	2	0.000	0.005	0.008	0.009	0.010	0.009	0.008	0.006	0.004	0.002	-0.000

9	1	-0.000	-0.060	-0.145	-0.253	-0.363	-0.471	-0.577	-0.682	0.214	0.108	0.000
	2	0.000	0.011	0.016	0.020	0.021	0.019	0.017	0.013	0.008	0.004	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.005	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.005	-0.004	-0.002	-0.000
10	1	-0.000	-0.053	-0.142	-0.253	-0.356	-0.464	-0.570	-0.677	-0.714	0.108	0.000
	2	0.000	0.016	0.020	0.032	0.033	0.031	0.027	0.020	0.013	0.006	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.005	-0.011	-0.012	-0.012	-0.011	-0.007	-0.005	-0.003	-0.000
11	1	-0.000	-0.055	-0.138	-0.243	-0.345	-0.451	-0.557	-0.656	-0.776	-0.339	-1.000
	2	0.000	0.022	0.037	0.045	0.047	0.044	0.033	0.029	0.019	0.009	-0.000
	3	-0.000	-0.007	-0.012	-0.015	-0.017	-0.017	-0.015	-0.012	-0.009	-0.005	-0.000
LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SECÕES DO VAO - 2												
LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TORÇORES												
SECÃO	VAG	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	-0.000	-0.011	-0.022	-0.034	-0.042	-0.048	-0.049	-0.046	-0.037	-0.022	0.000
	2	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2	1	-0.000	-0.007	-0.015	-0.023	-0.028	-0.032	-0.033	-0.031	-0.025	-0.015	0.000
	2	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.007	-0.013	-0.016	-0.017	-0.017	-0.015	-0.013	-0.009	-0.005	-0.000
3	1	-0.000	-0.004	-0.009	-0.015	-0.016	-0.017	-0.019	-0.018	-0.014	-0.009	0.000
	2	-0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
4	1	-0.000	-0.002	-0.003	-0.005	-0.007	-0.007	-0.008	-0.007	-0.006	-0.003	0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
5	1	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	-0.000
	2	-0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000
6	1	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	0.009	0.009	0.008	0.007	0.004	-0.000
	2	-0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
7	1	0.000	0.004	0.008	0.012	0.015	0.016	0.017	0.016	0.013	0.008	-0.000
	2	-0.000	-0.002	-0.004	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	-0.000
	3	-0.000	-0.002	-0.004	-0.004	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	-0.000
8	1	0.000	0.004	0.008	0.012	0.015	0.016	0.017	0.016	0.013	0.008	-0.000
	2	-0.000	-0.002	-0.004	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	-0.000
	3	0.000	0.003	0.006	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.004	0.002	0.000
9	1	0.000	0.004	0.008	0.012	0.015	0.017	0.018	0.017	0.013	0.008	-0.000
	2	-0.000	-0.002	-0.004	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	-0.000
	3	0.000	0.003	0.006	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.004	0.002	0.000
10	1	0.000	0.003	0.007	0.011	0.014	0.016	0.016	0.015	0.012	0.007	-0.000
	2	-0.000	-0.004	-0.008	-0.012	-0.015	-0.016	-0.016	-0.015	-0.012	-0.007	-0.000
	3	0.000	0.003	0.006	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.004	0.002	0.000
11	1	0.000	0.003	0.007	0.011	0.014	0.016	0.016	0.015	0.012	0.007	-0.000
	2	-0.000	-0.004	-0.008	-0.012	-0.015	-0.016	-0.016	-0.015	-0.012	-0.007	-0.000
	3	0.000	0.003	0.006	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.004	0.002	0.000

LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORÇOS SECCIONAIS PARA AS SECÕES DO VAO - 3

24

LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TORÇORES

SEÇÃO	VAO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	1	0.000	0.004	0.007	0.011	0.014	0.016	0.017	0.016	0.012	0.007	-0.000
	2	-0.000	-0.005	-0.009	-0.015	-0.019	-0.022	-0.024	-0.024	-0.020	-0.014	0.000
	3	1.000	0.899	0.793	0.692	0.591	0.493	0.396	0.299	0.201	0.101	0.000
2	1	0.000	0.003	0.005	0.008	0.010	0.012	0.012	0.011	0.009	0.005	-0.000
	2	-0.000	-0.007	-0.014	-0.022	-0.028	-0.033	-0.035	-0.034	-0.028	-0.017	0.000
	3	-0.000	0.003	0.002	0.004	0.005	0.007	0.008	0.009	0.010	0.005	0.000
3	1	0.000	0.002	0.003	0.005	0.007	0.007	0.008	0.007	0.006	0.003	-0.000
	2	-0.000	-0.004	-0.009	-0.014	-0.018	-0.021	-0.023	-0.022	-0.018	-0.011	0.000
	3	-0.000	-0.007	-0.013	-0.020	-0.027	-0.035	-0.042	-0.048	-0.053	-0.058	0.000
4	1	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	-0.000
	2	-0.000	-0.002	-0.005	-0.007	-0.009	-0.011	-0.012	-0.011	-0.009	-0.006	0.000
	3	-0.000	-0.007	-0.013	-0.020	-0.027	-0.035	-0.042	-0.048	-0.053	-0.058	0.000
5	1	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.000
	2	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	0.000
	3	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	0.000
6	1	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	0.000
	2	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.007	-0.011	-0.015	-0.019	-0.023	-0.027	-0.031	-0.035	0.000
7	1	-0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.002	0.000
	2	0.000	0.002	0.005	0.008	0.010	0.012	0.012	0.012	0.010	0.006	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.007	-0.011	-0.015	-0.019	-0.023	-0.027	-0.031	-0.035	0.000
8	1	-0.000	-0.001	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.006	-0.006	-0.005	-0.003	0.000
	2	0.000	0.003	0.007	0.011	0.014	0.015	0.016	0.017	0.014	0.009	-0.000
	3	-0.000	-0.006	-0.013	-0.020	-0.027	-0.035	-0.042	-0.048	-0.053	-0.058	0.000
9	1	-0.000	-0.002	-0.003	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.006	-0.003	0.000
	2	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017	0.020	0.022	0.021	0.017	0.011	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.007	-0.011	-0.015	-0.019	-0.023	-0.027	-0.031	-0.035	0.000
10	1	-0.000	-0.002	-0.004	-0.006	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.006	-0.003	0.000
	2	0.000	0.005	0.010	0.015	0.019	0.022	0.024	0.023	0.019	0.012	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.007	-0.011	-0.015	-0.019	-0.023	-0.027	-0.031	-0.035	0.000
11	1	-0.000	-0.002	-0.004	-0.006	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.006	-0.003	0.000
	2	0.000	0.005	0.010	0.015	0.019	0.022	0.024	0.023	0.019	0.012	-0.000
	3	-0.000	-0.003	-0.007	-0.011	-0.015	-0.019	-0.023	-0.027	-0.031	-0.035	0.000

REAÇÕES DE APOIO DEVIDAS A CARGA MOVEL

REAÇÕES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARRREGADA -

NO	REACAO	MOB-XP	MOB-XN
1	MIN	-119.98	119.98
	MAX	3.46	3.46
2	MIN	-139.85	139.85
	MAX	0.00	0.00
3	MIN	-141.75	141.75
	MAX	0.00	0.00
4	MIN	-115.34	115.34
	MAX	3.17	3.17

REAÇÕES DE APOIO - PONTE MEIADA CARRREGADA -

NO	REACAO	MOB-X1	MOB-X2
1	MIN	-175.93	175.93
	MAX	5.28	5.28
2	MIN	-232.47	232.47
	MAX	0.00	0.00
3	MIN	-237.32	237.32
	MAX	0.00	0.00
4	MIN	-157.25	157.25
	MAX	4.34	4.34

ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA MOVEL

TREM TIPO POSITIVO

ADVENTOS TORSORES - PONTE TOTALMENTE CARRREGADA -

VAD	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-3.42	-3.85	-12.02	-19.84	-31.91	-44.43	-57.43	-71.20	-85.30	-99.87	-111.95
	MAX	119.98	111.73	97.19	81.62	66.56	52.79	39.71	29.02	17.16	3.45	5.39
2	MIN	-6.69	-9.73	-17.21	-27.42	-38.21	-49.81	-62.00	-74.59	-88.13	-102.27	-111.77
	MAX	115.97	102.49	88.27	74.79	61.60	49.79	38.29	27.50	17.34	9.03	7.07
3	MIN	-6.13	-7.83	-15.05	-25.77	-36.59	-48.23	-61.08	-74.75	-89.11	-103.21	-115.34
	MAX	114.49	103.25	89.39	75.06	62.08	50.51	38.44	26.91	15.86	7.21	3.12

26

MOMENTOS TORSORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	3.42	3.05	10.02	19.00	31.91	44.43	57.43	71.20	85.30	99.37	111.95
	MAX	-119.98	-111.74	-27.19	-21.62	-65.83	-52.72	-32.71	-28.02	-17.15	-2.45	-5.89
2	MIN	6.69	8.73	17.20	27.42	38.21	49.81	62.00	74.69	88.13	102.27	113.77
	MAX	-113.97	-102.40	-38.27	-24.62	-61.88	-49.72	-38.29	-27.50	-17.34	-9.63	-7.07
3	MIN	6.13	7.33	15.35	25.77	36.39	48.23	61.08	74.76	89.11	103.81	115.34
	MAX	-114.40	-103.25	-39.39	-26.06	-62.98	-50.51	-38.44	-26.81	-15.86	-7.21	-3.12

TREM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-5.21	-5.03	-13.36	-25.43	-40.89	-57.87	-76.35	-97.32	-119.51	-142.99	-159.65
	MAX	175.93	162.40	137.97	113.17	90.35	69.33	50.59	35.17	21.72	11.74	3.99
2	MIN	-10.56	-12.78	-22.83	-35.57	-50.00	-66.63	-84.90	-104.65	-126.42	-149.59	-165.60
	MAX	165.38	149.90	126.55	104.80	84.63	66.60	50.21	35.65	23.06	13.41	11.25
3	MIN	-9.36	-11.15	-20.33	-32.49	-46.47	-63.34	-82.50	-103.98	-126.40	-150.96	-167.25
	MAX	165.64	149.93	127.15	105.63	85.15	66.68	49.71	34.15	20.29	9.77	4.77

TREM TIPO NEGATIVO

MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARREGADA -

VAO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	5.21	6.03	13.36	25.43	40.89	57.87	76.35	97.32	119.51	142.99	159.65
	MAX	-175.93	-162.40	-137.97	-113.17	-90.35	-69.33	-50.59	-35.17	-21.72	-11.74	-3.99
2	MIN	10.56	12.78	22.83	35.57	50.00	66.63	84.90	104.65	126.42	149.59	165.60
	MAX	-165.38	-149.90	-126.55	-104.80	-84.63	-66.60	-50.21	-35.65	-23.06	-13.41	-11.25
3	MIN	9.36	11.15	20.33	32.49	46.47	63.34	82.50	103.98	126.40	150.96	167.25
	MAX	-165.64	-149.93	-127.15	-105.63	-85.15	-66.68	-49.71	-34.15	-20.29	-9.77	-4.77

REAÇÕES DE APOIO MAIS DESFAVORÁVEIS

REAÇÕES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	MOM-XP	MOM-XN
1	MIN	-271.19	-111.15
	MAX	394.53	394.53
2	MIN	-266.88	14.81
	MAX	-125.03	-125.03
3	MIN	-257.07	26.42
	MAX	-115.33	-115.33
4	MIN	242.54	473.27
	MAX	361.69	361.69

REAÇÕES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -

NO	REAÇÃO	MOM-XP	MOM-XN
1	MIN	215.24	567.10
	MAX	196.43	395.45
2	MIN	-357.49	197.19
	MAX	-125.03	-125.03
3	MIN	-362.04	121.29
	MAX	-115.33	-115.33
4	MIN	120.67	525.17
	MAX	362.76	362.76

ESFORÇOS SECCIONAIS MAIS DESFAVORÁVEL

TREM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORÇÕES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

VÃO	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-394.59	-365.04	-235.33	-201.92	-98.58	0.12	91.76	131.52	131.79	72.26	-75.70
	MAX	-271.19	-269.47	-188.17	-100.42	-0.27	97.34	178.90	230.74	236.26	190.58	42.15
2	MIN	154.60	2.27	-73.43	-88.77	-79.87	-32.02	-0.25	-12.76	-44.16	-124.88	-229.17
	MAX	279.26	113.42	31.29	13.44	21.62	67.58	100.05	82.43	61.36	-13.59	-169.33
3	MIN	-67.19	-204.91	-262.75	-257.51	-205.02	-123.83	-25.80	74.39	162.39	225.69	242.52
	MAX	53.43	-95.83	-157.51	-155.58	-106.32	-25.14	73.71	176.45	264.35	336.71	361.05

TREM TIPO NEGATIVO

MOMENTOS TORSOES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -

18

VAG	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-387.75	-387.35	-275.34	-162.17	-35.17	23.97	196.62	273.92	304.47	272.01	148.21
	MAX	-511.15	-472.91	-332.55	-255.67	-133.33	-3.24	99.43	174.70	201.93	163.69	30.35
2	MIN	167.97	19.72	-33.08	-33.92	-2.05	67.60	123.76	129.61	132.20	79.65	-82.62
	MAX	67.32	-21.50	-144.35	-136.13	-102.14	-32.00	23.46	27.44	26.68	-31.65	-133.46
3	MIN	-54.94	-139.25	-211.05	-205.98	-132.92	-27.42	96.35	224.40	341.60	433.31	473.27
	MAX	-175.56	-300.33	-336.29	-307.50	-232.29	-126.16	-3.16	122.34	236.64	322.29	354.88

TREM TIPO POSITIVO

MOMENTOS TORSOES - PONTE METADE CARREGADA -

VAG	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-196.38	-387.23	-298.70	-207.93	-107.67	-13.32	62.85	105.40	99.58	29.14	-123.39
	MAX	-215.24	-193.71	-147.39	-68.97	23.27	113.93	139.78	237.88	240.37	192.88	45.24
2	MIN	150.63	-1.43	-79.15	-96.92	-90.26	-48.84	-23.15	-49.72	-82.40	-172.21	-341.99
	MAX	327.17	160.90	70.23	63.46	44.37	84.19	111.96	90.58	67.08	-9.21	-165.14
3	MIN	-70.43	-203.23	-267.23	-254.23	-215.74	-138.99	-47.22	46.07	126.10	178.96	170.67
	MAX	104.57	-47.15	-119.75	-125.11	-84.18	-3.97	84.93	183.79	272.79	339.27	352.69

TREM TIPO NEGATIVO

MOMENTOS TORSOES - PONTE METADE CARREGADA -

VAG	ESFORÇO	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-5	SEC-6	SEC-7	SEC-8	SEC-9	SEC-10	SEC-11
1	MIN	-185.96	-355.16	-277.02	-156.57	-26.10	122.42	215.54	300.03	338.61	315.13	125.95
	MAX	-567.10	-525.69	-423.33	-295.22	-157.43	-24.83	88.60	167.55	197.30	160.39	27.27
2	MIN	171.95	23.97	-33.40	-25.77	8.64	84.92	146.65	152.52	170.44	128.98	-10.80
	MAX	-4.57	-133.91	-182.83	-166.15	-124.83	-46.81	11.54	19.29	20.96	-38.03	-137.64
3	MIN	-51.71	-195.43	-224.56	-199.48	-122.41	-12.41	117.77	253.23	378.89	430.03	525.17
	MAX	-226.71	-347.01	-374.95	-337.38	-254.46	-142.33	-14.43	115.50	232.20	319.72	351.15

5.2.3 - Quadros comparativos

É interessante, estabelecer um paralelo entre os resultados utilizados na prática e aqueles obtidos através da presente programação.

Apresentamos, a seguir, alguns quadros comparativos, onde resumimos alguns resultados representativos.

LINHAS DE INFLUÊNCIA DOS ESFORÇOS CORTANTES - (P=1)

POSICÃO DA CARGA UNITÁRIA	SEÇÃO-0		SEÇÃO-10 ^E		SEÇÃO-10 ^D	
	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO
0	-1.000	-1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	-0.855	-0.864	0.145	0.136	-0.054	-0.037
2	-0.723	-0.734	0.277	0.266	-0.093	-0.071
3	-0.602	-0.610	0.397	0.390	-0.117	-0.100
4	-0.494	-0.494	0.506	0.506	-0.128	-0.122
5	-0.395	-0.387	0.605	0.613	-0.126	-0.134
6	-0.305	-0.289	0.695	0.711	-0.114	-0.136
7	-0.222	-0.200	0.778	0.800	-0.093	-0.125
8	-0.145	-0.123	0.855	0.877	-0.066	-0.100
9	-0.072	-0.055	0.928	0.945	-0.034	-0.059
10 ^E	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
10 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.000	-1.000
11	0.019	0.045	0.019	0.045	-0.877	-0.918
12	0.039	0.076	0.039	0.076	-0.769	-0.826
13	0.060	0.093	0.060	0.093	-0.673	-0.723
14	0.078	0.097	0.078	0.097	-0.585	-0.613
15	0.090	0.093	0.090	0.093	-0.501	-0.501
16	0.095	0.078	0.095	0.078	-0.417	-0.387
17	0.090	0.063	0.090	0.063	-0.329	-0.279
18	0.074	0.042	0.074	0.042	-0.233	-0.175
19	0.044	0.021	0.044	0.021	-0.124	-0.082
20 ^E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	-0.008	-0.015	-0.008	-0.015	0.035	0.058
22	-0.017	-0.025	-0.017	-0.025	0.067	0.100
23	-0.023	-0.032	-0.023	-0.032	0.095	0.126
24	-0.029	-0.035	-0.029	-0.035	0.116	0.138
25	-0.032	-0.034	-0.032	-0.034	0.128	0.137
26	-0.032	-0.031	-0.032	-0.031	0.130	0.124
27	-0.029	-0.026	-0.029	-0.026	0.119	0.103
28	-0.023	-0.018	-0.023	-0.018	0.094	0.073
29	-0.014	-0.010	-0.014	-0.010	0.055	0.039
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LINHAS DE INFLUÊNCIA DOS MOMENTOS FLETORES - (P=1)

POSICÃO DA CARGA UNITÁRIA	SEÇÃO-4		SEÇÃO-10		SEÇÃO-15	
	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	-1.453	-1.742	1.467	0.988	0.574	0.379
2	-3.076	-3.442	2.515	1.897	0.983	0.728
3	-4.846	-5.131	3.167	2.668	1.238	1.024
4	-6.734	-6.834	3.453	3.253	1.350	1.248
5	-5.465	-5.422	3.410	3.590	1.333	1.378
6	-4.273	-4.094	3.084	3.634	1.206	1.395
7	-3.146	-2.869	2.524	3.345	0.987	1.284
8	-2.069	-1.773	1.784	2.659	0.697	1.020
9	-1.026	-0.805	0.923	1.574	0.361	0.604
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.268	0.663	0.608	1.493	-0.813	-0.836
12	0.568	1.110	1.286	2.497	-1.832	-1.844
13	0.862	1.353	1.953	3.044	-3.062	-3.037
14	1.117	1.421	2.530	3.197	-4.504	-4.431
15	1.296	1.354	2.935	3.046	-6.153	-6.018
16	1.366	1.140	3.095	2.567	-4.502	-4.406
17	1.298	0.917	2.939	2.064	-3.057	-3.029
18	1.062	0.608	2.406	1.368	-1.827	-1.847
19	0.636	0.306	1.440	0.688	-0.809	-0.814
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	-0.123	-0.214	-0.279	-0.482	0.365	0.597
22	-0.238	-0.368	-0.540	-0.827	0.705	1.026
23	-0.337	-0.463	-0.763	-1.042	0.997	1.292
24	-0.412	-0.504	-0.932	-1.135	1.218	1.407
25	-0.455	-0.501	-1.031	-1.127	1.347	1.397
26	-0.461	-0.454	-1.043	-1.022	1.363	1.267
27	-0.422	-0.377	-0.957	-0.849	1.250	1.053
28	-0.335	-0.268	-0.759	-0.604	0.992	0.748
29	-0.195	-0.144	-0.443	-0.324	0.578	0.402
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LINHAS DE INFLUÊNCIA DOS MOMENTOS TORSORES - (P=1)						
POSICÃO DA CARGA UNITARIA	SEÇÃO-0		SEÇÃO-10 ^E		SEÇÃO-10 ^D	
	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	-0.590	-0.743	0.057	0.164	0.390	0.263
2	-0.995	-1.201	0.206	0.320	0.670	0.504
3	-1.235	-1.430	0.409	0.461	0.843	0.709
4	-1.330	-1.473	0.628	0.581	0.918	0.865
5	-1.300	-1.380	0.824	0.665	0.907	0.954
6	-1.165	-1.179	0.954	0.707	0.820	0.966
7	-0.947	-0.914	0.979	0.679	0.671	0.889
8	-0.666	-0.604	0.855	0.582	0.475	0.707
9	-0.344	-0.295	0.543	0.354	0.245	0.418
10 ^E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.091	0.241	-0.176	-0.415	-0.524	-0.415
12	0.193	0.403	-0.372	-0.695	-0.815	-0.639
13	0.293	0.491	-0.565	-0.847	-0.917	-0.737
14	0.379	0.516	-0.732	-0.889	-0.874	-0.748
15	0.440	0.491	-0.850	-0.847	-0.731	-0.688
16	0.464	0.414	-0.896	-0.714	-0.532	-0.416
17	0.440	0.333	-0.851	-0.574	-0.320	-0.398
18	0.361	0.221	-0.696	-0.381	-0.135	-0.287
19	0.216	0.111	-0.417	-0.191	-0.017	-0.098
20 ^E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	-0.042	-0.078	0.081	0.134	0.066	0.101
22	-0.081	-0.133	0.156	0.230	0.127	0.173
23	-0.114	-0.168	0.221	0.290	0.180	0.218
24	-0.140	-0.183	0.270	0.316	0.219	0.237
25	-0.154	-0.182	0.298	0.313	0.242	0.235
26	-0.156	-0.165	0.302	0.284	0.245	0.213
27	-0.143	-0.137	0.277	0.236	0.225	0.177
28	-0.114	-0.097	0.220	0.168	0.179	0.126
29	-0.066	-0.052	0.128	0.090	0.104	0.068
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LINHAS DE INFLUÊNCIA DOS MOMENTOS TORSORES - (T=1)

POSICÃO DA CARGA UNITÁRIA	SEÇÃO-0		SEÇÃO-10 ^E		SEÇÃO-10 ^D	
	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO
0	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.909	0.961	-0.090	-0.055	-0.021	-0.011
2	0.815	0.888	-0.185	-0.136	-0.035	-0.022
3	0.718	0.779	-0.285	-0.243	-0.044	-0.034
4	0.620	0.674	-0.389	-0.345	-0.048	-0.042
5	0.519	0.562	-0.494	-0.451	-0.047	-0.048
6	0.417	0.450	-0.600	-0.557	-0.043	-0.049
7	0.314	0.336	-0.705	-0.666	-0.035	-0.046
8	0.210	0.223	-0.808	-0.776	-0.025	-0.037
9	0.105	0.109	-0.907	-0.889	-0.013	-0.022
10 ^E	0.000	0.000	-1.000	-1.000	0.000	0.000
10 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
11	-0.004	-0.013	0.009	0.022	0.902	0.896
12	-0.010	-0.022	0.019	0.037	0.799	0.785
13	-0.015	-0.026	0.029	0.045	0.694	0.681
14	-0.020	-0.027	0.038	0.047	0.587	0.578
15	-0.023	-0.026	0.044	0.044	0.481	0.478
16	-0.024	-0.022	0.047	0.038	0.376	0.381
17	-0.023	-0.017	0.045	0.029	0.274	0.285
18	-0.019	-0.011	0.037	0.019	0.177	0.189
19	-0.012	-0.005	0.022	0.009	0.085	0.094
20 ^E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 ^D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.002	0.004	-0.004	-0.007	-0.003	-0.005
22	0.004	0.007	-0.008	-0.012	-0.007	-0.009
23	0.006	0.009	-0.012	-0.015	-0.010	-0.012
24	0.007	0.010	-0.015	-0.017	-0.012	-0.013
25	0.008	0.010	-0.016	-0.017	-0.013	-0.012
26	0.008	0.009	-0.016	-0.015	-0.013	-0.011
27	0.008	0.007	-0.015	-0.012	-0.012	-0.009
28	-0.006	0.005	-0.012	-0.009	-0.010	-0.007
29	0.004	0.003	-0.007	-0.005	-0.006	-0.004
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ESFORÇOS CORTANTES							
SEÇÃO	C.P		C.P+S.C.P		C.P+S.C.P+C.M (P=1)		
	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO		APROX.	EXATO
0	-187.58	-189.60	-212.59	-214.50	MIN	-298.51	-296.84
					MAX	-202.10	-203.90
1	-136.83	-138.75	-157.34	-156.88	MIN	-227.53	-229.12
					MAX	-144.36	-144.64
2	- 90.08	- 89.36	-102.09	-100.91	MIN	-158.62	-158.97
					MAX	- 82.39	- 81.99
3	- 41.33	- 40.99	- 46.08	- 46.08	MIN	- 91.62	- 91.72
					MAX	- 19.29	- 18.56
4	7.41	10.80	8.39	12.07	MIN	- 26.37	- 22.84
					MAX	44.81	49.32
5	56.16	58.22	63.64	65.82	MIN	37.34	39.98
					MAX	109.86	113.81
6	104.91	105.66	118.89	119.57	MIN	99.64	101.25
					MAX	175.75	179.17
7	153.66	157.43	174.14	177.72	MIN	160.68	165.43
					MAX	242.46	249.66
8	202.41	205.81	229.39	232.54	MIN	220.58	224.86
					MAX	309.96	317.41
9	251.16	255.15	284.64	288.47	MIN	279.46	283.97
					MAX	378.24	386.72
10 ^E	299.91	306.04	339.89	346.14	MIN	336.39	342.39
					MAX	447.33	452.31
10 ^D	-262.65	-265.83	-297.67	-300.74	MIN	-402.54	-403.32
					MAX	-283.48	-285.78
11	-210.15	-210.72	-238.17	-238.28	MIN	-327.25	-331.95
					MAX	-223.19	-222.30
12	-157.65	-157.46	-178.67	-177.91	MIN	-253.91	-257.15
					MAX	-158.35	-160.06
13	-105.15	-105.46	-119.17	-118.98	MIN	-182.24	-184.65
					MAX	- 92.30	- 94.66
14	- 52.65	- 50.20	- 59.67	- 56.89	MIN	-111.99	-110.11
					MAX	- 25.34	- 24.43
15	- 0.15	0.62	- 0.17	0.71	MIN	- 42.95	- 41.35
					MAX	42.59	42.86

SEÇÃO	MOMENTOS FLETORES						
	C.P		C.P+S.C.P		C.P+S.C.P+C.M		
	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO.		APROX.	EXATO
0	0.00	0.00	0.00	0.00	MIN	0.00	0.00
					MAX	0.00	0.00
1	- 559.83	- 585.55	- 634.47	- 662.27	MIN	- 890.05	- 920.00
					MAX	- 596.19	- 621.55
2	- 956.61	- 985.33	-1084.15	-1114.05	MIN	-1529.62	-1556.73
					MAX	-1007.86	-1034.05
3	-1187.64	-1212.65	-1345.99	-1370.41	MIN	-1917.05	-1930.57
					MAX	-1232.20	-1252.49
4	-1251.31	-1267.52	-1418.15	-1432.53	MIN	-2052.28	-2049.70
					MAX	-1267.64	-1277.96
5	-1147.19	-1159.18	-1300.14	-1310.26	MIN	-1936.81	-1923.21
					MAX	-1113.95	-1120.29
6	- 876.00	- 893.43	- 992.80	-1009.62	MIN	-1573.57	-1560.82
					MAX	- 772.20	- 785.48
7	- 439.60	- 464.42	- 498.21	- 524.54	MIN	- 966.75	- 960.04
					MAX	- 244.67	- 267.48
8	159.02	136.96	180.22	154.69	MIN	- 141.42	- 115.57
					MAX	- 484.67	444.40
9	915.77	912.28	1037.87	1031.01	MIN	855.48	889.27
					MAX	1450.38	1435.75
10	1825.46	1870.48	2068.85	2114.56	MIN	1954.82	1991.44
					MAX	2690.56	2758.72
11	998.63	1001.68	1131.78	1131.87	MIN	954.33	1009.63
					MAX	1560.56	1547.96
12	348.49	345.71	394.95	390.35	MIN	107.63	160.75
					MAX	710.36	691.95
13	- 119.77	- 115.87	- 135.73	- 130.90	MIN	- 546.37	- 506.66
					MAX	142.34	153.54
14	- 402.46	- 382.76	- 456.12	- 432.75	MIN	- 956.03	- 901.55
					MAX	- 189.79	- 159.77
15	- 497.32	- 468.26	- 563.62	- 529.66	MIN	-1093.71	-1029.41
					MAX	- 309.85	- 269.60

MOMENTOS TORSORES							
SEÇÃO	C.P.		C.P+S.C.P		C.P+S.C.P+C.M		
	APROX.	EXATO	APROX.	EXATO		APROX.	EXATO
0	-368.73	-346.06	-417.89	-391.17	MIN	-652.58	-679.57
					MAX	-363.68	-331.68
1	-333.98	-319.56	-378.51	-361.20	MIN	-604.21	-631.56
					MAX	-351.38	-303.03
2	-259.61	-252.49	-294.22	-285.36	MIN	-486.64	-514.92
					MAX	-268.56	-226.09
3	-159.23	-161.10	-180.46	-182.05	MIN	-327.42	-358.43
					MAX	-145.98	-121.06
4	- 46.64	- 59.36	- 52.85	- 67.08	MIN	-151.43	-185.28
					MAX	0.30	5.11
5	64.26	39.40	72.82	44.55	MIN	18.77	- 23.64
					MAX	151.06	114.51
6	159.63	123.14	180.91	139.19	MIN	241.31	98.97
					MAX	287.59	242.10
7	225.68	179.37	255.77	202.72	MIN	319.97	154.68
					MAX	388.62	355.01
8	248.85	198.87	282.03	219.09	MIN	340.57	159.47
					MAX	431.06	409.87
9	215.88	152.31	244.66	172.14	MIN	289.04	95.73
					MAX	391.15	385.27
10 ^E	113.88	32.10	129.06	36.25	MIN	164.17	- 66.64
					MAX	254.54	247.53
10 ^D	69.48	142.75	78.75	161.29	MIN	- 50.84	- 30.89
					MAX	107.28	291.15
11	- 43.87	9.78	- 49.71	10.99	MIN	-191.74	-188.68
					MAX	- 15.32	114.45
12	- 91.34	- 49.77	-103.51	-156.28	MIN	-246.65	-237.30
					MAX	- 81.06	28.71
13	- 88.91	- 54.28	-100.76	- 61.34	MIN	-227.73	-207.31
					MAX	- 66.17	14.19
14	- 52.98	- 35.60	- 60.04	- 40.26	MIN	-162.74	-142.55
					MAX	- 6.72	28.36
15	- 0.20	15.69	- 0.22	17.79	MIN	- 77.14	- 56.21
					MAX	76.67	95.13

5.2.4 - Conclusões do exemplo

O confronto dos resultados apresentados nos quadros comparativos do item anterior (5.2.3), relativos a uma ponte de grande curvatura, mostra a aproximação dos resultados utilizados no projeto e aqueles obtidos através da análise matricial de estruturas, conferindo, assim, confiabilidade em relação ao programa automático desenvolvido no presente trabalho.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1 - CONCLUSÕES

O tema relativo a pontes de eixo curvo desenvolvido nesse trabalho, embora, seja de conteúdo prático, ressen-te-se de uma maior divulgação em termos de aplicação, ao contrário do que ocorre com as pontes de eixo reto. Em razão desta lacuna existente, procuramos desenvolver um estudo de caráter geral, objetivando eliminar as dificuldades relativas à análise estrutu-
ral.

Para isto, através de pesquisas em diferentes proje-
tos de pontes e viadutos, colhemos os subsídios necessários pa-
ra elaboração de um programa automático que fornecesse todos
elementos indispensáveis ao dimensionamento ou a verificação
de estabilidade da estrutura principal em pontes de eixo curvo.

O programa automático concebido, resultou inteira-
mente geral e abrangente, sendo possível analisar estruturas
que possuam inércia constante ou variável, além de permitir que
o traçado geométrico em planta seja qualquer, englobando desde
simples curvas circulares até curvas de transição em espiral.

Apesar do grande número de operações necessárias ao
cálculo das linhas de influências, o tempo de processamento foi
bastante reduzido, como se pode observar nas listagens dos exem

plos apresentados, isto, em razão de ter sido previsto na sub-rotina RESOL (resolvedora do sistema de equações), a possibilidade de resolução simultânea de tantos sistemas de equações quantas forem as posições assumidas pela carga unitária em cada elemento considerado.

O armazenamento, apenas, da semifaixa superior da matriz de rigidez global, feito sob forma de matriz retangular, propicia uma considerável economia de memória, sobretudo, se tivermos em mente a utilização deste programa, também, em computadores de pequeno porte, além da possibilidade de uma futura extensão da programação a que faremos referência na sugestão 1 do item seguinte.

6.2 - SUGESTÕES

A exemplo do que ocorre com todo e qualquer tipo de trabalho, é sempre possível pensarmos em aperfeiçoamentos e extensões que possam vir a atender às novas realidades que se apresentem.

Dentro desta linha de pensamento, julgamos oportuno salientar, algumas idéias relativas a um desenvolvimento futuro da presente programação automática, a fim de torná-la mais útil e abrangente:

- 1) Introdução de modificações na sub-rotina TREM, responsável pelo posicionamento do trem-tipo, de modo a que se possa abordar o caso de viadutos com superestrutura contínua, cujas imposições do traçado geométrico, conduza a existência de bifurcações, conforme ilustrado na (fig.6.1):

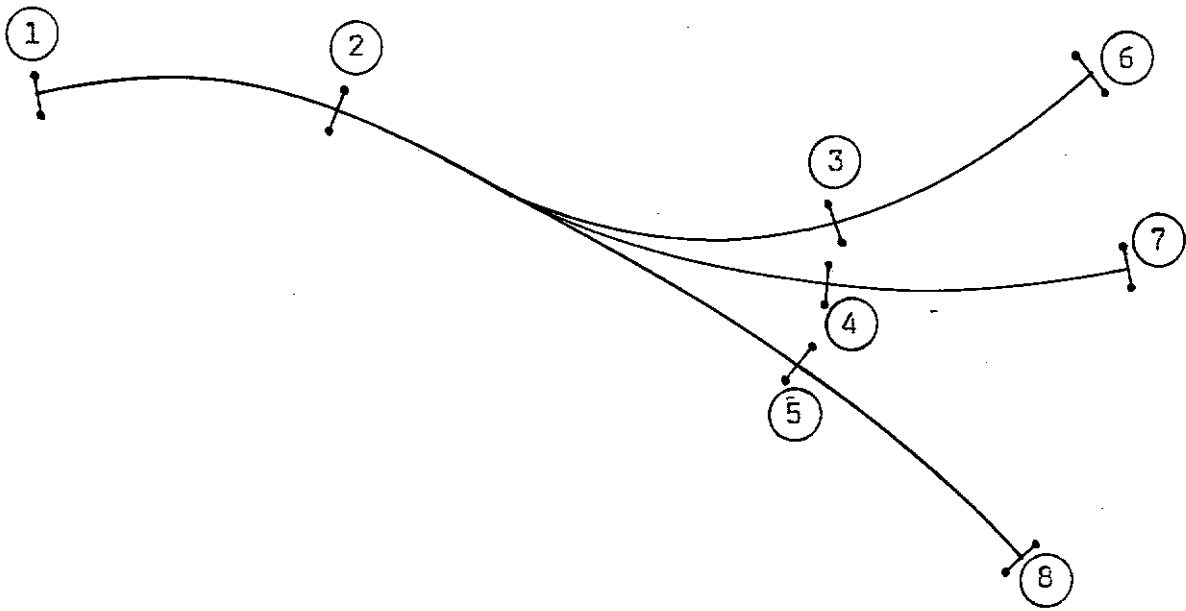


Fig. 6.1 - Traçado esquemático em planta, de um viaduto com ramificações.

- 2) Introdução do trem-tipo prescrito pela NB-7 para pontes ferroviárias. Isto pode ser feito de modo relativamente simples, alterando-se, basicamente, a sub-rotina TREM.
- 3) Introdução de sub-rotinas que possibilitem dimensionar o sistema principal em pontes de concreto armado e protendido. No caso de concreto protendido, poderíamos, ainda, pensar na elaboração de uma sub-rotina com a finalidade específica de efetuar o lançamento dos cabos de protensão.

APÊNDICE

I) LISTAGEM DO PROGRAMA AUTOMÁTICO:

A seguir, é apresentada a listagem completa do programa automático em linguagem FORTRAN.

FORTRAN DATA

FILE 5=CARTAO,UNIT=READER
 FILE 6=IMPRESS,UNIT=PRINTER
 FILE 11=ARQUIVO1,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=44
 FILE 12=ARQUIVO2,UNIT=DISKPACK,AREA=2,RECORD=574
 FILE 13=ARQUIVO3,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=58
 FILE 14=ARQUIVO4,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=42
 FILE 15=ARQUIVO5,UNIT=DISKPACK,AREA=11,RECORD=126
 FILE 16=ARQUIVO6,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=363
 FILE 17=ARQUIVO7,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=330
 FILE 18=ARQUIVO8,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=3630
 FILE 19=ARQUIVO9,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=330
 FILE 20=ARQUIVO10,UNIT=DISKPACK,AREA=10,RECORD=330

C
 C FUNCAO SUBPROGRAMA QUE DETERMINA O NUMERO DE SECCOES EM C/ELEM.
 C A PARTIR DA SIMETRIA DA ESTRUTURA

C
 FUNCTION NSEC(I,NE,IAUX,NPI)
 COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NEE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL
 *,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
 IF(ISIM)4,4,1
 1 IF(I-NE)4,2,2
 2 IF(2*IAUX-M)3,4,4
 3 NSEC=NPI/2+1
 GO TO 5
 4 NSEC=NPI
 5 RETURN
 END

C SUBROTINA QUE IMPRIME MENSAGENS DE ERRO

C
 SUBROUTINE ERRO(IE,K)
 COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NEE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL
 *,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
 WRITE(IP,1)
 1 FORMAT('1',///,10X,'M E N S A G E M D E E R R O',//)
 N=4
 IF((IE/(10**(N-1)))-1)4,2,2
 2 WRITE(IP,3)K
 3 FORMAT(10X,'NUMERO DE NOS FORNECIDO ULTRAPASSOU O LIMITE MAXIMO FI
 *XADO NO PROGRAMA:',I3)
 IE=IE-10**(N-1)
 4 IF((IE/(10**(N-2)))-1)7,5,5
 5 WRITE(IP,6)K
 6 FORMAT(10X,'INCIDENCIAS INVERTIDAS NO ELEMENTO -',I2)
 IE=IE-10**(N-2)
 7 IF((IE/(10**(N-3)))-1)11,8,8
 8 WRITE(IP,9)K
 9 FORMAT(10X,'LARGURA DE FAIXA CALCULADA ULTRAPASSOU O LIMITE MAXIMO
 *FIXADO NO PROGRAMA:',I2)
 IE=IE-10**(N-3)

PAG

11 IF((IE/(10*(N-4)))-1)14,12,12

12 WRITE(IP,13)K

13 FORMAT(10X,'OCORRENCIA DE ELEMENTO NULO NA DIAGONAL DA M.RIGIDEZ D
*A ESTRUTURA NA LINHA -',I3)

14 RETURN

END

C SUBROTINA QUE FAZ INTEGRAÇÃO NUMERICA

C
SUBROUTINE QSF(H,Y,Z,NDIM)
DIMENSION Y(21),Z(21)

HT=.3333333*H

IF(NDIM-5)7,8,1

C NDIM IS GREATER THAN 5. PREPARATIONS OF INTEGRATION LOOP

1 SUM1=Y(2)+Y(2)

SUM1=SUM1+SUM1

SUM1=HT*(Y(1)+SUM1+Y(3))

AUX1=Y(4)+Y(4)

AUX1=AUX1+AUX1

AUX1=SUM1+HT*(Y(3)+AUX1+Y(5))

AUX2=HT*(Y(1)+3.875*(Y(2)+Y(5))+2.625*(Y(3)+Y(4))+Y(6))

SUM2=Y(5)+Y(5)

SUM2=SUM2+SUM2

SUM2=AUX2-HT*(Y(4)+SUM2+Y(6))

Z(1)=0.

AUX=Y(3)+Y(3)

AUX=AUX+AUX

Z(2)=SUM2-HT*(Y(2)+AUX+Y(4))

Z(3)=SUM1

Z(4)=SUM2

IF(NDIM-6)5,5,2

C INTEGRATION LOOP

2 DO 4 I=7,NDIM,2

SUM1=AUX1

SUM2=AUX2

AUX1=Y(I-1)+Y(I-1)

AUX1=AUX1+AUX1

AUX1=SUM1+HT*(Y(I-2)+AUX1+Y(I))

Z(I-2)=SUM1

IF(I-NDIM)3,6,6

3 AUX2=Y(I)+Y(I)

AUX2=AUX2+AUX2

AUX2=SUM2+HT*(Y(I-1)+AUX2+Y(I+1))

4 Z(I-1)=SUM2

5 Z(NDIM-1)=AUX1

Z(NDIM)=AUX2

RETURN

6 Z(NDIM-1)=SUM2

Z(NDIM)=AUX1

RETURN

C END OF INTEGRATION LOOP

```

*****
7 IF (NDIM-3) 12, 11, 8
C NDIM IS EQUAL TO 4 OR 5
8 SUM2=1.125*HT*(Y(1)+Y(2)+Y(2)+Y(2)+Y(3)+Y(3)+Y(3)+Y(4))
  SUM1=Y(2)+Y(2)
  SUM1=SUM1+SUM1
  SUM1=HT*(Y(1)+SUM1+Y(3))
  Z(1)=0.
  AUX1=Y(3)+Y(3)
  AUX1=AUX1+AUX1
  Z(2)=SUM2-HT*(Y(2)+AUX1+Y(4))
  IF (NDIM-5) 10, 9, 9
9 AUX1=Y(4)+Y(4)
  AUX1=AUX1+AUX1
  Z(5)=SUM1+HT*(Y(3)+AUX1+Y(5))
10 Z(3)=SUM1
  Z(4)=SUM2
  RETURN
C NDIM IS EQUAL TO 3
11 SUM1=HT*(1.25*Y(1)+Y(2)+Y(2)-.25*Y(3))
  SUM2=Y(2)+Y(2)
  SUM2=SUM2+SUM2
  Z(3)=HT*(Y(1)+SUM2+Y(3))
  Z(1)=0.
  Z(2)=SUM1
12 RETURN
END
C SUBROTINA QUE FAZ INVERSAO DE MATRIZES
C
SUBROUTINE INVER(A,N)
  DIMENSION A(3,3),G(3),H(3)
  NN=N-1
  A(1,1)=1./A(1,1)
  DO 110 M=1,NN
    K=M+1
    DO 60 I=1,M
      G(I)=0.
      DO 60 J=1,M
60 G(I)=G(I)+A(I,J)*A(J,K)
      D=0.
      DO 70 I=1,M
70 D=D+A(K,I)*G(I)
      E=A(K,K)-D
      A(K,K)=1./E
      DO 80 I=1,M
80 A(I,K)=-G(I)*A(K,K)
      DO 90 J=1,M
      H(J)=0.
      DO 90 I=1,M
90 H(J)=H(J)+A(K,I)*A(I,J)
      DO 100 J=1,N

```

```

*****
PAC

100 A(K,J)=-H(J)*A(K,K)
    DO 110 I=1,N
    DO 110 J=1,N
110 A(I,J)=A(I,J)-G(I)*A(K,J)
    RETURN
    END
C   SUBROTINA PARA ENTRADA DE DADOS
C
    SUBROUTINE DADOS(NONE,X,Y,CON,NP,XM,YM,FI,IX,IY,RL,CARGA,NCC,NCD,
*NCP,LHL,PZ,XP,YP,QDZ,OPZ,XE,XG,ICONC,A,AML,QV,V,QP,P)
    COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IE,
*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
    INTEGER RL(33),CON(10,2)
    REAL NONE(4,20),IX(11),IY(11)
    DIMENSION X(11),Y(11),NP(11),XM(11),YM(11),FI(11),CARGA(20),NCC(10
*),NCD(10),NCP(10),LHL(10),PZ(10,4),XP(10,4),YP(10,4),QDZ(10,2),OPZ
*(10,10),XE(10,10),XG(10,10),ICONC(10),A(33),AML(10,6),QV(2),V(2),Q
*P(2),P(2)
C
C   LEITURA E IMPRESSAO DO NUMERO E DA IDENTIFICACAO DA ESTRUTURA
C
    READ(IL,1)NEST
    1 FORMAT(I10)
    WRITE(IP,2)NEST
    2 FORMAT('1',///,10X,'ESTRUTURA NUMERO -',I2,///)
    IF(NEST)84,84,5
    3 DO 10 IC=1,4
10 READ(IL,4)(NONE(IC,K),K=1,20)
    4 FORMAT(20A4)
    DO 20 J=1,4
20 WRITE(IP,5)(NONE(J,K),K=1,20)
    5 FORMAT(10X,20A4,/)
C
C   LEITURA E IMPRESSAO DE DADOS GERAIS RELATIVOS A ESTRUTURA
C
    READ(IL,6)NJ,M,NRJ,NR,ISIM,IVIG,E,G
    6 FORMAT(6I10,2E10.4)
    WRITE(IP,7)
    7 FORMAT(///,10X,'DADOS GERAIS SOBRE A ESTRUTURA')
    WRITE(IP,8)NJ,M,NRJ,NR,ISIM,IVIG,E,G
    8 FORMAT(///,10X,'NUMERO DE NOS -',I2,///,10X,'NUMERO DE BARRAS -',I2,
*///,10X,'NUMERO DE APOIOS -',I2,///,10X,'NUMERO DE REACOES -',I2,///,
*10X,'INDICE DE SIMETRIA -',I2,///,10X,'INDICE DE TIPO ESTRUTURAL -',
*,I2,///,10X,'MODULO DE ELASTICIDADE LONG. -',E10.4,///,10X,'MODULO D
*E ELASTICIDADE TRANSV. -',E10.4)
C
C   LEITURA E IMPRESSAO DAS COORDENADAS NODAIS
C
    DO 30 IC=1,NJ
30 READ(IL,9)J,X(J),Y(J)
*****

```

9 FORMAT(I10,2F10.2)

WRITE(IP,11)

11 FORMAT(////,10X,'COORDENADAS NODAIS',//,10X,'NO',20X,'X',22X,'Y',/
*)

WRITE(IP,12)(J,X(J),Y(J),J=1,NJ)

12 FORMAT(10X,I2,13X,F10.2,13X,F10.2)

C
C
C
C

LEITURA E IMPRESSAO DO NUMERO DE PONTOS DE DIVISAO,
CONCAVIDADE E INCIDENCIAS DE C/ELEMENTO.

DO 40 IC=1,M

40 READ(IL,13)I,NP(I),ICONC(I),(CON(I,J),J=1,NNE)

13 FORMAT(5I10)

WRITE(IP,14)

14 FORMAT(////,10X,'NUMERO DE PONTOS DE DIVISAO, CONCAVIDADES E INCID
*ENCIAS DOS ELEMENTOS',///10X,'ELEM.',9X,'NP',10X,'ICONC',6X,'NO IN
*IC.',5X,'NO FINAL',//)

DO 50 I=1,M

50 WRITE(IP,15)I,NP(I),ICONC(I),(CON(I,J),J=1,NNE)

15 FORMAT(5(11X,I2))

C
C
C
C

LEITURA E IMPRESSAO DAS ORDENADAS, ANG. DE INCLINACAO E PROP. DAS
SECOES TRANSV. NOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO

WRITE(IP,16)

16 FORMAT(////,10X,'ORDENADAS, ANG. DE INCLINACAO E prop. DAS SECOES
*TRANSV. NOS PTOS. DE DIV. DE C/ELEMENTO')

DO 60 IC=1,M

NPI=NP(IC)

READ(IL,17)I,(YM(K),K=1,NPI),(FI(K),K=1,NPI),(IX(K),K=1,NPI),(IY(K
*),K=1,NPI)

17 FORMAT(I10,/, (8F10.4))

C
C
C

GRAVAR NO DISCO OS VALORES LIDOS ACIMA PARA C/ELEMENTO

IR=I

WRITE(ID1'IR)YM,FI,IX,IY

WRITE(IP,18)I

18 FORMAT(//,10X,'ELEMENTO -',I2,///,10X,'SEC',14X,'YM',16X,'FI',14X,'
*IX',16X,'IY',//)

DO 60 K=1,NPI

60 WRITE(IP,85)K,YM(K),FI(K),IX(K),IY(K)

85 FORMAT(10X,I2,2(8X,F10.2),2(8X,F10.4))

C
C
C

LEITURA E IMPRESSAO DA LISTA DE RESTRICOES

ND=NDF*NJ

IF(ND=NRN)19,19,84

19 DO 70 K=1,ND

70 RL(K)=0.

```

WRITE(JP,21)
21 FORMAT(////,10X,'RESTRICOES NOS APOIOS',//,10X,'NO',12X,'ROTACAO-X
*' ,8X,'ROTACAO-Y',8X,'DIRECAO-Z',/)
DO 80 IC=1,NRJ
READ(IL,22)K,RL(3*K-2),RL(3*K-1),RL(3*K)
22 FORMAT(4I10)
80 WRITE(IP,23)K,RL(3*K-2),RL(3*K-1),RL(3*K)
23 FORMAT(10X,I2,3(15X,I2))

```

C LEITURA E IMPRESSAO DO NUMERO DE CASOS DE CARREGAMENTO
C E IDENTIFICACAO DOS MESMOS

```

READ(IL,24)NLS
24 FORMAT(I10)
WRITE(IP,25)NLS
25 FORMAT(////,10X,'NUMERO DE CASOS DE CARREGAMENTO -',I2)
DO 210 II=1,NLS
READ(IL,26)J,(CARGA(K),K=1,20)
26 FORMAT(I10,/,20A4)
WRITE(IP,27)J,(CARGA(K),K=1,20)
27 FORMAT(///10X,'CARREGAMENTO NUMERO -',I2,///10X,20A4)
IF(II-NLS)28,67,67

```

C LEITURA E IMPRESSAO DAS C. PERMANENTES E S.C. PERMANENTES

C ZERAGENS DOS VETORES: NCC, NCD, NCP, LML, A
C ZERAGENS DAS MATRIZES: AML, PZ, XP, YP, QDZ, QPZ, DE, DO

```

28 DO 110 I=1,M
NCC(I)=0
NCD(I)=0
NCP(I)=0
LML(I)=0
DO 90 J=1,6
90 AML(I,J)=0.
DO 100 J=1,4
PZ(I,J)=0.
XP(I,J)=0.
100 YP(I,J)=0.
DO 110 J=1,2
QDZ(I,J)=0.
QPZ(I,J)=0.
XE(I,J)=0.
110 XQ(I,J)=0.
DO 120 J=1,N0
120 A(J)=0.

```

C LEITURA E IMPRESSAO DO NUMERO DE NOS E DE ELEMENTOS COM CARGAS

C READ(IL,29)NLJ,NLML,NLMC

PAG

29 FORMAT(3I10)

WRITE(IP,31)NLJ,NLML,NLMC

31 FORMAT(//,10X,'NUMERO DE NOS COM CARGA -',I2,/,10X,'NUMERO DE ELEM

*. COM CARGA (AML FORNECIDOS) -',I2,/,10X,'NUMERO DE ELEM. COM CARG

*A (AML CALCULADOS) -',I2)

IF(NLJ)36,36,32

C
C
C

LEITURA E IMPRESSAO DE CARGAS APLICADAS DIRETAMENTE AOS NOS

32 WRITE(IP,33)

33 FORMAT(///10X,'CARGAS NODAIS',/,10X,'NO',11X,'MOMENTO-X',9X,'MOME

*NTO-Y',10X,'FORCA-Z',/)

DO 130 IC=1,NLJ

READ(IL,34)K,A(3*K-2),A(3*K-1),A(3*K)

34 FORMAT(I10,3F10.2)

130 WRITE(IP,35)K,A(3*K-2),A(3*K-1),A(3*K)

35 FORMAT(10X,I2,3(8X,F10.2))

C
C
C

LEITURA E IMPRESSAO DE CARGAS APLICADAS DIRETAMENTE AOS ELEMENTOS

36 IF(NLML)42,42,37

C
C
C

ESFORCOS DE ENGASTE PERFEITO FORNECIDOS DIRETAMENTE

37 WRITE(IP,38)

38 FORMAT(///10X,'ESFORCOS DE ENGASTE PERFEITO FORNECIDOS',/,10X,'EL

*EN-',6X,'AML-1',9X,'AML-2',9X,'AML-3',9X,'AML-4',9X,'AML-5',9X,'AM

*L-6',/)

DO 140 IC=1,NLML

READ(IL,39)I,(AML(I,J),J=1,6)

39 FORMAT(I10,6F10.2)

LML(I)=1

140 WRITE(IP,41)I,(AML(I,J),J=1,6)

41 FORMAT(11X,I2,6(4X,F10.2))

42 IF(NLMC)66,66,43

C
C
C

ESFORCOS DE ENGASTE PERFEITO CALCULADOS EM SUBROTINAS

43 WRITE(IP,44)

44 FORMAT(///10X,'ESFORCOS DE ENGASTE PERFEITO CALCULADOS')

DO 180 IC=1,NLMC

C
C
C

LEITURA E IMPRESSAO DO NUMERO DE CARGAS CONCENTRADAS, DISTRIBUIDAS

TOTAIS E PARCIAIS NO ELEMENTO-I

C

READ(IL,45)I,NCC(I),NCD(I),NCP(I)

45 FORMAT(4I10)

WRITE(IP,46)I,NCC(I),NCD(I),NCP(I)

46 FORMAT(//,10X,'ELEMENTO -',I2,/,10X,'NUMERO DE CARGAS CONCENTRAD

*AS -',I2,/,10X,'NUMERO DE CARGAS DIST. TOTAL -',I2,/,10X,'NUMERO

*DE CARGAS DIST. PARCIAL -',12)

LNL(I)=1

NCCI=NCC(I)

IF(NCCI)52,52,47

47 WRITE(IP,48)

48 FORMAT(///10X,'CARGAS CONCENTRADAS E SUAS COORDENADAS',//,10X,'CAR
*GA',11X,'PZ',15X,'XP',15X,'YP',/)

DO 150 ICC=1,NCCI

READ(IL,49)J,PZ(I,J),XP(I,J),YP(I,J)

49 FORMAT(I10,3F10.2)

150 WRITE(IP,51)J,PZ(I,J),XP(I,J),YP(I,J)

51 FORMAT(11X,I2,3(7X,F10.2))

52 NCDI=NCD(I)

IF(NCDI)57,57,53

53 WRITE(IP,54)

54 FORMAT(///10X,'CARGAS DISTRIBUIDAS TOTAIS',//,10X,'CARGA',11X,'QDZ
*',/)

DO 160 ICD=1,NCDI

READ(IL,55)J,QDZ(I,J)

55 FORMAT(I10,F10.2)

160 WRITE(IP,56)J,QDZ(I,J)

56 FORMAT(11X,I2,7X,F10.2)

57 NCPI=NCP(I)

IF(NCPI)180,180,58

58 WRITE(IP,59)

59 FORMAT(///,10X,'CARGAS DISTRIBUIDAS PARCIAIS E SUAS ABCISSAS',///,1
*0X,'CARGA',11X,'QDZ',15X,'XE',15X,'XQ',/)

DO 170 JCP=1,NCPI

READ(IL,61)J,QDZ(I,J),XE(I,J),XQ(I,J)

61 FORMAT(I10,3F10.2)

170 WRITE(IP,62)J,QDZ(I,J),XE(I,J),XQ(I,J)

62 FORMAT(11X,I2,3(7X,F10.2))

180 CONTINUE

C

C

GRAVAR NO DISCO OS DADOS REFERENTES A C/CASO DE CARREGAMENTO

C

66 IR=II

WRITE(IG2'IR)AML,PZ,XP,YP,QDZ,QDZ,XE,XQ,A,NCC,NCD,NCP,LNL,NLNC

GO TO 210

C

C

LEITURA E IMPRESSAO DAS CARGAS NOVAS - TREN TIPO -

C

67 IF(IVIG-1)77,77,65

C

C

TREN TIPO RELATIVO A TORCAO: PTC-I=1 , FMC-I=2

C

68 WRITE(IP,69)

69 FORMAT(///10X,'TREN TIPO RELATIVO A TORCAO')

DO 190 IC=1,IVIG

READ(IL,71)I,QV(I),V(I)

PAC

```

71 FORMAT(I10,2F10.2)
   IF(IC-1)72,72,74
72 WRITE(IP,73)
73 FORMAT(//,23X,'PONTE TOTALMENTE CARREGADA',///10X,'MOMENTO DISTRIB
   *UIDO',14X,'MOMENTOS CONCENTRADOS',/)
   GO TO 190
74 WRITE(IP,75)
75 FORMAT(//,25X,'PONTE METADE CARREGADA',///10X,'MOMENTO DISTRIBUIDO
   *',14X,'MOMENTOS CONCENTRADOS',/)
190 WRITE(IP,76)QV(I),V(I)
76 FORMAT(10X,F10.2,24X,F10.2)

```

C

C

C

```

TREM TIPO RELATIVO A FLEXAO: PTC-I=1 , PMC-I=2

77 WRITE(IP,78)
78 FORMAT(///10X,'TREM TIPO RELATIVO A FLEXAO')
   DO 200 IC=1,IVIG
   READ(IL,71)I,OP(I),P(I)
   IF(IC-1)79,79,82
79 WRITE(IP,81)
81 FORMAT(//,22X,'PONTE TOTALMENTE CARREGADA',///10X,'CARGA DISTRIBUI
   *DA',16X,'CARGAS CONCENTRADAS',/)
   GO TO 200
82 WRITE(IP,83)
83 FORMAT(//,24X,'PONTE METADE CARREGADA',///10X,'CARGA DISTRIBUIDA',
   *16X,'CARGAS CONCENTRADAS',/)
200 WRITE(IP,76)Qp(I),p(I)
210 CONTINUE
84 RETURN
END

```

C

C

SUBROTINA QUE MONTA A MATRIZ DE ROTACAO DE CADA ELEMENTO

```

SUBROUTINE ROT(I,JJI,JKI,MP,X,Y,FI,L,R,T)
REAL L(10)
DIMENSION X(11),Y(11),R(10,3,3),T(10,3,3),Np(11),FI(11)
DO 10 J=1,3
DO 10 K=1,3
   R(I,J,K)=0.
   T(I,J,K)=0.
10 XCL=X(JKI)-X(JJI)
   YCL=Y(JKI)-Y(JJI)
   L(I)=SQRT(XCL**2+YCL**2)

```

C

C

C

```

MATRIZ DE ROTACAO DA EXTREMIDADE ESQUERDA DO ELEMENTO -I-

CX=COS(FI(1))
CY=SIN(FI(1))
R(1,1,1)=CX
R(1,1,2)=-CY
R(1,2,1)=CY

```

R(I,2,2)=CX

R(I,3,3)=1.

C
C
C

MATRIZ DE ROTACAO DA EXTREMIDADE DIREITA DO ELEMENTO -I-

NPI=NP(I)

CX=cos(FI(NPI))

CY=sin(FI(NPI))

T(I,1,1)=CX

T(I,1,2)=-CY

T(I,2,1)=CY

T(I,2,2)=CX

T(I,3,3)=1.

RETURN

END

C

SUBROTINA QUE MONTA A M. RIGIDEZ DE C/ELEMENTO NO SISTEMA LOCAL

SUBROUTINE RIGEL(I, NP, L, XM, YM, FI, IX, IY, ICONC, BT, BF, SM)

C

COMMON NEST, M, NJ, NR, NRJ, IVIG, ISIM, E, G, NLS, NNE, NDF, NRM, NCM, ND, LF, IL

*, IP, ID1, ID2, ID3, ID4, ID5, ID6, ID7, ID8, ID9, ID10

REAL L(10), IX(11), IY(11)

DIMENSION NP(11), XM(11), YM(11), FI(11), ICONC(10), BT(11), BF(11), SM(6)

*, 6), Z(11), ZA(11), FM(3,3)

DO 10 J=1,6

DO 10 K=1,6

10 SM(J,K)=0.

NPI=NP(I)

H=L(I)/(NPI-1)

C
C
C

CALCULO DAS ABCISSAS DAS SECOES NOS PONTOS DE DIVISAO

DO 20 K=1, NPI

20 XM(K)=(K-1)*H

C
C
C
C
C

CALCULO DOS B. ALAVANCA A TORCAO E FLEXAO CORRESPONDENTES AS SECOES

DOS PONTOS DE DIVISAO

DO 40 K=1, NPI

BT(K)=(L(I)+(YM(K)*cos(FI(K))/sin(FI(K))-XM(K))*sin(FI(K)))

40 BF(K)=(BT(K)*cos(FI(K))-YM(K))/sin(FI(K))

C
C
C
C
C
C
C

CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS CORRESPONDENTES AOS COEFICIENTES DE FLEXIBILIDADE DA EXTR. LIBERADA -K-

CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PONTOS DE DIVISAO

DO ELEMENTO -I-

DO 110 II=1,3

DO 110 JJ=II,3

IF(II-2)1,5,8

```

1 IF(JJ-2)2,3,4
2 DO 50 K=1,NPI
50 Z(K)=COS(FI(K))/(G*IX(K))+SIN(FI(K))**2/(E*IY(K)*COS(FI(K)))
   GO TO 9
3 DO 60 K=1,NPI
60 Z(K)=SIN(FI(K))/(G*IX(K))-SIN(FI(K))/(E*IY(K))
   GO TO 9
4 DO 70 K=1,NPI
70 Z(K)=-BT(K)/(G*IX(K))+BF(K)*SIN(FI(K))/(E*IY(K)*COS(FI(K)))
   GO TO 9
5 IF(JJ-2)6,6,7
6 DO 80 K=1,NPI
80 Z(K)=SIN(FI(K))**2/(G*IX(K)*COS(FI(K)))+COS(FI(K))/(E*IY(K))
   GO TO 9
7 DO 90 K=1,NPI
90 Z(K)=-BT(K)*SIN(FI(K))/(G*IX(K)*COS(FI(K)))-BF(K)/(E*IY(K))
   GO TO 9
8 DO 100 K=1,NPI
100 Z(K)=BT(K)**2/(G*IX(K)*COS(FI(K)))+BF(K)**2/(E*IY(K)*COS(FI(K)))

```

C CHAMA A SUBROTINA -QSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA

9 CALL QSF(H,Z,ZA,NPI)

C CALCULO DOS COEF. DE FLEXIBILIDADE NA EXTREMIDADE LIBERADA -K-

```

110 FM(II,JJ)=ZA(NPI)
    FM(2,1)=FM(1,2)
    FM(3,1)=FM(1,3)
    FM(3,2)=FM(2,3)

```

C TROCA-SE OS SINAIS DOS COEF. DE FLEXIBILIDADE NO CASO DE
C CONCAVIDADE INVERTIDA

```

    IF(ICONC(I))11,11,12
11 DO 120 II=1,3
    DO 120 JJ=1,3
120 FM(II,JJ)=-FM(II,JJ)

```

C CHAMA A SUBROTINA -INVER- PARA CALCULAR A INVERSA DE FM(KK)

```

12 N=3
   CALL INVER(FM,N)

```

C CALCULO DA MATRIZ DE RIGIDEZ DO ELEMENTO -I-

```

DO 130 J=4,6
JJ=J-3
DO 130 K=4,6
KK=K-3

```

PAL

130 SM(J,K)=FM(JJ,KK)

DO 140 K=4,6

SM(1,K)=-SM(4,K)

SM(2,K)=-(SH(5,K)-SM(6,K)*L(I))

140 SM(3,K)=-SM(6,K)

DO 150 J=1,3

DO 150 K=4,6

150 SM(K,J)=SM(J,K)

DO 160 J=1,3

SM(1,J)=-SM(4,J)

SM(2,J)=-(SH(5,J)-SM(6,J)*L(I))

160 SM(3,J)=-SM(6,J)

RETURN

END

C SUBROTINA QUE COLOCA NA MATRIZ DE RIGIDEZ GLOBAL DA ESTRUTURA AS
C CONTRIBUICOES DE CADA ELEMENTO

C

SUBROUTINE MONT(I,CON,SMD,SK)

COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL

*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

INTEGER CON(10,2)

DIMENSION SMD(6,6),SK(33,6)

C

C

C

ARMAZENAR A M.RIGIDEZ DO ELEMENTO -I- NA M.RIGIDEZ GLOBAL DA ESTR.

C

C

DETERMINACAO DAS LINHAS

C

DO 30 JJ=1,NNE

IROW=(CON(I,JJ)-1)*NDF

IF(IROW)30,1,1

1 DO 30 J=1,NDF

IROW=IROW+1

IR=(JJ-1)*NDF+J

C

C

C

DETERMINACAO DAS COLUNAS

DO 20 KK=1,NNE

ICOLB=(CON(I,KK)-1)*NDF

DO 10 K=1,NDF

ICOL=ICOLB+K+1-IROW

IC=(KK-1)*NDF+K

C

C

C

PULAR O ARMAZENAMENTO NA M.RIGIDEZ GLOBAL SE O COEF. DE RIGIDEZ

C

ESTIVER ABAIXO DA DIAGONAL

IF(ICOL)10,10,2

2 SK(IROW,ICOL)=SK(IROW,ICOL)+SMD(IR,IC)

10 CONTINUE

20 CONTINUE

30 CONTINUE

RETURN

END

SUBROTINA QUE MONTA A M.RIGIDEZ DA ESTRUTURA NO SISTEMA GLOBAL

SUBROUTINE RIGID(X,Y,CON,L,R,NP,XM,YM,FI,IX,IY,ICONC,BT,BF,SM,SMR,
*SMD,SK,T)
COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL
*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
INTEGER CON(10,2)
REAL L(10),IX(11),IY(11)
DIMENSION X(11),Y(11),R(10,3,3),NP(11),XM(11),YM(11),FI(11),ICONC(
*10),BT(11),BF(11),SM(6,6),SMR(6,6),SMD(6,6),SK(33,6),I(10,3,3)

CALCULO DA LARGURA DE BANDA

LF=0

DO 10 I=1,M

LL=ABS(CON(I,1)-CON(I,2))

IF(LF-LL)1,10,10

1 LF=LL

10 CONTINUE

LF=NDF*(LF+1)

IF(LF-NCM)2,2,3

ZERAR A MATRIZ DE RIGIDEZ GLOBAL DA ESTRUTURA

2 DO 20 J=1,ND

DO 20 K=1,LF

20 SK(J,K)=0.

MONTAGEM DA MATRIZ DE RIGIDEZ GLOBAL DA ESTRUTUA

DO 60 I=1,M

CORRESPONDENCIA ENTRE INDICES DO ELEMENTO E DA ESTRUTURA

JJI=CON(I,1)

JKI=CON(I,2)

J1=3*JJ1-2

J2=3*JJ1-1

J3=3*JJ1

K1=3*JK1-2

K2=3*JK1-1

K3=3*JK1

ZERAR AS MATRIZES - SMR E SMD -

DO 30 J=1,6

DO 30 K=1,6

SMR(J,K)=0.

30 SMD(J,K)=0.

LEITURA NO DISCO DAS ORDENADAS, ANG. DE INCLINACAO E PROPRIEDADES
DAS SECOES NOS PONTOS DE DIVISAO

IR=I
READ(ID1'IR)YM,FI,IX,IY

NPI=NP(I)

DO 70 K=1,NPI

70 FI(K)=3.14159*FI(K)/180.

CHAMA A SUBROTINA -ROT- PARA MONTAR A MATRIZ DE ROTACAO EM
C/EXTREMIDADE DO ELEMENTO CONSIDERADO

CALL ROT(I,JJI,JKI,NP,X,Y,FI,L,R,T)

CHAMA A SUBROTINA -RIGEL- PARA MONTAR A M.RIGIDEZ
DE C/ELEMENTO NO SIST. LOCAL

CALL RIGEL(I,NP,L,XH,YM,FI,IX,IY,ICONC,BT,BF,SM)

GRAVAR NO DISCO A MATRIZ -SM- E OS B.ALAVANCA BT E BF DE C/ELEM.

WRITE(ID3'IR)SM,BT,BF

MONTAR A MATRIZ -SMR=SM*R- DE C/ELEMENTO

DO 40 II=1,3

DO 40 J=1,3

DO 40 K=1,3

SMR(II,J)=SMR(II,J)+SM(II,K)*R(I,K,J)

SMR(II,J+3)=SMR(II,J+3)+SM(II,K+3)*T(I,K,J)

SMR(II+3,J)=SMR(II+3,J)+SM(II+3,K)*R(I,K,J)

SMR(II+3,J+3)=SMR(II+3,J+3)+SM(II+3,K+3)*T(I,K,J)

GRAVAR NO DISCO A MATRIZ -SMR- E OS INDICES -J1,J2,J3,K1,K2,K3-

40 CONTINUE

WRITE(ID4'IR)SMR,J1,J2,J3,K1,K2,K3

MONTAR A M.RIGIDEZ -SMD=RT*SMR- DE C/ELEMENTO NO SISTEMA GLOBAL

DO 50 II=1,3

DO 50 J=1,3

DO 50 K=1,3

SMD(II,J)=SMD(II,J)+R(I,K,II)*SMR(K,J)

SMD(II,J+3)=SMD(II,J+3)+R(I,K,II)*SMR(K,J+3)

SMD(II+3,J)=SMD(II+3,J)+T(I,K,II)*SMR(K+3,J)

SMD(II+3,J+3)=SMD(II+3,J+3)+T(I,K,II)*SMR(K+3,J+3)

50 CONTINUE

PAG

```
C
C      CHAMA A SUBROTINA -MONT- PARA MONTAR A M.RIGIDEZ GLOBAL DA ESTR.
C      CALL MONT(I,CON,SMD,SK)
60 CONTINUE
3  RETURN
END

C      SUBROTINA QUE TRIANGULARIZA A M.RIGIDEZ DA ESTRUTURA
C      SUBROUTINE TRIAN(K,RL,SK)
COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL
*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
INTEGER RL(33)
DIMENSION SK(33,6)

C      MODIFICACAO DA M.RIGIDEZ DA EST. ATRAVES DA INTRODUCAO DAS
C      CONDICAOES DE CONTOURNO, UTILIZANDO-SE A TECNICA DO NUMERO
C      MUITO GRANDE NA DIAGONAL
C
DO 10 K=1,ND
  IF(RL(K))10,10,1
1  SK(K,1)=10.E+12
10 CONTINUE

C      TRIANGULARIZACAO DA M.RIGIDEZ DA EST. UTILIZANDO-SE O MET.DE GAUSS
C
DO 40 K=1,ND-1
  IF(ABS(SK(K,1))-10.E-06)4,4,2
2  DO 30 I=K+1,K+LF-1
  IF(I-ND)3,3,40
3  DO 20 J=I,K+LF-1
  IF(J-ND)20,20,30
20 SK(I,J-I+1)=SK(I,J-I+1)-(SK(K,J-K+1)*SK(K,I-K+1))/SK(K,1)
30 CONTINUE
40 CONTINUE
4  RETURN
END

C      SUBROTINA QUE CALCULA OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DEVIDOS
C      A C.CONCENTRADA
C
SUBROUTINE SUBCC(I,NCC,NP,L,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,XA,YA,ICONC
*,AML)
COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL
*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
REAL L(10),IX(11),IY(11),LP,LL,LT
DIMENSION NCC(10),NP(11),XM(11),YM(11),FI(11),SM(6,6),BT(11),BF(11
*),PA(11),XA(4),YA(4),ICONC(10),AML(10,6),BTP(11),BFP(11),Z(11),ZA(
*11),DL(6),AMLK(6)
NCC1=NCC(1)
NPI=NP(1)
```

H=L(I)/(NPI-1)

DO 100 J=1,NCCI

KP=XA(J)/H

KP=KP+1

IF(ABS(KP*H-XA(J))-0.001)7,8,8

7 KP=KP+1

8 JP=KP+1

C
C
C
C

CALCULO DOS B.ALAVANCA A TORCAO E FLEXAO DE -PA- NAS SECOES A
ESQUERDA DA C.CONCENTRADA

DO 20 K=1,KP

LP=XA(J)+YA(J)*SIN(FI(K))/COS(FI(K))+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K))-X

*M(K)

LL=L(I)+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K))-XM(K)

LT=BT(K)*LP/LL

BTP(K)=LT-YA(J)/COS(FI(K))

IF(ABS(BTP(K))-1.E-06)13,13,14

13 BTP(K)=0.

14 BFP(K)=(LT*COS(FI(K))-YM(K))/SIN(FI(K))

IF(ABS(BFP(K))-1.E-06)15,15,20

15 BFP(K)=0.

20 CONTINUE

C
C
C
C
C
C

CALCULO NUMERICO DAS INTEGRALS CORRESPONDENTES AOS DESL. DA EXTR.
LIBERADA -K-

CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PONTOS CORRESPONDENTES AS
SECOES A ESQUERDA DA CARGA

DO 70 KK=4,6

DO 30 K=JP,NPI

30 Z(K)=0.

IF(KK-5)1,2,3

1 DO 40 K=1,KP

40 Z(K)=PA(J)*BTP(K)/(G*IX(K))-PA(J)*BFP(K)*SIN(FI(K))/(E*IY(K)*COS(FI(K))

*IX(K))

GO TO 4

2 DO 50 K=1,KP

50 Z(K)=PA(J)*BTP(K)*SIN(FI(K))/(G*IX(K)*COS(FI(K)))+PA(J)*BFP(K)/(E*

*IY(K))

GO TO 4

3 DO 60 K=1,KP

60 Z(K)=-PA(J)*BTP(K)*BT(K)/(G*IX(K)*COS(FI(K)))-PA(J)*BFP(K)*BF(K)/(E*

*IY(K)*COS(FI(K))

4 IF(KP-2)9,11,17

9 U=H/2000.

GO TO 16

11 U=H/2.

16 NDI=3

PAG

Z(3)=Z(2)
Z(2)=(Z(1)+Z(3))/2.

GO TO 12

17 U=H

NDI=KP

CHAMA A SUBROTINA -DSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA

12 CALL DSF(U,Z,ZA,NDI)

CALCULO DOS DESLOCAMENTOS NA EXTREMIDADE LIBERADA -K-

70 DL(KK)=ZA(NDI)

TROCA-SE OS SINAIS DOS DESL. NO CASO DE CONCAVIDADE INVERTIDA

IF(ICONC(I))5,5,6

5 DL(4)=-DL(4)

DL(5)=-DL(5)

DL(6)=-DL(6)

CALCULO DOS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DO ELEMENTO -I-

6 DO 90 JJ=4,6

AMLK(JJ)=0.

DO 80 KK=4,6

80 AMLK(JJ)=AMLK(JJ)-SM(JJ,KK)*DL(KK)

90 AML(I,JJ)=AML(I,JJ)+AMLK(JJ)

AML(I,1)=AML(I,1)-AMLK(4)+PA(J)*YA(J)

AML(I,2)=AML(I,2)-AMLK(5)+AMLK(6)*L(I)-PA(J)*XA(J)

AML(I,3)=AML(I,3)-AMLK(6)+PA(J)

100 CONTINUE

RETURN

END

SUBROTINA QUE CALCULA OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DEVIDOS

A C.DISTRIBUIDAS TOTAIS

COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL

*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

REAL L(10),IX(11),IY(11),LP,LL,LT

DIMENSION NCD(10),NP(11),XM(11),YM(11),FI(11),SM(6,6),BT(11),BF(11

*),PA(11),ICONC(10),AML(10,6),BTO(10,11),BFN(10,11),QT(10,11),Z(11)

*,ZA(11),DL(6),S(11),XG(11),YG(11),AMLK(6)

NCDI=NCD(I)

NpI=Np(I)

H=L(I)/(NpI-1)

DO 140 J=1,NCDI

CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS CORRESPONDENTES AOS COMPRIMENTOS E
COORDENADAS DO C.GRAVIDADE DOS ARCOS COMPREENDIDOS ENTRE C/SECAO
E A EXTR. DIREITA DO ELEMENTO


```

*****
C
C  CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PONTOS DE DIVISAO
C  COMPREENDIDOS ENTRE C/SECAO E A EXTR. DIREITA DO ELEMENTO
C
  DO 70 LJ=1,NPI-1
  DO 60 KK=1,3
  DO 20 K=LJ,NPI
20  Z(K)=0.
    IF(KK=2)1,2,3
  1  DO 30 K=LJ,NPI
    N=K-LJ+1
30  Z(N)=1./COS(FI(K))
    GO TO 4
  2  DO 40 K=LJ,NPI
    N=K-LJ+1
40  Z(N)=XM(K)/COS(FI(K))
    GO TO 4
  3  DO 50 K=LJ,NPI
    N=K-LJ+1
50  Z(N)=YM(K)/COS(FI(K))
  4  IF(LJ-(NPI-1))19,17,17
17  NDI=3
    U=H/2.
    Z(3)=Z(2)
    Z(2)=(Z(1)+Z(5))/2.
    GO TO 19
18  NDI=NPI-LJ+1
    U=H
C
C  CHAMA A SUBROTINA -GSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA
C
19  CALL GSF(U,Z,ZA,NDI)
    IF(KK=2)5,6,7
  5  S(LJ)=ZA(NDI)
    GO TO 60
  6  XG(LJ)=ZA(NDI)/S(LJ)
    GO TO 60
  7  YG(LJ)=ZA(NDI)/S(LJ)
60  CONTINUE
C
C  CALCULO DA C.CONCENTRADA EQUIV., CORRESPONDENTE A C.DISTRIBUIDA
C  COMPREENDIDA ENTRE C/SECAO E A EXTR. DIREITA DO ELEMENTO
C
C  TROCA-SE OS SINAIS DA C.CONCENTRADA EQUIVALENTE NO CASO DE
C  CONCAVIDADE INVERTIDA
C
  IF(ICONC(I))8,8,9
  8  S(LJ)=-S(LJ)
  9  QT(J,LJ)=PA(J)*S(LJ)
C

```

```

*****
C      CALCULO DOS B.ALAVANCA A TORCAO E FLEXAO DA C.EQUIVALENTE NA SECAO
C      CORRESPONDENTE AO PUNTO DE DIVISAO CONSIDERADO
C
      LP=XG(LJ)+YG(LJ)*SIN(FI(LJ))/COS(FI(LJ))+YM(LJ)*COS(FI(LJ))/SIN(FI
      *(LJ))-XM(LJ)
      LL=L(I)+YM(LJ)*COS(FI(LJ))/SIN(FI(LJ))-XM(LJ)
      LT=BT(LJ)*LP/LL
      BTQ(J,LJ)=LT-YG(LJ)/COS(FI(LJ))
70    BFG(J,LJ)=(LT*COS(FI(LJ))-YM(LJ))/SIN(FI(LJ))

C
C      CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS CORRESPONDENTES AOS DESL. DA EXTR.
C      LIBERADA -K-
C
C      CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PONTOS DE DIV. DO ELEM. -I-
C
      DO 110 KK=4,6
      IF(KK-5)11,12,13
11    DO 80 K=1,NPI
80    Z(K)=QT(J,K)*BTQ(J,K)/(G*IX(K))-QT(J,K)*BFG(J,K)*SIN(FI(K))/(E*IY(
      *K)*COS(FI(K)))
      GO TO 14
12    DO 90 K=1,NPI
90    Z(K)=QT(J,K)*BTQ(J,K)*SIN(FI(K))/(G*IX(K)*COS(FI(K)))+QT(J,K)*BFG(
      *J,K)/(E*IY(K))
      GO TO 14
13    DO 100 K=1,NPI
100   Z(K)=-QT(J,K)*BTQ(J,K)*BT(K)/(G*IX(K)*COS(FI(K)))-QT(J,K)*BFG(J,K)
      **BF(K)/(E*IY(K)*COS(FI(K)))

C
C      CHAMA A SUBROTINA -QSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA
C
14    CALL QSF(H,Z,ZA,NPI)
110   DL(KK)=ZA(NPI)

C
C      TROCA-SE OS SINAIS DOS DESL. NO CASO DE CONCAVIDADE INVERTIDA
C
      IF(ICONC(I))15,15,16
15    DL(4)=-DL(4)
      DL(5)=-DL(5)
      DL(6)=-DL(6)

C
C      CALCULO DOS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DO ELEMENTO -I-
C
16    DO 130 JJ=4,6
      AMLK(JJ)=0.
      DO 120 KK=4,6
120   AMLK(JJ)=AMLK(JJ)-SH(JJ,KK)*DL(KK)
130   AML(I,JJ)=AML(I,JJ)+AMLK(JJ)
      AML(I,1)=AML(I,1)-AMLK(4)+QT(J,1)*YG(1)
      AML(I,2)=AML(I,2)-AMLK(5)+AMLK(6)*L(I)-QT(J,1)*XG(1)

```

AML(I,3)=AML(I,3)-AMLK(6)+DT(J,1)

140 CONTINUE

C GRAVAR NO DISCO -DT,BTQ,BFQ- CORRESPONDENTE A C/C.DISTRIBUIDA

C TOTAL DO ELEMENTO -I-

IR=I

WRITE(ID9,IR)DT,BTQ,BFQ

RETURN

END

C SUBROTINA QUE CALCULA OS ESP. DE ENGASTE PERFEITO DEVIDOS

C A MOMENTO TORSOR CONCENTRADO

C

SUBROUTINE SUBCT(I,NCT,NP,L,XH,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,XA,YA,HI,
*ICONC,AML)

COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCH,ND,LF,IL

* ,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

REAL L(10),IX(11),IY(11),HI(4),MXM,MYM,MXS,MYS

DIMENSION NCT(10),NP(11),XM(11),YM(11),FI(11),SM(6,6),BT(11),BF(11

*) ,PA(11),XA(4),YA(4),ICONC(10),AML(10,6),MXS(11),MYS(11),Z(11),ZA(

*11),DL(6),AMLK(6)

NCTI=NCT(I)

H=L(I)/(NPI-1)

DO 100 J=1,NCTI

C

NPI=NP(I)

C DECOMPOSICAO DO M.TORSOR SEGUNDO OS EIXOS -XM- E -YM- DO SISTEMA

C LOCAL DE REFERENCIA

C

MXM=PA(J)*COS(MI(J))

MYM=PA(J)*SIN(MI(J))

C

C CALCULO DOS MOM. DE TORCAO E FLEXAO NAS SECOES A ESQUERDA DA

C C.MOM.CONCENTRADA

C

KP=XA(J)/H

Kp=Kp+1

IF(ABS(KP*H-XA(J))-0.01)7,8,8

7 KP=KP+1

JP=KP

GO TO 13

8 JP=KP+1

13 DO 20 K=1,Kp

MXS(K)=MXM*COS(FI(K))+MYM*SIN(FI(K))

20 MYS(K)=MYM*COS(FI(K))-MXM*SIN(FI(K))

C

C CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS CORRESPONDENTES AOS DESL. DA

C EXTR. LIBERADA -K-

C

C CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PONTOS CORRESPONDENTES

C AS SECOES A ESQUERDA DA CARGA

C

DO 70 KK=4,6

DO 30 K=JP,NPI

30 Z(K)=0.

IF(KK-5)1,2,3

1 DO 40 K=1,KP

40 Z(K)=MXS(K)/(G*IX(K))-MYS(K)*SIN(FI(K))/(E*IY(K)*COS(FI(K)))

GO TO 4

2 DO 50 K=1,KP

50 Z(K)=MXS(K)*SIN(FI(K))/(G*IX(K)*COS(FI(K)))+MYS(K)/(E*IY(K))

GO TO 4

3 DO 60 K=1,KP

60 Z(K)=-MXS(K)*DI(K)/(G*IX(K)*COS(FI(K)))-MYS(K)*BF(K)/(E*IY(K)*COS(FI(K)))

4 IF(KP-2)9,11,17

9 U=H/2000.

GO TO 16

11 U=H/2.

16 NDI=3

Z(3)=Z(2)

Z(2)=(Z(1)+Z(3))/2.

GO TO 12

17 U=H

NDI=KP

C

C

CHAMA A SUBROTINA -DSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA

C

12 CALL DSF(U,Z,ZA,NDI)

C

C

CALCULO DOS DESL. NA EXTR. LIBERADA -K-

C

70 DL(KK)=ZA(NDI)

C

C

TROCA-SE OS SINAIS DOS DESL. NO CASO DE CONCAVIDADE INVERTIDA

C

IF(ICONC(I))5,5,6

5 DL(4)=-DL(4)

DL(5)=-DL(5)

DL(6)=-DL(6)

C

C

CALCULO DOS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DO ELEMENTO -I-

C

6 DO 90 JJ=4,6

AMLK(JJ)=0.

DO 80 KK=4,6

80 AMLK(JJ)=AMLK(JJ)-SH(JJ,KK)*DL(KK)

90 AML(I,JJ)=AML(I,JJ)+AMLK(JJ)

AML(I,1)=AML(I,1)-AMLK(4)-MXM

AML(I,2)=AML(I,2)-AMLK(5)+AMLK(6)*L(I)-MYM

AML(I,3)=AML(I,3)-AMLK(6)

100 CONTINUE

RETURN

END

C SUBROTINA QUE CALCULA OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DEVIDOS

C A C.DISTRIBUIDAS PARCIAIS

C SUBROUTINE SUBCP(I,NCP,NP,L,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,XA,YA,ICONC
*,ANL)

COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,F,G,NLS,NDE,NDF,NRM,NCH,ND,LF,IL

*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

REAL L(10),IX(11),IY(11),LP,LL,LT

DIMENSION NCP(10),NP(11),XM(11),YM(11),FI(11),SM(6,6),BT(11),BF(11

*,PA(10),XA(10),YA(10),ICONC(10),ANL(10,6),BTD(10,11),BFD(10,11),Q

*T(10,11),Z(11),ZA(11),DL(6),S(11),XG(11),YG(11),ANLK(6)

NCPI=NCP(I)

NPI=NP(I)

H=L(I)/(NPI-1)

DO 260 J=1,NCPI

DO 10 K=1,NPI

QT(J,K)=0.

BTD(J,K)=0.

BFD(J,K)=0.

10 Z(K)=0.

DO 20 KK=1,6

20 DL(KK)=0.

KP=(XA(J)+YA(J))/H

KP=KP+1

IF(ABS(KP*H-(XA(J)+YA(J)))-0.1)1,1,2

1 KP=KP+1

2 JJ=XA(J)/H

JJ=JJ+1

IF(ABS(JJ*H-XA(J))-0.1)3,3,4

3 JJ=JJ+1

4 IF(ABS(XM(JJ)-XA(J))-0.1)5,5,6

5 KJ=JJ

GO TO 7

6 KJ=JJ+1

C CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS CORRESPONDENTES AOS COMPRIMENTOS E
C COORDENADAS DO C.GRAVIDADE DOS ARCOS COMPREENDIDOS ENTRE C/SECAO
C DO INTERVALO DA CARGA E A EXTR. DIREITA DA CARGA

C CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PTOS. DE DIV.COMPREENDIDOS
C ENTRE C/SECAO DO INTERVALO DA CARGA E A EXTR. DIREITA DA CARGA

C 7 DO 30 LJ=KJ,KP-1

DO 70 KK=1,3

DO 30 K=1,NPI

30 Z(K)=0.

IF(KK=2)8,9,11

8 DO 40 K=LJ,KP

PAC

N=K-LJ+1

40 Z(N)=1./COS(FI(K))

GO TO 12

9 DO 50 K=LJ,KP

N=K-LJ+1

50 Z(N)=XM(K)/COS(FI(K))

GO TO 12

11 DO 60 K=LJ,KP

N=K-LJ+1

60 Z(N)=YM(K)/COS(FI(K))

12 IF(LJ-(KP-1))41,39,39

39 NDI=3

U=H/2.

Z(3)=Z(2)

Z(2)=(Z(1)+Z(3))/2.

GO TO 42

41 NDI=KP-LJ+1

U=H

C

C

CHAMA A SUBROTINA -QSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA

C

42 CALL QSF(U,Z,ZA,NDI)

IF(KK-2)13,14,15

13 S(LJ)=ZA(NDI)

GO TO 70

14 XG(LJ)=ZA(NDI)/S(LJ)

GO TO 70

15 YG(LJ)=ZA(NDI)/S(LJ)

70 CONTINUE

C

C

CALCULO DA C.CONCENTRADA EQUIV. CORRESPONDENTE A C.DISTRIBUIDA

C

COMPREENDIDA ENTRE C/SECAO DO INTERVALO DA CARGA E A EXTR. DIREITA

C

DA CARGA

C

C

TROCA-SE OS SINAIS DA C.CONCENTRADA EQUIVALENTE NO CASO DE

C

CONCAVIDADE INVERTIDA

C

IF(ICONC(I))16,16,17

16 S(LJ)=-S(LJ)

17 BT(J,LJ)=PA(J)*S(LJ)

C

C

CALCULO DOS B.ALAVANCA A TORCAO E FLEXAO DAS -BT- NAS SECOES DO

C

INTERVALO DA CARGA CORRESPONDENTE A C/PTO. DE DIV. CONSIDERADO

C

LP=XG(LJ)+YG(LJ)*SIN(FI(LJ))/COS(FI(LJ))+YM(LJ)*COS(FI(LJ))/SIN(FI

*(LJ))-XM(LJ)

LL=L(I)+YM(LJ)*COS(FI(LJ))/SIN(FI(LJ))-XM(LJ)

LT=BT(LJ)*LP/LL

BTQ(J,LJ)=LT-YG(LJ)/COS(FI(LJ))

80 BEQ(J,LJ)=(LT*COS(FI(LJ))-YM(LJ))/SIN(FI(LJ))

C

```

*****
C      CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS DEFINIDAS NO INTERVALO DA CARGA
C      CORRESPONDENTE A PRIMEIRA PARCELA DOS DESL. DA EXTR. LIBERADA -K-
C
C      CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PTOS. DE DIVISAO
C      COMPREENDIDOS NO INTERVALO DA CARGA
C
      DO 120 KK=4,6
      IF(KK-5)18,19,21
18     DO 90 K=KJ,KP
      N=K-KJ+1
      90 Z(N)=QT(J,K)*BTQ(J,K)/(G*IX(K))-QT(J,K)*BFO(J,K)*SIN(FI(K))/(E*IY(
      *K)*COS(FI(K)))
      GO TO 22
19     DO 100 K=KJ,KP
      N=K-KJ+1
      100 Z(N)=QT(J,K)*BTQ(J,K)*SIN(FI(K))/(G*IX(K)*COS(FI(K)))+QT(J,K)*BFO(
      *J,K)/(E*IY(K))
      GO TO 22
21     DO 110 K=KJ,KP
      N=K-KJ+1
      110 Z(N)=-QT(J,K)*BTQ(J,K)*BT(K)/(G*IX(K)*COS(FI(K)))-QT(J,K)*BFO(J,K)
      *BF(K)/(E*IY(K)*COS(FI(K)))
      22 IF(KJ-(KP-1))44,43,43
      43 NDI=3
      U=H/2.
      Z(3)=Z(2)
      Z(2)=(Z(1)+Z(3))/2.
      GO TO 45
      44 NDI=KP-KJ+1
      U=H
C
C      CHAMA A SUBROTINA -QSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA
C
      45 CALL QSF(U,Z,ZA,NDI)
      120 DL(KK)=ZA(NDI)
C
C      CALCULO DA C.CONCENTRADA EQUIV. E COORDENADAS DO SEU C.GRAVIDADE
C      CORRESPONDENTE A C.DISTRIBUIDA COMPREENDIDA EM TODO INTERVALO
C
C      CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS CORRESPONDENTES A -QT,XG,YG-
C
C      CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PTOS. DE DIVISAO
C      COMPREENDIDOS EM TODO INTERVALO DA CARGA
C
      IF(KJ-1)54,54,46
46     DO 170 KK=1,3
      DO 130 K=1,NP1
      130 Z(K)=0.
      IF(KK-2)23,24,25
      23 DO 140 K=KJ,KP

```

PA

N=K-KJ+1

140 Z(N)=1./COS(FI(K))

GO TO 26

24 DO 150 K=KJ,KP

N=K-KJ+1

150 Z(N)=XM(K)/COS(FI(K))

GO TO 26

25 DO 160 K=KJ,KP

N=K-KJ+1

160 Z(N)=YM(K)/COS(FI(K))

26 IF (KJ-(KP-1)) 48,47,47

47 NDI=3

U=H/2.

Z(3)=Z(2)

Z(2)=(Z(1)+Z(3))/2.

GO TO 49

48 NDI=KP-KJ+1

U=H

C

C

CHAMA A SUBROTINA -QSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA

C

49 CALL QSF(U,Z,ZA,NDI)

IF (KK-2) 27,28,29

27 S(J)=ZA(NDI)

GO TO 170

28 XG(J)=ZA(NDI)/S(J)

GO TO 170

29 YG(J)=ZA(NDI)/S(J)

170 CONTINUE

C

C

TROCA-SE OS SINAIS DA C.CONCENTRADA EQUIVALENTE NO CASO DE

C

CONCAVIDADE INVERTIDA

C

IF (ICONC(I)) 31,31,32

31 S(J)=-S(J)

QT(J,KJ)=PA(J)*S(J)

C

C

CALCULO DOS B.ALAVANCA A TORCAO E FLEXAO DA -QT- NAS SECOES
CORRESPONDENTES AOS PTOS. DE DIVISAO COMPREENDIDOS ENTRE A EXTR.
ESQUERDA DO ELEMENTO E O INICIO DA CARGA

C

32 DO 180 K=1,KJ

LP=XG(J)+YG(J)*SIN(FI(K))/COS(FI(K))+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K))-X
*M(K)

LL=L(I)+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K))-XM(K)

LT=BT(K)*LP/LL

BTG(J,K)=LT-YG(J)/COS(FI(K))

BFG(J,K)=(LT*COS(FI(K))-YM(K))/SIN(FI(K))

180 QT(J,K)=QT(J,KJ)

C

```

*****
C      CALCULO NUMERICO DAS INTEGRAIS DEFINIDAS NO INTERVALO ENTRE A EXTR
C      ESQUERDA DO ELEM. E O INICIO DA CARGA CORRESPONDENTE A SEGUNDA
C      PARCELA DOS DESL. DA EXTR. LIBERADA
C
C      CALCULO DOS VALORES DOS INTEGRANDOS NOS PTOS. DE DIV.COMPREENDIDOS
C      ENTRE A EXTR. ESQUERDA DO ELEM. E O INICIO DA CARGA
C
      DO 230 KK=4,6
      DO 190 K=1,NDI
190    Z(K)=0.
      IF(KK=5)33,34,35
      33 DO 200 K=1,KJ
      200 Z(K)=OT(J,K)*BTQ(J,K)/(G*IX(K))-OT(J,K)*BFQ(J,K)*SIN(FI(K))/(E*IY(
        *K)*COS(FI(K)))
      GO TO 36
      34 DO 210 K=1,KJ
      210 Z(K)=OT(J,K)*BTQ(J,K)*SIN(FI(K))/(G*IX(K)*COS(FI(K)))+OT(J,K)*BFQ(
        *J,K)/(E*IY(K))
      GO TO 36
      35 DO 220 K=1,KJ
      220 Z(K)=-OT(J,K)*BTQ(J,K)*BT(K)/(G*IX(K)*COS(FI(K)))-OT(J,K)*BFQ(J,K)
        **BF(K)/(E*IY(K)*COS(FI(K)))
      36 IF(KJ=2)51,51,52
      51 NDI=3
      U=H/2.
      Z(3)=Z(2)
      Z(2)=(Z(1)+Z(3))/2.
      GO TO 53
      52 NDI=KJ
      U=H
C
C      CHAMA A SUBROTINA -QSF- PARA FAZER A INTEGRACAO NUMERICA
C
      53 CALL QSF(U,Z,ZA,NDI)
      230 DL(KK)=DL(KK)+ZA(NDI)
C
C      TROCA-SE OS SINAIS DOS DESL. NO CASO DE CONCAVIDADE INVERTIDA
C
      54 IF(ICONC(I))37,37,38
      37 DL(4)=-DL(4)
      DL(5)=-DL(5)
      DL(6)=-DL(6)
C
C      CALCULO DOS ESF. DE ENGASTAMENTO PERFEITO DO ELEMENTO -I-
C
      38 DO 250 JJ=4,6
      AMLK(JJ)=0.
      DO 240 KK=4,6
      240 AMLK(JJ)=AMLK(JJ)-SH(JJ,KK)*DL(KK)
      250 AML(I,JJ)=AML(I,JJ)+AMLK(JJ)
*****

```

PAC

```

AML(I,1)=AML(I,1)-AMK(4)+QT(J,KJ)*YG(J)
AML(I,2)=AML(I,2)-AMK(5)+AMK(6)*L(I)-QT(J,KJ)*XG(J)
AML(I,3)=AML(I,3)-AMK(6)+QT(J,KJ)

```

260 CONTINUE

```

C GRAVAR NO DISCO -QT,BTQ,BFQ- CORRESPONDENTE A C.DISTRIBUIDA
C PARCIAL DO ELEMENTO -I-
C

```

```

IR=I
WRITE(ID10'IR)QT,BTQ,BFQ
RETURN
END

```

```

C SUBROTINA QUE MONTA O VETOR DE CARGAS
C

```

```

SUBROUTINE VCARG(II,AML,PZ,XP,YP,QDZ,QPZ,XE,XQ,A,NCC,NCD,NCP,NCT,
*LML,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,NP,L,ICONC,NEL,NI,NF,LI,AE,CON,R,D,T)
COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCH,NO,LF,IL
*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
INTEGER CON(10,2)
REAL L(10),IX(11),IY(11),NI(4)
DIMENSION AML(10,6),PZ(10,4),XP(10,4),YP(10,4),QDZ(10,2),QPZ(10,10
*),XE(10,10),XQ(10,10),A(33),NCC(10),NCD(10),NCP(10),NCT(10),LML(10
*),XM(11),YM(11),FI(11),SM(6,6),BT(11),BF(11),NP(11),ICONC(10),AE(3
*3),R(10,3,3),D(363),PA(10),XA(10),YA(10),T(10,3,3)
IF(II-NLS)1,8,8

```

```

C LER NO DISCO OS DADOS REFERENTES A C.PERMANENTE E S.C.PERMANENTE
C

```

```

1 IR=II
READ(ID2'IR)AML,PZ,XP,YP,QDZ,QPZ,XE,XQ,A,NCC,NCD,NCP,LML,NLNC
IC=1
IF(NLNC)23,23,2

```

```

C CALCULO DOS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DEVIDOS A C.PERMANENTE E
C S.C.PERMANENTE
C

```

```

2 DO 60 I=1,NLNC

```

```

C LER NO DISCO OS DADOS GEOMETRICOS E A M.RIGIDEZ DE C/ELEMENTO
C

```

```

IR=I
READ(ID1'IR)YM,FI,IX,IY
READ(ID3'IR)SM,BT,BF

```

```

C CALCULO DOS ANG. DE INCLINACAO EM RADIANS E ABCISSAS DAS SECOES
C NOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO -I-
C

```

```

NPI=NP(I)
H=L(I)/(NPI-1)
DO 10 K=1,NPI

```

28

PAG

FI(K)=3.14159*FI(K)/180.

10 XM(K)=(K-1)*H

NCCI=NCC(I)

IF(NCCI)4,4,3

3 DO 20 J=1,NCCI

PA(J)=PZ(I,J)

XA(J)=XP(I,J)

20 YA(J)=YP(I,J)

C

C

CHAMA A SUBROTINA PARA CALCULAR OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DEVIDO
A C.CONCENTRADAS

C

CALL SUBCC(I,NCC,NP,L,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,XA,YA,ICONC,AML)

4 NCDI=NCD(I)

IF(NCDI)6,6,5

5 DO 30 J=1,NCDI

30 PA(J)=GDZ(I,J)

C

C

CHAMA A SUBROTINA PARA CALCULAR OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO
DEVIDOS A C.DISTRIBUIDAS TOTAIS

C

C

CALL SUBCD(I,NCD,NP,L,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,ICONC,AML)

6 NCPI=NCP(I)

IF(NCPI)60,60,7

7 DO 40 J=1,NCPI

PA(J)=GPZ(I,J)

XA(J)=XE(I,J)

40 YA(J)=XD(I,J)

C

C

CHAMA A SUBROTINA PARA CALCULAR OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO
DEVIDOS A C.DISTRIBUIDAS PARCIAIS

C

C

60 CONTINUE

GO TO 23

CALL SUBCP(I,NCP,NP,L,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,XA,YA,ICONC,AML)

C

C

LER NO DISCO OS DADOS GEOMETRICOS E A RIGIDEZ DE C/ELEMENTO

C

8 IR=NEL

READ(ID1'IR)YM,FI,IX,IY

READ(ID3'IR)SM,BT,BF

C

C

CALCULO DOS ANG. DE INCLINACAO EM RADIANS E ABCISSAS DAS SFCEOS
NOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO -NFL-

C

NPI=NP(NEL)

H=L(NEL)/(NPI-1)

DO 70 K=1,NPI

FI(K)=3.14159*FI(K)/180.

70 XM(K)=(K-1)*H

PAC

IC=0

9 IC=IC+1

DO 30 J=1,6

80 AML(NEL,J)=0.

IF(IC-1)11,11,12

11 XA(1)=0.001*H

YA(1)=0.001*(YM(IC+1))

GO TO 18

12 IF(IC-NPI)17,16,15

16 XA(1)=L(NEL)-0.001*H

YA(1)=0.001*(YM(IC-1))

GO TO 18

17 XA(1)=XM(IC)

YA(1)=YM(IC)

18 LML(NEL)=1

C

C

C

CALCULO DOS ESF. DE ENGASTE PERFEITO DEVIDOS A C.MOVEL UNITARIA

DO 90 I=1,M

NCCI=NCC(I)

IF(NCCI)14,14,13

13 PA(1)=1.

C

C

C

CHAMA A SUBROTINA PARA CALCULAR OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO
DEVIDOS A C.CONCENTRADA

C

CALL SUBCC(I,NCC,NP,L,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,XA,YA,ICONC,AML)

14 NCTI=NCT(I)

IF(NCTI)90,90,15

15 PA(1)=1.

MI(1)=FI(IC)

C

C

C

CHAMA A SUBROTINA PARA CALULAR OS ESF. DE ENGASTE PERFEITO
DEVIDOS A M.TORSOR CONCENTRADO

C

CALL SUBCT(I,NCT,NP,L,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,PA,XA,YA,MI,ICONC,
*AML)

90 CONTINUE

C

C

C

MONTAGEM DO VETOR DE CARGAS

C

23 DO 100 J=1,ND

100 AE(J)=0.

DO 110 I=1,M

IF(LML(I))110,110,24

24 JJI=CON(I,1)

JKI=CON(I,2)

J1=3*JJI-2

J2=3*JJI-1

J3=3*JJI

PAG

K1=3*JKI-2

K2=3*JKI-1

K3=3*JKI

C

C

C

MONTAGEM DO VETOR DAS ACOES EQUIVALENTES NODAIS NO SISTEMA GLOBAL

AE(J1)=AE(J1)-R(I,1,1)*AML(I,1)-R(I,2,1)*AML(I,2)-R(I,3,1)*AML(I,3

*)

AE(J2)=AE(J2)-R(I,1,2)*AML(I,1)-R(I,2,2)*AML(I,2)-R(I,3,2)*AML(I,3

*)

AE(J3)=AE(J3)-R(I,1,3)*AML(I,1)-R(I,2,3)*AML(I,2)-R(I,3,3)*AML(I,3

*)

AE(K1)=AE(K1)-T(I,1,1)*AML(I,4)-T(I,2,1)*AML(I,5)-T(I,3,1)*AML(I,6

*)

AE(K2)=AE(K2)-T(I,1,2)*AML(I,4)-T(I,2,2)*AML(I,5)-T(I,3,2)*AML(I,6

*)

AE(K3)=AE(K3)-T(I,1,3)*AML(I,4)-T(I,2,3)*AML(I,5)-T(I,3,3)*AML(I,6

*)

110 CONTINUE

C

C

C

MONTAGEM DO VETOR DAS ACOES COMBINADAS NODAIS

DO 120 K=1,ND

KK=K+(IC-1)*ND

120 D(KK)=A(K)+AE(K)

IF(II-NLS)26,25,25

C

C

C

GRAVAR NO DISCO -AML,AE,A- CORRESPONDENTES A C/POSICAO DA C.MOVEL

25 IR=IC

WRITE(IQ5,IR)AML,AE,A

IF(IC-NP(NEL))9,26,26

26 RETURN

END

C

C

SUBROTINA QUE RESOLVE O SISTEMA DE EQUACOES

C

SUBROUTINE RESOL(NSE,RL,D,SK)

COMMON NEST,N,ND,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL

*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

INTEGER RL(33)

DIMENSION D(363),SK(33,6)

C

C

C

C

MODIFICACAO DO VETOR DE CARGAS ATRAVES DA INTRODUCAO DAS CONDICAOES

DE CONTORNO, UTILIZANDO-SE A TECNICA DO NUMERO MUITO GRANDE NA DIA

DO 10 IK=1,NSE

DO 10 K=1,ND

IF(RL(K))10,10,1

1 KK=K+(IK-1)*ND

D(KK)=0.

PAG

10 CONTINUE

C
C ALTERACAO DO VETOR DE CARGAS TENDO EM VISTA A TRIANGULARIZACAO
C DA M.RIGIDEZ DA ESTRUTURA

C DO 40 K=1,ND-1
C DO 30 I=K+1,K+LF-1
C IF(I-ND)2,2,40
2 DO 20 IK=1,NSE
C KK=K+(IK-1)*ND
C II=I+(IK-1)*ND
20 D(II)=D(II)-SK(K,I-K+1)*D(KK)/SK(K,1)
30 CONTINUE
40 CONTINUE

C
C RESOLUCAO DO SISTEMA DE EQUACOES -CALC. DOS DESLOCAMENTOS-

C I=K
C DO 50 IK=1,NSE
C II=I+(IK-1)*ND
50 D(II)=D(II)/SK(I,1)
C DO 70 IN=2,ND
C I=ND+1-IN
C DO 70 IK=1,NSE
C II=I+(IK-1)*ND
C SOMA=0.
C DO 60 J=I+1,I+LF-1
C IF(J-ND)3,3,70
3 JJ=J+(IK-1)*ND
60 SOMA=SOMA+SK(I,J-I+1)*D(JJ)/SK(I,1)
70 D(II)=D(II)/SK(I,1)-SOMA

RETURN
END

C SUBROTINA QUE CALCULA AS ACOES DE EXTR. DE MEMBRO E REAC. DE APOIO

C
C SUBROUTINE REAC(II,NEL,NP,AML,AE,SMR,D,AM,RL,AR,R,LIRI,LIRF,LIRC,
C *LINT,LIRF,LIEC,I,A)
C COMMON NEST,M,PJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL
C *,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
C INTEGER RL(33)
C REAL LIRI,LIRF,LIRC,LINT,LIRF,LIEC
C DIMENSION NP(11),AML(10,6),AE(33),SMR(6,6),D(363),AM(10,6),AR(33),
C *R(10,3,3),LIRI(11,11),LIRF(11,11),LIRC(11,11),LINT(11,110),LIRF(11
C *,110),LIEC(11,110),AMAC(6),T(10,3,3),A(33)
C IF(II-NLS)3,1,1
1 NP1=NP(NEL)
C IC=0
2 IC=IC+1

C
C LER NO DISCO -AML,AE,A- CORRESPONDENTES A C/POSICAO DA C.MOVEL

PAG

C NO ELEMENTO -NEL-

C
IR=IC
READ(ID5'IR)AML,AE,A
IAUX=(IC-1)*ND
GO TO 4
3 IAUX=0
4 DO 70 J=1,ND
70 AR(J)=0.
DO 20 I=1,M

C
C LER NO DISCO A MATRIZ -SMR- E OS INDICES -J1,J2,J3,K1,K2,K3- DE
C C/ELEMENTO

C
IR=I
READ(ID4'IR)SMR,J1,J2,J3,K1,K2,K3

C
C CALCULO DAS ACOES NAS EXTREMIDADES DE C/ELEMENTO

C
DO 10 J=1,6
AMAC(J)=SMR(J,1)*D(J1+IAUX)+SMR(J,2)*D(J2+IAUX)+SMR(J,3)*D(J3+IAUX
*)+SMR(J,4)*D(K1+IAUX)+SMR(J,5)*D(K2+IAUX)+SMR(J,6)*D(K3+IAUX)
10 AM(I,J)=AML(I,J)+AMAC(J)

C
C CALCULO DAS REACOES DE APOIO

C
IF(RL(J1))6,6,5
5 AR(J1)=AR(J1)+R(I,1,1)*AMAC(1)+R(I,2,1)*AMAC(2)+R(I,3,1)*AMAC(3)
6 IF(RL(J2))8,8,7
7 AR(J2)=AR(J2)+R(I,1,2)*AMAC(1)+R(I,2,2)*AMAC(2)+R(I,3,2)*AMAC(3)
8 IF(RL(J3))11,11,9
9 AR(J3)=AR(J3)+R(I,1,3)*AMAC(1)+R(I,2,3)*AMAC(2)+R(I,3,3)*AMAC(3)
11 IF(RL(K1))13,13,12
12 AR(K1)=AR(K1)+T(I,1,1)*AMAC(4)+T(I,2,1)*AMAC(5)+T(I,3,1)*AMAC(6)
13 IF(RL(K2))15,15,14
14 AR(K2)=AR(K2)+T(I,1,2)*AMAC(4)+T(I,2,2)*AMAC(5)+T(I,3,2)*AMAC(6)
15 IF(RL(K3))20,20,16
16 AR(K3)=AR(K3)+T(I,1,3)*AMAC(4)+T(I,2,3)*AMAC(5)+T(I,3,3)*AMAC(6)
20 CONTINUE
DO 30 K=1,ND
IF(RL(K))30,30,17
17 AR(K)=AR(K)-AE(K)+A(K)
30 CONTINUE
IF(II=NLS)25,18,18

C
C ARMAZENAR AS REACOES DE APOIO,DEVIDOS A C/POSICAO ASSUMIDA P/CARGA
C UNITARIA SOBRE O ELEMENTO CONSIDERADO -NEL-

C
18 DO 50 K=1,NJ
IW=3*K-2

JN=3*K-1

KW=3*K

DO 40 JK=JN,KW

IF(RL(JK))40,40,19

19 IF(LI-1)21,21,22

21 LIRC(K,IC)=AR(KW)

LIRF(K,IC)=AR(JN)

22 LIRT(K,IC)=AR(IW)

GO TO 50

40 CONTINUE

50 CONTINUE

C

C

ARMAZENAR AS ACOES DA EXTR. DIREITA DE C/ELEMENTO DEVIDAS A

C

C/POSICAO ASSUMIDA P/CARGA UNITARIA SOBRE TODA A ESTRUTURA

C

IS=IC+(NEL-1)*NPI

DO 60 I=1,M

IF(LI-1)23,23,24

23 LIEC(I,IS)=AM(I,6)

LIME(I,IS)=AM(I,5)

24 LIMT(I,IS)=AM(I,4)

60 CONTINUE

IF(IC-NPI)2,25,25

25 RETURN

END

C

SUBROTINA QUE CALCULA OS ESF. SECCIONAIS DE C.P E S.C.P

C

NOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO-I-

C

SUBROUTINE ESFOR(XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,NP,L,NCC,NCD,NCP,PZ,XP,YP
*,MXM,MYM,OZM,AM)

COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,DNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL

*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

REAL L(10),IX(11),IY(11),LP,LL,LT,MXM,MYM

DIMENSION XM(11),YM(11),FI(11),SM(6,6),BT(11),BF(11),NP(11),NCC(10

*),NCD(10),NCP(10),PZ(10,4),XP(10,4),YP(10,4),MXM(10,11),MYM(10,11)

*,OZM(10,11),BTP(11),BFP(11),BTQ(10,11),BFO(10,11),QT(10,11),AM(10,

*6)

C

C

VERIFICACAO QUANTO A SINETRIA DA ESTRUTURA

C

IF(ISIN)4,4,1

1 IAUX=M/2

IF(2*IAUX-M)3,2,2

2 NE=IAUX

GO TO 5

3 NE=IAUX+1

GO TO 5

4 NE=M

5 DO 50 I=1,NE

C

PAG

C LER NO DISCO OS DADOS GEOMETRICOS DE C/ELEMENTO

C
C IR=I
C READ(ID1'IR)YI,FI,IX,IY
C READ(ID3'IR)SM,BT,BF

C CALC.DOS ANG. DE INCLINACAO EM RADIANS E ABCISSAS DAS SECOES
C NOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO-I-

C
C NPI=NP(I)
C H=L(I)/(NPI-1)
C DO 10 K=1,NPI
C FI(K)=3.14159*FI(K)/180.

10 XII(K)=(K-1)*H

C
C CALCULO DOS ESF. SECCIONAIS NAS SECOES CORRESPONDENTES
C AOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO
C
C NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NPI)

C
C INTRODUCAO DA PARCELA CORRESPONDENTE AS C.CONCENTRADAS
C

NCCI=NCC(I)
IF(NCCI)15,15,12
12 DO 20 J=1,NCCI
KP=XP(I,J)/H
KP=KP+1
IF(ABS(KP*H-XP(I,J))-0.1)21,21,22

21 KP=KP+1
22 IF(KP-NSI)14,14,13
13 KP=NSI

14 DO 20 K=1,KP
LP=XP(I,J)+YP(I,J)*SIN(FI(K))/COS(FI(K))+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K)
*)-XM(K)
LL=L(I)+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K))-XM(K)
LT=BT(K)*LP/LL
BTP(K)=LT-YP(I,J)/COS(FI(K))
BFP(K)=(LT*COS(FI(K))-YM(K))/SIN(FI(K))
MXM(I,K)=MXM(I,K)+PZ(I,J)*BTP(K)
MYM(I,K)=MYM(I,K)+PZ(I,J)*BFP(K)
OZM(I,K)=OZM(I,K)-PZ(I,J)

20 CONTINUE

C
C INTRODUCAO DA PARCELA CORRESPONDENTE AS C.DISTR. TOTAIS

C
C 15 NCDI=NCD(I)
C IF(NCDI)17,17,15

C
C LER NO DISCO - QT,RTQ,BFD -

C

16 IR=I

READ(ID9'IR)QT,BTQ,BFQ

DO 30 J=1,NCDI

DO 30 K=1,NSI

MXM(I,K)=MXM(I,K)+QT(J,K)*BTQ(J,K)

MYM(I,K)=MYM(I,K)+QT(J,K)*BFQ(J,K)

QZM(I,K)=QZM(I,K)-QT(J,K)

30 CONTINUE

C

INTRODUCAO DA PARCELA CORRESPONDENTE AS C.DISTR. PARCIAIS

C

17 NCPI=NCP(I)

IF(NCPI)19,19,18

C

C

LER NO DISCO - QT,BTQ,BFQ -

C

18 IR=I

READ(ID10'IR)QT,BTQ,BFQ

DO 40 J=1,NCPI

DO 40 K=1,NSI

MXM(I,K)=MXM(I,K)+QT(J,K)*BTQ(J,K)

MYM(I,K)=MYM(I,K)+QT(J,K)*BFQ(J,K)

QZM(I,K)=QZM(I,K)-QT(J,K)

40 CONTINUE

C

INTRODUCAO DA PARCELA CORRESPONDENTE AS ACOES DE EXTR. DE MEMBRO

C

19 DO 50 K=1,NSI

MXM(I,K)=MXM(I,K)+AM(I,4)*COS(FI(K))+AM(I,5)*SIN(FI(K))-AM(I,6)*BT

*(K)

MYM(I,K)=MYM(I,K)-AM(I,4)*SIN(FI(K))+AM(I,5)*COS(FI(K))-AM(I,6)*BF

*(K)

QZM(I,K)=QZM(I,K)+AM(I,6)

50 CONTINUE

RETURN

END

C

SUBROTINA QUE CALCULA LINHAS DE INFLUENCIAS

C

SUBROUTINE LINFL(IT,LI,AML,PZ,XP,YP,QDZ,QPZ,XE,XO,A,NCC,NCD,NCP,
*NCT,LML,XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,NP,L,ICONC,AE,CON,R,D,RL,SK,SMR,AM
*,AR,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LINF,LIEC,T)

COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCN,ND,LF,IL

*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

INTEGER RL(33),CON(10,2)

REAL L(10),IX(11),IY(11),LP,LL,LT,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LINF,LIEC,MX

*,M,MYM

DIMENSION AML(10,6),PZ(10,4),XP(10,4),YP(10,4),QDZ(10,2),QPZ(10,11

*),XE(10,2),XO(10,2),A(33),NCC(10),NCD(10),NCP(10),NCT(10),LML(10),

*,XM(11),YM(11),FI(11),SM(6,6),BT(11),BF(11),NP(11),ICONC(10),AE(33)

*,R(10,3,3),D(36,3),SK(33,6),SMR(6,6),AM(10,6),AR(33),LIRT(11,11),LI

PA

```
*RF(11,11),LIRC(11,11),LINT(11,110),LINF(11,110),LIEC(11,110),BTP(1
*1),BFP(11),T(10,3,3)
DO 40 NEL=1,M
NPI=Np(NEL)
```

C
C ZERAGENS PREVIAS
C

```
DO 20 J=1,M
NCC(J)=0
NCT(J)=0
LML(J)=0
DO 20 K=1,6
20 AML(J,K)=0.
DO 30 J=1,ND
30 A(J)=0.
```

C
C ESTABELECIMENTO DE ALGUNS PARAMETROS P/ENTRADA NA SUBROTINA--VCRG
C

```
IF(LI-1)1,1,2
1 NCC(NEL)=1
GO TO 3
2 NCT(NEL)=1
3 JJI=CON(NEL,1)
JKI=CON(NEL,2)
NI=3*JJI
NF=3*JKI
```

C
C CHAMA A SUBROTINA -VCARG- PARA MONTAR VETOR DE CARGAS
C

```
CALL VCARG(II,AML,PZ,XP,YP,QDZ,QPZ,XE,XQ,A,NCC,NCD,NCP,NCT,LML,XM,
*YN,FI,IX,IY,SM,BT,BF,NP,L,ICONC,NEL,NI,NF,LI,AE,CON,R,D,T)
NSE=Np(NEL)
```

C
C CHAMA A SUBROTINA -RESOL- PARA RESOLVER O SISTEMA DE EQUACOES
C

```
CALL RESOL(NSE,RL,D,SK)
```

C
C CHAMA A SUBROTINA -REAC- PARA CALCULAR AS ACOES DE EXTR. DE MEMBRO
C E AS REACOES DE APOIO
C

```
CALL REAC(II,NEL,NP,AML,AE,SMR,D,AM,RL,AR,R,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,
*LINF,LIEC,T,A)
```

C
C GRAVAR NO DISCO AS L.INFLUENCIA DAS REACOES DE APOIO PARA
C C/ELEMENTO PERCORRIDO PELA C.UNITARIA
C

```
IR=NEL
WRITE(ID6'IR)LIRT,LIRF,LIRC
40 CONTINUE
```

C

PAG

```

C   GRAVAR NO DISCO AS L.INFLUENCIA DAS ACOES NA EXTR. DIREITA DE
C   C/ELEMENTO PARA C.UNITARIA PERCORRENDO TODA ESTRUTURA
C
C   KF=NPI*M
C   DO 50 I=1,M
C   IR=I
50  WRITE(ID7'IR)(LINT(I,IS),IS=1,KF),(LINF(I,IS),IS=1,KF),(LIEC(I,IS)
C   *,IS=1,KF)

```

```

C   VERIFICACAO QUANTO A SIMETRIA DA ESTRUTURA
C
C

```

```

C   IF(ISIM)9,9,6
6   IAUX=M/2
C   IF(2*IAUX-M)8,7,7
7   NE=IAUX
C   GO TO 11
8   NE=IAUX+1
C   GO TO 11
9   NE=M

```

```

C   DETERMINACAO DAS L.INFLUENCIA DOS ESF. SECCIONAIS CORRESPONDENTES
C   AOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO
C

```

```

C   DO 100 I=1,NE
C   NpI=Np(I)
C   NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NpI)
C
C   LER NO DISCO OS DADOS GEOMETRICOS E AS L.INFLUENCIA DAS ACOES NA
C   EXTR. DIREITA DE C/ELEMENTO
C
C   IR=I
C   READ(ID1'IR)YM,FI,IX,IY
C   READ(ID3'IR)SM,BT,BF
C   READ(ID7'IR)(LINT(NPI,IS),IS=1,KF),(LINF(NPI,IS),IS=1,KF),(LIEC(NP
C   *I,IS),IS=1,KF)
C   H=L(I)/(NPI-1)
C   DO 60 K=1,NpI
C   FI(K)=3.14159*FI(K)/180.
60  XM(K)=(K-1)*H

```

```

C   DETERMINACAO DA POSICAO DA C.UNITARIA EM RELACAO A C/SECAO
C   ANALISADA
C

```

```

C   ISI=1+(I-1)*NPI
C   ISF=NPI+(I-1)*NPI
C   DO 90 IS=1,KF
C   IC=IS-(I-1)*NPI
C   AUX4=LINT(NPI,IS)
C   AUX5=LINF(NPI,IS)
C   AUX6=LIEC(NPI,IS)

```

DO 70 K=1, NPI

BTP(K)=0.

70 BFP(K)=0.

IZ=0

IF (IS-ISI) 22, 12, 13

12 XA=0.001*H

YA=0.001*(YM(IC+1))

GO TO 16

13 IF (IS-ISF) 15, 14, 22

14 XA=L(I)-0.001*H

YA=0.001*(YM(IC-1))

GO TO 16

15 XA=XM(IC)

YA=YM(IC)

16 IF (LI-1) 17, 17, 21

17 Kp=XA/H

KP=KP+1

IF (ABS(KP*H-XA)-0.001) 18, 19, 19

18 KP=KP+1

C

CALCULO DOS B-ALAVANCA A TORCAO E FLEXAO DA C.UNITARIA EM RELACAO
A C/SECAO ANALISADA

C

19 DO 80 K=1, KP

LP=XA+YA*SIN(FI(K))/COS(FI(K))+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K))-XM(K)

LL=L(I)+YM(K)*COS(FI(K))/SIN(FI(K))-XM(K)

LT=BT(K)*LP/LL

BTP(K)=LT-YA/COS(FI(K))

IF (ABS(BTP(K))-1.E-06) 32, 32, 33

32 BTP(K)=0.

33 BFP(K)=(LT*COS(FI(K))-YM(K))/SIN(FI(K))

IF (ABS(BFP(K))-1.E-06) 34, 34, 80

34 BFP(K)=0.

80 CONTINUE

21 IZ=1

22 DO 90 K=1, NSI

IF (LI-1) 23, 23, 24

23 LIEC(K, IS)=AUX6

LIMF(K, IS)=AUX5*COS(FI(K))-AUX4*SIN(FI(K))-AUX6*BF(K)

24 LINT(K, IS)=AUX4*COS(FI(K))+AUX5*SIN(FI(K))-AUX6*BT(K)

IF (IZ) 90, 90, 25

25 IF (XA-XM(K)) 90, 26, 26

26 IF (LI-1) 27, 27, 28

27 LIEC(K, IS)=LIEC(K, IS)-1.

LIMF(K, IS)=LIMF(K, IS)+1.*BFP(K)

LINT(K, IS)=LINT(K, IS)+1.*BTP(K)

GO TO 90

28 MXM=1.*COS(FI(IC))

MYM=1.*SIN(FI(IC))

LINT(K, IS)=LINT(K, IS)+(MXM*COS(FI(K))+MYM*SIN(FI(K)))

PAG

90 CONTINUE

C
C GRAVAR NO DISCO AS L.INFLUENCIA DOS ESF.SECCIONAIS CORRESPONDENTES
C AOS PONTOS DE DIVISAO DE C/ELEMENTO -I-

C
WRITE(IDB'IR)LIMT,LINF,LIEC

100 CONTINUE

RETURN

END

C
SUBROTINA QUE DETERMINA A POSICAO MAIS DESFAVORAVEL DO TREM TIPO

C
SUBROUTINE TREM(NP,L,LIC,JN,JP,ANEG,APOS,INDIC,SNEG,SPOS,LI)
COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL

* ,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

REAL L(10),LIC,NEG

DIMENSION NP(11),LIC(110),NEG(10,11),POS(10,11),XA(2),YDIR(2),YESQ

*(2)

DO 10 I=1,M

NPI=NP(I)

DO 10 IC=1,NPI

NEG(I,IC)=0.

10 POS(I,IC)=0.

YMAXN=0.

YMAXP=0.

ANEG=0.

APOS=0.

SNEG=0.

SPOS=0.

ISN=JN

ISP=JP

DO 40 I=1,M

NPI=NP(I)

H=L(I)/(NPI-1)

DO 30 IC=1,NPI

IS=IC+(I-1)*NPI

DO 20 NS=1,2

IF(LIC(IS))1,3,2

1 NEG(I,IC)=LIC(IS)

GO TO 3

2 POS(I,IC)=LIC(IS)

3 IF(ISN)7,7,4

4 IF(IS-ISP)7,5,7

5 IF(IC-1)7,7,6

6 IF(IC-NPI)61,1,7

61 IF(LI-1)62,62,63

62 LIC(IS)=LIC(IS)+1.

GO TO 20

63 LIC(IS)=LIC(IS)-1.

20 CONTINUE

C

PAG

C CALCULO DAS ORDENADAS MAX. POSITIVAS E NEGATIVAS E SUA POSICAO

C

```

7 IF(YMAXN=NEG(I,IC))9,8,8
8 JN=I
  KN=IC
  YMAXN=NEG(I,IC)
9 IF(YMAXP=POS(I,IC))11,11,30
11 JP=I
  KP=IC
  YMAXP=POS(I,IC)
30 CONTINUE

```

C

C CALCULO DAS AREAS POSITIVAS E NEGATIVAS DAS L.INFLUENCIA

C

```

DO 40 ID=2,NPI
  IC=ID-1
  ANEG=ANEG+(NEG(I,IC)+NEG(I,ID))*H/2.
  APOS=APOS+(POS(I,IC)+POS(I,ID))*H/2.
40 CONTINUE
  NCCT=2
  DO 50 J=1,NCCT
50  XA(J)=J*1.5
    DO 70 K=1,2
    DO 60 J=1,NCCT
      YDIR(J)=0.
      YESG(J)=0.
      IF(K-1)12,12,13
12  I=JN
      IC=KN
      GO TO 14
13  I=JP
      IC=KP
14  H=L(I)/(NP(I)-1)
      KJ=XA(J)/H
      KD=IC+KJ

```

C

C CALCULO DAS ORDENADAS DAS L.INFLUENCIA A DIREITA DA ORDENADA MAX.

C

NO MESMO VAO

C

```

  IF(KD-NP(I))15,16,24
15 IF(XA(J)-KJ*H)17,17,21
16 IF(XA(J)-KJ*H)17,17,24
17 IF(K-1)18,18,19
18 YDIR(J)=NEG(I,KD)
  GO TO 34
19 YDIR(J)=POS(I,KD)
  GO TO 34
21 IF(K-1)22,22,23
22 YDIR(J)=NEG(I,KD+1)+(NEG(I,KD)-NEG(I,KD+1))*((KJ+1)*H-XA(J))/H
  GO TO 34

```

PAO

23 YDIR(J)=POS(I,KD+1)+(POS(I,KD)-POS(I,KD+1))*((KJ+1)*H-XA(J))/H

GO TO 34

24 IF(INDIC)25,25,34

25 IF(I-N)26,34,34

26 LJ=NP(I)-IC

XD=XA(J)-LJ*H

HD=L(I+1)/(NP(I+1)-1)

KK=XD/HD

KD=1+KK

C

C

CALCULO DAS ORDENADAS DAS L. INFLUENCIA A DIREITA DA ORDENADA MAX.

C

NO VAO SEGUINTE

C

IF(XD-KK*HD)27,27,31

27 IF(K-1)28,28,29

28 YDIR(J)=NEG(I+1,KD)

GO TO 34

29 YDIR(J)=POS(I+1,KD)

GO TO 34

31 IF(K-1)32,32,33

32 YDIR(J)=NEG(I+1,KD+1)+(NEG(I+1,KD)-NEG(I+1,KD+1))*((KK+1)*HD-XD)/H

*D

GO TO 34

33 YDIR(J)=POS(I+1,KD+1)+(POS(I+1,KD)-POS(I+1,KD+1))*((KK+1)*HD-XD)/H

*D

34 KE=IC-KJ

C

C

CALCULO DAS ORDENADAS DAS L. INFLUENCIA A ESQUERDA DA ORDENADA MAX.

C

NO MESMO VAO

C

IF(KE-1)44,35,35

35 IF(XA(J)-KJ*H)37,37,44

36 IF(XA(J)-KJ*H)37,37,41

37 IF(K-1)38,38,39

38 YESQ(J)=NEG(I,KE)

GO TO 60

39 YESQ(J)=POS(I,KE)

GO TO 60

41 IF(K-1)42,42,43

42 YESQ(J)=NEG(I,KE-1)+(NEG(I,KE)-NEG(I,KE-1))*((KJ+1)*H-XA(J))/H

GO TO 60

43 YESQ(J)=POS(I,KE-1)+(POS(I,KE)-POS(I,KE-1))*((KJ+1)*H-XA(J))/H

GO TO 60

44 IF(INDIC)45,45,60

45 IF(I-1)60,60,46

46 LJ=IC-1

XE=XA(J)-LJ*H

HE=L(I-1)/(NP(I-1)-1)

KK=XE/HE

KE=NP(I-1)-KK

```

*****
C
C  CALCULO DAS ORDENADAS DAS L. INFLUENCIA A ESQUERDA DA ORDENADA MAX.
C  NO VAO ANTERIOR
C
  IF(XE-KK*HE) 47,47,51
47 IF(K-1) 48,48,49
48 YESQ(J)=NEG(I-1,KE)
  GO TO 60
49 YESQ(J)=POS(I-1,KE)
  GO TO 60
51 IF(K-1) 52,52,53
52 YESQ(J)=NEG(I-1,KE-1)+(NEG(I-1,KE)-NEG(I-1,KE-1))*((KK+1)*HE-XE)/H
  *F
  GO TO 60
53 YESQ(J)=POS(I-1,KE-1)+(POS(I-1,KE)-POS(I-1,KE-1))*((KK+1)*HE-XE)/H
  *F
60 CONTINUE
  SOMA1=YESQ(1)+YDIR(1)
  SOMA2=YESQ(1)+YESQ(2)
  SOMA3=YDIR(1)+YDIR(2)
  IF(ABS(SOMA1)-ABS(SOMA2)) 54,55,55
54 SOMA1=SOMA2
55 IF(ABS(SOMA1)-ABS(SOMA3)) 56,57,57
56 SOMA1=SOMA3
57 IF(K-1) 58,58,59
58 SNEG=YMAXN+SOMA1
  GO TO 70
59 SPOS=YMAXP+SOMA1
70 CONTINUE
  RETURN
  END
C
C  SUBROTINA QUE CALCULA AS ENVOLTORIAS DE C.MOVEL
C
  SUBROUTINE ENVOL(LI,NP,L,RL,RP,P,QV,V,D,LIRT,LIRF,LIRC,LIMT,LIME,
  *LIEC)
  *,JP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10
  COMMON NEST,M,NJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,NNE,NDE,NRM,NCH,ND,LF,IL
  INTEGER RL(33)
  REAL L(10),LIRT,LIRF,LIRC,LIMT,LIME,LIEC,LIC
  DIMENSION NP(11),RP(2),P(2),QV(2),V(2),D(363),LIRT(11,11),LIRF(11,
  *11),LIRC(11,11),LIMT(11,110),LIME(11,110),LIEC(11,110),LIC(110)
C
C  VERIFICACAO QUANTO A SINETRIA DA ESTRUTURA
C
  IF(ISIM) 4,4,1
1  Iaux=M/2
  IF(2*Iaux-M) 3,2,2
2  NE=Iaux
  NA=NE+1
  GO TO 5

```

.PAI

3 NE=IAUX+1

NA=NE

GO TO 5

4 NE=N

NA=NE+1

C

C

C

C

LER NO DISCO AS L.INFLUENCIA DAS REACOES DE APOIO E ARMAZENA-LAS
NOS CONJUNTOS:LIEC,LINF,LIMT

5 DO 10 I=1,M

NPI=NP(I)

IR=I

READ(ID6'IR)LIRT,LINF,LIRC

DO 10 J=1,NA

DO 10 IC=1,NPI

IS=IC+(I-1)*NPI

IF(LI-1)6,6,7

6 LIEC(J,IS)=LIRC(J,IC)

LINF(J,IS)=LINF(J,IC)

7 LIMT(J,IS)=LIRT(J,IC)

10 CONTINUE

KF=NPI*M

DO 170 J=1,NO*NPI

-- 170 D(J)=0.

C

C

C

CALCULO DAS REACOES DE APOIO DEVIDAS AS C.MOVEIS

INDIC=0

DO 80 J=1,NA

IF(J-1)19,19,17

17 IF(J-NJ)18,21,21

18 FINEG=1.4-0.007*((L(J)+L(J-1))/2.)

GO TO 22

19 FINEG=1.4-0.007*L(J)

GO TO 22

21 FINEG=1.4-0.007*L(J-1)

22 FIPOS=FINEG

IW=3*J-2

JW=3*J-1

KW=3*J

IF(LI-1)8,8,13

8 IF(RL(KW))11,11,9

9 DO 20 IS=1,KF

20 LIC(IS)=LIEC(J,IS)

JN=0

JP=0

C

C

C

C

CHAMA A SUBROTINA -TREM- QUE DETERMINA A POSICAO MAIS DESFAVORAVEL
DO TREM TIPO

CALL TREM(NP,L,LIC,JN,JP,ANEG,APOS,INDIC,SNEG,SPOS,LI)

DO 30 IC=1,IVIG

IK=IC+2

INAUX=(IC-1)*ND

IPAUX=(IK-1)*ND

D(KW+INAUX)=FINEG*(P(IC)*SNEG+QP(IC)*ANEG)

30 D(KW+IPAUX)=FIPOS*(P(IC)*SPOS+Qp(IC)*APOS)

11 IF(RL(JN))13,13,12

12 DO 40 IS=1,KF

40 LIC(IS)=LIME(J,IS)

JN=0

JP=0

C

C

CHAMA A SUBROTINA -TREM- QUE DETERMINA A POSICAO MAIS DESFAVORAVEL

C

DO TREM TIPO

C

CALL TREM(NP,L,LIC,JN,JP,ANEG,APOS,INDIC,SNEG,SPOS,LI)

DO 50 IC=1,IVIG

IK=IC+2

INAUX=(IC-1)*ND

IPAUX=(IK-1)*ND

D(JW+INAUX)=FINEG*(P(IC)*SNEG+QP(IC)*ANEG)

50 D(JW+IPAUX)=FIPOS*(P(IC)*SPOS+Qp(IC)*APOS)

13 IF(RL(IN))80,80,14

14 DO 60 IS=1,KF

60 LIC(IS)=LIMT(J,IS)

JN=0

Jp=0

C

C

CHAMA A SUBROTINA -TREM- QUE DETERMINA A POSICAO MAIS DESFAVORAVEL

C

DO TREM TIPO

C

CALL TREM(NP,L,LIC,JN,JP,ANEG,APOS,INDIC,SNEG,SPOS,LI)

DO 70 IC=1,IVIG

IK=IC+2

INAUX=(IC-1)*ND

IPAUX=(IK-1)*ND

IF(LI-1)15,15,16

15 D(IW+INAUX)=FINEG*(P(IC)*SNEG+QP(IC)*ANEG)

D(IW+IPAUX)=FIPOS*(P(IC)*SPOS+Qp(IC)*APOS)

GO TO 70

16 D(IW+INAUX)=FINEG*(V(IC)*SNEG+QV(IC)*ANEG)

D(IW+IPAUX)=FIPOS*(V(IC)*SPOS+QV(IC)*APOS)

70 CONTINUE

80 CONTINUE

DO 90 J=1,NPI

DO 90 K=1,NPI

LIRC(J,K)=0.

LIRF(J,K)=0.

90 LIRT(J,K)=0.

PAC

```

*****
C
C  CALCULO DOS ESF. SECCIONAIS DEVIDOS A C.MOVEL
C
C  INDIC=1
C  DO 160 I=1,NE
C
C  LER NO DISCO AS L.INFLUENCIA DOS ESF. SECCIONAIS CORRESPONDENTES
C  AUS PTOS. DE DIV. DE C/ELEMENTO -NEL-
C
C  IR=I
C  READ(IDB'IR)LINI,LINF,LIEC
C  NPI=Np(I)
C  NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NPI)
C  DO 150 K=1,NSI
C  IF(LI-1)23,23,24
23 DO 100 IS=1,KF
100 LIC(IS)=LIEC(K,IS)
C  JN=1
C  JP=K+(J-1)*NPI
C
C  CHAMA A SUBROTINA -TREM- QUE DETERMINA A POSICAO MAIS DESFAVORAVEL
C  DO TREM TIPO
C
C  CALL TREM(NP,L,LIC,JN,JP,ANEG,APOS,INDIC,SNEG,SPOS,LI)
C  FINEG=1.4-0.007*L(JN)
C  FIPOS=1.4-0.007*L(JP)
C  DO 110 IC=1,IVIG
C  IK=IC+2
C  LIRC(IC,K)=FINEG*(P(IC)*SNEG+QP(IC)*ANEG)
110 LIRC(IK,K)=FIPOS*(P(IC)*SPOS+QP(IC)*APOS)
C  DO 120 IS=1,KF
120 LIC(IS)=LINF(K,IS)
C  JN=0
C  JP=K+(I-1)*NPI
C
C  CHAMA A SUBROTINA -TREM- QUE DETERMINA A POSICAO MAIS DESFAVORAVEL
C  DO TREM TIPO
C
C  CALL TREM(NP,L,LIC,JN,JP,ANEG,APOS,INDIC,SNEG,SPOS,LI)
C  FINEG=1.4-0.007*L(JN)
C  FIPOS=1.4-0.007*L(JP)
C  DO 130 IC=1,IVIG
C  IK=IC+2
C  LIRF(IC,K)=FINEG*(P(IC)*SNEG+QP(IC)*ANEG)
130 LIRF(IK,K)=FIPOS*(P(IC)*SPOS+QP(IC)*APOS)
C  JN=0
C  GO TO 25
24 JN=1
25 DO 140 IS=1,KF
140 LIC(IS)=LIRF(K,IS)

```

JP=K+(I-1)*NPI

CHAMA A SUBROTINA -TREM- QUE DETERMINA A POSICAO MAIS DESFAVORAVEL
DO TREM TIPO

CALL TREM(NP,L,LIC,IN,JP,ANEG,APOS,INDIC,SNeg,SPOS,LI)

FINEG=1.4-0.007*L(JN)

FIPOS=1.4-0.007*L(JP)

DO 150 IC=1,IVIG

IK=IC+2

IF(LI-1)26,26,27

26 LIRT(IC,K)=FINEG*(P(IC)*SNeg+OP(IC)*ANEG)

LIRT(IK,K)=FIPOS*(P(IC)*SPOS+OP(IC)*APOS)

GO TO 150

27 LIRT(IC,K)=FINEG*(V(IC)*SNeg+OV(IC)*ANEG)

LIRT(IK,K)=FIPOS*(V(IC)*SPOS+OV(IC)*APOS)

150 CONTINUE

WRITE(ID6'IR)LIRT,LIRF,LIRC

160 CONTINUE

RETURN

END

SUBROTINA QUE IMPRIME OS RESULTADOS CALCULADOS

-SUBROUTINE RESUL(II,D,AR,RL,NP,MYM,QZM,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,
*LIME,LIEC,INEL,LI,DA,RA)

COMMON WEST,M,RJ,NR,NRJ,IVIG,ISIM,E,G,NLS,ONE,NDF,NRM,NCM,ND,LF,IL

*,IP,ID1,ID2,ID3,ID4,ID5,ID6,ID7,ID8,ID9,ID10

INTEGER RL(33),CI

REAL LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LIME,LIEC,MYM,MYM

DIMENSION D(363),AR(33),NP(11),MYM(10,11),QZM(10,11),LI

*RT(11,11),LIRF(11,11),LIRC(11,11),LINT(11,110),LIME(11,110),LIEC(1

*1,110),DA(33),RA(33)

VERIFICACAO QUANTO A SIMETRIA DA ESTRUTURA

IF(ISIM)4,4,1

1 IAU=H/2

IF(2*IAU-M)3,2,2

2 NL=IAU

NA=NL+1

GO TO 5

3 NE=IAU+1

NA=NE

GO TO 5

4 NE=M

NA=NE+1

5 IF(II-NLS)6,34,34

6 DO 10 K=1,ND

DA(K)=DA(K)+D(K)

10 RA(K)=RA(K)+AR(K)

IF(II-1)7,7,9

IMPRESSAO DOS DESL. DEVIDOS A C.PERMANENTE

7 WRITE(IP,8)

8 FORMAT('1',////,10X,'DESLOCAMENTOS DOS NOS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE',
*NTE',//,10X,'NO',11X,'ROT-X',13X,'ROT-Y',12X,'DESL-Z',/)

GO TO 12

IMPRESSAO DOS DESL. DEVIDOS A C.PERMANENTE + S.C.PERMANENTE

9 WRITE(IP,11)

11 FORMAT('1',////,10X,'DESLOCAMENTOS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE + SO
*BRECARGA PERMANENTE',//,10X,'NO',11X,'ROT-X',13X,'ROT-Y',12X,'DES-
*Z',/)

12 DO 20 J=1,NA

IN=3*J-2

KW=3*J

20 WRITE(IP,13)J,(DA(IJ),IJ=IN,KW)

13 FORMAT(10X,I2,3(8X,E10.4))

IF(II-1)14,14,16

IMPRESSAO DAS R. DE APOIO DEVIDAS A C.PERMANENTE

14 WRITE(IP,15)

15 FORMAT(///,10X,'REACOES-DE APOIO DEVIDAS A CARGA PERMANENTE',//,10
*X,'NO',12X,'MOM-X',13X,'MOM-Y',13X,'REAC-Z',/)

GO TO 13

IMPRESSAO DAS R. DE APOIO DEVIDAS A C.PERMANENTE + S.C.PERMANENTE

16 WRITE(IP,17)

17 FORMAT(///,10X,'REACOES DE APOIO DEVIDAS A CARGA PERMANENTE + SOBR
*ECARGA PERMANENTE',//,10X,'NO',12X,'MOM-X',13X,'MOM-Y',13X,'REAC-Z
*',/)

18 DO 40 J=1,NA

IN=3*J-2

KW=3*J

DO 30 K=IN,KW

IF(RL(K))30,30,19

19 WRITE(IP,21)J,(RA(IJ),IJ=IN,KW)

21 FORMAT(10X,I2,3(8X,F10.2))

GO TO 40

30 CONTINUE

40 CONTINUE

IF(II-1)22,22,24

IMPRESSAO DOS E.SECCIONAIS DEVIDOS A C.PERMANENTE

22 WRITE(IP,23)

PAG

23 FOMAT(///,10X,'ESFORCOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE')
GO TO 26

C
C IMPRESSAO DOS E.SECCIONAIS DEVIDOS A C.PERMANENTE + S.C.PERMANENTE
C

24 WRITE(IP,25)
25 FOMAT(///,10X,'ESFORCOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA PERMANENTE + S
*OBRECARGA PERMANENTE')
26 WRITE(IP,27)
27 FOMAT(//,10X,'ESFORCOS CORTANTES',//,10X,'VAO',4X,'SEC-1',5X,'SEC
*-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC
*-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',4X,'SEC-11',/)
DO 50 I=1,NE

NPI=NP(I)
NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NPI)
50 WRITE(IP,28)I,(JZM(I,K),K=1,NSI)
28 FOMAT(10X,I2,11F10.2)
WRITE(IP,29)
29 FOMAT(//,10X,'MOMENTOS FLETORES',//,10X,'VAD',4X,'SEC-1',5X,'SEC-
*2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-
*8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',4X,'SEC-11',/)
DO 60 I=1,NE

NPI=NP(I)
NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NPI)
60 WRITE(IP,31)I,(MYN(I,K),K=1,NSI)
31 FOMAT(10X,I2,11F10.2)
WRITE(IP,32)
32 FOMAT(//,10X,'MOMENTOS TORSORES',//,10X,'VAO',4X,'SEC-1',5X,'SEC-
*2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-
*8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',4X,'SEC-11',/)
DO 70 I=1,NE

NPI=NP(I)
NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NPI)
70 WRITE(IP,33)I,(MXM(I,K),K=1,NSI)
33 FOMAT(10X,I2,11F10.2)
GO TO 143
34 IF(INFL)82,82,35

C
C LER NO DISCO AS L.INFLUENCIA DAS REACOES DE APOIO E ARMAZENA-LAS
C NOS CONJUNTOS: LIEC, LIRF, LIRC

C
35 DO 80 I=1,M
NPI=NP(I)
IR=I
READ(106'IR)LIRI,LIRF,LIRC
DO 80 J=1,NA
DO 80 IC=1,NPI
IS=IC+(I-1)*NPI
IF(LI-1)36,36,37
36 LIEC(J,IS)=LIRC(J,IC)

PAC

LIMF(J,IS)=LIRF(J,IC)

37 LINT(J,IS)=LIRT(J,IC)

80 CONTINUE

C

C

C

IMPRESSAO DAS L.INFLUENCIA DE REACAO DE APOIO

IF(LI-1)38,38,54

38 WRITE(IP,39)

39 FORMAT('1',///,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE REACOES DE APOIO: POR
*CA-Z',///,10X,'NO',6X,'VAD',4X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SE
*C-4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SE
*C-10',4X,'SEC-11')

DO 110 J=1,NA

IW=3*J-2

KW=3*J

DO 100 K=IW,KW

IF(RL(K))100,100,41

41 DO 90 I=1,M

NPI=NP(I)

IN=1+(I-1)*NPI

IF=IN+(NPI-1)

IF(I-1)42,42,44

42 WRITE(IP,43)J,I,(LIEC(J,IS),IS=IN,IF)

43 FORMAT(/,10X,I2,6X,I2,11F10.3)

GO TO 90

44 WRITE(IP,45)I,(LIEC(J,IS),IS=IN,IF)

45 FORMAT(16X,I2,11F10.3)

90 CONTINUE

GO TO 110

100 CONTINUE

110 CONTINUE

WRITE(IP,46)

46 FORMAT(/,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE REACOES DE APOIO: MOMENTO-Y
*',///,10X,'NO',6X,'VAD',4X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4'
*,5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10'
*',4X,'SEC-11')

DO 140 J=1,NA

IW=3*J-2

KW=3*J

DO 130 K=IW,KW

IF(RL(K))130,130,47

47 DO 120 I=1,M

NPI=NP(I)

IN=1+(I-1)*NPI

IF=IN+(NPI-1)

IF(I-1)48,48,51

48 WRITE(IP,43)J,I,(LIMF(J,IS),IS=IN,IF)

GO TO 120

51 WRITE(IP,45)I,(LIMF(J,IS),IS=IN,IF)

120 CONTINUE

PAG

GO TO 140

130 CONTINUE

140 CONTINUE

WRITE(IP,53)

53 FORMAT(//,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE REACOES DE APOIO: MOMENTO-X'
*','//,10X,'NO',6X,'VAO',4X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4'
*','5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10'
*','4X,'SEC-11')

GO TO 56

54 WRITE(IP,55)

55 FORMAT('1',////,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE REACOES DE APOIO: MOM.
*ENTO-X',//,10X,'NO',6X,'VAO',4X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'
*SEC-4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'
*SEC-10',4X,'SEC-11')

56 DO 170 J=1,NA

 IW=3*J-2

 KW=3*J

 DO 160 K=IW,KW

 IF(RL(K))160,160,57

57 DO 150 I=1,N

 NPI=NP(I)

 IN=1+(I-1)*NPI

 IF=IN+(NPI-1)

 IF(I-1)58,58,61

58 WRITE(IP,43)J,I,(LINT(J,IS),IS=IN,IF)

 GO TO 150

61 WRITE(IP,45)I,(LINT(J,IS),IS=IN,IF)

150 CONTINUE

 GO TO 170

160 CONTINUE

170 CONTINUE

C

C

IMPRESSAO DAS L-INFLUENCIA DOS ESF. SECCIONAIS

C

DO 210 NEL=1,NE

 IR=NEL

 READ(108'IR)LINT,LINF,LIEC

 NpI=Np(NEL)

 NSI=NSEC(NEL,NE,IAUX,NPI)

 WRITE(IP,63)NEL

63 FORMAT(///,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORCOS SECCIONAIS PARA A
*S SECOES DO VAO -',12)
 IF(LI-1)64,64,75

64 WRITE(IP,65)

65 FORMAT(//,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE ESFORCOS CORTANTES',//,10X,
*','SFC-1',3X,'VAO',4X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5X,'S
*EC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',4X,'
*SEC-11')

 DO 180 K=1,NSI

 DO 180 I=1,M

PAG

```

      IN=1+(I-1)*NPI
      IF=IN+(NPI-1)
      IF(I-1)66,66,68
66  WRITE(IP,67)K,I,(LIEC(K,IS),IS=IN,IF)
67  FORMAT(/,10X,I3,5X,I2,11F10.3)
      GO TO 180
68  WRITE(IP,69)I,(LIEC(K,IS),IS=IN,IF)
69  FORMAT(18X,I2,11F10.3)
180  CONTINUE
      WRITE(IP,71)
71  FORMAT(/,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS FLETORES',/,10X,'
      *SECAO',3X,'VAO',4X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5X,'SE
      *C-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',4X,'S
      *EC-11')
      DO 190 K=1,NSI
      DO 190 I=1,M
      IN=1+(I-1)*NPI
      IF=IN+(NPI-1)
      IF(I-1)72,72,73
72  WRITE(IP,67)K,I,(LIME(K,IS),IS=IN,IF)
      GO TO 190
73  WRITE(IP,69)I,(LIME(K,IS),IS=IN,IF)
190  CONTINUE
75  WRITE(IP,76)
76  FORMAT(/,10X,'LINHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS TORSORES',/,10X,'
      *SECAO',3X,'VAO',4X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5X,'SE
      *C-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',4X,'S
      *EC-11')
      DO 200 K=1,NSI
      DO 200 I=1,M
      IN=1+(I-1)*NPI
      IF=IN+(NPI-1)
      IF(I-1)77,77,79
77  WRITE(IP,67)K,I,(LIMT(K,IS),IS=IN,IF)
      GO TO 200
79  WRITE(IP,69)I,(LIMT(K,IS),IS=IN,IF)
200  CONTINUE
210  CONTINUE
      GO TO 143
82  DO 320 IMP=1,2
      IF(IMP-1)83,85,85
C
C  IMPRESSAO DAS REACOES DE APOIO DEVIDAS A C.MOVEL
C
83  WRITE(IP,84)
84  FORMAT('1',////,10X,'REACOES DE APOIO DEVIDAS A CARGA MOVEL')
      GO TO 87
C
C  IMPRESSAO DAS REACOES DE APOIO DEVIDAS A C.PERMANENTE +
C  S.C.PERMANENTE + C.MOVEL

```

PAI

C

```

85 WRITE(IP,86)
86 FORMAT('1',////,10X,'REACOES DE APOIO MAIS DESFAVORAVEIS')
87 DO 240 IC=1,IVIG
    IK=IC+2
    INAUX=(IC-1)*ND
    IPAUX=(IK-1)*ND
    IF(LI-1)88,88,94
88 IF(IC-1)89,89,92
89 WRITE(IP,91)
91 FORMAT(/,10X,'REACOES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -',//
*,10X,'NO',3X,'REACAO',13X,'MOM-X',15X,'MOM-Y',15X,'FORC-Z')
    GO TO 99
92 WRITE(IP,93)
93 FORMAT(/,10X,'REACOES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -',//,10X
*, 'NO',3X,'REACAO',13X,'MOM-X',15X,'MOM-Y',15X,'FORC-Z')
    GO TO 99
94 CI=IC+4
    KI=CI+2
    JNAUX=(CI-1)*ND
    JPAUX=(KI-1)*ND
    IF(IMP-1)49,49,52
49 DO 330 J=1,ND
    D(J+JNAUX)=-D(J+INAUX)
330 D(J+JPAUX)=-D(J+IPAUX)
52 IF(IC-1)95,95,97
95 WRITE(IP,96)
96 FORMAT(/,10X,'REACOES DE APOIO - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -',//
*,10X,'NO',3X,'REACAO',13X,'MOM-XP',14X,'MOM-XN')
    GO TO 99
97 WRITE(IP,98)
98 FORMAT(/,10X,'REACOES DE APOIO - PONTE METADE CARREGADA -',//,10X
*, 'NO',3X,'REACAO',13X,'MOM-XP',14X,'MOM-XN')
99 DO 230 J=1,NA
    JW=3*J-2
    IF(LI-1)101,101,102
101 KW=3*J
    GO TO 103
102 KW=JW
103 DO 220 K=JW,KW
    IF(RL(K))220,220,104
104 IF(LI-1)59,59,62
59 WRITE(IP,105)J,(D(IJ+INAUX),IJ=JW,KW)
105 FORMAT(/,10X,I2,4X,'MIN',5(10X,F10.2))
    WRITE(IP,106)(D(IJ+IPAUX),IJ=JW,KW)
106 FORMAT(16X,'MAX',3(10X,F10.2))
    GO TO 230
62 WRITE(IP,105)J,(D(IJ+INAUX),IJ=JW,KW),(D(IJ+JNAUX),IJ=JW,KW)
    WRITE(IP,106)(D(IJ+IPAUX),IJ=JW,KW),(D(IJ+JPAUX),IJ=JW,KW)
    GO TO 230

```

PAC

220 CONTINUE

230 CONTINUE

240 CONTINUE

IF (IMP-1) 107, 107, 111

C

C

C

C

LER NO DISCO OS ESF. SECCIONAIS DE C.MOVEL E ARMAZENA-LOS NOS
CONJUNTOS: LIEC, LIMF, LINT

107 DO 250 I=1, NE

NPI=NP(I)

IR=I

READ(ID6'IR)LIRT,LIRF,LIRC

DO 250 K=1,4

DO 250 IC=1,NPI

IS=IC+(I-1)*NPI

IF (LI-1) 108, 108, 250

108 LIEC(K,IS)=LIRC(K,IC)

LIMF(K,IS)=LIRF(K,IC)

250 LINT(K,IS)=LIRT(K,IC)

C

C

C

IMPRESSAO DOS ESF. SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA MOVEL

WRITE(IP,109)

109 FORMAT(///,10X,'ESFORÇOS SECCIONAIS DEVIDOS A CARGA-MOVEL')

GO TO 113

C

C

C

IMPRESSAO DOS ESF. SECCIONAIS MAIS DESFAVORAVEL

111 WRITE(IP,112)

112 FORMAT(///,10X,'ESFORÇOS SECCIONAIS MAIS DESFAVORAVEL')

113 DO 290 IC=1, IVIS

IK=IC+2

IF (LI-1) 114, 114, 74

114 IF (IC-1) 115, 115, 117

115 WRITE(IP,116)

116 FORMAT(//,10X,'ESFORÇOS CORTANTES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -',
*//,10X,'VAO',2X,'ESFORÇO',3X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-
*-4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-
*-10',4X,'SEC-11')

GO TO 119

117 WRITE(IP,118)

118 FORMAT(//,10X,'ESFORÇOS CORTANTES - PONTE METADE CARREGADA -',//,1
*0X,'VAO',2X,'ESFORÇO',3X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',
*5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',
*,4X,'SEC-11')

119 DO 260 I=1, NE

NPI=NP(I)

NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NPI)

IN=1+(I-1)*NPI

IF=IN+(NSI-1)

```
WRITE(IP,121)I,(LIEC(IC,IS),IS=IN,IF)
```

```
121 FORMAT(/,10X,12,4X,'MIN',11F10.2)
```

```
260 WRITE(IP,122)(LIEC(IK,IS),IS=IN,IF)
```

```
122 FORMAT(16X,'MAX',11F10.2)
```

```
IF(IC-1)123,123,125
```

```
123 WRITE(IP,124)
```

```
124 FORMAT(/,10X,'MOMENTOS FLETORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -',/
*/,10X,'VAO',2X,'ESFORÇO',3X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-
*4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-
*10',4X,'SEC-11')
```

```
GO TO 127
```

```
125 WRITE(IP,126)
```

```
126 FORMAT(/,10X,'MOMENTOS FLETORES - PONTE METADE CARREGADA -),,,//10
*X,'VAO',2X,'ESFORÇO',3X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5
*X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',
*4X,'SEC-11')
```

```
127 DO 270 I=1,NE
```

```
  NPI=NP(I)
```

```
  NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NPI)
```

```
  IN=1+(I-1)*NPI
```

```
  IF=IN+(NSI-1)
```

```
  WRITE(IP,121)I,(LIME(IC,IS),IS=IN,IF)
```

```
270 WRITE(IP,122)(LIME(IK,IS),IS=IN,IF)
```

```
74 CI=IC+4
```

```
  KI=CI+2
```

```
  IF(IMP-1)78,78,81
```

```
78 DO 340 I=1,NE
```

```
  DO 340 K=1,NPI
```

```
  IS=K+(I-1)*NPI
```

```
  LIMT(CI,IS)=-LIMT(IC,IS)
```

```
340 LIMT(KI,IS)=-LIMT(IK,IS)
```

```
81 DO 280 NT=1,LI
```

```
  IF(NT-1)128,128,129
```

```
128 WRITE(IP,137)
```

```
137 FORMAT(/,10X,'TREM TIPO POSITIVO')
```

```
  GO TO 131
```

```
129 WRITE(IP,138)
```

```
138 FORMAT(/,10X,'TREM TIPO NEGATIVO')
```

```
131 IF(IC-1)132,132,134
```

```
132 WRITE(IP,133)
```

```
133 FORMAT(/,10X,'MOMENTOS TORSORES - PONTE TOTALMENTE CARREGADA -',/
*/,10X,'VAO',2X,'ESFORÇO',3X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-
*4',5X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-
*10',4X,'SEC-11')
```

```
  GO TO 136
```

```
134 WRITE(IP,135)
```

```
135 FORMAT(/,10X,'MOMENTOS TORSORES - PONTE METADE CARREGADA -',,,//10
*X,'VAO',2X,'ESFORÇO',3X,'SEC-1',5X,'SEC-2',5X,'SEC-3',5X,'SEC-4',5
*X,'SEC-5',5X,'SEC-6',5X,'SEC-7',5X,'SEC-8',5X,'SEC-9',4X,'SEC-10',
*4X,'SEC-11')
```

```
*****
```

PAL

136 DO 280 I=1,NE

NP1=NP(I)

NSI=NSEC(I,NE,IAUX,NP1)

ID=1+(I-1)*NP1

IF=IN+(NSI-1)

IF(MT-1)145,145,144

144 WRITE(IP,121)I,(LIMT(CI,IS),IS=IN,IF)

WRITE(IP,122)(LIMT(KI,IS),IS=IN,IF)

GO TO 280

145 WRITE(IP,121)I,(LIMT(IC,IS),IS=IN,IF)

WRITE(IP,122)(LIMT(IK,IS),IS=IN,IF)

280 CONTINUE

290 CONTINUE

IF(IMP-1)139,139,320

139 DO 310 IC=1,IVIS

IK=IC+2

INAUX=(IC-1)*ND

IPAUX=(IK-1)*ND

C

C

C

ENVOLTORIA FINAL DAS REACOES DE APOIO - C.P. + S.C.P. + C.M. -

IF(LI-1)147,147,146

146 CI=IC+4

KI=CI+2

JNAUX=(CI-1)*ND

JPAUX=(KI-1)*ND

147 DO 300 J=1,ND

IF(LI-1)149,149,148

148 D(J+JNAUX)=D(J+JNAUX)+RA(J)

D(J+JPAUX)=D(J+JPAUX)+RA(J)

149 D(J+INAUX)=D(J+INAUX)+RA(J)

300 D(J+IPAUX)=D(J+IPAUX)+RA(J)

C

C

C

ENVOLTORIA FINAL DOS ESF. SECCIONAIS - C.P. + S.C.P. + C.M. -

DO 310 I=1,NE

DO 310 K=1,NP1

IS=K+(I-1)*NP1

IF(LI-1)141,141,151

151 LIMT(CI,IS)=LIMT(CI,IS)+MXM(I,K)

LIMT(KI,IS)=LIMT(KI,IS)+MXM(I,K)

GO TO 142

141 LIEC(IC,IS)=LIEC(IC,IS)+OZM(I,K)

LIEC(IK,IS)=LIEC(IK,IS)+OZM(I,K)

LIMF(IC,IS)=LIMF(IC,IS)+MYM(I,K)

LIMF(IK,IS)=LIMF(IK,IS)+MYM(I,K)

142 LIMT(IC,IS)=LIMT(IC,IS)+MXM(I,K)

310 LIMT(IK,IS)=LIMT(IK,IS)+MXM(I,K)

320 CONTINUE

143 RETURN

PA

END

C PROGRAMA PRINCIPAL

C

- INTEGER RL(33),CON(10,2)

*MXM,MYM

DIMENSION X(11),Y(11),NP(11),XM(11),YM(11),FI(11),CARGA(20),NCC(10
*),NCD(10),NCP(10),NCT(10),LML(10),PZ(10,4),XP(10,4),YP(10,4),QDZ(1
*0,2),QPZ(10,10),XE(10,10),XQ(10,10),ICONC(10),A(55),AML(10,6),QV(2
*),V(2),QP(2),P(2),R(10,3,3),RT(11),BF(11),SM(6,6),SMR(6,6),SMD(6,6
*IRC(11,11),LINT(11,110),LIME(11,110),LIEC(11,110),MXM(10,11),MYM(1
*0,11),QZM(10,11),DA(33),RA(33),T(10,3,3)

C

IL=5

IP=6

ID1=11

ID2=12

ID3=13

ID4=14

ID5=15

ID6=16

ID7=17

ID8=18

ID9=19

ID10=20

C

NNE=2

NDF=3

NRH=33

NCM=6

C

C

CHAMA A SUBROTINA -DADOS- PARA ENTRADA DE DADOS

C

CALL DADOS(NNE,X,Y,CON,NP,XM,YM,FI,IX,IY,RL,CARGA,NCC,NCD,NCP,LML
*,PZ,XP,YP,QDZ,QPZ,XE,XQ,ICONC,A,AML,QV,V,QP,P)

IF(NEST)19,19,1

1 IF(ND-NRH)4,4,2

2 IE=1000

K=NRH/NDF

C

C

CHAMA A SUBROTINA -ERRO- PARA IMPRIMIR MENSAGEM DE ERRO

CALL ERRO(IE,K)

C

GO TO 19

C

C

TESTE DE INCIDENCIA INVERTIDA

C

4 DO 10 I=1,M

JJI=CON(I,1)

JKI=CON(I,2)

IF(JKI-JJI)5,5,10

5 JE=100

C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -ERRO- PARA IMPRIMIR MENSAGEM DE ERRO

CALL ERRO(IE,I)

GO TO 19

10 CONTINUE

C
C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -RIGID- PARA MONTAR A M.RIGIDEZ

DA ESTRUTURA NO SISTEMA GLOBAL

CALL RIGID(X,Y,CON,L,R,NP,XN,YM,FI,IX,IY,ICONC,BT,BF,SM,SMR,SHD,SK
*,T)

IF(LF-NCM)9,9,7

7 IE=10

K=NCM

C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -ERRO- PARA IMPRIMIR MENSAGEM DE ERRO

CALL ERRO(IE,K)

GO TO 19

C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -TRIANG- PARA TRIANGULARIZAR A M.RIGIDEZ DA ESTR.

9 CALL TRIANG(K,RL,SK)

IF(ABS(SK(K,1))-10.E-06)14,14,16

14 JE=1

C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -ERRO- PARA IMPRIMIR MENSAGEM DE ERRO

CALL ERRO(IE,K)

GO TO 19

16 DO 20 II=1,NLS

IF(II-NLS)17,18,18

C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -VCARG- PARA MONTAR O VETOR DE CARGAS

17 CALL VCARG(II,AML,PZ,XP,YP,DDZ,DPZ,XE,XG,A,NCC,NCD,NCP,NCT,LML,XM,
*YM,FI,IX,IY,SN,BT,BF,DP,L,ICONC,NEL,NI,NF,LI,AE,CON,R,D,T)

C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -RESOL- PARA RESOLVER O SISTEMA DE EQUACOES

NSE=1

CALL RESOL(NSE,RL,D,SK)

C
C
C
C

CHAMA A SUBROTINA -REAC- PARA CALCULAR AS ACOES DE EXTR. DE MEMBRO
E REACOES DE APOIO

CALL REAC(II,NEL,NP,AML,AE,SMR,D,AM,RI,AR,R,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LI
*MF,LIEC,T,A)

```

C
C CHAMA A SUBROTINA -ESFOR- PARA CALCULAR OS ESF. SECCIONAIS A
C C/DECIMO DE VAO
C
C CALL ESFOR(XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,NP,L,NCC,NCD,NCP,PZ,XP,YP,MXH,
*MYM,QZM,AM)
C
C CHAMA A SUBROTINA -RESUT- PARA IMPRIMIR AS REACOES DE APOIO E OS
C ESF. SECCIONAIS DE: C.P. E C.P.+S.C.P.
C
C CALL RESUT(II,D,AR,RL,NP,MXM,MYM,QZM,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LINF,LIEC
*,INFL,LI,DA,RA)
20 CONTINUE
18 DO 30 LI=1,IVIG
C
C CHAMA A SUBROTINA -LINFL- PARA CALCULAR LINHAS DE INFLUENCIAS
C
C CALL LINFL(II,LI,AML,PZ,XP,YP,DDZ,DPZ,XE,XQ,A,NCC,NCD,NCP,NCT,LIL,
*XM,YM,FI,IX,IY,SM,BT,BF,NP,L,ICONC,AE,CON,R,D,RL,SK,SMR,AM,AR,LIRT
*,LIRF,LIRC,LINT,LINF,LIEC,T)
C
C CHAMA A SUBROTINA -RESUT- PARA IMPRIMIR AS L.INFLUENCIA DE REACOES
C DE APOIO E ESF. SECCIONAIS
C
C INFL=1
C CALL RESUT(II,D,AR,RL,NP,MXM,MYM,QZM,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LINF,LIEC
*,INFL,LI,DA,RA)
C
C CHAMA A SUBROTINA -ENVOL- PARA CALCULAR AS ENVOLTORIAS DE C.NOVEL
C
C CALL ENVOL(LI,NP,L,RL,OP,P,QV,V,D,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LINF,LIEC)
C
C CHAMA A SUBROTINA -RESUT- PARA IMPRIMIR A ENVOLTORIA FINAL DE
C REACOES DE APOIO E ESF. SECCIONAIS
C
C INFL=0
C CALL RESUT(II,D,AR,RL,NP,MXM,MYM,QZM,LIRT,LIRF,LIRC,LINT,LINF,LIEC
*,INFL,LI,DA,RA)
30 CONTINUE
19 CALL EXIT
END

```

NOTAÇÕES

- $\underline{DQ}$ - vetor dos deslocamentos na estrutura real nas direções das ações consideradas superabundantes;
- $\underline{DQL}$ - vetor dos deslocamentos na estrutura livre nas direções das ações consideradas superabundantes;
- $\underline{F}$ - matriz de flexibilidade para as ações excedentes e deslocamentos a elas associados;
- $\underline{Q}$ - vetor das ações excedentes;
- $\underline{AD}$ - vetor das ações na estrutura real nas direções dos deslocamentos desconhecidos;
- $\underline{ADL}$ - vetor das ações na estrutura fixa nas direções dos deslocamentos desconhecidos e causados pelas cargas;
- $\underline{S}$ - matriz de rigidez para os deslocamentos desconhecidos e ações a eles associadas;
- $\underline{D}$ - vetor dos deslocamentos desconhecidos;
- $\underline{A}$ - matriz dos coeficientes das incógnitas;
- $\underline{X}$ - vetor das incógnitas;
- $\underline{B}$ - vetor dos termos conhecidos;
- $\underline{LF}$ - largura de faixa da matriz de rigidez;
- $\underline{S_M}$ - matriz de rigidez de membro no sistema local;
- $\underline{X_M}$ - abscissa dos pontos de divisão;
- $\underline{Y_M}$ - ordenada dos pontos de divisão;
- $\underline{M_x}$ - momento torsor numa seção qualquer do elemento;
- $\underline{M_y}$ - momento fletor numa seção qualquer do elemento;
- ϕ - ângulo de inclinação de cada seção relativo ao eixo $\underline{X_M}$;
- $\underline{I_x}$ - momento de inércia à torção;
- $\underline{I_y}$ - momento de inércia à flexão;
- $\underline{G}$ - módulo de elasticidade transversal;

- E - módulo de elasticidade longitudinal;
 BT - braço de alavanca à torção de A_6 ;
 BF - braço de alavanca à flexão de A_6 ;
 L - distância entre os nós inicial e final do elemento;
 F_{kk}^M - matriz de flexibilidade correspondente à extremidade K do elemento;
 A_{ML} - vetor das ações de engastamento perfeito no sistema local.
 DL - vetor dos deslocamentos devidos à atuação das cargas;
 XP - abscissa de carga concentrada;
 YP - ordenada de carga concentrada;
 PZ - carga concentrada na direção Z_M ;
 BTP - braço de alavanca à torção de PZ ;
 BFP - braço de alavanca à flexão de PZ ;
 MT - momento torsor concentrado;
 μ - ângulo de inclinação do eixo de torção relativo ao eixo X_M ;
 XG - abscissa do centro de gravidade de carga resultante equivalente;
 QT - carga resultante equivalente;
 XE - abscissa do início da carga distribuída parcial;
 XQ - comprimento da carga parcial medido na direção X_M ;
 $C.P$ - carga permanente;
 $S.C.P$ - sobrecarga permanente;
 $C.M$ - carga móvel;
 $P.T.C$ - ponte totalmente carregada;
 $P.M.C$ - ponte metade carregada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - GERE, J.M. and WEAVER, W.Jr. - "Analysis of Framed Structures", D. Van Nostrand Company Inc. - Princeton, N.J., 1965.
- 2 - WEAVER, W.Jr. - "Computer Programs for Structural Analysis", D. Van Nostrand Company Inc. - Princeton, N.J., 1967.
- 3 - SORIANO, H.L. - "Formulação dos Métodos de Gauss e Cholesky para Análise Matricial de Estruturas". COPPE, Rio de Janeiro, Julho de 1972.
- 4 - PACITTI, T. - "Fortran - Monitor, Princípios", Ao Livro Técnico S.A., Rio de Janeiro, 1972.
- 5 - PACITTI, T. e ATKINSON, C.P. - "Programação e Métodos Computacionais", Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1977.
- 6 - LOBO CARNEIRO, F.L. - "Matriz de Flexibilidade e Rigidez dos Elementos" - COPPE, Rio de Janeiro, Março de 1971.
- 7 - BREBBIA, C.A. and FERRANTE, A.J. - "Computational Methods for the Solution of Engineering Problems", Pentech Press Limited, London, 1978.
- 8 - ANGER, G. - "Zehnteilige Einflusslinien für durchlaufende Träger", W. Ernst, Berlin, 1967.

- 9 - FIGUEIRÔA, J.P. - "Análise de Grelhas com Eixo Curvo e Seção Variável", Tese de M.Sc., COPPE, Rio de Janeiro, Setembro de 1972.
- 10 - RODRIGUES PAZOS, M.P.A.M - "Análise de Estruturas Reticuladas Espaciais com Barras de Eixo Curvo e Seção Variável", Tese de M.Sc., COPPE, Rio de Janeiro, Dezembro de 1973.
- 11 - HOLCK, C.H. - "Automatização da Determinação de Linhas de Influência e Envoltórias de Esforços em Pontes", Tese de M.Sc., COPPE, Rio de Janeiro, Junho de 1970.
- 12 - ZIENKIEWICZ, O.C. - "The Finite Element Method in Engineering Science", McGraw-Hill Publishing Company Limited, London, 1971.