

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**

**DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO O
PROGRAMA COMPUTACIONAL KENSLABS 2004 E COMPARAÇÃO COM O
MÉTODO DA PCA 1984.**

YÊDA CORDEIRO GONDIM

Campina Grande – Paraíba

Abril/2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

YÊDA CORDEIRO GONDIM

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande – PB, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL**.

Área de Concentração: Geotecnia

Prof.^a Laura Maria Goretti da Motta
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Licia Mouta da Costa
Orientadora

Campina Grande - Paraíba
Abril/2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
ÁREA DE GEOTECNIA

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO O
PROGRAMA COMPUTACIONAL KENSLABS 2004 E COMPARAÇÃO COM O
MÉTODO DA PCA 1984.

Por:

YÊDA CORDEIRO GONDIM

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande – PB, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.**

Campina Grande – Paraíba

Abril/2008


FOLHA DE APROVAÇÃO


Autor: Yêda Cordeiro Gondim


Título: DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO O PROGRAMA COMPUTACIONAL KENSLABS 2004 E COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DA PCA 1984.

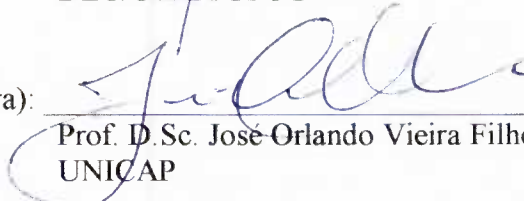
Dissertação Defendida e Aprovada em: 25/04/2008.


Pela Banca Examinadora

(Assinatura): 
Prof.^a D.Sc. (Orientadora) Laura Maria Goretti da Motta –
COPPE/UFRJ

(Assinatura): 
Prof.^a D.Sc. (Orientadora) Licia Mouta da Costa
UFMG

(Assinatura): 
Prof. D.Sc. José Afonso Gonçalves de Macedo – Examinador Interno
DEC/CTR/UFMG

(Assinatura): 
Prof. D.Sc. José Orlando Vieira Filho – Examinador Externo
UNICAP

(Assinatura): 
Prof. D.Sc. Nilton Pereira de Andrade – Examinador Externo
UFPB

G637d Gondim, Yêda Cordeiro.
Dimensionamento de pavimentos de concreto utilizando o programa computacional KENSLABS 2004 e comparação com o método da PCA 1984 / Yêda Cordeiro Gondim.- Campina Grande, 2009.
281p. : il.
Orientadores: Laura Maria Goretti da Motta, Lícia Mouta da Costa
Dissertação (Mestrado) – UFCG/CTRN
1. Geotecnia. 2. Pavimentação asfáltica. 3. Agregados alternativos. 4. Granulometria.

UFPB/BC

CDU: 624.13(04)

Dedico este trabalho ao meu pai, **Joaquim Guedes Corrêa Gondim** (in memoriam), que sempre me incentivou a buscar novos conhecimentos e a quem tenho profundo respeito e admiração.

AGRADECIMENTOS

À Professora Laura Motta, pela tolerância, paciência, cumplicidade, força, carinho, orientação profissional valiosa e tudo mais que precisei para concluir esta árdua tarefa de conciliar família, trabalho e pesquisa. Minha eterna gratidão e a certeza de que ganhou uma amiga e admiradora.

À Maia Melo Engenharia Ltda., em especial aos diretores Rogério Giglio e Stanley Fortes Baptista, que possibilitaram a inscrição no mestrado e permitiram o tempo necessário para o desenvolvimento dos trabalhos.

À amiga Christiane Almeida, sempre presente na minha vida, que me ajudou na finalização da dissertação. Sua ajuda foi preciosa e imprescindível.

Ao amigo Elsen Pontual, sempre disponível para tirar dúvidas e muito me ajudou neste trabalho.

À minha família, em especial à minha mãe Nilce, ao meu companheiro José Guilherme e ao meu filho Eduardo, pelo apoio incondicional e compreensão pela minha eterna falta de tempo.

Ao Professor Afonso Macêdo, pelo conhecimento repassado nas disciplinas do mestrado em Campina Grande.

Aos meus companheiros de curso, em especial, João Batista Souza, Elsen Pontual, Joel Ventura Filho, Rômulo Vilela e Luciano Melo, pela cumplicidade ao longo de todo o processo.

A todos os amigos que, de alguma forma, participaram desta minha jornada.

A DEUS, por mais esta etapa vencida.

*“Que importa se ao chegar, eu nem pareça pássaro!
Que importa se ao chegar, venha me rebentando,
caindo aos pedaços, sem aprumo e sem beleza!
Fundamental é cumprir a missão e cumpri-la até o
fim!...”*

Dom Helder Câmara

Resumo da Tese apresentada à UFCG/PB como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências em Engenharia Civil.

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO O PROGRAMA COMPUTACIONAL KENSLABS 2004 E COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DA PCA 1984.

Yêda Cordeiro Gondim

Abril/2008

Orientadores: Laura Maria Goretti da Motta e Licia Mouta da Costa

Este trabalho apresenta um levantamento bibliográfico comentado e analisado dos principais aspectos referentes ao projeto mecanicista de um pavimento de concreto, levando em consideração o efeito do clima, do tráfego e das características dos materiais utilizados na configuração do pavimento.

Aborda, sucintamente, os métodos e programas existentes, e, com detalhes, o método de dimensionamento da PCA 1984 e o programa computacional KENSLABS 2004, que utiliza o método de elementos finitos para análise das tensões e deformações em pavimentos de concreto.

Apresenta-se também uma análise exploratória de sensibilidade do programa à análise da fadiga e erosão e o dimensionamento, passo a passo, de um pavimento hipotético, utilizando o método da PCA e o programa KENSLABS, com comparação dos resultados.

O programa KENSLABS apresenta grandes vantagens sobre o método da PCA 1984, podendo-se destacar a modelagem mais realista da sub-base e a possibilidade de se considerar o efeito dos gradientes térmicos nas tensões e deformações causadas pelo empenamento da placa, que podem atingir magnitudes duas vezes maiores que aquelas encontradas quando da ação isolada de cargas rodoviárias.

Summary of the thesis presented to UFCG/PB as part of requirements for obtaining the degree of Master of Science in Civil Engineering

DESIGN OF CONCRETE PAVEMENT USING THE KENSLABS COMPUTER PROGRAM (2004) AND COMPARISON WITH THE PCA METHOD (1984)

Yêda Cordeiro Gondim

April/2008

Supervisors: Laura Maria Goretti da Motta and Lícia Mouta da Costa

This paper presents a commented and reviewed bibliography concerning the main aspects related to mechanistic design of a concrete pavement, taking into account the effect of weather, traffic and the characteristics of the materials used in the pavement.

Discusses, briefly, the methods and existing programs and in detail the PCA Method 1984 and the KENSLABS 2004 computer program, based on the finite element method for analysis of stresses and deflections in concrete pavements.

It also presents an exploratory and sensitivity analysis of the program about fatigue and erosion damage and presents the design of a hypothetical pavement, using the PCA method and KENSLABS program, with comparison of the results.

The program KENSLABS presents great advantages over the PCA method 1984, it may highlight the more realistic modeling of the subbase and the possibility of considering the effect of thermal gradients in the stresses and deformations caused by warping of the plate, which can reach magnitudes greater than twice those found when the isolated action of road loads.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Metodologia para projeto mecanicista de pavimento rígido	20
Figura 2.1: Modelos de comportamento de subleitos	24
Figura 2.2: Modelos de empenamento de uma placa de concreto sobre apoio admitido como um líquido denso	25
Figura 2.3: Gradiente térmico na placa de concreto.....	27
Figura 2.4: Representação de uma placa finita.....	29
Figura 2.5: Fator de correção da tensão para placa finita.....	29
Figura 2.6: Uma placa sujeita a carga no canto.....	34
Figura 2.7: Método para conversão de rodas duplas em área circular.....	39
Figura 2.8: Aplicação do ábaco de influência para determinação do momento	40
Figura 2.9: Ábaco de influência para a deflexão devido ao carregamento no interior	42
Figura 2.10: Ábaco de influência para momento devido ao carregamento no interior.....	42
Figura 2.11: Ábaco de influência devido ao carregamento na borda	43
Figura 2.12: Ábaco de Influência para deflexão devido ao carregamento na borda	43
Figura 2.13: Armadura e juntas em pavimentos de concreto	44
Figura 2.14: Tensões devido ao atrito placa-subleito	45
Figura 2.15: Deformação da barra sob a carga.....	52
Figura 2.16: Carga na borda de uma junta e reações de duas placas contíguas.....	54
Figura 2.17: Momento máximo negativo para carregamentos no interior e borda da placa, localizado a $1,8 \ell$ da carga.....	54
Figura 2.18: Tipos de juntas de contração.....	56
Figura 2.19: Exemplo de modelo de junta de expansão	57
Figura 2.20: Exemplos de juntas construtivas	58
Figura 2.21: Tipos de juntas longitudinais	58
Figura 2.22: Junta longitudinal especial.....	59
Figura 2.23: Resposta mecânica de pavimento flexível: pressões concentradas	63
Figura 2.24: Resposta mecânica de pavimento rígido: pressões distribuídas.....	63
Figura 2.25: Possíveis ações de distribuição de esforços horizontais entre placas de concreto e camadas de misturas asfálticas	65
Figura 2.26: Esforços junto das interfaces das camadas dos pavimentos.....	66
Figura 2.27: Tipos de eixos rodoviários de caminhões e ônibus.....	72
Figura 2.28: Curvas de fadiga	78
Figura 2.29: Posições críticas de carga no método PCA-84.....	81
Figura 3.1: Representação de uma fundação do tipo líquido denso sob um elemento de placa	87
Figura 3.2: Representação da fundação tipo sólido elástico sob um elemento de placa	89
Figura 3.3: Seção original e seção equivalente de um pavimento composto	92
Figura 3.4: Elemento de placa retangular.....	94
Figura 3.5: Transferência de carga através da junta por intertravamento de agregados	97

Figura 3.6: Representação da transferência de cisalhamento através das juntas pelas barras de aço	97
Figura 3.7: Sistema de quatro placas adotado no programa KENSLABS.....	99
Figura 3.8: Empenamento da placa	104
Figura 3.9: Representação da analogia das molas para contato pleno.....	105
Figura 3.10: Representação de contato parcial sem vazios iniciais	107
Figura 3.11: Representação de contato parcial com vazios iniciais	110
Figura 3.12: Tela Principal do KENPAVE	112
Figura 3.13: Localização dos parâmetros de entrada para vários menus no SLABSINP	113
Figura 3.14: Utilização de parte da placa nos casos de simetria.....	115
Figura 3.15: Exemplo de numeração das placas, nós e juntas.....	118
Figura 3.16: Seção transversal de pavimento de concreto.....	124
Figura 3.17: Malha de elementos finitos para análise de carregamento na borda longitudinal	125
Figura 3.18: Malha de elementos finitos para análise de carregamento de canto.....	125
Figura 3.19: Malha fina, média e grossa para análise de carregamento de borda	126
Figura 3.20: Malha média de elementos finitos para carregamento de canto.....	128
Figura 3.21: Malha grosseira de elementos finitos para carregamento de canto	128
Figura 3.22: Malha utilizada na análise de sensibilidade da tensão nas bordas pelo KENSLABS	130
Figura 3.23: Modelo utilizado na análise de sensibilidade da deflexão no canto pelo programa KENSLABS	133
Figura 3.24: Modelagem estrutural da pista experimental circular de WT utilizado para comparar o programa ILS2 e KENSLABS – 1993	137
Figura 3.25: Resultados da modelagem da pista circular com WT feita com o programa KENSLABS de 1993	137
Figura 4.1: Malha utilizada no projeto 1- placa de CCP sem acostamento de concreto (uma placa com eixo de simetria y) - fadiga.....	162
Figura 4.2 Malha utilizada no projeto 2: placa e acostamento de CCP (duas placas com eixo de simetria y) – fadiga	162
Figura 4.3: Malha utilizada no Caso 1: placa CCP sem acostamento de concreto (duas placas com barras de transferência) - erosão	163
Figura 4.4: Malha utilizada no Caso 2: placa e acostamento de CCP (quatro placas com barras de ligação e de transferência) - erosão.....	163
Figura 4.5: Dimensões dos três grupos de carregamento (ESRD, ETD e ETT).....	164
Figura 4.6: Localização dos eixos ESRD, ETD e ETT para análise na borda da placa	166
Figura 4.7: Localização dos eixos ESRD, ETD e ETT para análise no canto da placa.....	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Dimensões do reservatório para selantes moldados no campo.....	56
Tabela 2.2: Largura de juntas e selantes pré-moldados.....	56
Tabela 2.3: Ensaio para medida de resistência em materiais de pavimentação.....	68
Tabela 2.4: Alguns valores típicos de resistência à tração na flexão do concreto.....	69
Tabela 2.5: Resistência a cisalhamento na interface entre o CCR e o CCP.....	69
Tabela 2.6: Resistências típicas de materiais tratados com ligante hidráulico e concreto compactado.....	70
Tabela 2.7: Valores típicos de coeficiente de Poisson.....	71
Tabela 2.8: Terminologia de Veículos.....	71
Tabela 2.9: Cargas máximas legais vigentes no Brasil.....	72
Tabela 2.10: Fatores de segurança para as cargas.....	84
Tabela 3.1: Efeito do tamanho da malha na resposta do pavimento sob carregamento de borda.....	127
Tabela 3.2: Efeito das dimensões da malha na resposta do pavimento sob carregamento de canto.....	128
Tabela 3.3: Análise de sensibilidade das tensões na borda devido a vários fatores.....	131
Tabela 3.4: Análise de sensibilidade de vários fatores nas deflexões de canto.....	133
Tabela 3.5: Resultados da instrumentação e dos valores modelados pelos programas para o WT.....	138
Tabela 4.1: Análise de Sensibilidade para tensão na borda da placa (caso 1).....	142
Tabela 4.2: Análise de Sensibilidade para tensão na borda da placa (caso 2).....	143
Tabela 4.3: Estruturas de pavimento que apresentaram vida de projeto superior a 20 anos.....	147
Tabela 4.4: Análise de Sensibilidade para deflexão no canto da placa (caso1).....	72
Tabela 4.5: Análise de Sensibilidade para deflexão no canto da placa (caso2).....	84
Tabela 4.6: Volume médio diário anual na rodovia em estudo - ano 2007.....	153
Tabela 4.7: Resultado da pesagem realizada na rodovia em estudo em 2007.....	154
Tabela 4.8: Projeção do tráfego para um período de 20 anos.....	156
Tabela 4.9: Cálculo do fator de eixo médio do projeto.....	157
Tabela 4.10: Distribuição dos eixos nas faixas de carga para período de projeto de 20 anos na rodovia estudada.....	158
Tabela 4.11: Resultados obtidos para as onze simulações de estrutura de pavimento.....	158
Tabela 4.12: Número de eixos a ser considerado no projeto desta rodovia para o programa KENSLABS.....	165
Tabela 4.13: Resultados baseados no carregamento da borda longitudinal.....	153

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 TENSÕES E DEFORMAÇÕES EM PAVIMENTOS RÍGIDOS	22
2.1.1 Tensões devido ao empenamento	23
2.1.1.1 Flexão em uma placa infinita.....	24
2.1.1.2 Tensões de empenamento em placas finitas	27
2.1.1.3 Gradiente de Temperatura	29
2.1.1.4 Tensões Combinadas	30
2.1.2 Tensões e deflexões devido às cargas	32
2.1.2.1 Soluções Fechadas.....	32
2.1.2.2 Ábacos de Influência	38
2.1.3 Tensões devido ao atrito placa - subleito	42
2.1.3.1 Efeito da Mudança no Volume do Concreto	43
2.1.3.2 Tensão na Armadura.....	44
2.1.4 Projeto de Juntas e Barras de Transferência	47
2.1.4.1 Projeto das Barras de Transferência	47
2.1.4.2 Projeto das Juntas	51
2.1.5 Considerações finais	55
2.2 CARACTERÍSTICAS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO	57
2.2.1 Camadas	57
2.2.2 Conceito de Rigidez e Flexibilidade	59
2.2.3 Conceito de Deformações e Deflexões	60
2.2.4 Tipos de Pavimentos de Concreto	61
2.2.5 Esquemas de distribuição de esforços	63
2.2.6 Resistência, elasticidade e viscoelasticidade dos materiais de pavimentação	65
2.3 CONSIDERAÇÃO DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO EM PROJETOS DE PAVIMENTOS	68
2.4 PROJETO DE PAVIMENTO RÍGIDO	71
2.4.1 Métodos de dimensionamento da espessura de pavimentos rodoviários de concreto	72
2.4.2 O Método da PCA 1984	72

2.4.2.1 Fundamentos e Campos de Aplicação.....	73
2.4.2.2 Parâmetros de Dimensionamento	75
2.4.2.2.1 Modelos de Ruína	75
2.4.2.2.2 Tipos de Pavimento	77
2.4.2.2.3 Distribuição do Tráfego	78
2.4.2.2.4 Características do Concreto.....	79
2.4.2.3 Acostamentos de Concreto	79
2.4.2.4 Sub-base tratada com cimento	80
2.4.2.5 Barras de Transferência	81
2.4.2.6 Empenamento do Concreto	81
2.4.2.7 Fatores de segurança para as cargas	81
2.4.3 Roteiro para o Dimensionamento da Espessura do Pavimento pelo Método PCA.....	82
CAPÍTULO 3: O PROGRAMA KENSLABS	83
3.1 FUNDAMENTO TEÓRICO	83
3.1.1 Tipos de fundação.....	83
3.1.2 Placas com duas camadas	88
3.1.3 Procedimentos Gerais.....	91
3.1.4 Empenamento pela temperatura.....	99
3.1.5 Contato Placa – Subleito	101
3.2 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA	108
3.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	121
3.3.1 Tamanho da Malha	121
3.3.2 Efeito de Alguns Parâmetros de Projeto	126
3.4 APLICAÇÃO DO PROGRAMA KENSLABS (1993) POR SILVA (2001)	133
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
CAPÍTULO 4: APLICAÇÕES	138
4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO PROGRAMA	138
4.1.1 Análise do Consumo de Fadiga	139
4.1.2 Análise dos Danos por Erosão	145
4.2 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO HIPOTÉTICO UTILIZANDO O MÉTODO DA PCA (1984) E O PROGRAMA KENSLABS (2004)	151
4.2.1 Dados Gerais do Projeto	151

4.2.2 Dimensionamento pelo Método da PCA (1984)	153
4.2.3 Dimensionamento pelo Programa KENSLABS	158
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES	168
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170
APÊNDICE 1: RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PELO MÉTODO DA PCA 1984	173
APÊNDICE 2: RELATÓRIOS DE SAÍDA DO PROGRAMA KENSLABS PARA O EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DO CAPÍTULO 4	185

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, se distinguem dois tipos principais de pavimentos, quanto à característica de deformabilidade ou de capacidade de acompanhar os deslocamentos da camada de suporte ou subleito: os flexíveis e os rígidos. Embora hoje se discuta muito a pertinência destes conceitos (por ex. Medina e Motta, 2005), ainda assim, são usuais na prática rodoviária estes dois termos, bem como a associação direta entre pavimentos com revestimentos asfálticos com a designação dos “flexíveis” e os de revestimentos de concreto de cimento Portland com os “rígidos”. Neste trabalho, por simplicidade, vão ser usados como “sinônimos” o termo rígido ou concreto, este como representação de concreto de cimento Portland.

Também da prática dos projetistas e dos métodos de dimensionamento de pavimentos de concreto, vem o hábito de denominar a camada final de terraplenagem onde se apóia a estrutura do pavimento rígido, de “fundação” como sinônimo de subleito, termo mais usual nos métodos de pavimento flexível ou de revestimento asfáltico.

A malha rodoviária brasileira, em todos os níveis de gestão, é predominantemente de revestimentos asfálticos por vários motivos que não vem ao caso discutir neste momento. No entanto, no Estado de Pernambuco, há tradicionalmente uma grande concentração de pavimentos de concreto feitos em décadas passadas.

Porém, assiste-se nos últimos 10 anos, ao aumento gradativo do uso de soluções de pavimentos rígidos em várias rodovias brasileiras e também em obras urbanas. Este fato prende-se a muitas razões, entre elas, o fato de que as cargas transportadas por caminhões tiveram aumento extraordinário em peso e volume e também o surgimento de novas técnicas construtivas com uso de acabadoras especiais e usinas móveis de grande capacidade de preparação dos concretos.

No caso dos pavimentos de concreto, a prática brasileira de projeto estrutural tem sido a utilização de métodos de dimensionamento traduzidos da *Portland Cement Association* (PCA), introduzidos no país pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), que também sempre foi a principal projetista deste tipo de pavimento. A primeira versão do método era de 1966 e a segunda, ainda atualmente empregada, é de 1984. O Manual de

Pavimentos Rígidos do DNER (1989) traz as duas versões do método PCA e mais o método da AASHTO de 1986. Atualmente, existe um novo manual onde constam as duas versões do método da PCA e o método de projeto de reforço de pavimentos asfálticos com placas de concreto conhecido como *whitetopping* (DNIT, 2005). Os dois métodos de dimensionamento da PCA – de 1966 e de 1984 - são métodos de base teórica mecanicista, embora simplificados, por se basearem em análise de uma só placa, considerada infinita, e somente considerar as tensões provocadas pelo tráfego.

No entanto, há diferenças significativas entre as versões de 1966 e a de 1984, em termos de princípios e de cálculos de tensões, o que leva a resultados bem distintos de espessuras de placa, na maioria dos casos. E são de tal ordem as diferenças que, para alguns autores, não se justifica manter os dois métodos num manual como válidos, indistintamente (Motta e Rabelo, 1994).

Um procedimento de um projeto mecanístico envolve a aplicação de modelos estruturais para o cálculo das respostas do pavimento e a utilização de modelos de desempenho que permitam a previsão de defeitos no pavimento, através das suas respostas estruturais. Na Figura 1.1 é mostrada uma metodologia geral para um projeto de pavimentos utilizando os princípios da Mecânica dos Pavimentos, seja para pavimentos asfálticos seja de concreto de cimento Portland.

Atualmente, os modelos estruturais para análise de pavimentos rígidos estão mais avançados do que os modelos utilizados nos métodos da PCA. Vários programas de elementos finitos podem ser usados como modelos estruturais, porém a maior parte dos modelos de defeitos são equações de regressão derivadas empiricamente, com grande dispersão dos dados. Os principais tipos de defeitos a serem modelados nos pavimentos rígidos incluem: trincamento por fadiga, erosão, bombeamento e escalonamento nas juntas transversais.

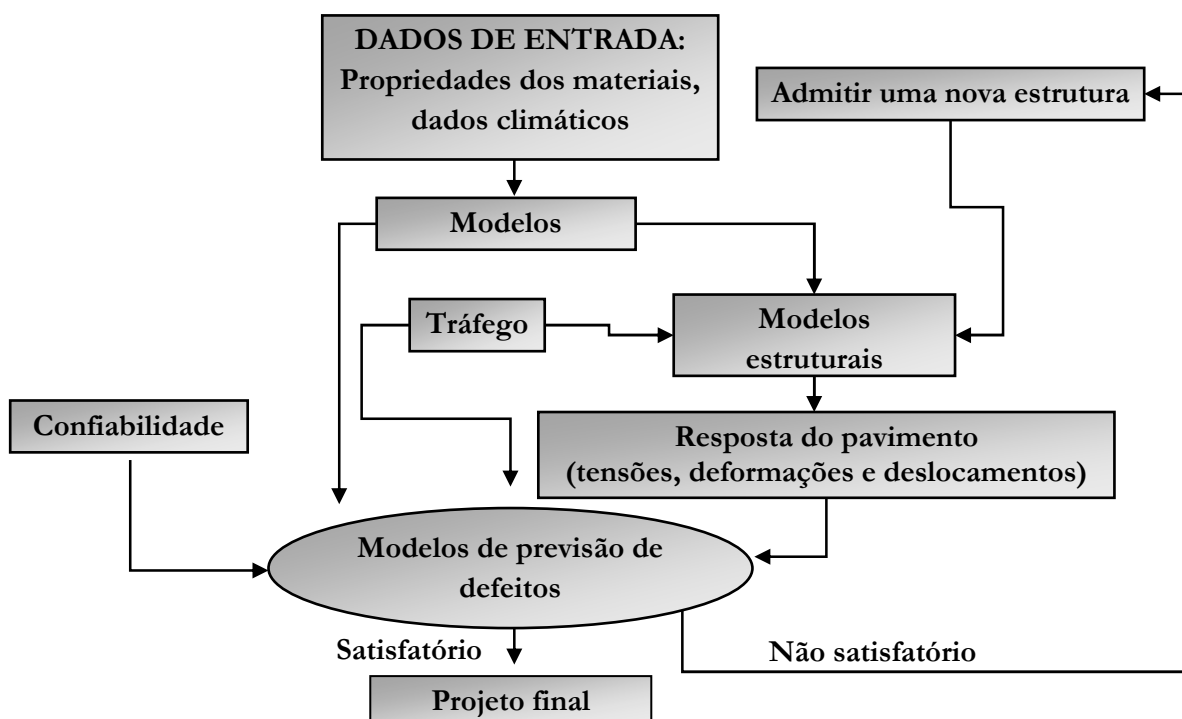


Figura 1.1: Metodologia para projeto mecanicista de pavimento rígido (Huang, 1993 apud Rufino, 1996)

Segundo Huang (2004), uma análise sobre os procedimentos mecânicos de pavimentos feita na Universidade de Illinois e publicada pela *National Cooperative Highway Research Program* (NCHRP) em 1990 indicou que os modelos estruturais devem ter, no mínimo, as capacidades listadas a seguir, para que se possam analisar pavimentos rígidos de forma acurada:

- Analisar placas de qualquer dimensão;
- Analisar sistemas com duas camadas (placa e sub-base), aderidas ou não, com a mesma ou diferente propriedade dos materiais;
- Analisar o sistema de placas para fundações tipo líquido denso ou sólido elástico;
- Analisar o sistema de placas com suporte uniforme ou não uniforme, e que a perda de suporte devido à erosão ou outra causa possa ser levada em consideração;
- Analisar múltiplas placas com transferência de cargas através das juntas ou fissuras;
- Considerar deformação e empenamento da placa simultaneamente como resposta ao carregamento;
- Analisar placas com qualquer condição de carregamento, incluindo eixos simples e múltiplos, pressões dos pneus variáveis, e cargas aplicadas em uma distância qualquer das fissuras, juntas ou bordas da placa.

- Analisar sistema de pavimento com diversas condições de acostamento, incluindo acostamentos revestidos com asfalto e acostamentos de concreto com barras de ligação;
- Analisar sistemas com placas ou acostamentos com espessuras não uniformes.

Após analisar vários modelos de elementos finitos, esta pesquisa de 1990 recomendou a utilização de ILLI-SLAB como o modelo básico para análise de pavimentos rígidos. Segundo Huang (2004), o programa KENSLABS (versão Windows) também atende às exigências anteriores. Além das fundações do tipo líquido denso e sólido elástico, KENSLABS pode ser aplicado a uma fundação constituída por até seis camadas.

Assim, considerando a importância dos pavimentos de concreto nas obras de rodovias e ruas do país e a hegemonia de um único método de dimensionamento na prática das empresas consultoras e projetistas brasileiras, julgou-se apropriado investigar uma alternativa de método de cálculo de tensões e deformações de pavimentos rígidos.

O objetivo principal deste trabalho é a apresentação do dimensionamento de pavimentos de concreto através da utilização do programa de análise estrutural KENSLABS, desenvolvido por Yang H. Huang em 1993 (versão DOS) e atualizado em 2004 (versão WINDOWS).

Este trabalho abordará os principais aspectos referentes às etapas apresentadas na Figura 1.1, dando ênfase maior à utilização do programa KENSLABS na análise estrutural do pavimento.

O Programa KENSLABS será apresentado detalhadamente, para que toda a teoria utilizada na sua concepção seja bem entendida, bem como os dados de entrada requeridos nas diversas opções de análise e os relatórios e gráficos de saída dos resultados do programa.

Como o Método da *Portland Cement Association* – PCA 1984 é o mais conhecido e utilizado pelos projetistas, será apresentada uma comparação do dimensionamento de um pavimento de concreto hipotético, utilizando o Método da PCA 1984 e o programa KENSLABS.

Uma análise exploratória da sensibilidade do programa com relação aos valores adotados para os dados de entrada será apresentada, visando proporcionar aos usuários do programa, uma noção da importância de cada parâmetro nos resultados fornecidos pelo mesmo.

A expectativa da autora desta dissertação é que este trabalho possa fornecer o embasamento teórico e prático necessário para que colegas projetistas possam dimensionar, com segurança e confiança, pavimentos de concreto utilizando o programa KENSLABS.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, contendo:

Capítulo 1 – Introdução

Apresenta a contextualização do tema, bem como os objetivos da pesquisa.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica

Apresenta os principais aspectos referentes ao projeto mecanicista de um pavimento de concreto, ou seja: tensões e deflexões baseadas na teoria de Westergaard, levando em consideração o efeito do clima, tráfego e características dos materiais utilizados na configuração do pavimento. Aborda sucintamente os métodos e programas existentes, com ênfase no Método da PCA 1984.

Capítulo 3 - O programa KENSLABS.

Apresenta o desenvolvimento teórico e a descrição detalhada do programa e a análise de sensibilidade dos parâmetros na resposta do pavimento apresentada por Huang (2004).

Capítulo 4 – Aplicações

Neste capítulo, são apresentados a análise exploratória do Programa KENSLABS e exemplo de dimensionamento, passo a passo, utilizando-se o método da PCA 1984 e o programa KENSLABS, para comparação dos resultados.

Capítulo 5 – Conclusões

As conclusões obtidas com as análises realizadas serão concisamente apresentadas bem como pontos a serem explorados em novas pesquisas sobre o mesmo tema.

Ainda são apresentados dois apêndices:

Apêndice 1 – Resultado das simulações pelo método da PCA 1984

Apêndice 2 – Relatórios de saída do programa KENSLABS para o exemplo de dimensionamento do capítulo 4.

CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TENSÕES E DEFORMAÇÕES EM PAVIMENTOS RÍGIDOS

No estudo dos pavimentos como um sistema em camadas, é fundamental o estabelecimento de modelos estruturais de comportamento tensão–deformação dos materiais e do conjunto pavimento–subleito.

No caso do subleito, existem duas modelagens principais que têm sido utilizadas na análise mecanicista de pavimentos rígidos: a consideração do mesmo como um líquido denso ou como um sólido elástico, conforme representado na Figura 2.1, ambas aproximadas em relação ao comportamento real dos solos. No caso do modelo de líquido denso, também chamado de modelo de Winkler, a caracterização do solo é feita por meio de um parâmetro conhecido como módulo de reação do subleito k . No caso da modelagem como sólido elástico, o solo de subleito é representado pelo módulo de elasticidade e pelo coeficiente de Poisson.

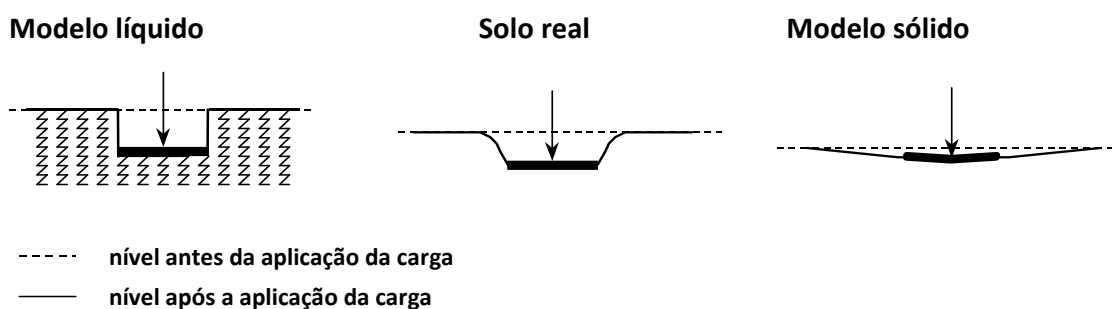


Figura 2.1: Modelos de comportamento de subleitos (Rufino, 1996)

Quanto à modelagem da estrutura do pavimento, existem soluções exatas e soluções numéricas de método de elementos finitos (MEF), método das diferenças finitas (MDF), entre outros.

Quanto aos carregamentos, no caso dos pavimentos rígidos, as cargas do tráfego têm influências diferentes conforme a posição relativa à geometria da placa (centro ou bordas longitudinais ou transversais) e também as tensões geradas pelas variações climáticas, especialmente das temperaturas.

Quanto ao tipo de pavimento de concreto, podem-se distinguir sete tipos:

- pavimento de concreto simples – as placas são justapostas, sem armadura, com transmissão dos esforços nas juntas simplesmente por intertravamento dos agregados;
- pavimento de concreto simples com barras de aço de transferência de tensões nas juntas transversais;
- pavimento com armadura distribuída (de tela soldada em geral) descontínua nas juntas sem função estrutural;
- pavimento com armadura distribuída contínua sem função estrutural;
- pavimento estruturalmente armado (em geral com duas armaduras distribuídas e barras de transferência);
- pavimento em concreto protendido;
- pavimento em concreto compactado com rolo (CCR).

A maior parte da revisão bibliográfica apresentada neste item está baseada especialmente na publicação “Pavement Analysis and Design”, de Yang H. Huang, 2ª edição -2004 e se refere aos dois primeiros tipos de pavimento de concreto.

2.1.1 Tensões devido ao empenamento

Durante o dia, quando a temperatura no topo da placa é maior do que na base, o topo tende a se expandir em relação à linha neutra, enquanto a base tende a se contrair. No entanto, o peso da placa restringe a expansão e a contração; assim, tensões de compressão são induzidas no topo e tensões de tração na base. À noite, quando a temperatura no topo da placa é menor que na base, o topo tende a se contrair em relação à base; assim, tensões de tração são induzidas no topo e tensões de compressão na base.

Outra explicação para as tensões devido ao empenamento pode ser dada pela teoria do “prato” sobre uma fundação Winkler ou do líquido denso. Uma fundação Winkler pode ser caracterizada por uma série de molas anexadas ao prato, como mostra a Figura 2.2.

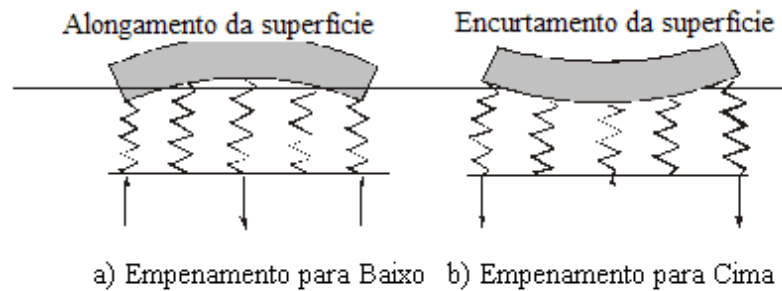


Figura 2.2: Modelos de empenamento de uma placa de concreto sobre apoio admitido como um líquido denso (Huang, 2004)

Quando a temperatura no topo da placa for maior que na base, a parte superior da placa será maior que a base, ocasionando empenamento para baixo. As molas localizadas nas laterais da placa estarão em compressão e empurrarão a placa para cima, enquanto que as molas localizadas no interior estarão em flexão e puxarão a placa para baixo. Como resultado, o topo da placa estará em compressão e a base em tração. Quando a temperatura no topo da placa for menor que na base, a placa empenará para cima. As molas exteriores puxarão a placa para baixo enquanto as molas interiores a empurrarão para cima, o que resulta em tração no topo e compressão na base da placa. Westergaard (1926a) desenvolveu equações para determinação da tensão de empenamento em pavimentos de concreto, baseadas na teoria das placas que não serão apresentadas em detalhe nesta revisão.

2.1.1.1 Flexão em uma placa infinita

A diferença entre uma viga e uma placa é que a viga é tensionada em apenas uma direção e a placa em duas direções. Para tensões em duas direções, a deformação ε_x na direção x pode ser determinada pela lei generalizada de Hooke dada por:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E_c} - \nu \frac{\sigma_y}{E_c} \quad (2.1)$$

Onde E_c é o módulo de elasticidade do concreto e ν = coeficiente de Poisson.

O primeiro termo no lado direito da Equação 2.1 indica a deformação na direção x causada

pela tensão na direção x; o segundo termo indica a deformação na direção x causada pela tensão na direção y. Do mesmo modo,

$$\varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E_c} - \nu \frac{\sigma_x}{E_c} \quad (2.2)$$

Quando a placa é flexionada na direção x, ε_y deve ser igual a 0 quando a placa for larga e bem restringida, de forma que nenhuma deformação deverá ocorrer a menos em pontos muito perto da borda. Fazendo a Equação 2.2 igual a 0, tem-se:

$$\sigma_y = \nu \sigma_x \quad (2.3)$$

Substituindo Equação 2.3 na Equação 2.1 e resolvendo para σ_x , tem-se:

$$\sigma_x = \frac{E \varepsilon_x}{1 - \nu^2} \quad (2.4)$$

A Equação 2.4 permite calcular a tensão na direção da flexão e a Equação 2.3, a tensão na direção perpendicular a flexão.

Quando a flexão ocorre nas direções x e y, como é o caso do empenamento pela temperatura, as tensões em ambas as direções devem ser sobrepostas para obtenção da tensão total. A tensão máxima em uma placa infinita devido ao empenamento pela temperatura pode ser obtida assumindo que a placa é completamente restringida em nas direções x e y.

Considerando Δt a diferença de temperatura entre o topo e a base da placa e α_t o coeficiente de expansão térmica do concreto, se a placa estiver livre para se movimentar e a temperatura no topo for maior do que na base; o topo vai se expandir por uma deformação de $\alpha_t \Delta t/2$ e a base vai se contrair pela mesma deformação, como mostrado na Figura 2.3.

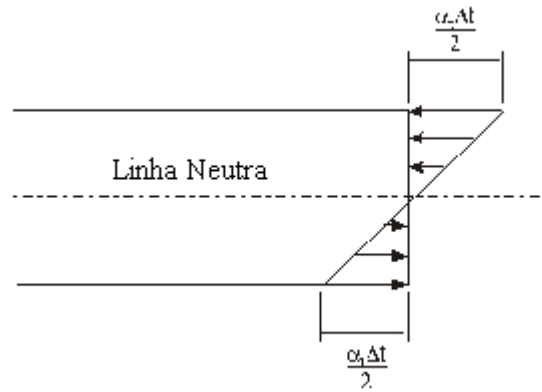


Figura 2.3: Gradiente térmico na placa de concreto (Huang, 2004)

Se a placa estiver com movimento completamente restringido, impedida de se mover, uma deformação de compressão irá resultar no topo e uma deformação de tração aparecerá na base. A deformação máxima é dada por:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = \frac{\alpha_t \Delta t}{2} \quad (2.5)$$

Da Equação 2.4, a tensão na direção x devido à flexão na direção x é dada por:

$$\sigma_x = \frac{E \alpha_t \Delta t}{2(1 - \nu^2)} \quad (2.6)$$

Como a Equação 2.6 é também a tensão na direção y devido à flexão na direção y; da Equação 2.3, a tensão na direção x devido à flexão na direção y é:

$$\sigma_x = \frac{\nu E \alpha_t \Delta t}{2(1 - \nu^2)} \quad (2.7)$$

A tensão total é a soma das Equações 2.6 e 2.7:

$$\sigma_x = \frac{E \alpha_t \Delta t}{2(1 - \nu^2)} (1 + \nu) = \frac{E \alpha_t \Delta t}{2(1 - \nu)} \quad (2.8)$$

A análise anterior se baseia no pressuposto de que a distribuição da temperatura é linear em toda a profundidade da placa. Esta é uma aproximação, porque a distribuição real da temperatura não é linear, como mostrado por medições em campo em Illinois (Thompson et al., 1987), na Flórida (Richardson e Armaghani, 1987) e no Brasil (Silva, 2001, Severi, 2002). Métodos numéricos foram desenvolvidos por Harik et al. (1994) para calcular o efeito do gradiente não linear sobre as tensões de empenamento e uma solução fechada foi introduzida por Mohamed e Hansen (1997).

2.1.1.2 Tensões de empenamento em placas finitas

A Figura 2.4 mostra uma placa finita com comprimentos L_x na direção x e L_y na direção y . As tensões devido à temperatura média nas placas podem ser calculadas pelas expressões seguintes:

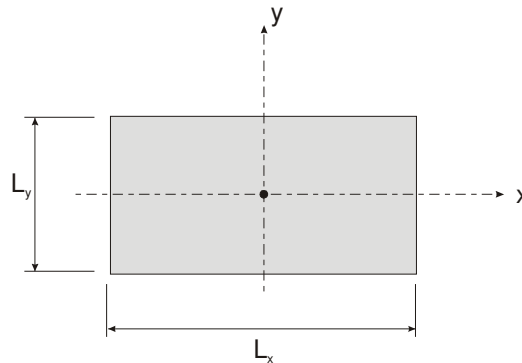


Figura 2.4: Representação de uma placa finita

A tensão total na direção x pode ser expressa como:

$$\sigma_x = \frac{C_x E \alpha_t \Delta t}{2(1-\nu^2)} + \frac{C_x \nu E \alpha_t \Delta t}{2(1-\nu^2)} = \frac{E \alpha_t \Delta t}{2(1-\nu^2)} (C_x + \nu C_y) \quad (2.9a)$$

Onde, C_x , e C_y são fatores de correção para uma placa finita. O primeiro termo da Equação 2.9a é a tensão devido à flexão na direção x e o segundo termo é a tensão devido à flexão na direção y . Do mesmo modo, a tensão na direção y será:

$$\sigma_y = \frac{E\alpha_t\Delta t}{2(1-\nu^2)}(C_y + \nu C_x) \quad (2.9b)$$

Usando a análise de Westergaard, Bradbury (1938) desenvolveu um gráfico simples para determinar C_x , e C_y , como mostrado na Figura 2.5.

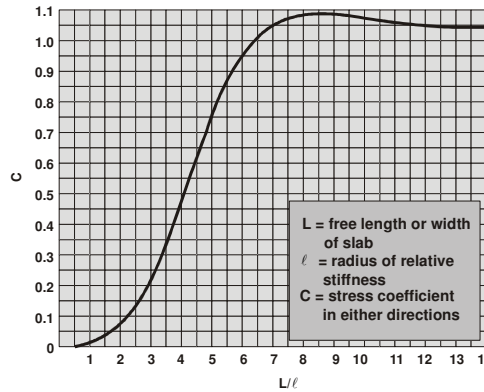


Figura 2.5: Fator de correção da tensão para placa finita (Bradbury, 1938 apud Huang, 2004).

O fator de correção C_x depende de L_x/ℓ e o fator de correção C_y depende de L_{xy}/ℓ , onde ℓ é o raio de rigidez relativa, definido como:

$$\ell = \left[\frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)k} \right]^{0.25} \quad (2.10)$$

Onde, E_c é o módulo de elasticidade do concreto, h a espessura da placa, ν o coeficiente de Poisson do concreto e k o módulo de reação do subleito.

A Equação 2.9 fornece a tensão máxima no centro de uma placa devido às temperaturas médias que atuam na placa. A tensão na borda e no meio da placa pode ser determinada por:

$$\sigma = \frac{CE\alpha_t\Delta t}{2} \quad (2.11)$$

Onde, σ pode ser σ_x ou σ_y , dependendo se C for C_x ou C_y . A Equação 2.11 é a mesma da Equação 2.9, quando o coeficiente de Poisson nas bordas é tido como 0.

Pode-se ver, da Figura 2.5, que o fator de correção C aumenta à medida que aumenta a taxa L/ℓ , sendo $C = 1,0$ para $L = 6,7 \ell$, atingindo um valor máximo de 1,084 para $L = 8,5 \ell$, em seguida decrescendo para 1,0 quanto L/ℓ se aproxima do infinito. O fato do coeficiente C poder ter um valor superior à unidade pode ser explicado porque em placas superiores cerca de $6,7 \ell$, a reação do subleito realmente inverte um pouco a curvatura que o empenamento pela temperatura tende a produzir. No entanto, este efeito adicional é relativamente pequeno, pois o aumento na tensão não é maior do que 8,4%, comparado com o pressuposto de curvatura zero.

2.1.1.3 Gradiente de Temperatura

Tensões por empenamento em pavimentos de concreto variam de acordo com o gradiente de temperatura entre o topo e a base da placa. A menos que medições reais em campo sejam feitas, pode-se admitir um gradiente de temperatura máximo de 2,5 a 3,5°F/in (0,055 a 0,077°C/mm) durante o dia e cerca de metade destes valores à noite, para países de clima temperado (Huang, 2004).

No país, Silva (2001) e Severi (2002) mediram, no Rio de Janeiro e São Paulo, respectivamente, gradientes de temperatura em placas de concreto. No Rio de Janeiro foi medido um gradiente máximo positivo de 0,083°C/mm e negativo de 0,074 °C/mm para uma placa de 15cm de espessura sobre uma camada de concreto asfáltico de 5cm. Em São Paulo, os gradientes térmicos positivos na placa de 150mm de espessura apresentaram variação durante o ano entre 0,061°C/mm e 0,069°C/mm. Na placa de 250mm, os gradientes foram de 0,067°C/mm a 0,078°C/mm durante a primavera e verão e de 0,045°C/mm durante o outono e inverno.

Na pista de teste de Arlington (Teller e Sutherland, 1935-1943), o gradiente de temperatura máximo obtido para uma placa com espessura de 6 in. (152mm) foi de 22°F (12,2°C) e, para uma placa com espessura de 9in. (229mm), 31°F (17,2°C). Estes valores correspondem aos gradientes de temperatura de 3,7°F/in. (0,080°C/mm) e 3,4°F/in. (0,074°C/mm), respectivamente.

Na pista de teste da AASHO (HRB, 1962), as temperaturas foram medidas em placas com espessura de 6,5in. (165mm). A temperatura num ponto 0,25in. (6,4mm) abaixo da superfície da placa, subtraída da temperatura num ponto 0,5in (12,7mm) acima da base, foi referenciada como o gradiente de temperatura padrão. O gradiente de temperatura máximo foi de 18,5°F (10,2°C), quando a placa empenou para baixo e -8,8°F (-4,9°C), quando ela empenou para cima. Estes valores correspondem a gradientes de temperatura de 3,2°F/in. (0,07°C/mm) e 1,5°F/in. (0,03°C/mm), respectivamente. Medições de temperatura realizadas pela AASHO em placas com outras temperaturas também mostraram que o gradiente de temperatura não é proporcional à espessura da placa e que o aumento do diferencial de temperatura não foi tão rápido como o aumento da espessura. Por conseguinte, um gradiente maior de temperatura pode ser usado para placas delgadas.

2.1.1.4 Tensões Combinadas

Apesar das tensões devido ao empenamento poderem ser muito grande a ponto de causar fissuras no concreto quando combinadas com as tensões devido ao carregamento, elas geralmente não são consideradas no projeto da espessura da placa, pelas seguintes razões principais:

1. Juntas e armaduras são usadas para alívio e controle das tensões por empenamento. Tensões por empenamento são aliviadas quando o concreto sofre fissuras. Minúsculas fissuras não afetarão a capacidade de suporte de carga dos pavimentos, enquanto a transferência de carga através das mesmas puder ser mantida;
2. Quando o critério de fadiga é utilizado no projeto, não é prático combinar carregamento e empenamento pela temperatura. Um pavimento pode ser submetido a milhões de repetições de carga durante o período de projeto, mas o número de tensões reversas devido ao empenamento é bastante limitado;
3. Tensões de empenamento podem ser adicionadas ou subtraídas das tensões de carregamento para se obter as tensões combinadas. Se o projeto for determinado pela tensão na borda, tensões por empenamento devem ser acrescidas às tensões por carregamento durante o dia e subtraídas durante a noite. Devido ao efeito compensatório e

ao fato de que um grande número de caminhões pesados trafegarem durante à noite, não se tornará muito crítico se as tensões pelo empenamento forem ignoradas;

4. Ainda há bastante controvérsia sobre a consideração ou não de tensões por empenamento nos projetos de pavimentos de concreto. A Portland Cement Association não considera a tensão por empenamento na análise da tensão por fadiga, mas muitos autores sugerem que ela deveria ser considerada. A experiência do passado demonstrou que aparecem mais fissuras nas placas longas porque elas têm maiores tensões por empenamento que as placas curtas. Na pista da AASHO, não apareceu nenhuma fissura durante os testes na rodovia, porém, quando o local foi supervisionado após 16 anos, a maioria das placas longas, com mais de 40ft (12,2m), tinham fissuras, o mesmo não ocorrendo com as placas de 15ft (4,6m) (Darter e Barenberg, 1977).
5. No projeto de manutenção-zero para pavimentos de concreto com juntas, Darter e Barenberg (1977) sugeriram a inclusão de tensão por empenamento como tensão por carregamento na análise de fadiga. Isso é necessário no caso das tensões por empenamento serem tão grandes que, quando combinadas com tensões devido às cargas, possam causar fissuras no concreto, mesmo sob poucas repetições da carga. A fissuração da placa exigirá manutenção adequada, frustrando assim o projeto de manutenção zero. Se tensões por empenamento são realmente tão importantes, é mais razoável considerar a fadiga devido aos danos pelo carregamento e empenamento separadamente e, em seguida, combiná-los.
6. O gradiente de umidade em placas de concreto também induz a tensão. A determinação do gradiente de umidade é difícil, porque depende de vários fatores, como a umidade relativa do ambiente à superfície, a água livre no concreto, bem como o teor de umidade na sub-base ou subleito. O teor de umidade no topo de uma placa é geralmente mais baixo do que na parte inferior, de modo que a parte inferior de uma laje está em compressão, o que compensa a tensão de tração causada pela carga na borda. Além disso, a umidade tem efeito sazonal e se mantém constante durante um longo período de tempo, resultando assim em pouca inversão da tensão e baixo dano por fadiga. Por esta razão, tensões por encurvamento para cima devido ao gradiente de umidade não são consideradas em projetos de pavimentos de concreto.

2.1.2 Tensões e deflexões devido às cargas

Ao longo de várias décadas, três métodos têm sido usados para determinar as tensões e deflexões em pavimentos de concreto: fórmulas, ábacos de influência e programas computacionais baseados no método de elementos finitos.

As fórmulas originalmente desenvolvidas por Westergaard de 1926 e 1948 só podem ser aplicadas a uma carga de eixo simples, com área de contato circular, semicircular, elíptica ou semi-elíptica. Os ábacos de influência desenvolvidos por Pickett e Ray (1951) podem ser aplicados a múltiplos eixos de carregamento, com qualquer configuração. Ambos os métodos são aplicáveis a apenas uma grande placa sobre uma fundação como líquido denso. Se as cargas forem aplicadas a múltiplas placas sob fundações líquidas, sólidas, ou em camadas, considerando transferência de carga através das juntas, o método de elementos finitos deve ser utilizado.

A fundação de líquido denso admite o subleito como um grande número de molas independentes, sendo a deflexão em um ponto qualquer proporcional à força neste ponto e independente das forças em todos os outros pontos. Esta hipótese não é realista e não representa o comportamento dos solos. Devido à sua simplicidade, foi utilizado na análise de Westergaard. No entanto, com a evolução da tecnologia, os computadores estão cada vez mais velozes e com grande capacidade de armazenamento, não sendo mais necessário assumir a fundação como um líquido denso, que tem um valor de k que não expressa convenientemente o comportamento dos solos sob cargas. As fundações mais realistas, como sólido elástico ou em camadas, podem ser utilizadas atualmente sem restrição. O programa KENSLABS é baseado no método de elementos finitos e pode ser utilizado para os vários tipos de fundações citados anteriormente.

2.1.2.1 Soluções Fechadas

As fórmulas de Westergaard são aplicáveis apenas a uma placa infinita, ou seja, com o comprimento muito maior do que a largura, com carga de eixo simples aplicada próxima ao canto, no interior da placa a uma distância considerável de qualquer borda, e perto da borda e longe de qualquer canto.

- **Carregamento de Canto**

Goldbeck (1919) e Older (1924) apud Huang (2004) desenvolveram uma fórmula que foi a primeira a ser utilizada em projeto de pavimentos. Esta fórmula é baseada em uma carga concentrada P aplicada no canto da placa, como mostra a Figura 2.6a.

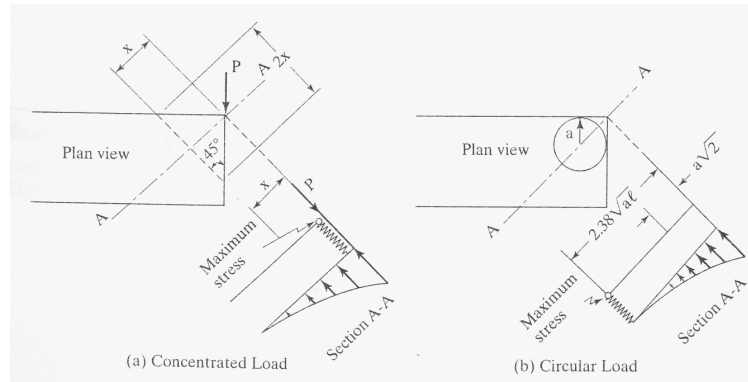


Figura 2.6: Uma placa sujeita a carga no canto (Huang, 2004)

Quando uma carga é aplicada no canto, a tensão na placa é simétrica em relação à diagonal. Para uma seção transversal a uma distância x do canto, o momento de flexão é P_x e a largura da seção é $2x$. Quando o apoio do subleito é desprezado e a laje é considerada como uma viga em balanço, a tensão de tração no topo da placa é:

$$\sigma_c = \frac{P_x}{\frac{1}{6}(2x)h^2} = \frac{3P}{h^2} \tag{2.12}$$

onde σ_c é a tensão devido ao carregamento de canto, P_x é a carga concentrada e h é a espessura da placa. Note-se que σ_c é independente de x . Em outras palavras, cada seção transversal, não importa quão longe do canto estiver, terá a mesma tensão, como indicado pela Equação 2.12. Se a carga é realmente uma carga concentrada aplicada no próprio canto, a Equação 2.12 é uma solução exata, porque, na seção transversal próxima à carga, com x se aproximando de 0, a reação do subleito é muito pequena e pode ser desprezada.

A Figura 2.6b mostra uma carga circular aplicada quase no canto de uma placa. Como a seção de tensão máxima não está próxima do canto, a força total de reação do subleito é muito

grande e não pode ser desprezada. Westergaard (1926b) aplicou um método de aproximações sucessivas e obteve as seguintes fórmulas:

$$\sigma_c \frac{3P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{a\sqrt{2}}{\ell} \right)^{0,6} \right] \quad (2.13)$$

e

$$\Delta_c = \frac{P}{k\ell^2} \left[1,1 - 0,88 \left(\frac{a\sqrt{2}}{\ell} \right) \right] \quad (2.14)$$

onde, Δ_c é a deflexão de canto, ℓ o raio de rigidez relativa, a o raio de contato e k o módulo de reação do subleito. Ele também determinou que o momento máximo ocorre a uma distância de $2,38\sqrt{a\ell}$ do canto. Para uma carga concentrada com $a = 0$, as Equações 2.13 e 2.12 são idênticas.

Ioannides et al. (1985) aplicaram o método dos elementos finitos para avaliar as soluções de Westergaard. Eles sugeriram o uso das relações:

$$\sigma_c \frac{3P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{c}{\ell} \right)^{0,72} \right] \quad (2.15)$$

e

$$\Delta_c = \frac{P}{k\ell^2} \left[1,205 - 0,69 \left(\frac{c}{\ell} \right) \right] \quad (2.16)$$

Sendo c o comprimento do lado de uma área de contato quadrada. Eles determinaram que o momento máximo ocorre a uma distância de $180 c^{0,32} \ell^{0,59}$ do canto. Se uma carga for aplicada sobre uma área circular, o valor de c deve ser selecionado de modo que o quadrado e o círculo tenham a mesma área contato:

$$c = 1,772a \quad (2.17)$$

- **Carregamento no Interior**

A primeira fórmula desenvolvida por Westergaard (1926b) para a tensão no interior de uma placa sob um carregamento com área circular de raio a foi:

$$\sigma_i = \frac{3(1+\nu)P}{2\pi h^2} \left(\ln \frac{\ell}{b} + 0,6159 \right) \quad (2.18)$$

Em que ℓ é o raio de rigidez relativa e

$$b = a \text{ quando } a \geq 1,724h \quad (2.19a)$$

$$b = \sqrt{1,6a^2 + h^2} - 0,675h \text{ quando } a < 1,724h \quad (2.19b)$$

Para um coeficiente de Poisson igual a 0,15 e base logarítmica de 10, a Equação 2.18 pode ser escrita como:

$$\sigma_i = \frac{0,316P}{h^2} \left[4 \log \left(\frac{\ell}{b} \right) + 1,069 \right] \quad (2.20)$$

A Equação de deflexão devido ao carregamento no interior (Westergaard, 1939) é:

$$\Delta_i = \frac{P}{8k\ell^2} \left\{ 1 + \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{a}{2\ell} \right) - 0,673 \right] \left(\frac{a}{\ell} \right)^2 \right\} \quad (2.21)$$

- **Carregamento na borda**

A tensão devido ao carregamento na borda foi apresentada por Westergaard (1926b, 1933, 1948) em vários diferentes documentos. No documento de 1948, ele apresentou soluções generalizadas para tensão e deflexão máximas produzida por área elíptica e semi-elíptica localizadas na borda da placa. Definindo o comprimento dos semi-eixos principal e secundário da elipse como o raio de contato a leva às correspondentes soluções para um

carregamento de área circular ou semicircular. No caso de um semicírculo, o lado reto estará alinhado com a borda da placa. Os resultados obtidos a partir destas novas fórmulas são significativamente diferentes das obtidas com as equações anteriores. De acordo com Ioannides et al. (1985), as seguintes equações são as corretas para uso:

$$\sigma_e = \frac{3(1+\nu)P}{\pi(3+\nu)h^2} \left[\ln\left(\frac{Eh^3}{100ka^4}\right) + 1,84 - \frac{4\nu}{3} + \frac{1-\nu}{2} + \frac{1,18(1+2\nu)a}{\ell} \right] \quad (2.22)$$

$$\sigma_e = \frac{3(1+\nu)P}{\pi(3+\nu)h^2} \left[\ln\left(\frac{Eh^3}{100ka^4}\right) + 3,84 - \frac{4\nu}{3} + \frac{(1+2\nu)a}{2\ell} \right] \quad (2.23)$$

$$\Delta_e = \frac{\sqrt{2+1,2\nu P}}{\sqrt{Eh^3 k}} \left[1 - \frac{(0,76+0,4\nu)a}{\ell} \right] \quad (2.24)$$

$$\Delta_e = \frac{\sqrt{2+1,2\nu P}}{\sqrt{Eh^3 k}} \left[1 - \frac{(0,323+0,17\nu)a}{\ell} \right] \quad (2.25)$$

$$\sigma_e = \frac{0,803P}{h^2} \left[4\log\left(\frac{\ell}{a}\right) + 0,666\left(\frac{a}{\ell}\right) - 0,034 \right] \quad (2.26)$$

$$\sigma_e = \frac{0,803P}{h^2} \left[4\log\left(\frac{\ell}{a}\right) + 0,282\left(\frac{a}{\ell}\right) - 0,650 \right] \quad (2.27)$$

$$\Delta_e = \frac{0,431P}{k\ell^2} \left[1 - 0,82\left(\frac{a}{\ell}\right) \right] \quad (2.28)$$

$$\Delta_e = \frac{0,431P}{k\ell^2} \left[1 - 0,349\left(\frac{a}{\ell}\right) \right] \quad (2.29)$$

- **Rodas Duplas**

Com exceção das equações 2.23, 2.25, 2.27 e 2.29 para uma carga de área semicircular, todas as fórmulas apresentadas até o momento são baseadas em uma área de carregamento circular. Quando uma carga é aplicada sobre um conjunto de rodas duplas, é necessário convertê-las em uma área circular, de modo que as equações baseadas em carregamento de área circular possam ser aplicadas. Se a carga total é a mesma, mas a área de contato do círculo for igual a dos dois pneus, como tem sido freqüentemente assumido para pavimentos flexíveis, os resultados das tensões e deflexões serão muito grandes. Portanto, para uma determinada carga total, uma área circular muito maior deverá ser utilizada para pavimentos rígidos.

A Figura 2.7 mostra um conjunto de pneus duplos. Resultados satisfatórios podem ser obtidos se o círculo tiver uma área igual à área de contato dos dois pneus acrescida do espaço entre os pneus, como indicado na área tracejada mostrada na figura. Se P_d é a carga em um pneu e q é a pressão de contato, então, a área de cada pneu será:

$$\frac{P_d}{q} = \pi(0.3L)^2 + (0.4L)(0.6L) = 0.5227L^2 \tag{2.30}$$

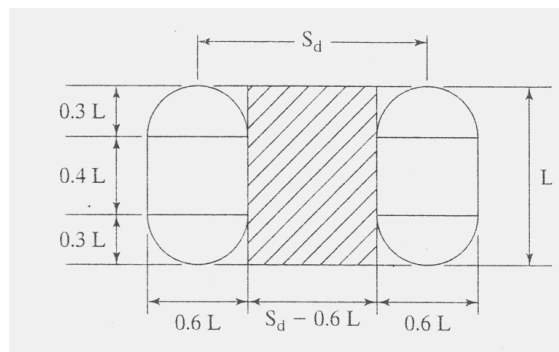


Figura 2.7: Método para conversão de rodas duplas em área circular (Huang, 2004)

Ou

$$L = \sqrt{\frac{P_d}{0,5227q}} \tag{2.31}$$

A área do círculo equivalente será:

$$\pi a^2 = 2 \times 0,5227 L^2 + (S_d - 0,6L)L = 0,4454 L^2 + S_d L \quad (2.32)$$

Substituindo L na Equação 2.32, tem-se:

$$\pi a^2 = \frac{0,8521 P_d}{q} + S_d \sqrt{\frac{P_d}{0,5227 q}} \quad (2.33)$$

Então o raio da área de contato será:

$$a = \sqrt{\frac{0,8521 P_d}{q \pi} + \frac{S_d}{\pi} \left(\frac{P_d}{0,5227 q} \right)^{1/2}} \quad (2.34)$$

2.1.2.2 Ábacos de Influência

Ábacos de Influência baseados em fundações de líquido denso (Pickett e Ray, 1951) foram utilizados antes da década de 1960 pela Portland Cement Association para projetos de pavimentos rígidos. Os ábacos são baseados na teoria de Westergaard com coeficiente de Poisson do concreto igual a 0,15. Apenas gráficos para carregamento no interior e borda da placa estão disponíveis, sendo o carregamento interior utilizado para projetos de pavimentos de aeroportos (PCA, 1955) e o da borda transversal para projetos de pavimentos rodoviários (PCA, 1966).

- **Carregamento no Interior**

A Figura 2.8 mostra a aplicação de ábacos de influência para determinação do momento no interior da placa. O momento está no ponto O e na direção n . Para utilizar o ábaco, é necessário se determinar o raio de rigidez relativa ℓ , de acordo com Equação 2.10.

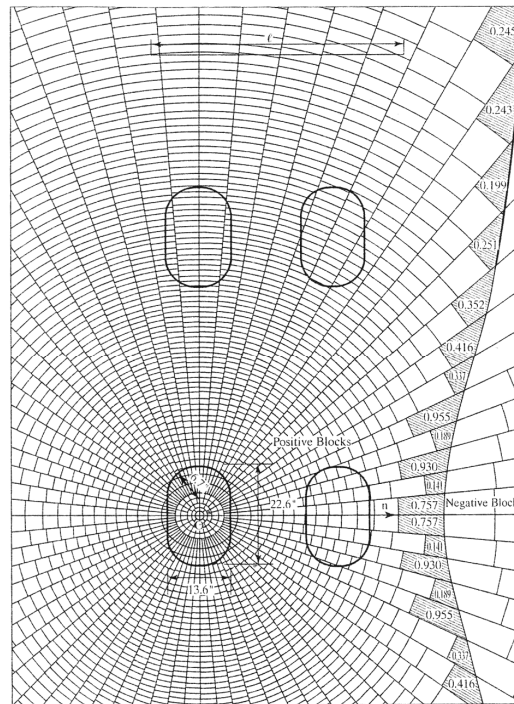


Figura 2.8: Aplicação do ábaco de influência para determinação do momento (Pickett e Ray, 1951 apud Huang 2004)

Ao contar o número de blocos N cobertos pela área do pneu, o momento na direção n chamado M pode ser determinado a partir de:

$$M = \frac{q\ell^2 N}{10.000} \tag{2.35a}$$

Onde q é a pressão de contato. A tensão é determinada dividindo-se o momento pelo módulo da seção:

$$\sigma_i = \frac{6M}{h^2} \tag{2.35b}$$

Para a marca do pneu apresentada na Figura 2.8, o momento está sob o centro do pneu esquerdo inferior na direção lateral. Se o momento na direção longitudinal é desejado, a montagem do pneu deve girar 90° no sentido horário para que dois dos pneus residam na zona de blocos negativa, e o momento se torne muito menor.

A Figura 2.9 mostra o ábaco de influência para deflexões devido ao carregamento no interior.

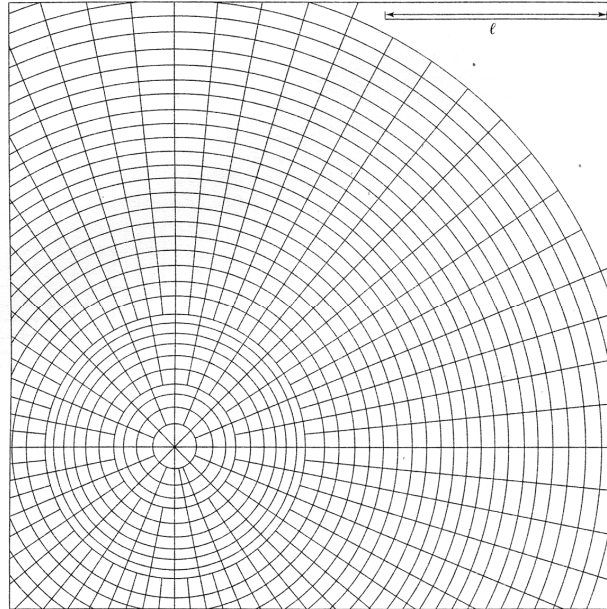


Figura 2.9: Ábaco de influência para a deflexão devido ao carregamento no interior (Pickett e Ray, 1951 apud Huang 2004).

O ábaco é assimétrico e os blocos são formados por círculos concêntricos e linhas radiais. A deflexão está no centro do círculo. O uso do ábaco é semelhante ao da Figura 2.8. Após a contagem do número de blocos cobertos pela marca do pneu, a deflexão pode ser determinada como:

$$\Delta_i = \frac{0,0005d\ell^4 N}{D} \quad (2.36)$$

onde D é o módulo de rigidez:

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (2.37)$$

A Figura 2.10 mostra o ábaco de influência para momento devido ao carregamento no interior.

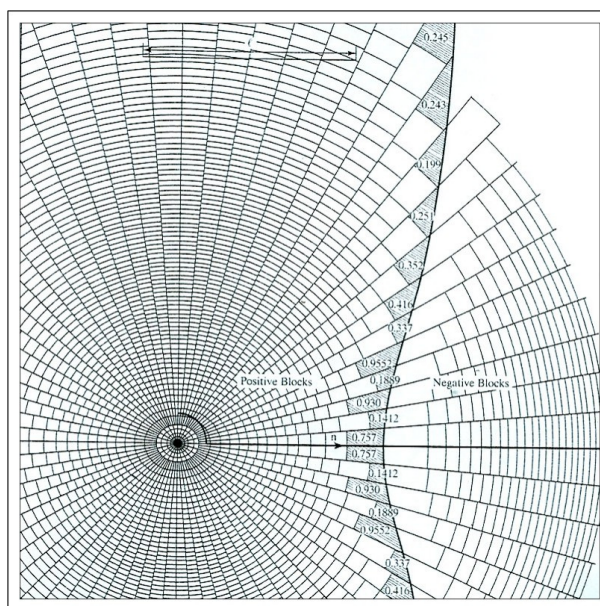


Figura 2.10: Ábaco de influência para momento devido ao carregamento no interior (Pickett e Ray, 1951 apud Huang 2004)

- Carregamento na Borda**

As Figuras 2.11 e 2.12 mostram os ábacos de influência para momento e deflexão no ponto θ , na borda da placa. O uso dos ábacos é similar aos casos de carregamento interior e as mesmas fórmulas das Equações 2.35 a 2.37 são aplicadas.

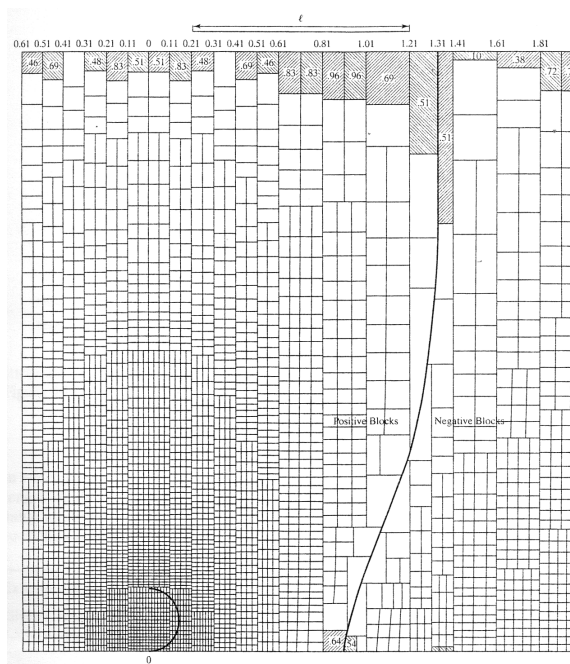


Figura 2.11: Ábaco de influência devido ao carregamento na borda (Pickett e Ray, 1951 apud Huang 2004)

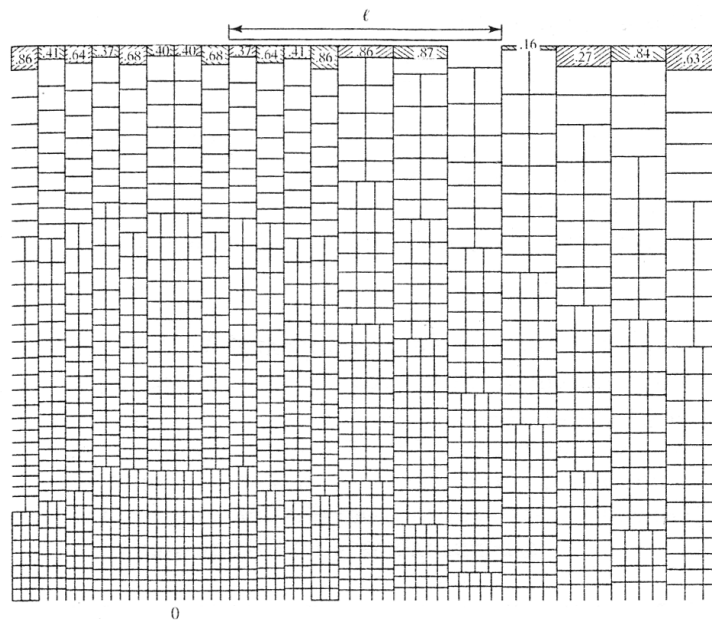


Figura 2.12: Ábaco de Influência para deflexão devido ao carregamento na borda (Pickett e Ray, 1951 apud Huang 2004)

2.1.3 Tensões devido ao atrito placa - subleito

O atrito entre uma placa de concreto e sua fundação causa tensão de tração no concreto, no reforço com aço, se houver, e nas barras de ligação. Nos projetos de pavimentos de concreto, o espaçamento entre juntas de contração deve ser escolhido de forma que as tensões devido à fricção não causem fissuras no concreto. Para espaçamentos longos de juntas, reforço com aço deve ser providenciado para controlar as tensões causadas pelo atrito. O número de barras de ligação necessário é também controlado pela fricção. A Figura 2.13 mostra o arranjo das juntas e da armadura em pavimentos de concreto.

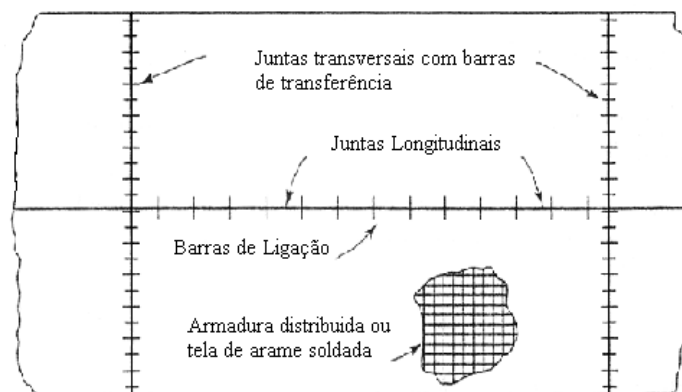


Figura 2.13: Armadura e juntas em pavimentos de concreto (Huang, 2004)

2.1.3.1 Efeito da Mudança no Volume do Concreto

A alteração no volume do concreto provocada pela variação da temperatura e da umidade tem dois efeitos importantes sobre a placa. Em primeiro lugar, induzem tensão de tração e causam fissuras no concreto. Em segundo lugar, causam abertura nas juntas e decréscimo na eficiência da transferência de carga.

- **Tensões no Concreto**

A Figura 2.14 mostra um pavimento de concreto sujeito a uma diminuição da temperatura. Devido à simetria, a placa tende a mover as extremidades em direção ao centro, mas o subleito impede o movimento, assim, tensões de fricção ou atrito são desenvolvidas entre a placa e o subleito. A quantidade de fricção depende do movimento relativo, sendo zero no centro, onde nenhum movimento ocorre, e máximo a alguma distância do centro, onde o movimento é completamente mobilizado, como mostra a Figura 2.14b.

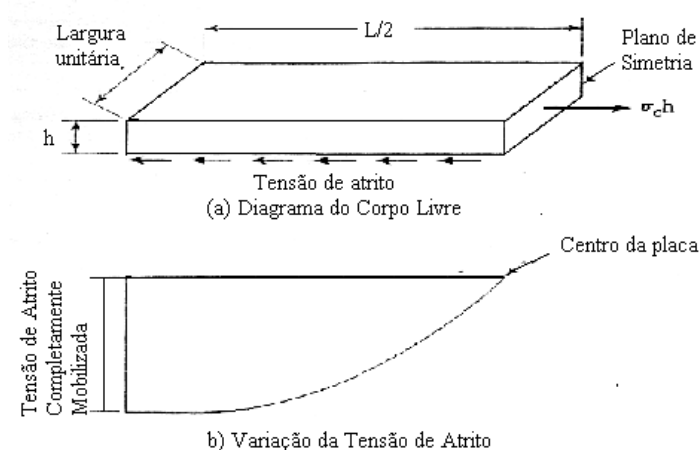


Figura 2.14: Tensões devido ao atrito placa – subleito (Huang, 2004)

Para efeitos práticos, um coeficiente de atrito f_a médio pode ser assumido. A tensão de tração no concreto é maior no centro e pode ser determinada igualando a força de atrito por largura unitária da placa, $\gamma_c h L f_a / 2$ à força de tração $\sigma_c h$, como mostrado na figura 2.14a:

$$\sigma_c = \frac{\gamma_c L f_a}{2} \quad (2.38)$$

Onde, σ_c é a tensão no concreto, γ_c o peso unitário do concreto, L o comprimento da placa e f_a o coeficiente médio de atrito entre placa e subleito, usualmente adotado como 1,5. A Equação 2.38 mostra que a tensão no concreto devido ao atrito é independente da espessura da placa.

- **Abertura na Junta**

O espaçamento das juntas no dimensionamento de pavimento de concreto depende mais da característica de retração do concreto do que da tensão no concreto devido às cargas. Espaçamentos longos para as juntas fazem com que elas tenham uma abertura maior, com decréscimo da eficiência da transferência de carga. A abertura das juntas pode ser calculada aproximadamente por (Darter e Barenberg, 1977 apud Huang 2004):

$$\Delta L = CL(\alpha_t \Delta T + \varepsilon) \quad (2.39)$$

Em que ΔL é a abertura da junta causada pela mudança na temperatura e retração seca do concreto; α_t o coeficiente de expansão térmica do concreto, geralmente 5 a $6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{F}$ (9 a $10,8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$); ε o coeficiente de retração seca do concreto, aproximadamente $0,5$ a $2,5 \times 10^{-4}$; L o espaçamento da junta ou o comprimento da placa; ΔT a amplitude térmica, que é a temperatura do local descontada a menor temperatura média mensal; e C o fator de ajustamento devido ao atrito placa/subleito, $0,65$ para sub-base estabilizada com cimento e $0,8$ para sub-base granular.

2.1.3.2 Tensão na Armadura

A armadura com barras de aço ou com telas soldadas é utilizada em pavimentos de concreto como: reforço, barras de ligação e barras de transferência. Os projetos de reforços longitudinais e transversais e as barras de ligação transversais às juntas longitudinais se baseiam nas tensões devido ao atrito. Já o projeto de barras de transferência não é baseado em tensões devido ao atrito e será apresentado posteriormente.

- **Reforços**

Telas de arame ou conjunto de barras podem ser usadas em placas de concreto para controle da fissuração pela temperatura. Esses reforços não aumentam a capacidade estrutural da placa, mas são usados com duas finalidades: aumentar o espaçamento entre as juntas e manter as fissuras do concreto unidas, assegurando a transferência de carga através do intertravamento dos agregados. Quando reforços de aço são utilizados, presume-se que todas as tensões de tração serão controladas apenas pelo aço, então, $\sigma_c h$ na figura 2.14a devem ser substituídas por $A_s f_s$ e a Equação 2.38 torna-se:

$$A_s = \frac{\gamma_c h L f_a}{2 f_s} \quad (2.40)$$

Onde, A_s é a área de aço necessária por largura unitária da placa e f_s é a tensão permitida para o aço. A Equação 2.40 indica que a quantidade de aço necessária é proporcional ao comprimento da placa.

A armadura é geralmente colocada na profundidade média da placa e descontinuada na junta. A quantidade de aço obtida a partir da Equação 2.40 é para o centro da placa e pode ser reduzida em direção às extremidades. No entanto, na prática, a mesma quantidade de aço é utilizada em todo o comprimento da placa. A tensão admissível para o aço é geralmente admitida como dois terços da sua resistência (Huang, 2004).

Telas soldadas são reforços pré-fabricados consistindo em séries paralelas de alta resistência de arames soldados em uma malha quadrada ou retangular. Apresenta-se a seguir, alguns comentários e cuidados na escolha das telas, segundo Huang (2004):

1. Como a tela é submetida à tensão de flexão e tensão de tração nas fissuras, o arame longitudinal e transversal não deve ser muito fino.
2. Para fornecer abertura adequada entre os fios que permitam a colocação e vibração do concreto, o espaçamento mínimo entre os arames não deve ser inferior a 100mm. O

espaçamento máximo não deve ser superior a 305mm entre fios longitudinais e 610mm entre fios transversais.

3. Como as dimensões de uma placa de concreto são normalmente superiores às da tela de fios soldados, a tela deve ser instalada com voltas nas extremidades e laterais. As voltas nas extremidades devem ter cerca de 30 vezes o diâmetro do arame longitudinal, mas não inferior a 305mm. As voltas nas laterais devem ter cerca de 20 vezes o diâmetro do arame transversal, mas não inferior a 152 mm.
4. A tela deve se estender cerca de 50 mm, mas não mais que 150 mm das bordas da placa. A profundidade para o topo da placa não deve ser inferior a 64 mm ou mais que o meio da espessura da placa.

- **Barras de Ligação**

São barras colocadas ao longo da junta longitudinal para manter as duas placas unidas, assim a junta ficará firmemente fechada e a transferência de carga através da mesma poderá ser assegurada. A quantidade de aço necessária para barras de ligação pode ser determinada da mesma forma que os reforços longitudinais ou transversais, modificando ligeiramente a Equação 2.40:

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s} \quad (2.41)$$

Onde, A_s é a área de aço necessária por unidade de comprimento de placa e L' a distância da junta longitudinal à borda livre, onde não existem barras de ligação. Para duas ou três faixas, L' é a largura da faixa. Se as barras de transferência são usadas em todas as três juntas longitudinais, em uma rodovia de quatro faixas, L' será igual à largura da faixa, para as duas juntas mais externas e o dobro, para largura da faixa das juntas internas.

O comprimento das barras de ligação é governado pela tensão de aderência admissível. Para barras deformáveis, uma tensão de aderência admissível de 2,4 MPa pode ser assumida. O comprimento da barra de ligação deve se basear na resistência plena da barra, a saber:

$$t = 2 \left(\frac{A_1 f_s}{\mu \sum o} \right) \quad (2.42)$$

onde t é o comprimento da barra de ligação, μ a tensão de aderência admissível, A_1 a área de uma barra, e $\sum o$ o perímetro da barra. Para um determinado diâmetro da barra d , $A_1 = \pi d^2/4$ e $\sum o = \pi d$, assim, a Equação 2.42 pode ser simplificada para:

$$t = \frac{1}{2} \left(\frac{f_s d}{\mu} \right) \quad (2.43)$$

O comprimento t deve ser acrescentado em 76 mm para desalinhamento.

Deve notar-se que muitos órgãos utilizam um projeto padrão de barras de ligação para simplificar a construção. Barras de ligação de 13 mm de diâmetro por 914 mm de comprimento, espaçadas em intervalos de 762 a 1016 mm são as mais comumente utilizadas no EUA.

No Brasil, o DNIT em seu Manual de Pavimentos Rígidos de 2005 indica que as barras de ligação aplicadas nas juntas de articulação como mecanismos de transferência de carga devem ter o diâmetro compatível com a espessura da placa.

2.1.4 Projeto de Juntas e Barras de Transferência

O projeto de juntas e barras de transferência é principalmente baseado na experiência, embora alguns métodos teóricos sobre projeto de barras estejam disponíveis. O tamanho das barras a serem utilizadas depende da espessura da placa.

2.1.4.1 Projeto das Barras de Transferência

Barras de transferência são normalmente usadas ao longo das juntas transversais para transferir a carga para a placa adjacente. As tensões e deformações nas juntas são muito

menores quando as cargas são compartilhadas pelas duas placas, ao invés de uma placa apenas. O uso de barras de transferência pode minimizar os vazios e bombeamentos, que são considerados pela Portland Cement Association (PCA, 1984) como um critério para projeto da espessura da placa.

No Brasil, o DNIT em seu Manual de Pavimentos Rígidos de 2005 indica que as barras de transferência aplicadas nas juntas transversais como mecanismos de transferência de carga devem ter o diâmetro compatível com a espessura da placa não sendo, no entanto, menos do que 16mm. Para placas de espessura entre 15 e 20cm o diâmetro deve ser de 25mm e acima de 20cm, as barras devem ter 32mm de diâmetro. Pode-se ver no quadro 33 do manual do DNIT (2005) todas as informações sobre comprimento e espaçamento.

- **Tensão de Flexão Admissível**

Como o concreto é muito mais fraco que o aço, a dimensão e o espaçamento das barras são regidos pela tensão de flexão entre barras e concreto. A tensão de flexão admissível pode ser determinada pela Equação 2.44 (*American Concrete Institute, 1956*),

$$f_b = \left(\frac{4 - d}{3} \right) f'_c \quad (2.44)$$

Em que f_b é a tensão de flexão admissível em psi, d o diâmetro das barras em in, e f'_c a resistência do concreto a compressão.

- **Tensões de Flexão nas Barras**

Se a carga aplicada numa barra for conhecida, a máxima tensão de flexão pode ser determinada teoricamente assumindo que a barra é uma viga e o concreto funcionaria como se fosse uma fundação de Winkler. Utilizando a solução original de Timoshenko, Friberg (1940) indica que a máxima deformação do concreto sob a barra será como indicado por y_0 na Figura 2.15.

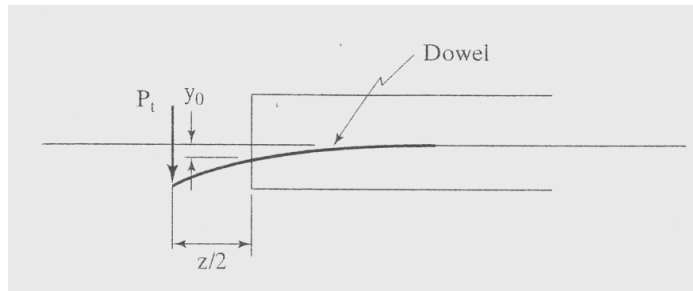


Figura 2.15: Deformação da barra sob a carga (Huang, 2004)

Pode ser expressa por:

$$y_0 = \frac{P_t(2 + \beta z)}{4\beta^3 E_d I_d} \quad (2.45)$$

Onde, y_0 é a deformação da barra na face da junta, P_t a carga em uma barra, z a largura da junta, E_d o módulo de Young da barra, I_d o momento de inércia da barra, e β a rigidez relativa da barra embutida no concreto.

Note que:

$$I_d = \frac{1}{64} \pi d^4 \quad (2.46)$$

e

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{Kd}{4E_d I_d}} \quad (2.47)$$

Em que K é o módulo de suporte da barra, que varia entre 300.000 a 1.500.000 pci (81,5 a 409 GN/m³), e d o diâmetro da barra. A tensão de flexão σ_b é proporcional à deformação:

$$\sigma_b = K y_0 = \frac{K P_t (2 + \beta z)}{4\beta^3 E_d I_d} \quad (2.48)$$

A tensão de flexão obtida através da equação 2.48 deve ser comparada com a tensão de flexão admissível computada através da equação 2.44. Se a tensão de flexão real for maior que a admissível, então, barras maiores ou espaçamentos menores devem ser usados. Estudos mostraram também que a tensão de flexão está relacionada com os vazios sob a placa. Ao limitar a tensão de flexão a quantidade de vazios pode ser reduzida ao limite admissível.

- **Ação do Grupo de Barras**

Quando uma carga W é aplicada sobre uma placa perto da junta, como mostrado na Figura 2.16, parte da carga será transferida para a placa adjacente através do grupo de barras. Se as barras forem 100% eficientes, ambas as placas seriam deslocadas na mesma quantidade e as forças reativas sob ambas as placas seriam iguais, cada uma de $0,5w$, que também é a força de cisalhamento total transferida pelo grupo de barras. Se as barras tiverem eficiência menor que 100%, como o caso de pavimentos antigos, onde algumas barras perdem a sua função, a força reativa sob a placa carregada será maior que $0,5w$, enquanto que a na placa descarregada será inferior a $0,5w$. Assim, o uso de $0,5w$ para o projeto de barras é mais conservador.

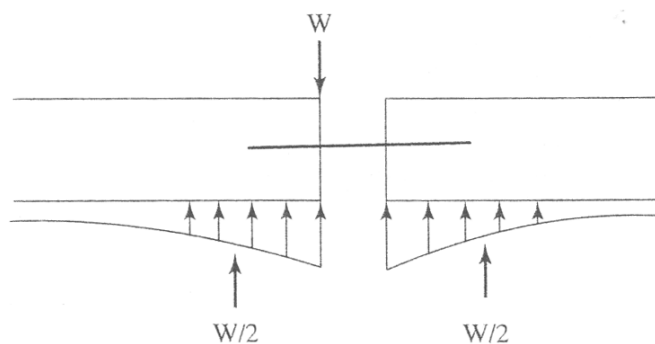


Figura 2.16: Carga na borda de uma junta e reações de duas placas contíguas (Huang, 2004)

Baseado nas soluções de Westergaard, Friberg (1940) constatou que o momento máximo negativo para carregamentos no interior e borda da placa ocorre a uma distância de $1,8 \ell$ da carga, onde ℓ é o raio de rigidez relativa definido pela Equação 2.10. Quando o momento é máximo, a força de cisalhamento é igual a zero. É razoável supor que o cisalhamento em cada barra decresce inversamente com a distância da barra para o ponto de carregamento, sendo máximo para a barra sob ou bem próxima do ponto do carregamento e zero a uma distância de $1,8 \ell$, como mostrado na Figura 2.17.

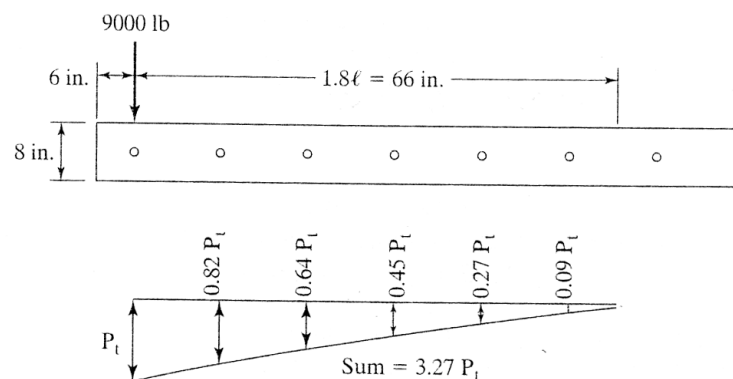


Figura 2.17: Momento máximo negativo para carregamentos no interior e borda da placa, localizado a 1.8ℓ da carga (Huang, 2004)

Na Figura 2.17, apenas o eixo esquerdo da carga próximo a borda do pavimento foi considerado. O eixo direito está a uma distância de pelo menos 6 ft (1,83m) do eixo esquerdo, que é muito maior que $1,8 \ell$, então, o eixo direito não terá efeito na força máxima P_t na barra perto da borda do pavimento. Se a placa for espessa e rígida e a fundação fraca, ℓ deve se tornar muito grande e ambos os eixos devem ser considerados para determinação da força P_t na mais crítica barra de transferência.

Heinrichs et al. (1989) mostraram que o momento máximo negativo ocorre a uma distância de 1.0ℓ da carga, então a carga transportada pela barra mais crítica deve ser maior. Segundo Huang, isto também foi provado comparando-se os resultados obtidos com o KENSLABS.

2.1.4.2 Projeto das Juntas

Juntas devem ser providenciadas em pavimentos de concreto para que fissuras prematuras devido à temperatura ou mudança de umidade não ocorram. Existem quatro tipos de juntas mais comuns: contração, expansão, construção e longitudinal.

- **Juntas de Contração**

Juntas de contração são juntas transversais utilizadas para aliviar as tensões de tração. O espaçamento das juntas deverá ser baseado na experiência local, pois a mudança no tipo de

agregados, por exemplo, pode ter um significativo efeito no coeficiente térmico e conseqüentemente na aceitação do espaçamento das juntas. Rufino (1996) mostra alguns resultados de previsão de temperatura em concreto com vários tipos de agregado e as diferenças podem ser mesmo significativas.

(Huang, 2004) informa que o espaçamento das juntas de pavimentos de concreto, em pés, não deve exceder duas vezes a espessura da placa, em polegadas. Por exemplo, o espaçamento máximo das juntas para uma placa com espessura de 8-in. (203mm) é 16ft (4,9m). Além disso, como orientação geral, a relação entre a largura da placa e o comprimento não deve exceder 1,25 (AASHTO, 1986).

Na Figura 2.18 mostram-se juntas típicas de contração. Se o espaçamento das juntas for pequeno, a transferência de carga através da junta pode ser alcançada pelo intertravamento dos agregados e as barras poderão não ser necessárias. No entanto, barras são necessárias se o espaçamento das juntas for grande. Nesse caso, a junta pode se abrir e a transferência de carga entre os agregados pode ser perdida.

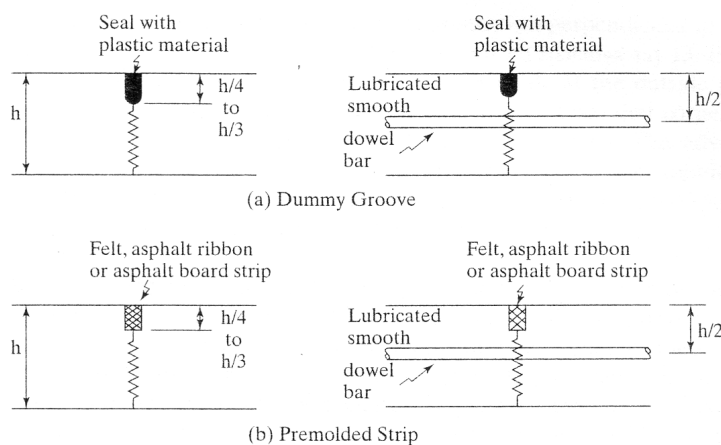


Figura 2.18: Tipos de juntas de contração (Huang, 2004)

Juntas de contração são geralmente colocadas em intervalos regulares perpendicular à linha longitudinal do pavimento. No entanto, juntas com espaçamentos aleatórios, por exemplo, 13 - 19 - 18 - 12 pés (4,0 - 5,8 - 5,5 - 3,7 m), também já foram utilizados. A vantagem de juntas com espaçamentos diferentes é que as rodas não chegam simultaneamente, minimizando os danos. A utilização de espaçamentos diferenciados pode reduzir ainda mais a ressonância e melhorar o conforto ao rolamento (Huang, 2004).

Tabela 2.1: Dimensões do reservatório para selantes moldados no campo (Huang, 2004)

Espaçamento das Juntas (ft)	Largura do Reservatório (in.)	Profundidade do Reservatório (in.)
<15	1/4	1/2 mínimo
20	3/8	1/2 mínimo
30	1/2	1/2 mínimo
40	5/8	5/8

Nota: 1 ft = 0,305 m, 1 in. = 25,4 mm. Fonte: PCA (1975).

Tabela 2.2: Largura de juntas e selantes pré-moldados (Huang, 2004)

Espaçamento das Juntas (ft)	Largura da Junta (in.)	Largura do Selante (in.)
<20	1/4	7/16 mínimo
30	3/8	5/8 mínimo
40	7/16	3/4 mínimo
50	1/2	7/8

Nota: 1 ft = 0,305 m, 1 in. = 25,4 mm. Fonte: PCA (1975).

- **Juntas de Expansão**

Juntas de expansão são articulações transversais para o alívio das tensões de compressão. Como são difíceis de serem mantidas e são suscetíveis ao bombeamento de finos, estes tipos não são mais usados hoje em dia, salvo a ligação entre pavimento e estrutura. A experiência tem demonstrado que *blowups* (empenamentos) de pavimentos de concreto são relacionados a certo tipo de fonte dos agregados graúdos. Se há seleção adequada dos agregados a previsão de empenamentos pode ser minimizada. O escoamento plástico do concreto pode gradualmente aliviar as tensões de compressão, geradas pela temperatura, portanto não é necessário instalar juntas de expansão exceto próximo a outras estruturas rígidas.

Na Figura 2.19 é mostrada uma junta de expansão típica. A largura mínima do conjunto é 19 mm e materiais especiais devem ser usados para preenchimento dos espaços vazios.

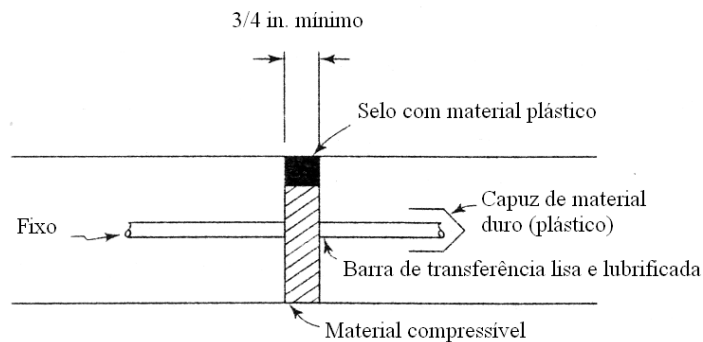


Figura 2.19: Exemplo de modelo de junta de expansão (Huang, 2004)

• **Juntas de Construção**

Sempre que possível, a junta construtiva transversal deve ser colocada em local coincidente com a previsão de uma junta de contração, como mostrado na Figura 2.20a. Se o trabalho tem de parar devido a uma emergência ou a quebra de uma máquina, a junta do tipo de encaixe (macho e fêmea) mostrada na figura 2.20b pode ser utilizada. Algumas juntas deste tipo não tiveram bom desempenho e muitas falhas têm ocorrido (Huang, 2004).

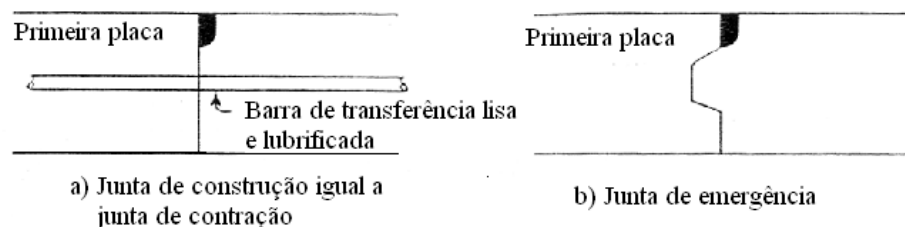


Figura 2.20: Exemplos de juntas construtivas (Huang, 2004)

• **Juntas Longitudinais**

Juntas longitudinais são usadas em pavimentos para aliviar os efeitos da cura do concreto e o empenamento da placa. Diferentes tipos de juntas longitudinais são utilizados dependendo da largura da construção ou se várias faixas são feitas ao mesmo tempo.

Na construção de largura total, como mostra a Figura 2.21, o mais conveniente é o tipo junta serrada, na qual barras de ligação são utilizadas para garantir que a intertravamento dos

agregados seja mantido. Estas barras são introduzidas no concreto fresco antes do fim do acabamento. A junta também pode ser formada através da inserção de um molde pré-fabricado ao concreto fresco que será deixado ali permanentemente, como parte integrante do conjunto. Outro método consiste em instalar chapas de aço deformadas no centro da linha longitudinal antes da colocação do concreto.

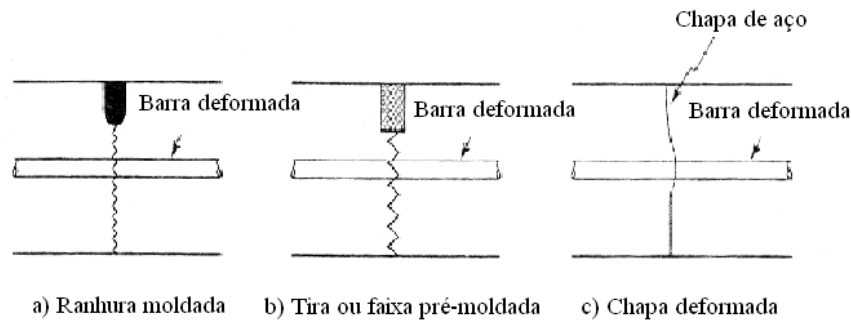


Figura 2.21: Tipos de juntas longitudinais (Huang, 2004)

Um tipo especial de junta é utilizado quando se faz necessário manter o tráfego na outra faixa. Para assegurar a transferência de carga são normalmente utilizadas juntas como as indicadas na Figura 2.22.

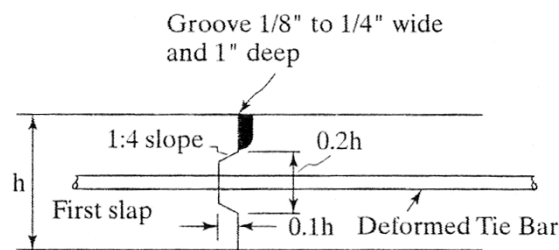


Figura 2.22: Junta longitudinal especial (Huang, 2004)

2.1.5 Considerações finais

Os seguintes pontos importantes foram comentados neste item:

1. Tensões de empenamento em placas infinitas são causadas pelo efeito da restrição ao movimento da placa e podem ser determinadas facilmente através da lei de Hooke, assumindo a deformação plana;

2. Tensões de empenamento em placas finitas são causadas pelo empenamento da placa e são difíceis de serem calculadas. Utilizando a teoria da Westergaard, Bradbury desenvolveu um gráfico simples para a determinação da tensão de empenamento máxima no interior e na borda de uma placa finita;
3. Se as tensões de empenamento devem ser consideradas em projetos de pavimentos rígidos ainda há controvérsias. A Associação de Cimento Portland americana não considera o empenamento na análise da fadiga, porque admite que poucas repetições de tensões reversas não contribuem para o dano pela fadiga e também tensões de empenamento podem ser acrescentadas ou subtraídas das tensões de carregamento, neutralizando o efeito. Outros pensam que tensões de empenamento devem ser combinadas com as tensões de carregamento porque experiências passadas têm demonstrado que placas longas têm maiores tensões de empenamento e sempre resultam em mais fissuras na placa. Uma aproximação mais razoável é a consideração no dano pela fadiga devido ao empenamento separadamente do dano devido ao carregamento e depois combiná-los;
4. As fórmulas de solução fechada de Westergaard podem ser utilizadas para determinar a máxima tensão e deflexão na placa de concreto devido a uma carga de área circular aplicada no canto, no interior ou próxima da borda. Se o carregamento for aplicado sobre pneus duplos, as fórmulas podem ainda ser utilizadas através do cálculo da área circular equivalente;
5. Os projetos de reforço com telas de aço e barras de ligação são baseados nas tensões devido ao atrito. Estes reforços com aço, como tecidos de arame ou tapetes de barras, não aumentam a capacidade estrutural da placa, mas são utilizados para aumentar o espaçamento das juntas e para manter as fissuras do concreto juntas para garantir a transferência de carga através do intertravamento dos agregados;
6. O projeto das juntas é baseado, principalmente, na experiência. Uma regra é que o diâmetro da barra deve ser igual a $1/8$ da espessura da placa. Entretanto, um método teórico está disponível para determinar a tensão de flexão entre a barra e o concreto para ser comparada com a tensão de flexão admissível;

7. Juntas devem ser providenciadas em pavimentos de concreto para que fissuras prematuras devido à temperatura e mudança na umidade não ocorram. Apenas como referência, o espaçamento em pés não devem exceder duas vezes a espessura da placa em polegadas, e a razão entre a largura da placa e o comprimento não deve ser maior que 1,25. Juntas de contração são geralmente colocadas em intervalos regulares perpendiculares à linha central do pavimento. No entanto, juntas com espaçamentos aleatórios também podem ser utilizadas. Juntas de expansão são usadas apenas para conexão entre pavimento e estrutura. Juntas longitudinais são usadas para aliviar tensões de empenamento e diferentes tipos podem ser utilizados, dependendo se a construção for para a largura total ou uma faixa por vez.

2.2 CARACTERÍSTICAS DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

2.2.1 Camadas

As estruturas de pavimento têm a função principal de suportar os esforços oriundos de cargas e de ações climáticas, sem apresentarem processos de deterioração prematuros. Seleciona-se um tipo de pavimento em função do tráfego e das condições ambientais, além das questões de economia e disponibilidade de materiais, critérios sempre presentes. Tais estruturas devem suportar, de modo adequado, as ações externas impostas, garantindo um bom desempenho em termos de custos operacionais e de manutenção ao longo dos anos de serviço.

O pavimento é uma estrutura não perene composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais, compactados a partir do subleito do corpo estradal.

A estrutura do pavimento é concebida, em seu sentido puramente estrutural, para receber e transmitir esforços de maneira a aliviar pressões sobre as camadas inferiores, que geralmente são menos resistentes, embora isso não seja regra geral. Para um funcionamento adequado, todas as peças que compõem a estrutura devem trabalhar com deformações compatíveis com sua natureza e capacidade de suporte, para que não ocorram processos de ruptura ou danificação de forma prematura e não adequada nos materiais que constituem as camadas do pavimento.

Cada camada do pavimento possui uma ou mais funções específicas, que devem proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática. As cargas aplicadas sobre a superfície do pavimento acabam por gerar determinado estado de tensões na estrutura, que muito dependerá do comportamento mecânico de cada uma das camadas e do conjunto destas. As cargas são aplicadas por veículos e também pelo ambiente, geralmente de modo transitório, portanto, cíclicas ou repetitivas, o que não implica repetição constante de suas respectivas magnitudes.

Em linhas gerais, pode-se dizer que as cargas externas geram esforços solicitantes verticais e horizontais. Os esforços verticais podem ser reduzidos a solicitações de compressão e de cisalhamento; os esforços horizontais podem, inclusive, solicitar certos materiais à tração ou simplesmente atuar confinando outros materiais.

Estas solicitações, específicas de cada rodovia, condicionarão a escolha das camadas mais adequadas para o pavimento e mais especificamente do tipo de revestimento.

Na forma mais completa, um pavimento novo de concreto pode apresentar as seguintes camadas: revestimento, sub-base e subleito, sendo este último a fundação e parte integrante da estrutura. Dependendo do caso, cada vez mais raros atualmente, o pavimento poderá não possuir camada de sub-base. As principais funções das camadas de um pavimento de concreto são:

a) Revestimento

O revestimento é de placas de concreto de cimento Portland que deverá, entre outras funções, receber as cargas estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas ou desagregação de seus componentes. Outros materiais de cimento portland utilizados são os blocos pré-moldados de concreto e o concreto compactado a rolo.

b) Subleito

A principal função do subleito é absorver os esforços impostos sobre sua superfície, aliviados ao longo da profundidade (normalmente no primeiro metro). Deve-se ter cuidados com suas

camadas superiores, onde os esforços solicitantes atuam com maior magnitude. O subleito poderá ser constituído de material natural escarificado e compactado, por exemplo, nos cortes do corpo estradal, ou por um material transportado e compactado, no caso dos aterros. Eventualmente, pode ser aterro sobre corte de características não adequadas.

c) Sub-base

Os esforços verticais transmitidos ao subleito devem ser compatíveis com sua capacidade de carga. Essa assertiva é válida para qualquer camada do pavimento. Em alguns casos, para aliviar elevadas pressões sobre o subleito, torna-se necessária a utilização de uma camada de sub-base, que também pode desempenhar papel importante na drenagem subsuperficial do pavimento de concreto. As sub-bases de pavimentos de concreto são atualmente constituídas por brita graduada simples (BGS), tratada com cimento (BGTC) ou concreto compactado com rolo (CCR).

d) Imprimação

Atualmente faz-se uso de um filme asfáltico denominado de pintura de imprimação com a função de impermeabilizar a camada de sub-base granular antes do lançamento do concreto do revestimento e evitar a perda de água do concreto antes da cura. Também diminui o atrito entre as camadas.

2.2.2 Conceito de Rigidez e Flexibilidade

A rigidez de um material não se explica apenas por suas constantes elásticas mais comuns, como o módulo de elasticidade e o coeficiente de Poisson. Medidas mais complexas, como a deformação de ruptura, para estimativa da fragilidade do material, bem como de sua tenacidade, para estimativa da resistência após fissuração do material, devem ser consideradas (Balbo, 2007).

Como já comentado, é muito comum o emprego da expressão pavimento rígido para pavimentos de concreto de cimento Portland no revestimento.

Yoder e Witczak (1975) apud Balbo (2007) fornecem uma clara diretriz a ser considerada quando se discutem a diferença principal entre pavimento rígido e flexível: a forma como

cada qual distribui os esforços aplicados pelas cargas no solo da fundação ou subleito. Enquanto uma dada carga atuante sobre um pavimento flexível impõe nessa estrutura um campo de tensões muito concentrado, nas proximidades do ponto de aplicação dessa carga, em um pavimento rígido, verifica-se um campo de tensões bem mais distribuído de maneira semelhante em toda a dimensão da placa, o que proporciona menores magnitudes de esforços verticais (pressões) sobre o subleito.

As Figuras 2.23 e 2.24 mostram as respostas mecânicas de pavimento flexível (pressões concentradas) e rígido (pressões distribuídas), respectivamente.

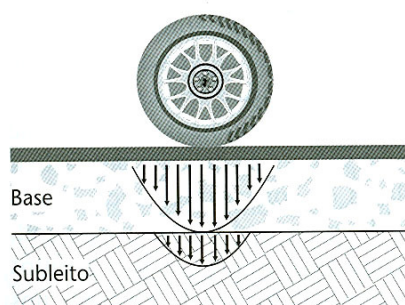


Figura 2.23: Resposta mecânica de pavimento flexível: pressões concentradas (Balbo, 2007)

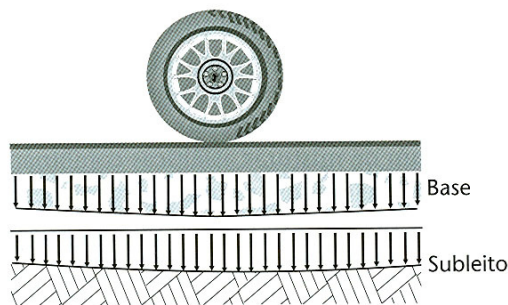


Figura 2.24: Resposta mecânica de pavimento rígido: pressões distribuídas (Balbo, 2007)

Em geral, o pavimento com resposta mecânica rígida impõe pressões bem mais reduzidas sobre o subleito, para uma mesma carga aplicada. Esta é uma das características que se torna uma vantagem para a indicação de pavimentos de concreto em rodovias com elevado volume de tráfego.

2.2.3 Conceito de Deformações e Deflexões

A elasticidade de um material está relacionada com sua capacidade de absorver energia de deformação, que é completamente dissipada após a remoção das forças externas que agem sobre a matéria. Sob estas condições, chama-se de deformação elástica a energia absorvida pelo material durante a sua deformação na fase elástica, também denominada de resiliência.

Por analogia dá-se o nome de módulo de resiliência ao parâmetro que relaciona a tensão aplicada e a deformação sofrida sob carga repetida, como um módulo de elasticidade.

Existe também o emprego de expressões como módulo de Young ou módulo de deformação. A forma de medida do parâmetro tensão – deformação resulta na necessidade de denominação “adjetivada” do mesmo: módulo de elasticidade em flexão, módulo resiliente em compressão diametral, etc.

No que diz respeito à deformação sofrida pelos materiais nas camadas dos pavimentos, entende-se o deslocamento, representado pela letra ρ , como um vetor de posição entre dois pontos: o ponto inicial e o final, após a deformação do material. Por deformação, entende-se uma quantidade escalar com magnitude definida, isto é, o alongamento por unidade de comprimento, sendo denotada pela letra ϵ , também chamada de deformação específica.

2.2.4 Tipos de Pavimentos de Concreto

a) Pavimento de concreto simples

São os pavimentos de concreto novos, constituídos por placas de concreto de cimento Portland, sobre sub-base granular, BGTC ou CCR ou diretamente assente sobre o subleito.

No caso de pavimento composto por um reforço estrutural do tipo *whitetopping* ultradelgado, resultante do processo de restauração de um pavimento asfáltico existente, que não apresente fissuras de fadiga importantes, com a aplicação de uma camada de concreto de alto desempenho, de espessura entre 50mm e 100mm, sobre a superfície fresada para garantia de ancoragem entre ambas as camadas a distribuição de tensões fica mais complexa. A Figura 2.25 apresenta possíveis distribuições de esforços horizontais entre uma placa de concreto e camada de mistura asfáltica.

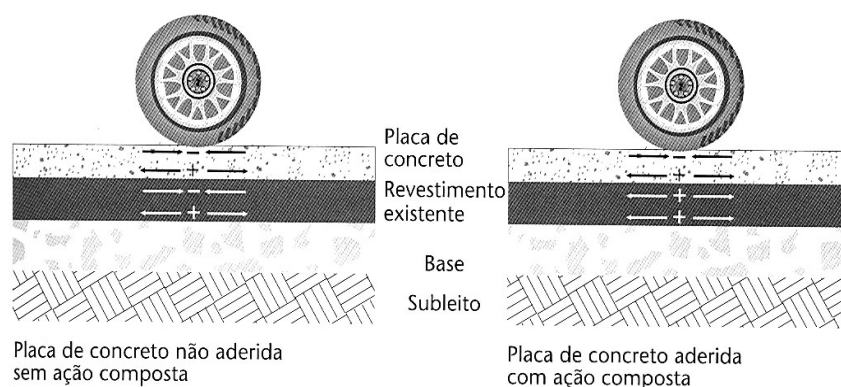


Figura 2.25: Possíveis ações de distribuição de esforços horizontais entre placas de concreto e camadas de misturas asfálticas (Balbo, 2007)

Nesta solução de pavimento composto com camadas aderidas, ambas as camadas estarão sujeitas a esforços de tração na flexão, dividindo entre si a tarefa de espraiar os esforços oriundos das cargas do tráfego. As deflexões diminuem bastante, mas a forma da bacia se distancia da linha típica de pavimento rígido. Este fato se deve ao espaçamento entre as juntas de concreto que não ultrapassam 1m em ambas as direções transversal e longitudinal, gerando um sistema próximo de pavimento em blocos, no qual não há transferência de cargas entre juntas, e toda a pressão aplicada sobre uma placa pequena é distribuída apenas sob a área dessa placa.

Há ainda o caso de pavimentos de concreto moldados *in situ* construídos há muito tempo e que foram reabilitados com uma camada de revestimento asfáltico como camada de rolamento. Por ter revestimento asfáltico, poderia ser confundido com pavimento flexível, porém é também um pavimento composto, atualmente referido como *blacktopping* para contrapor ao *whitetopping*.

b) Pavimento de blocos intertravados

O sistema de pavimentação com blocos intertravados ou articulados de concreto, embora resulte em revestimento composto de elementos pré-fabricados de concreto, apresenta comportamento como camada de revestimento muito similar às camadas de concreto asfáltico, impondo pressões verticais nas camadas subjacentes de mesma intensidade (Muller, 2005).

Os pavimentos com revestimento em blocos de concreto podem apresentar comportamento mais rígido ou mais flexível em função do tipo de base: se for de concreto compactado a rolo, a resposta estrutural será rígida com baixas deflexões e baixas pressões nas camadas de fundação. Se for de material mais deformável como os materiais granulares (brita graduada, macadames hidráulicos, solo-brita), a resposta mecânica será flexível, com grandes pressões sobre a fundação.

2.2.5 Esquemas de distribuição de esforços

A Figura 2.26 apresenta diversos tipos de respostas estruturais em vários pavimentos de concreto, onde por simplicidade e clareza, são representados tão-somente os esforços horizontais típicos de tração ou de compressão, nas proximidades das faces superiores e inferiores de cada camada dos pavimentos de acordo com Balbo (2007).

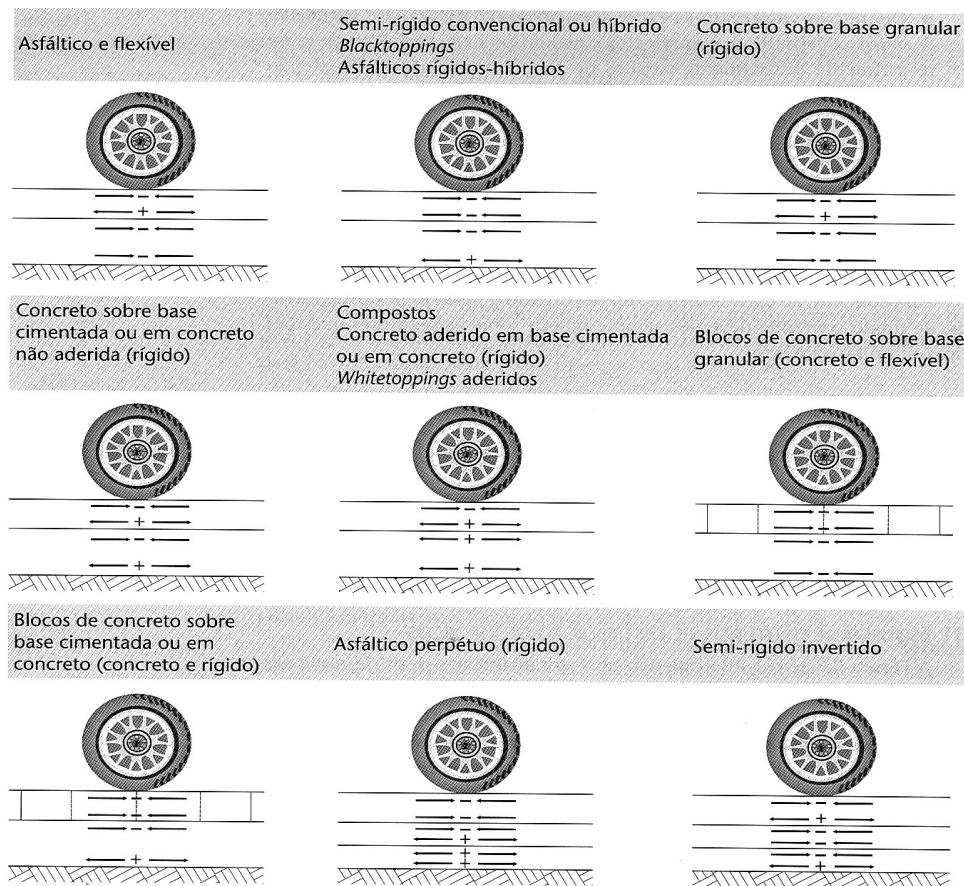


Figura 2.26: Esforços junto das interfaces das camadas dos pavimentos (Balbo, 2007)

A existência de esforços contrários no topo e no fundo de uma camada indica a existência de uma linha neutra. Para a interpretação dos esforços, deve-se imaginar uma linha vertical imediatamente abaixo do ponto de aplicação de cargas. Os seguintes conceitos, de forma indutiva, podem ser estabelecidos com relação aos casos apresentados (Balbo, 2007):

- camadas de base granulares estão sempre submetidas à compressão por confinamento em todas as suas fibras;
- camadas de misturas asfálticas apoiadas sobre bases de elevada rigidez ficam submetidas, pelo menos quando não ocorrem ainda francos processos de fadiga na camada subjacente, a esforços de compressão em toda a sua espessura sem linha neutra na camada. Considera-se que as misturas asfálticas, nessas condições, estejam sempre aderidas às bases de elevada rigidez;
- há comportamento composto entre revestimentos de concreto e bases cimentadas ou de concreto aderidas, bem como entre revestimentos de concreto e camadas de base asfálticas quando devidamente aderidas;
- quando ocorre comportamento composto entre duas camadas, a camada superior tem sua face inferior tracionada, e também a camada inferior, em todas suas fibras horizontais;
- a natureza dos esforços de tração e compressão é decorrente do comportamento em flexão sob ação de cargas dos materiais tratado com ligante asfáltico ou hidráulico. A exceção a essa situação é o pavimento em blocos sobre base granular, onde, embora ocorra um efeito de arqueamento entre os blocos do revestimento pelo atrito nas juntas localizadas entre ele, deslocando-os monoliticamente, não surgem os efeitos típicos de comportamentos à tração na flexão;

O termo monolítico é empregado para designar a condição de contato pleno, antes e após a deformação da estrutura do pavimento, para indicar a continuidade de transmissão de esforços verticais entre as faces de cada camada. Quando houver perda desse comportamento monolítico, como no caso de uma placa de concreto que perdeu o apoio em sua face inferior devido à erosão da base, o elemento sem apoio ficará submetido a estados de tensão bastante críticos em comparação à situação desejável de contato pleno.

2.2.6 Resistência, elasticidade e viscoelasticidade dos materiais de pavimentação

Os efeitos dos esforços externos aplicados por rodas de veículos (como também por cargas estáticas de outra natureza), em termos das respostas estruturais, dependerão dos materiais que constituem as camadas dos pavimentos. As solicitações ocorridas nessas camadas são: pressões ou tensões verticais (compressão vertical), flexão (dobramento) e cisalhamento como resultado das pressões verticais.

A resistência de um material pode ser determinada sob várias condições e diz respeito à medida do valor da força ou pressão que causa sua ruptura, ou seja, que impõe um nível de deformação de ruptura do material. Várias configurações de ensaios são empregadas para a determinação da resistência dos materiais conforme se descreve na Tabela 2.3 preparada por Balbo (2007).

Tabela 2.3: Ensaios para medida de resistência em materiais de pavimentação (Balbo, 2007)

ENSAIO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS E APLICAÇÕES
Cisalhamento direto	Empregado para aferir resistência na interface de materiais sobrepostos	Interfaces concreto/concreto, concreto/misturas asfálticas
Cisalhamento ou CBR (California Bearing Ratio)	Ensaio de Índice de suporte californiano: consiste na medida de deformações sobre a superfície de solos compactados com uso de pistão de penetração, em laboratório ou em pista	Solos, materiais granulares (BGS, SB, SLC), misturas cimentadas com baixo consumo de cimento (SMC, SCA)
Compressão (Uniaxial) simples	Ensaio convencional de compressão até à ruptura de corpos-de-prova cilíndricos (no Brasil)	CCP, CCR, BGTC e SC
Compressão diametral	Sobre amostras cilíndricas para aferição da resistência à tração indireta	CCP, CAUQ, BGTC e SC
Tração direta (tração uniaxial)	Ensaio para avaliação direta da resistência à tração de amostras cilíndricas	Pouco empregado na prática
Tração na flexão	Realizada com dois cutelos (mais comum) para determinação do momento fletor de ruptura de amostra prismática	CCP, CCR, BGTC

São apresentados a seguir, em forma de tabelas, alguns valores típicos de resistência, módulo de elasticidade e viscoelasticidade dos principais materiais utilizados em pavimentação de concreto, como ordem de grandeza, sendo imprescindível a realização dos ensaios nos materiais a serem utilizados na construção do pavimento.

Na Tabela 2.4 mostram-se alguns valores típicos da resistência à tração na flexão de vários tipos de concreto, que, na prática corrente da engenharia rodoviária também é chamada de módulo de ruptura. Na Tabela 2.5 mostram-se valores de resistência a cisalhamento na interface entre o concreto compactado a rolo (CCR) e o concreto (CCP). Na Tabela 2.6 mostram-se resistências típicas de materiais tratados com ligante hidráulico e concreto compactado a rolo. Na Tabela 2.7 mostram-se valores de coeficiente de Poisson.

Tabela 2.4: Alguns valores típicos de resistência à tração na flexão do concreto (NBR 6118)

Material	$F_{ct,f}$ (Mpa)
SC (solo- cimento)	0,25 – 0,50
BGTC	0,50 – 1,0
CCR (base)	0,8 – 3,5
CCR (revestimento)	2,5 – 5,0
CCP (revestimento em concreto simples)	4,0 – 5,5
CAD (concreto de alto desempenho)	6,0 – 10,0

Fonte: Forte, 1999 apud Balbo 2007.

Tabela 2.5: Resistência a cisalhamento na interface entre o CCR e o CCP

Tempo de lançamento do CCP após compactação do CCR	Tratamento entre materiais	Tensão de Ruptura (Mpa)	Desvio-Padrão (%)
3 horas	Nenhum	3,49	0,37
24 horas		2,92	0,34
3 dias		3,45	0,40
7 dias		3,33	0,52
RR-2C	Emulsão asfáltica	0,61	0,15

Fonte: Pereira, 2003 apud Balbo2007

Tabela 2.6: Resistências típicas de materiais tratados com ligante hidráulico e concreto compactado

Material	Faixa de Resistência (Mpa)	Observações	Fonte	
Brita graduada tratada com cimento	Compressão	8,1 (7 dias)	Faixa B da ABNT, 4% de cimento CP-II-E-32 em peso, umidade 1,5% abaixo da ótima, energia modificada, agregado proveniente de granito de São Paulo	Balbo (1993)
		13,3 (28 dias)		
	Tração direta	13,7 (56 dias)		
		0,9 (11 dias)		
Tração indireta	1,1 (44 dias)			
	1,2 (56 dias)			
Concreto compactado com rolo de elevada resistência	$f_{ct,f} = 5,5$	CP-II, consumo de 300 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman	Abreu (2002) resistências aos 28 dias, energia normal	
	$f_{ct,f} = 6,5$	CP-III, consumo de 300 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
	$f_{ct,f} = 5,5$	CP-V, consumo de 250 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
	$f_{ct,f} = 6,5$	CP-V, consumo de 350 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
	$f_{ct,f} = 6,6$	CP-V, consumo de 400 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
Concreto compactado com rolo	$f_{ct,f} = 1,50$	CP-II-E-32, consumo de 120 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
	$f_{ct,f} = 2,20$	CP-II-E-32, consumo de 160 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
Material	Faixa de Resistência (Mpa)	Observações	Fonte	
	$f_{ct,f} = 2,90$	CP-II-E-32, consumo de 200 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman	Trichês (1993), resistências aos 28 dias, energia normal (em termos de 28 dias, pouca influência exerceu a energia de compactação)	
	$f_{ct,f} = 3,35$	CP-II-E-32, consumo de 240 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
	$f_{ct,f} = 4,10$	CP-II-E-32, consumo de 280 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
	$f_{ct,f} = 4,50$	CP-II-E-32, consumo de 320 kg/m ³ , granulometria com faixa de Pitman		
Solo-cimento	$f_{ct,f} = 2,27$	Solo NA, consumo de 6% de CP-II-E em peso	Ceratti (1991), resistências aos 28 dias	
	$f_{ct,f} = 1,05$	Solo NA, consumo de 6% de CP-II-E em peso		
	$f_{ct,f} = 0,78$	Solo NA, consumo de 12% de CP-II-E em peso		
	$f_{ct,f} = 1,30$	Solo NA, consumo de 10% de CP-II-E em peso		
	$f_{ct,f} = 0,99$	Solo NA, consumo de 8% de CP-II-E em peso		
	$f_{ct,f} = 0,79$	Solo NA, consumo de 8% de CP-II-E em peso		

Fonte: Balbo, 2007

Tabela 2.7: Valores típicos de coeficiente de Poisson

Material	Faixa de Variação
Concreto asfáltico	0,32 – 0,38
Concreto de cimento Portland	0,15 – 0,20
BGS, MH, BC	0,35 – 0,40
CCR, BGTC	0,15 – 0,20
SC, SMC	0,20 – 0,30
SCA	0,25 – 0,30
Solos aeronosos	0,30 – 0,35
Areias compactadas	0,35 – 0,40
Solos finos	0,40 – 0,45

Fonte: Balbo, 2007

2.3 CONSIDERAÇÃO DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO EM PROJETOS DE PAVIMENTOS

Os veículos comerciais rodoviários (caminhões e ônibus) são aqueles que efetivamente interessam para situações de dimensionamento e análise de pavimentos. O tráfego rodoviário é composto por veículos que apresentam diversas configurações de eixos com relevantes diferenças de magnitude de cargas, conforme apresentado na Tabela 2.8 que mostra a terminologia dos veículos segundo DNIT.

Tabela 2.8: Terminologia de Veículos

TIPO	CONFIGURAÇÃO	EIXOS DE PROJETO	CLASSIFICAÇÃO
AUTOMÓVEL		-	2C
ÔNIBUS		ESRS; ESRD ou ESRS	2C
UTILITÁRIO		-	2C
CAMINHÃO		ESRS; ESRD	2C
CAMINHÃO		ESRS; ETD	3C
CAMINHÃO		ESRS; ETT	4C
SEMI-REBOQUE		ESRS; ESRD (2)	2S1
SEMI-REBOQUE		ESRS; ESRD; ETD	2S2
SEMI-REBOQUE		ESRS; ESRD; ETT	2S3
SEMI-REBOQUE		ESRS; ETD; ETD	3S2
SEMI-REBOQUE		ESRS; ETD; ETT	3S3
REBOQUE		ESRS; ESRD (3)	2C2
REBOQUE		ESRS; ESRD (2); ETD	2C3

Fonte: DNER (atual DNIT)

Na Figura 2.27, são apresentados alguns tipos de eixos de veículos comerciais e suas nomenclaturas no meio rodoviário e, na tabela 2.9, as cargas máximas legais vigentes no Brasil.

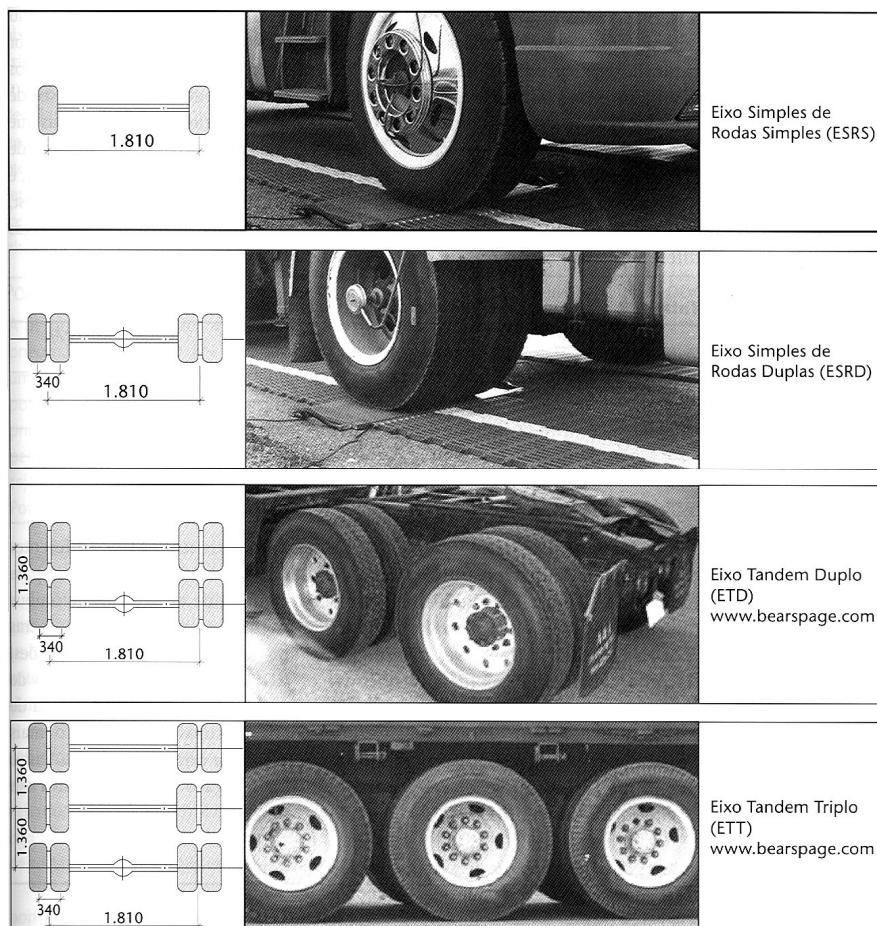


Figura 2.27: Tipos de eixos rodoviários de caminhões e ônibus (distâncias entre rodas e eixos em mm) (Balbo, 2007)

Tabela 2.9: Cargas máximas legais vigentes no Brasil (válidas para todo o território)

Eixo	Carga Máxima Legal (kN)	Carga Possível por Pneu (kN)
ESRS	60	30
ESRD	100	25
ETD	170	21,25
ETT	255	21,25

Vale salientar que os excessos de carga normalmente observados nas rodovias do país, devido à falta de fiscalização, são bastante nocivos ao desempenho esperado para os pavimentos.

Para pavimentos flexíveis, os métodos de dimensionamento consideram a equivalência entre um eixo padrão e as cargas de eixos simples, tandem duplos e tandem triplos, através do cálculo do Número N, que é o número de repetições de um eixo padrão (eixo simples de rodas duplas) de 80 kN, na faixa de projeto, durante o período do projeto. Alguns métodos de dimensionamento consideram os fatores de equivalência de carga baseados no critério da USACE / DNER, outros, no critério da AASTHO / GEIPOT.

Para pavimentos de concreto, os métodos de dimensionamento consideram o efeito dos danos de cada tipo de eixos, isoladamente.

Um pequeno roteiro para obtenção do número de eixos a serem considerados no Método da PCA e no programa KENSLABS:

- Realização de contagem volumétrica e classificatória na rodovia existente, durante um período, se possível, de sete dias consecutivos;
- Realização de pesagem de eixos em uma amostra, a ser definida estatisticamente como representativa da frota existente na rodovia. Na falta de pesagem, utilizar dados de pesagens em outras rodovias com características semelhantes;
- Tratamento dos dados da contagem, considerando os fatores de sazonalidade mensal, semanal e diário, para obtenção do volume médio diário anual. Estes fatores podem ser obtidos através da comparação com postos dito sazonal ou permanente, existente nas proximidades da rodovia.
- Calcular uma estimativa do tráfego para o período de projeto, normalmente acima de 20 anos. Neste caso, podem ser consideradas taxas de crescimento, obtidas de série histórica de contagens realizadas na própria rodovia, ou estabelecer os valores com base na experiência do projetista ou em comparação com taxas de crescimento de outras rodovias com as mesmas características;
- Calcular o número de eixos simples, duplos e triplos, referentes à frota comercial, tendo como base as configurações apresentadas na Tabela 2.8;

- Fazer a distribuição dos eixos obtidos para a frota comercial nos intervalos de carga obtidos na pesagem;
- Calcular o número de eixos na faixa de projeto, ou seja, caso a contagem tenha abrangido os dois sentidos de tráfego de uma pista simples, considerar um fator de 0.5 para a faixa de projeto. No caso de duplicação, existirão quatro faixas de tráfego, duas por sentido, devendo se considerar um fator de 0.9 para a faixa mais solicitada, normalmente é a da direita;

O método da PCA considera os valores obtidos para os eixos simples, duplos e triplos, distribuído nas faixas de carga fornecidas na pesagem e com as quantidades calculadas na estimativa do tráfego na faixa de projeto e para o período de projeto considerado;

O programa KENSLABS considera, para cada um dos eixos simples, duplos e triplos, o número de eixos em um ano, considerado como a média dos valores obtidos para o período de projeto.

Um exemplo prático de dimensionamento pelo método PCA e pelo programa KENSLABS está apresentado no capítulo 4.

2.4 PROJETO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Segundo Ioannides (1984) apud Rufino (1997), soluções analíticas para muitas estruturas de pavimentos são praticamente impossíveis de serem obtidas, por causa da complexidade da geometria, das condições de fronteira e das propriedades dos materiais. Devido a essa complexidade, para se obter uma solução fechada, para essas estruturas complexas, fazem-se algumas hipóteses simplificadoras que resultam na modificação das características do problema analisado. Entretanto, soluções para alguns desses problemas estruturais, impossíveis de serem resolvidos analiticamente, têm sido obtidas desde o advento dos computadores, que possibilitaram a utilização de procedimentos numéricos, como o método dos elementos finitos, que permitem uma análise mais próxima da condição real do pavimento, como consideração de placas de tamanho finito, possibilidade de perda de contato entre a placa e seu suporte e análise de cargas múltiplas.

Existem atualmente diversos programas em uso, tais como: SAP, PROGRAMA PARA ANÁLISE DE UM SÓLIDO PRISMÁTICO, FINITE, GEOSYS, FEACONS, SLAB, J-SLAB, ILLI-PAVE, BISAR, FIDIES, CHEVRON-ELP 15, DIPLOMAT, WESTER, RISC, ILLI-SLAB, KENSLABS. Para maiores informações sobre cada um deles, consultar Rufino (1997) entre outros.

2.4.1 Métodos de Dimensionamento da Espessura de Pavimentos Rodoviários de Concreto

Os métodos de dimensionamento recomendados pelo Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT, versão 2005, são os seguintes: Método da Portland Cement Association - PCA (1984) e (1966).

Na presente dissertação serão apresentadas a descrição detalhada do Programa de análise estrutural de pavimentos KENSLABS (Capítulo 3) e o Método de dimensionamento da PCA 1984, apenas para pavimentos de concreto simples, a fim de comparação dos resultados.

2.4.2 O Método da PCA 1984

A descrição deste método será baseada apenas no Manual do DNIT para Pavimentos Rígidos, versão 2005 (publicação do IPR-714).

O método da Portland Cement Association – PCA – versão 1984, introduz os progressos e conhecimentos obtidos nos dois últimos decênios nas áreas de cálculo de tensões, projeto geométrico, construção e gerência desse tipo de pavimento, acrescentando novos enfoques e modificando profundamente o método adotado desde 1966.

Ele se aplica tanto a pavimentos de concreto simples e com barras de transferência, como naqueles dotados de armadura distribuída, descontínua ou contínua, sem função estrutural.

Neste método emprega-se um modelo de análise estrutural de elementos finitos, ao contrário do método anterior, de 1966, que é da família dos modelos estruturais de placas com suporte contínuo.

Outros tópicos que este método leva em conta são:

- a) o tipo e o grau de transferência de carga nas juntas transversais,
- b) os efeitos da existência ou não de acostamentos de concreto,
- c) a contribuição estrutural das sub-bases de concreto pobre rolado ou convencional, ou então de sub-bases tratadas com cimento,
- d) a ação dos eixos tandem triplos,
- e) introduz um modelo de ruína por erosão da fundação do pavimento (no qual se embute um modelo de ruína por formação de "degraus" ou escalonamento "faulting" nas juntas transversais), usando-o concomitantemente com o modelo modificado de fadiga.

É possível neste método combinar facilmente diferentes fatores do projeto, o que permite a concepção de uma extensa gama de soluções alternativas e conseqüentemente a definição da solução mais econômica, em termos de custo inicial.

2.4.2.1 Fundamentos e Campos de Aplicação

O método PCA/84 se baseia em quatro pontos:

- a) estudos teóricos clássicos sobre o comportamento de placas de concreto (Westergaard, Pickett et al) e modernas análises computacionais empregando elementos finitos (Tayabji e Colley);
- b) ensaios de laboratório e em modelos, sobre comportamento e influência de juntas, sub-bases e acostamentos no desempenho de pavimentos de concreto,
- c) pistas experimentais, especialmente da AASHO (hoje, AASHTO), além de estudos levados a efeito por diversos órgãos rodoviários e aeroportuários;
- d) observação metódica de pavimentos em serviço;

A conexão entre essas informações, necessária para a concepção de um procedimento de dimensionamento mecânico (em contraposição aos métodos empíricos), no qual se integram os distintos parâmetros, é resolvida pela aplicação de uma análise muito abrangente das tensões e deformações em um modelo que emprega elementos finitos e leva em conta:

- a) as propriedades do concreto;
- b) o tipo e o suporte da fundação;
- c) o carregamento, introduzindo o estudo da influência do tipo de transmissão de carga nas juntas transversais, bordas longitudinais e trincas, por entrosagem de agregados, barras de transferência ou outro dispositivo;
- d) dos acostamentos de concreto;
- e) posição da carga (se no interior, canto, borda longitudinal ou junta transversal).

Com este método determina-se a espessura dos seguintes tipos de pavimento:

- a) **pavimentos de concreto simples**, que não dispõem de espécie alguma de aço, sob nenhuma forma, e tem o entrosamento de agregados como única maneira de transferência de carga entre placas e por isso mesmo, exigem placas curtas (no Brasil, comumente da ordem de 5 a 6m de comprimento);
- b) **pavimentos de concreto simples com barras de transferência**, dotados de sistema artificial de transmissão de carga, formado por barras curtas de aço liso, postado na meia-seção das juntas transversais e que podem ter comprimento de placa de até 9m a 12m, ainda que em nosso País não se utilize, normalmente, dessa última vantagem;
- c) **pavimentos de concreto com armadura distribuída descontínua**, que contam com barras de aço sob a forma de armadura distribuída, que se detém antes de cada junta transversal, nas quais é obrigatória a adoção de barras de transferência, armadura esta que não tem função estrutural, ou seja, não contribui para aumentar a resistência da placa à flexão, agindo com a exclusiva função de manter as fissuras fortemente ligadas, que por acaso se formem entre duas juntas transversais seguidas, fato comum nesse tipo de pavimento, cujas placas são de grande comprimento, de até 30m (embora 12 a 15m sejam mais adotados);

d) **pavimentos de concreto com armadura distribuída contínua**, nos quais não há juntas transversais de retração e a armadura, bastante pesada, faz com que se tenha boa transmissão de carga nas fissuras; o comprimento das placas é igual à extensão diária construída (não há exemplos de utilização dessa forma de pavimento de concreto no Brasil).

2.4.2.2 Parâmetros de Dimensionamento

2.4.2.2.1 Modelos de Ruína

A seguir são apresentados os parâmetros de composição do método da PCA – 84 e a maneira como este os delimita e considera.

a) fadiga

As tensões de tração por flexão consideradas no cálculo são as produzidas pela carga tangente à borda longitudinal; a curva de fadiga alcança valores abaixo da relação de tensões limite de 0,50, o que elimina a descontinuidade nesse ponto e afasta a possibilidade de acontecer casos irrealis de dimensionamento quanto ao número admissível de solicitações. O critério de fadiga está mostrado na Figura 2.28.

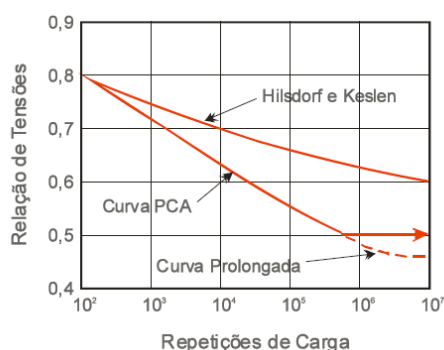


Figura 2.28: Curvas de fadiga (DNIT 2005)

A lei de Miner, do dano acumulado por fadiga é usada no método, estando a curva de fadiga implícita nos ábacos de dimensionamento. O consumo total admissível de fadiga é de 100%.

O critério de fadiga está bastante ao lado da segurança (conservador), sendo os eixos simples os de maior influência no fenômeno de fadiga.

b) erosão

Entende-se por erosão a perda de material da camada de suporte abaixo da placa de concreto, por ação combinada da água e da passagem de cargas (principalmente dos eixos múltiplos), dando-se o fato também nas laterais do pavimento.

Os efeitos da erosão se manifestam sob a forma de deformações verticais críticas nos cantos e nas bordas longitudinais das placas, causando escalonamento ou "degraus" nas juntas transversais (principalmente se elas forem desprovidas de barras de transferência), podendo ser ambas as ocorrências causadas por bombeamento, formação de vazios sob a placa e perda de suporte ou contato entre a placa e a fundação. Esse tipo de dano não pode ser previsto nem medido pelo modelo de fadiga.

O critério de erosão depende da correlação entre os valores calculados das deformações verticais no canto das placas e das pressões verticais exercidas na interface entre a placa e a sua fundação.

Foi introduzido o conceito de fator de erosão (P), que mede o poder que uma certa carga tem para impor uma certa deformação vertical à placa, ligado ao parâmetro de erosão. Este fator é o produto da pressão vertical na interface (p), pela deformação vertical (w), dividido pelo raio de rigidez relativa (ℓc) da bacia de deformação da fundação, por unidade de área. Para iguais valores de " $p \times w$ " e velocidade da carga, as placas mais delgadas receberão ou estarão sujeitas a um P mais intenso ou rápido.

Adotando fatores de ajustamento constantes, oriundos de correlações obtidas em pistas experimentais, para um Índice de serventia final igual a 3, obteve-se uma expressão analítica para P , indiretamente proporcional ao número admissível de solicitações de carga.

Para incorporar ao modelo de erosão os danos causados pela formação de escalonamento nas juntas transversais, lançou-se mão de estudos de Packard e de Brokaw, em que o índice de

serventia do pavimento é função do grau de escalonamento, da intensidade do tráfego e da espessura do pavimento, incluindo fatores não considerados nos modelos que se baseiam exclusivamente na Pista Experimental da AASHO (principalmente, o maior nível de solicitações), as juntas sem barras de transferência, as sub-bases e os acostamentos de concreto.

O critério do dano causado por erosão é intimamente ligado às condições climáticas regionais e à eficiência da drenagem, não sendo esses fatores cobertos pelo método, estando, portanto, sob investigação.

Por isso, o critério de erosão é uma diretriz básica que poderá ser modificada em função de dados locais, como pluviosidade e tipo e eficácia da drenagem, diz o manual do DNIT (2005). No entanto, não há sugestão de como se fazer isto nem se tem conhecimento de qualquer estudo sistemático realizado ou em curso no Brasil que vise promover este ajuste para as condições climáticas brasileiras diferentes das dos EUA.

2.4.2.2.2 Tipos de Pavimento

a) pavimentos com juntas transversais de retração

A posição crítica da carga de projeto é próxima ou tangente à borda longitudinal e a meio caminho entre duas juntas, no que se refere às tensões de tração por flexão.

Para as distâncias usuais entre juntas, considera-se que elas não influem no estabelecimento do nível crítico de tensões no modelo de fadiga, o mesmo acontecendo com o sistema de transferência de carga, se é feito por entrosamento dos agregados ou por barras de transferência. A existência de acostamento de concreto faz decrescer as tensões na borda, desde que ele seja ligado de alguma forma ao pavimento, quer por barras de ligação, como por uma articulação do tipo de encaixe macho-fêmea, com melhor desempenho do primeiro tipo. A Figura 2.29a mostra a posição crítica da carga. Na análise de erosão, a deformação crítica é aquela que se dá no canto da placa (Ver Figura 2.29b), quando a carga está tangenciando, ao mesmo tempo, a borda longitudinal livre do pavimento e a junta transversal. Estudando essa situação de carregamento, fica patente que a eficácia do sistema de

transferência de carga, tanto entre placas (através da junta), como entre placa e acostamento, tem um papel preponderante no comportamento do pavimento, quando é considerado como critério, o dano por erosão.

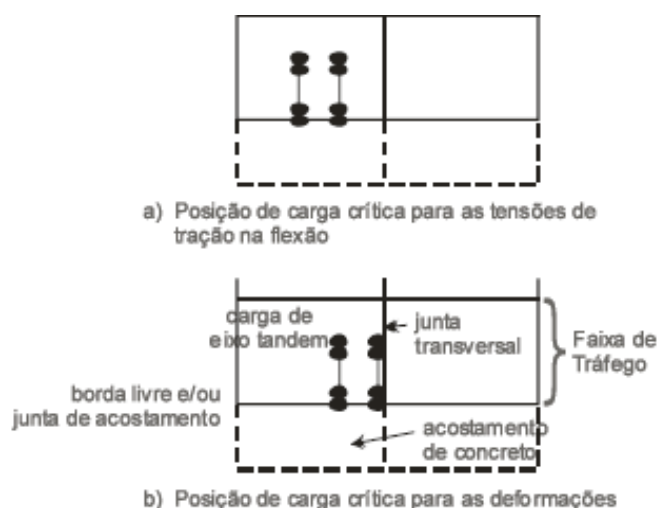


Figura 2.29: Posições críticas de carga no método PCA - 84 (DNIT, 2005)

b) pavimentos continuamente armados

O emprego deste tipo de pavimento no Brasil é desconhecido e provavelmente será raro no futuro próximo. Por esta razão, a sua análise não é apresentada nem simplificada no manual do DNIT.

2.4.2.2.3 Distribuição do Tráfego

Diversos estudos demonstram que é muito pequena a parcela de caminhões que trafegam rente à borda longitudinal de um pavimento, que é a situação crítica de carregamento.

No modelo de fadiga, esta parcela foi calculada na borda e em direção ao interior da placa (afastando-se da borda), para porcentagens variáveis de caminhões solicitando a borda, resultando daí o fator de equivalência de tensões. Este fator, multiplicado pela tensão na borda, fornece o mesmo consumo de fadiga que ocorreria com uma certa distribuição ou porcentagem de caminhões trafegando na borda longitudinal do pavimento.

No procedimento de dimensionamento, está implícita uma taxa de 6% de caminhões nesta posição, plenamente do lado da segurança segundo estudos americanos, sendo esta mesma distribuição considerada na análise de erosão. Não se tem notícia de avaliações deste tipo de estatística no Brasil. Se houver acostamento de concreto, os 94% de tráfego que solicitam o interior do pavimento dão a situação mais desfavorável.

A inexistência do acostamento de concreto faz com que se tornem críticos os 6% que tangenciam o canto da placa, sendo que a equação de dano por erosão leva em conta estas considerações.

É também levado em conta que o aumento das áreas de contato e do espaçamento entre pneumáticos, no caso de veículos pesados, não corresponde a um aumento igual das tensões produzidas pelas cargas nesses pneumáticos; e o método eleva ao expoente 0,94 (derivado de estudos anteriores americanos), as cargas de projeto no modelo de fadiga, não o fazendo no caso da análise de erosão.

2.4.2.2.4 Características do Concreto

O método incorpora automaticamente o aumento de resistência à tração na flexão do concreto após os 28 dias, que continua sendo desde o método da PCA de 1966 a idade base para fixação da resistência à flexão característica. A incorporação foi corroborada pela simulação, em 20 anos de período de projeto, de aumentos das repetições de cargas e dos ganhos de resistência do concreto, mês a mês. Da mesma forma estão implícitas no procedimento de dimensionamento, as variações da resistência à tração na flexão, pela adoção de um coeficiente de variação do concreto de 15%, equivalente a um controle de qualidade de regular para bom, conforme os critérios do *American Concrete Institute (ACI)*.

2.4.2.3 Acostamentos de Concreto

O efeito dos acostamentos de concreto é substancial, ainda mais no que toca à redução das deformações verticais ao longo da borda no pavimento. O modelo estrutural computa uma eficiência de junta da ordem de 65%, no caso de haver ligação entre o acostamento e o pavimento.

A adoção de um acostamento de concreto pode resultar em até cerca de 4cm de redução na espessura necessária de placa, dependendo dos demais parâmetros de projeto.

Mesmo não havendo acostamento de concreto, foram determinadas por um programa especial de computador, deformações de 98,6% e tensões de 96,7% daquelas obtidas sem consideração da ação do acostamento de concreto. O método já assimila diretamente esse fato, no caso de dimensionamento do pavimento sem acostamento de concreto.

2.4.2.4 Sub-base tratada com cimento

Por proporcionar suporte de alto valor, não ser bombeável e virtualmente não sujeita à erosão, a intercalação de uma sub-base de solo tratado com cimento, pode redundar em economia de até 3 cm na espessura do pavimento rígido, no caso de pavimentos sem barras de transferência e com tráfego pesado.

No caso de sub-base de concreto rolado, o método considera duas condições, isto é, considera que esteja totalmente separada das placas (pavimento não monolítico) ou então aderida a elas (pavimento monolítico ou de concreto composto).

Na primeira condição, a sub-base é considerada não erodível e de características estruturais superiores a qualquer tipo de sub-base, contendo o método um ábaco especial para o cálculo da espessura de concreto rolado (do qual se exige uma resistência determinada), capaz de equivaler estruturalmente a um pavimento de concreto mais espesso, sem sub-base.

Quando se trata de pavimento monolítico (2ª condição), considera-se:

- a) que é total a aderência entre as duas camadas;
- b) que a relação de tensões em cada camada não exceda a de um pavimento sem a camada inferior de concreto rolado;
- c) que o dano por erosão no concreto pobre rolado não supere o do pavimento de referência (sem sub-base).

Segundo o manual, este processo é opcional, mas ainda não comprovado, devendo ser usados os tradicionais ábacos ou fórmulas que fornecem o aumento do módulo de reação do subleito causado pela sub-base tratada com cimento caso o projetista não disponha de outras fontes de informação.

2.4.2.5 Barras de Transferência

Comparando-se pavimentos com e sem barras de transferência, verifica-se que a contribuição destas barras pode ser tão grande a ponto de trazer uma economia de até 5 cm na espessura na placa, no caso de cotejo com pavimentos sem acostamento de concreto e sem sub-base, para tráfego pesado.

2.4.2.6 Empenamento do Concreto

A difícil questão do empenamento do concreto não é parte do método, posto que a incerteza no cálculo das tensões dele resultantes não é considerada confiável a esse ponto. Não é possível a consideração das tensões térmicas conjuntas com as do tráfego.

2.4.2.7 Fatores de segurança para as cargas

No dimensionamento da espessura das placas, são considerados os fatores de segurança para as cargas (FSC) estão apresentados na Tabela 2.10.

Tabela 2.10: Fatores de segurança para as cargas (FSC)

Tipo de Pavimento	FSC
- para ruas com tráfego com pequena porcentagem de caminhões e pisos em condições semelhantes de tráfego (estacionamentos, por exemplo)	1,0
- para estradas e vias com moderada frequência de caminhões	1,1
- para altos volumes de caminhões	1,2
- pavimentos que necessitam de um desempenho acima do normal	Até 1,5

2.4.3 Roteiro para o Dimensionamento da Espessura do Pavimento pelo Método PCA

Para o dimensionamento da espessura do pavimento deve-se inicialmente calcular-se o número de eixos totais por classe de carga, que irão atuar no pavimento durante o período de projeto previsto (vida útil).

A seguir, quando adotado o método da PCA, versão 1984, deve ser utilizado um formulário e uma série de tabelas de tensões equivalentes para cada combinação de projeto, além de um nomograma de cálculo da repetição de eixos admissíveis para cada estado de tensões calculado. Estas tabelas e nomogramas são diferentes para a condição de verificação da fadiga e da erosão.

Como este material é de fácil acesso (www.dnit.gov.br) deixa-se de reproduzir estas tabelas nesta dissertação. Um exemplo de cálculo será mostrado no Capítulo 4.

Vale comentar que a PCA americana dispõe de um programa de computador que permite dimensionar um pavimento de concreto baseado nos mesmos princípios, mas sem as imprecisões de tabelas e nomogramas. Pode-se especular porque o DNIT manteve o uso do método manual mesmo na versão de 2005.

Rufino (1997) desenvolveu um procedimento e propôs uma nova maneira de se dimensionar pelo Método da PCA/84 utilizando-se apenas o computador sem ser necessário se recorrer a tabelas ou nomogramas. Entretanto tal procedimento não chegou a ser amplamente usado lamentavelmente. A autora já chamava a atenção para a necessidade de mais verificações principalmente com relação ao critério de ruína por erosão cujos modelos são baseados em observações de campo em pais de clima muito diferentes do Brasil.

Ressalte-se também que atualmente nos EUA está sendo usado o método de dimensionamento da AASHTO de 2002, tanto para pavimento asfáltico como de concreto que utiliza programa de elementos finitos para o dimensionamento (Medina e Motta, 2005).

É necessário conhecer estes programas começar a utilizá-los para otimizar os dimensionamentos de pavimentos de concreto no país.

CAPÍTULO 3: O PROGRAMA KENSLABS

3.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

O conteúdo deste Capítulo está baseado na publicação “Pavement Analysis and Design”, de Yang H. Huang, 2ª edição -2004 com auxílio também de Rufino (1997) e Silva (2001).

O programa computacional KENSLABS (Huang, 2004) utiliza o método de elementos finitos, gerando uma malha onde a placa é dividida em elementos retangulares finitos com um grande número de nós. Tanto o carregamento dos eixos dos veículos quanto a reação do subleito são aplicados à placa como forças verticais concentradas nos nós. Passa-se a descrever o programa em seus detalhes de concepção.

3.1.1 Tipos de fundação

O programa permite a escolha de três tipos de fundação: líquido denso, sólido elástico e em camadas com diferentes propriedades, não sendo, portanto, uma fundação homogênea. Quase todos os programas computacionais que utilizam o método de elementos finitos para calcular tensões–deformações em pavimentos de concreto, em uso atualmente, são baseados em fundação do tipo líquido denso. Este tipo de fundação, baseada na teoria de Westergaard, tem como vantagem a redução do tempo de processamento para resolução dos problemas, porém, com o avanço tecnológico dos computadores pessoais, pode-se utilizar com facilidade modelos de fundações mais realísticas, do tipo sólido elástico ou em camadas.

Um breve comentário sobre terminologia: é comum no meio rodoviário o uso do termo deflexão como sinônimo de deslocamento elástico ou mesmo de deformação elástica. Embora não seja muito correta esta sinonímia, nesta dissertação algumas vezes utilizam-se estas expressões alternativamente, do mesmo modo usado na referência principal deste capítulo entre outros autores. Da mesma forma, desde o tempo de Westergaard na década de 1920, convencionou-se utilizar o termo “fundação” como sinônimo de subleito quando se trata de pavimentos rígidos e assim também será usado nesta dissertação.

Fundação líquido denso

A modelagem do solo de subleito como um líquido denso, também chamada de fundação Winkler, tem relação força-deflexão caracterizada como uma mola elástica. O termo líquido não significa que a fundação seja um líquido sem cisalhamento, apenas que a deformação da fundação embaixo da placa está de acordo com os princípios de Arquimedes, ou seja, a placa é colocada em um número infinito de molas e o volume total deslocado é proporcional à carga total aplicada (Figura 3.1). A rigidez de uma fundação tipo líquido denso é definida por:

$$k = \frac{P}{w} \quad (3.1)$$

onde k é o módulo de reação do subleito, p é a pressão unitária ou força por unidade de área e w é a deflexão vertical. Para a água, $k=62,4 \text{ pcf} = 0,036 \text{ pci}$ ($9,8\text{kN/m}^3$); para os subleitos usuais, k pode variar de 50 a 800 pci ($13,6$ a 217 MN/m^3).

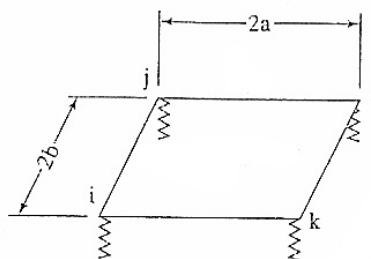


Figura 3.1: Representação de uma fundação do tipo líquido denso sob um elemento de placa (Huang, 2004)

Na Figura 3.1 mostra-se a representação da modelagem tipo líquido denso que consiste em substituir o solo do subleito por um grande número de molas sob um elemento de placa retangular, com comprimento $2a$ e largura $2b$ e quatro idênticas molas nos cantos. A força em cada mola é igual à unidade de pressão p multiplicada pela área $a \times b$. Da Equação 3.1, $p=k_w$, a força no nó i (F_{wi}) é relacionada à deflexão no nó i (w_i) por:

$$F_{wi} = kabw_i \quad (3.2)$$

A Equação 3.2 pode ser aplicada diretamente quando o nó se encontra localizado no canto da placa. Se o nó se encontrar nas bordas ou no interior da placa, uma superposição de dois ou quatro elementos adjacentes é necessária para obtenção da relação força-deslocamento. A Equação 3.2 indica que a força vertical no nó i depende apenas da deflexão vertical no nó i , sendo independente da deflexão nos outros nós, então a matriz de rigidez de uma fundação do tipo líquido denso é a matriz diagonal com valor igual a 0 em todos os pontos, exceto nos próprios nós, onde são relacionadas a força vertical F_{wi} com a deflexão vertical w_i .

Fundação sólido elástico

A representação do solo do subleito como um sólido elástico é mais realística que a do líquido denso, porque a deflexão em qualquer ponto nodal depende não apenas da força no próprio nó mas também das forças em todos os outros nós. Este tipo de modelagem, também é chamada de fundação de Boussinesq, visto que a seguinte equação de Boussinesq para deflexão de superfície é usada para determinação da matriz de rigidez:

$$w_{i,j} = \frac{P_j(1-\nu_f^2)}{\pi E_f d_{i,j}} \quad (3.3)$$

Nesta equação, w_{ij} é a deflexão no nó i devido à força do nó j , P_j é a força no nó j , ν_f é o coeficiente de Poisson da fundação, E_f é o módulo de elasticidade da fundação e d_{ij} é a distância entre os nós i e j . A matriz de flexibilidade da fundação é definida como a deflexão de um dado nó devido a forças em todos os nós, inclusive ele mesmo. Se $i \neq j$, o coeficiente de flexibilidade pode ser obtido diretamente da equação 3.3, assumindo $P_j=1$. Se $i = j$, então $d_{i,j}=0$ e a equação 3.3 não pode ser aplicada. Neste caso, torna-se necessário distribuir a carga unitária concentrada sobre um quarto de área como uma pressão uniforme de $1/(4ab)$ e então integrar numericamente. O programa KENSLABS utiliza a fórmula Gaussiana, considerando cinco pontos em ambas as direções x e y , como mostrado na Figura 3.2, para obtenção dos cálculos em 25 pontos.

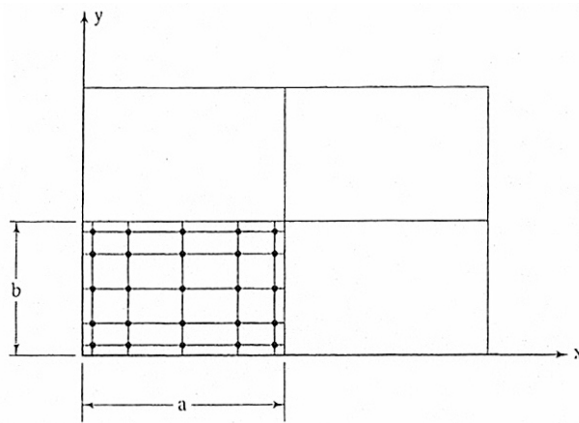


Figura 3.2: Representação da fundação tipo sólido elástico sob um elemento de placa (Huang, 2004)

Para o total de n nós na fundação, a matriz de flexibilidade de uma fundação do tipo sólido elástico pode ser escrita por:

$$\begin{Bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ w_i \\ \cdot \\ w_n \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdot & g_{1i} & \cdot & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdot & g_{2i} & \cdot & g_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ g_{i1} & g_{i2} & \cdot & g_{ii} & \cdot & g_{in} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ g_{n1} & g_{n2} & \cdot & g_{ni} & \cdot & g_{nn} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} F_{w1} \\ F_{w2} \\ \cdot \\ F_{wi} \\ \cdot \\ F_{wn} \end{Bmatrix} \quad (3.4a)$$

onde g_{ij} é o coeficiente de flexibilidade. Se $i \neq j$, então g_{ij} pode ser determinado por:

$$g_{i,j} = \frac{(1 - \nu_f^2)}{\pi E_f d_{i,j}} \quad (3.4b)$$

Se $i=j$, então g_{ij} , para cada elemento finito precisa ser integrado numericamente e depois superposto em todos os elementos adjacentes. Pode-se ver que a matriz de flexibilidade de uma fundação do tipo sólido elástico é muito mais usual, porque a deflexão em um dado nó é afetada pela força em qualquer outro nó. O inverso da matriz de flexibilidade leva à matriz de rigidez da fundação.

Fundação em camadas (fundação não homogênea)

A representação do solo de subleito e também da sub-base conjuntamente como uma fundação em camadas é também chamada de fundação de Burmister, porque a teoria das camadas de Burmister é usada para formar a matriz de flexibilidade. Na teoria de Burmister, a carga é distribuída sobre uma área circular, mas pode facilmente ser convertida para uma carga concentrada, levando o raio de contato a um valor próximo a zero. O procedimento para fundação em camadas é o mesmo para fundação sólido elástico, exceto que a relação entre deflexão e força para a camada de fundação é computada por outra equação, ao invés da Equação 3.3.

Relação entre fundação sólido elástico e líquido denso

Sabe-se que o módulo de reação do subleito para a fundação tipo líquido denso é uma propriedade fictícia, não caracterizando o real comportamento dos solos. No entanto, para simplificar as aplicações, valores de k têm sido usados muito freqüentemente nos projeto de pavimento de concreto. Pode-se utilizar o valor de k se este se correlacionar com o módulo de elasticidade E_f e o coeficiente de Poisson ν_f usados para fundação tipo sólido elástico. Neste caso, uma fundação tipo líquido denso pode substituir uma fundação tipo sólido elástico, o que resulta em enorme ganho de tempo de processamento e de memória computacional.

Vesic e Saxena (1974) indicaram que o valor de k depende da flexibilidade relativa da placa em relação à fundação e que não existe um valor único de k que possa dar tensões e deflexões em pavimentos de concreto comparáveis com as obtidas em fundações como um sólido elástico. Para calcular as tensões, eles sugerem o uso da seguinte expressão:

$$k = \left(\frac{E_f}{E} \right)^{1/3} \frac{E_f}{(1 - \nu_f^2)h} \quad (3.5)$$

onde E é o módulo de elasticidade do concreto e h é a espessura da placa. Para cálculo das deflexões, eles sugerem que apenas 42% do valor obtido da Equação 3.5 sejam utilizados.

Huang e Sharpe (1989) descobriram que a equação 3.5 é aplicável apenas para carregamentos no interior da placa e não para carregamentos próximos das bordas da placa. Para carregamento nas bordas, um fator de 1,75 deve ser aplicado para a obtenção da mesma tensão da borda quando se usa uma ou outra modelagem do subleito:

$$k = 1,75 \left(\frac{E_f}{E} \right)^{1/3} \frac{E_f}{(1 - \nu_f^2)h} \quad (3.6)$$

Para carregamento nos cantos da placa, em juntas transversais, o fator de 0,95 deve ser aplicado à Equação 3.5 para obter a mesma deflexão de canto:

$$k = 0,95 \left(\frac{E_f}{E} \right)^{1/3} \frac{E_f}{(1 - \nu_f^2)h} \quad (3.7)$$

Deve-se enfatizar que as Equações 3.6 e 3.7 devem ser utilizadas apenas como uma aproximação e são aplicadas para placas sujeitas a carregamentos de eixo simples.

3.1.2 Placas com duas camadas

O programa KENSLABS aceita entrada de placas com duas camadas, aderidas ou não aderidas. As duas camadas podem ser concreto asfáltico (CA) no topo de uma placa de concreto de cimento Portland (PCC) ou uma PCC sobre uma base tratada com cimento, como exemplos. No último caso, a base tratada com cimento pode ser considerada como uma segunda camada da placa ou a primeira camada da fundação. Quando a mesma é considerada como fundação, assume-se que não haja aderência entre a placa de concreto e a fundação.

Camadas aderidas

Na Figura 3.3 é mostrada de forma esquemática a camada de concreto asfáltico com espessura h_1 , módulo elástico E_1 e coeficiente de Poisson ν_1 que foi colocada sobre uma placa de concreto com espessura de h_2 , módulo elástico E_2 e coeficiente de Poisson ν_2 . A figura à

esquerda é a seção original com a largura unitária, e a da direita é a seção equivalente, em que a largura do CA é reduzida para uma relação E_1/E_2 .

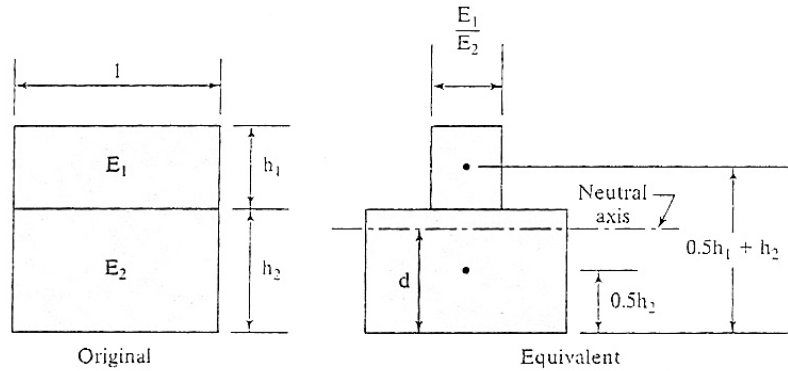


Figura 3.3: Seção original e seção equivalente de um pavimento composto (Huang, 2004)

Quando o momento é calculado na base da superfície a distância d da linha neutra para a base da placa é dada por:

$$d = \frac{(E_1 / E_2)h_1(0,5h_1 + h_2) + 0,5h_2^2}{(E_1 / E_2)h_1 + h_2} \tag{3.8}$$

A composição do momento de inércia I_c na linha neutra é dada por:

$$I_c = \left(\frac{E_1}{E_2}\right) \left[\frac{1}{12} h_1^3 + h_1(0,5h_1 + h_2 - d)^2 \right] + \frac{1}{12} h_2^3 + h_2(d - 0,5h_2)^2 \tag{3.9}$$

Dado o momento M , a tensão de tração na flexão f na base da placa de concreto é:

$$\sigma_t = \frac{Md}{I_c} \tag{3.10}$$

A Equação 3.10 pode também ser utilizada para determinar a tensão em qualquer ponto da seção composta, considerando d como a distância deste ponto à linha neutra. Quando duas camadas estão aderidas, o programa apresentará as tensões em quatro diferentes pontos, isto é, no topo e na base de cada uma das camadas.

No método de elementos finitos envolvendo apenas uma camada de placa, a matriz de rigidez de um prato dependerá do módulo de rigidez do prato R , definido como:

$$R = \frac{EI}{1-\nu^2} = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (3.11)$$

onde E , ν , I e h são o módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson, momento de inércia e espessura do prato. Quando as placas são compostas por duas camadas aderidas, a matriz de rigidez de cada camada é computada independentemente, através dos respectivos módulos de rigidez, e então acrescentadas as duas juntas, para obtenção da matriz de rigidez das placas. O módulo de rigidez de cada camada é calculado como:

$$R_1 = \frac{E_1 \left[\frac{1}{12} h_1^3 + h_1 (0,5h_1 + h_2 - d)^2 \right]}{1-\nu_1^2} \quad (3.12a)$$

$$R_2 = \frac{E_2 \left[\frac{1}{12} h_2^3 + h_2 (d - 0,5h_2)^2 \right]}{1-\nu_2^2} \quad (3.12b)$$

Onde:

R_1 = rigidez da camada superior;

R_2 = rigidez da camada inferior.

Camadas não aderidas

Se não houver aderência entre as duas camadas, cada camada será considerada uma placa independente com o mesmo deslocamento dos nós. Assim, a matriz de rigidez das placas será a soma das matrizes de rigidez das duas camadas. Após os deslocamentos serem determinados, os momentos em cada nó de cada camada poderão ser calculados. Após o momento M em cada placa ser encontrado a tensão de tração na flexão f poderá ser determinada através de:

$$\sigma = \frac{Md}{I} \quad (3.13)$$

onde d é a distância da linha neutra para o topo ou a base de cada camada e I é o momento de inércia de cada camada.

Pode-se observar que, se o concreto asfáltico não for aderido à placa de concreto, será muito pequeno o efeito da redução da tensão de tração na flexão na placa de concreto. Esta conclusão é também baseada na suposição de que o momento total permanece o mesmo após o recapeamento. No entanto, o momento total deve de fato crescer após o recapeamento, então, o verdadeiro efeito pode ser até menor.

3.1.3 Procedimentos Gerais

A matriz de rigidez da placa é combinada com as matrizes de rigidez da fundação e das juntas, se existirem, para formar uma matriz de rigidez global.

Matriz de Rigidez da Placa

Na Figura 3.4 é mostrado um elemento finito retangular com nós i, j, k e l . Em cada nó existem três forças fictícias e três correspondentes deslocamentos. As três forças são a força vertical F_w , o momento sobre o eixo x F_{θ_x} , e o momento sobre o eixo y F_{θ_y} . Os três deslocamentos são a deflexão vertical na direção z w , a rotação sobre o eixo x θ_x , e a rotação sobre o eixo y θ_y . A direção positiva das coordenadas é mostrada na figura e a direção positiva dos momentos e rotações podem ser determinados pelo sentido de rotação da mão direita.

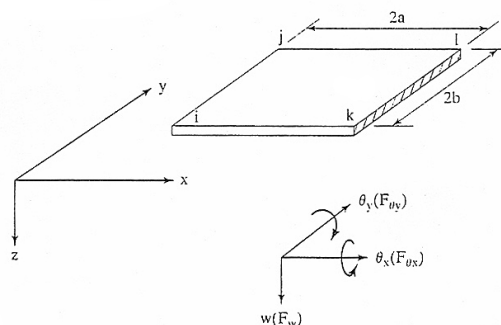


Figura 3.4: Elemento de placa retangular (Huang, 2004)

Para cada elemento, as forças e deslocamentos são relacionados através de:

$$\begin{Bmatrix} F_i \\ F_j \\ F_k \\ F_l \end{Bmatrix} = [K_p]^e \begin{Bmatrix} \delta_i \\ \delta_j \\ \delta_k \\ \delta_l \end{Bmatrix} \quad (3.14a)$$

onde $[kp]^e$ é a matriz de rigidez do elemento de uma placa com dimensões de 12×12 . Em qualquer nó:

$$F_i = \begin{Bmatrix} F_{wi} \\ F_{\theta xi} \\ F_{\theta yi} \end{Bmatrix} \delta_i = \begin{Bmatrix} w_i \\ \theta_{xi} \\ \theta_{yi} \end{Bmatrix} \quad (3.14b)$$

A matriz de rigidez da placa é obtida pela superposição da matriz de rigidez de todos os elementos. Combinando as matrizes de rigidez da placa, fundação e junta e substituindo a força nodal fictícia pela estática equivalente dos carregamentos de eixos aplicados externamente, um sistema de equações simultâneas é obtido permitindo calcular os deslocamentos nodais desconhecidos:

$$[K]\{\delta\} = \{F\} \quad (3.15)$$

onde $[k]$ é a matriz de rigidez total, $\{\delta\}$ são os deslocamentos nodais, e $\{F\}$ são as forças nodais aplicadas externamente. A matriz de rigidez total é simétrica, então apenas a metade superior da matriz precisa ser considerada. Os momentos nodais e tensões podem então ser calculados a partir dos deslocamentos nodais através da utilização da matriz de tensões tabulada por Zienkiewicz and Cheung (1967). Como as tensões em um dado nó calculadas pelas médias de um elemento são diferentes das outras obtidas dos elementos vizinhos, as tensões em todos os elementos adjacentes são calculadas e os seus valores médios são obtidos.

Rigidez das juntas

A rigidez das juntas é representada pela constante de cisalhamento da mola C_w e pela constante de momento da mola C_θ , definidos como:

$$C_w = \frac{\text{Força de cisalhamento por comprimento unitário da junta}}{\text{Diferença de deflexões entre duas placas}} \quad (3.16)$$

$$C_\theta = \frac{\text{Momento por comprimento unitário da junta}}{\text{Diferença de rotações entre duas placas}} \quad (3.17)$$

Existe um consenso geral de que cargas são transferidas através de juntas, principalmente pelo cisalhamento, com $C_\theta=0$. Ball e Childs (1975) relataram que alguns momentos podem ser transferidos através das juntas que permanecerem fechadas, mas a transferência de momento através de juntas com aberturas visíveis é desprezível.

Na Figura 3.5 é mostrada a transferência de cisalhamento através da junta pelo intertravamento dos agregados, como indicado pela mola com constante C_w . Após o carregamento, a placa esquerda deflete em um valor w_l e a mola empurra a placa da direita para baixo de uma distância w_r . A diferença na deflexão w_d é igual a $w_l - w_r$.

No método de elementos finitos, as forças de cisalhamento são concentradas nos nós ao longo da junta. Da Equação 3.16:

$$F_w = LC_w w_d \quad (3.18)$$

onde F_w é a força nodal aplicada em ambas as placas através da mola, e L é a média dos espaçamentos nodais na junta. As forças F_w podem então ser substituídas na Equação 3.15 para resolver os deslocamentos nodais.

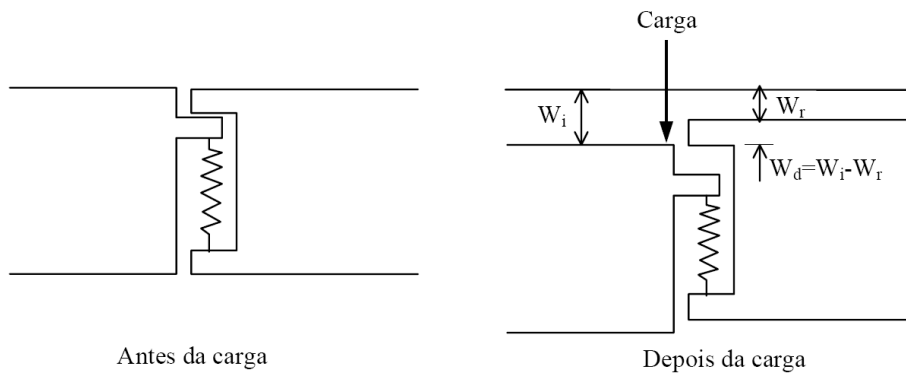


Figura 3.5: Transferência de carga através da junta por intertravamento de agregados (Huang, 1993 apud Silva, 2001)

Quando barras de aço são usadas para transmitir cisalhamento, assume-se que elas são concentradas nos nós. Se o espaçamento entre as barras é s_b , o número de barras em cada nó é L/s_b . A força F_w é dividida pelo número de barras necessárias para obtenção da força P_t em cada barra:

$$P_t = \frac{S_b F_w}{L} \tag{3.19}$$

Um procedimento simples para incluir o efeito das barras de aço na análise de elementos finitos foi apresentado por Huang e Chou (1978). Na Figura 3.6 é mostrada a transferência de cisalhamento através da junta pelas barras de aço.

A diferença de deflexão w_d é causada pela deformação cisalhante do aço ΔS e a deformação do concreto sob a barra de aço y_0 :

$$w_d = \Delta S + 2y_0 \tag{3.20}$$

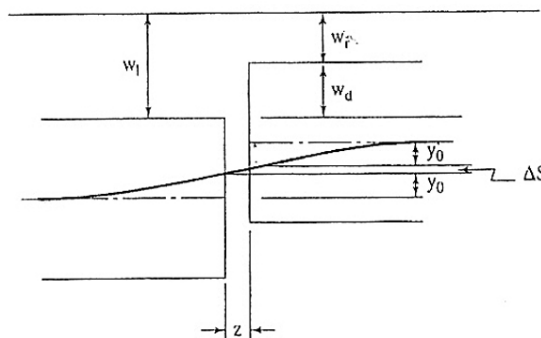


Figura 3.6: Representação da transferência de cisalhamento através das juntas pelas barras de aço (Huang, 2004)

A deformação cisalhante da barra de aço pode ser determinada aproximadamente por:

$$\Delta S = \frac{P_t z}{GA} \quad (3.21)$$

onde P_t é a força de cisalhamento em uma barra de aço, z é a largura da junta, A é a área do aço, e G é o módulo de cisalhamento do aço, que pode ser determinado por:

$$G = \frac{E_d}{2(1 + \nu_d)} \quad (3.22)$$

A deformação do concreto sob a barra de aço pode ser determinada pela fórmula:

$$y_0 = \frac{P_t(2 + \beta z)}{4\beta^3 E_d I_d} \quad (3.23)$$

Substituindo as Equações 3.21 e 3.23 na Equação 3.20, tem-se:

$$w_d = \left(\frac{z}{GA} + \frac{2 + \beta z}{2\beta^3 E_d I_d} \right) P_t \quad (3.24)$$

Substituindo a Equação 3.19 na Equação 3.24 e comparando com Equação 3.18, tem-se:

$$C_w = \frac{1}{S_b \left(\frac{z}{GA} + \frac{2 + \beta z}{2\beta^3 E_d I_d} \right)} \quad (3.25)$$

A Equação 3.25 indica que, dado o espaçamento e o diâmetro do aço e a largura da junta, a constante de cisalhamento da mola pode ser determinada. A análise é baseada na suposição de que não há degraus entre a mola (ou aço) e o concreto. Se o degrau w_g existe, então a Equação 3.18 deve ser escrita como:

$$F_w = LC_w (w_d - w_g) \quad (3.26)$$

Portanto, o termo $LC_w W_g$, deve ser subtraído do vetor força $\{F\}$ na Equação 3.15. Como $F_w=0$ quando $W_d < W_g$, a Equação 3.26 é válida apenas quando $W_d > W_g$. Como w_d varia ao longo da junta e não se sabe quanto w_d é maior que w_g , o método da tentativa – e – erro tem que ser usado se existirem degraus.

Múltiplas Placas

Na Figura 3.7 está mostrado um sistema de quatro placas com transferência de carregamento através das juntas. Para simplificar, apenas um limitado número de elementos finitos é indicado na figura. A Placa 1 é dividida em quatro elementos retangulares, a placa 2 e 3, em dois elementos cada e a placa 4 é considerada como um elemento. As placas são numeradas consecutivamente de baixo para cima e da esquerda para a direita. Começando pela Placa 1, os nós são também numerados de baixo para cima e da esquerda para a direita até a próxima placa.

A matriz de rigidez da placa é a matriz de bandas, porque as forças em um nó são afetadas pelo deslocamento em outro nó apenas quando os dois nós são localizados no mesmo elemento. Para o sistema mostrado na Figura 3.9, a máxima diferença entre dois números nodais no mesmo elemento é 4 e cada nó tem três graus de liberdade, então a mínima largura da meia banda requerida é $(4 + 1) \times 3 = 15$. Se as placas são assentadas em uma fundação líquida sem transferência de carregamento nas juntas, uma largura de meia banda igual a 15 é suficiente. O uso de uma largura e meia banda menor é altamente desejável, porque reduz o tempo de processamento e de memória para resolver as equações simultâneas. Se há transferência de cisalhamento através da junta, a máxima diferença entre os dois nós em lados opostos da junta é 9 então a mínima largura de meia banda requerida é $(9 + 1) \times 3 = 30$. Se as placas estão colocadas em uma fundação sólida ou em camada, a matriz de rigidez é completamente preenchida e tem-se uma largura de meia banda de 75.

11	13	15	23	25
SLAB 2			SLAB 4	
10	12	14	22	24
3	6	9	18	21
2	5	8	17	20
SLAB 1			SLAB 3	
1	4	7	16	19

Figura 3.7: Sistema de quatro placas adotado no programa KENSLABS (Huang, 2004)

O procedimento para cálculo da matriz de rigidez de fundação sólida ou em camadas foi descrito previamente para uma placa simples. Para múltiplas placas, é necessário distribuir a rigidez sobre os nós localizados em um mesmo ponto.

A rigidez de uma junta é representada pela constante de cisalhamento da mola e pela constante de momento da mola, como descrito anteriormente. Considerando os nós 7 e 16 da Figura 3.7 como exemplo, o cisalhamento e o momento transferidos através da junta podem ser expressos por:

$$F_{w7} = (w_{16} - w_7)C_w \quad (3.27a)$$

$$F_{\theta y7} = (\theta_{y16} - \theta_{y7})C_\theta \quad (3.27b)$$

$$F_{w16} = (w_7 - w_{16})C_w \quad (3.27c)$$

$$F_{\theta y16} = (\theta_{y7} - \theta_{y16})C_\theta \quad (3.27d)$$

onde F_w é a força de cisalhamento através da junta, w é a deflexão vertical, $F_{\theta y}$ é o momento sobre o eixo y , e θ_y é a rotação sobre o eixo y . Estas forças e momentos podem ser colocados em um vetor de força no lado direito da Equação 3.15 e as deflexões verticais e rotações são então transferidas da esquerda para formar a matriz de rigidez da junta.

Equações simultâneas

A Equação 3.15 pode ser resolvida pelo método de eliminação de Gauss. Para o sistema mostrado na Figura 3.7, o número total de Equações é 75. Se a fundação é líquida, a largura da meia banda é 30, ao invés de 15, devido à presença de juntas, então a dimensão da matriz de rigidez é $75 \times 30 = 2250$. Se a fundação é sólida ou em camadas, a largura da meia banda é 75, então a dimensão da matriz de rigidez é $75 \times 75 = 5625$. Na prática, o número de nós é muito maior do que 25. A versão anterior para DOS do KENSLABS tinha memória máxima de 600k. Então, a dimensão da matriz de rigidez era limitada a 70,000 (equivalente a 280k de memória). A versão corrente para Windows, não tem esta limitação e a dimensão da matriz de

rigidez pode ser acrescida para 1.600.000 (equivalente a 6,4MB de memória). Com o máximo permitido de 420 nós, a dimensão da matriz de rigidez para fundação sólida e em camadas é $420 \times 3 \times 420 \times 3 = 1.587.600$. No entanto, na análise do caso de contato parcial, apenas metade da dimensão pode ser usada para armazenar a nova matriz, enquanto a outra metade será utilizada para armazenar a matriz anterior. Se a insuficiência de memória for um problema, o método iterativo pode ser usado. Neste método, uma largura arbitrária de meia banda pode ser adotada. Qualquer entrada na matriz de rigidez do lado de fora da meia banda é armazenada e movida para o lado direito da Equação 3.15:

$$[K_1]\{\delta\} = \{F\} - [K_2]\{\delta_a\} \quad (3.28)$$

Onde $[K_1]$ é a matriz de rigidez dentro da meia banda adotada, $[K_2]$ é a matriz de rigidez fora da meia banda, e $\{\delta_a\}$ é o deslocamento assumido fora da meia banda. Como a matriz de rigidez fora da meia banda consiste, principalmente, da matriz da fundação, oito - nonos de entradas são de zeros, que não necessitam ser armazenados, então o armazenamento requerido para $[K_2]$ é muito pequeno.

A Equação 3.28 pode ser calculada pelo método da iteração. Primeiro, assume-se um grupo de deslocamentos $\{\delta_a\}$ e um novo grupo de deslocamento $\{\delta\}$ é calculado. Usando $\{\delta\}$ como $\{\delta_a\}$, o processo é repetido até o deslocamento convergir para a tolerância especificada. Este procedimento iterativo pode ser aplicado para todos os três tipos de fundação. A solução converge rapidamente se uma grande largura de meia banda é adotada. Se a largura da meia banda é igual ao número de equações, nenhuma iteração será necessária. No entanto, se a largura da meia banda é muito pequena, a solução pode divergir, então uma grande largura de meia banda deve ser usada. No KENSLABS, a maior largura possível da meia banda dentro das dimensões permitidas será selecionada automaticamente para a matriz de rigidez.

O uso do método de iteração mostrado com uma meia banda menor requer não apenas menos memória, como também menor tempo de processamento. Para computadores com insuficiência de memória, um programa separado utilizando apenas 100,000 como a dimensão da matriz de rigidez está disponível. Sugere-se que o KENSLABS com memória

menor seja utilizado primeiro. Se a mensagem de erro sobre insuficiência de memória aparecer, então o KENSLABS com maior memória poderá ser usado.

3.1.4 Empenamento pela temperatura

Na análise de empenamento pela temperatura, supõe-se que cada placa atua independentemente e não é restringida pelas barras de aço lubrificadas. Esta suposição é razoável se todas as placas adjacentes forem de mesma dimensão e espessura e empenarem na mesma quantidade em pontos correspondentes ao longo da junta.

Formulação Geral

A formulação geral envolvendo empenamento é similar a de carregamento. Após a matriz de rigidez ser superposta em todos os elementos e as forças nodais aplicadas serem substituídas pela equivalente estática do carregamento, aplicada externamente, as seguintes equações simultâneas podem ser obtidas para cálculo dos deslocamentos nodais:

$$\begin{bmatrix} K_p \end{bmatrix} \{\delta\} = \{F\} - \begin{bmatrix} K_f \end{bmatrix} \{\delta'\} \quad (3.29a)$$

Nestas equações, $[K_p]$ é a matriz de rigidez da placa, incluindo as juntas, se existirem, $\{\delta\}$ são os deslocamentos nodais da placa, $\{F\}$ são as forças nodais devido ao carregamento aplicado, $[K_f]$ é a matriz de rigidez da fundação e $\{\delta'\}$ são os deslocamentos da fundação. Note que o segundo termo da direita da Equação 3.29a representa as forças nodais devido à reação da fundação. Se a placa tem um total de n nós, então:

$$\{\delta\} = \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \cdot \\ \delta_i \\ \cdot \\ \delta_n \end{Bmatrix} \quad \{F\} = \begin{Bmatrix} F_1 \\ \cdot \\ F_i \\ \cdot \\ F_n \end{Bmatrix} \quad \{\delta'\} = \begin{Bmatrix} \delta'_1 \\ \cdot \\ \delta'_i \\ \cdot \\ \delta'_n \end{Bmatrix} \quad (3.29b)$$

e

$$\{\delta_i\} = \begin{Bmatrix} w_i \\ \theta_{xi} \\ \theta_{yi} \end{Bmatrix} \quad F_i = \begin{Bmatrix} F_{wi} \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad \{\delta^i\} = \begin{Bmatrix} c_i - w_i \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.29c)$$

onde o i subscrito indica o nó i ; w é a deflexão vertical, para baixo positiva; θ_x é a rotação sob o eixo x ; θ_y é a rotação sob o eixo y ; F_w é a força vertical devido ao carregamento externo aplicado, para baixo positivo; e c é o empenamento inicial de uma placa sem peso e sem restrição de deslocamento devido ao gradiente de temperatura entre o topo e a base, para cima positiva. O deslocamento do subleito indicado pela Equação 3.29c é baseado na suposição de Westergaard de contato pleno. Se a placa se empenar para cima de uma quantidade c_i , o subleito vai puxá-la para baixo na quantidade w_i , então a deflexão vertical do subleito é $c_i - w_i$. A razão pela qual F_i e δ^i contêm apenas um elemento diferente de zero é que as forças nodais i são determinadas pela estática e apenas os carregamentos verticais e reações são envolvidos. Se não há empenamento, $c_i = 0$, então w_i pode ser movido do lado esquerdo da Equação 3.29a e Equação 3.15 é obtida.

Empenamento inicial

A determinação do empenamento inicial foi apresentada por Huang e Wang (1974). Na Figura 3.8 apresenta-se, em uma escala exagerada, uma placa delgada sujeita a um gradiente de temperatura Δt entre o topo e a base. Se a placa não tem peso e restrição de movimento, ela vai formar uma superfície esférica com um raio R . Como a placa é apenas levemente curvada, o comprimento do arco na parte de cima da superfície é praticamente o mesmo da parte de baixo da superfície. O comprimento é, de fato, maior na base do que no topo, através de $\alpha_t L \Delta t$, onde α_t é o coeficiente de expansão térmica. Como o raio R é muito maior que a espessura h e L é muito maior do que $\alpha_t L \Delta t$, então pode-se facilmente demonstrar pela geometria que:

$$R = \frac{h}{\alpha_t \Delta t} \quad (3.30)$$

e

$$c = \frac{d^2}{2R} \quad (3.31)$$

onde d é a distância ao centro da placa, onde o empenamento é 0. Substituindo a Equação 3.30 na Equação 3.31, tem-se:

$$c = \frac{\alpha_t \Delta t d^2}{2h} \quad (3.32)$$

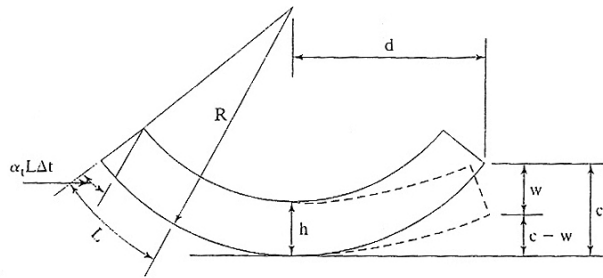


Figura 3.8: Empenamento da placa (Huang e Wang, 1974 apud Huang, 2004)

Note-se que Δt é positivo quando a placa é empenada para cima, com a temperatura na base maior que a do topo, e negativa quando o empenamento é para baixo. A suposição de que a placa permanece em contato com o subleito implica que a reação do subleito sempre existe, não importa como a placa é empenada. Se a placa é empenada para cima, o subleito vai puxar a placa para baixo, e a deflexão w é obtida, como apresentado na Figura 3.8. O deslocamento do subleito é na verdade $c - w$, como indicado na Equação 3.29c. Se w (com $\{\delta'\}$ no segundo termo do lado direito da Equação 3.29a) é movido para a esquerda e combinado com w no lado esquerdo, e se c é combinado com $\{F\}$, a Equação 3.15 é usada para o cálculo dos deslocamentos nodais. Após obter os deslocamentos as tensões podem ser calculadas.

A solução do empenamento para cima também é aplicada no empenamento para baixo. Quando a placa é empenada para baixo, o gradiente de temperatura é negativo. Se o gradiente de temperatura for o mesmo no empenamento para baixo e para cima, as tensões e deflexões serão de mesma magnitude, porém de sinais opostos.

3.1.5 Contato Placa – Subleito

Um importante fator que afeta o projeto de pavimentos de concreto é a condição de contato entre placa e fundação. Ambas as análises de Westergaard para fundações líquidas e de

Pickett para fundações tipo sólido elástico (Pickett *et al*, 1951) são baseadas na suposição de que a placa e a fundação estão em contato pleno. A suposição é válida quando não existem vazios entre placa e fundação. O peso da placa impõe naturalmente uma pré-compressão na fundação, que mantém a placa e a fundação em contato pleno. No entanto, isto não é verdade quando a placa está sujeita à variação da temperatura, que ocasiona um empenamento, ou devido aos efeitos do bombeamento, que resultam na separação entre placa e fundação.

O KENSLABS considera três tipos de contato: pleno, parcial sem vazios iniciais e parcial com vazios iniciais, sendo o programa particularmente utilizado para avaliar a evolução do efeito das condições de contato nas tensões e deflexões.

Contato Pleno

Na Figura 3.9 é representada a fundação líquida ou fundação Winkler, consistindo em uma série de molas, cada uma representando um ponto nodal na análise de elementos finitos. Quando a placa é localizada sobre a fundação, o peso da placa vai causar a pré-compressão das molas, como apresentado na Figura 3.9b. Como a placa tem espessura uniforme, cada mola se deforma na mesma quantidade e tensões serão induzidas na placa. A quantidade de pré-compressão pode ser determinada diretamente dividindo o peso da placa por unidade de área pelo módulo de reação do subleito.

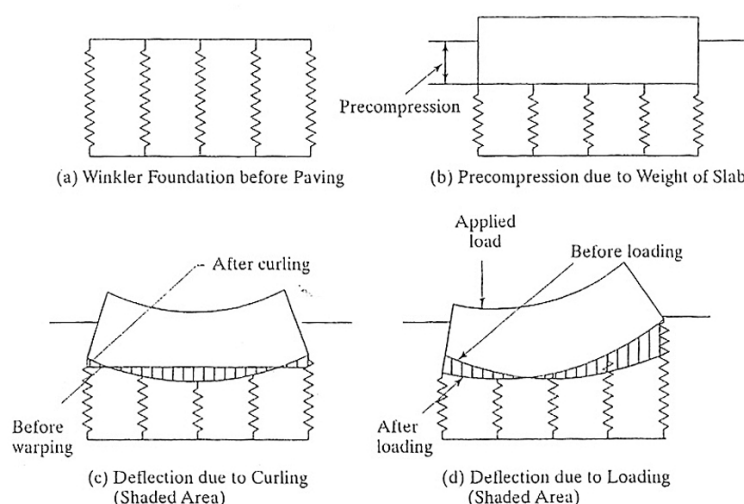


Figura 3.9: Representação da analogia das molas para contato pleno (Huang e Wang, 1974 apud Huang, 2004)

Quando a temperatura no topo da placa é mais fria que na base, como é usual durante a noite, parte da placa vai fletir para cima, como mostrado na Figura 3.9c. No entanto, a placa e a mola permanecem em contato, porque a deflexão para cima é muito menor que a pré-compressão. A deflexão da placa devido ao empenamento pode ser determinada pela subtração da pré-compressão devido ao peso da placa da deflexão devido ao peso e empenamento combinados, como indicado pela área hachurada na Figura 3.9c. O resultado é exatamente o mesmo quando se considera o empenamento individualmente. O mesmo resultado é verdadeiro quando a carga é aplicada em uma placa empenada, como mostrado na Figura 3.9d. Assim, quando a placa e o subleito estão em contato pleno, o princípio da superposição é aplicado. As tensões e deflexões devido ao empenamento e carregamento podem ser determinadas separadamente, cada uma independentemente da outra, desconsiderando o peso da placa. Este princípio forma a base da análise de Westergaard.

A maior diferença no procedimento entre contato pleno e parcial é que, no caso de contato pleno, não é necessário considerar o peso da placa, enquanto que, no caso de contato parcial, o peso da placa deve ser considerado. O último caso envolve duas etapas. Primeiro, os vazios e pré-compressões do subleito devido ao peso da placa ou devido ao peso da placa e do empenamento combinados são determinados. Estes vazios e pré-compressões são usadas para determinar as tensões e deflexões devido às cargas.

Deve-se notar que o contato pleno é um caso especial de contato parcial. Cada problema em contato parcial é analisado primeiro através da consideração de que a placa e o subleito estão em contato pleno. Se for observado que, na realidade, eles estão em pleno contato, não serão necessárias iterações. Se alguns pontos estiverem sem contato, a força de reação nestes pontos será igual a zero. O processo é repetido até que as mesmas condições de contato sejam obtidas.

Contato Parcial sem Vazios Iniciais

Este caso se aplica aos novos pavimentos não submetidos à quantidade significativa de tráfego e onde não há bombeamento ou deformação plástica do subleito. Cada mola na fundação Winkler está em boas condições e, se a placa for removida, será retomada à mesma cota, sem vazios iniciais, como mostra a Figura 3.10a. Sob o peso da placa, cada mola é

submetida a uma pré-compressão, como mostrado na Figura 3.10*b*. Se a placa for empenada para cima, vazios se formarão nas molas exteriores, como indicado pela s positiva na Figura 3.10*c*, e pré-compressões se formarão nas molas interiores, indicadas pela s negativa. Se a placa for empenada para baixo, todas as molas estarão sob pré-compressão semelhante à Figura 3.10*b*, exceto que as pré-compressões não serão iguais. Para molas muito rígidas, o vazio também pode se formar nas molas interiores.

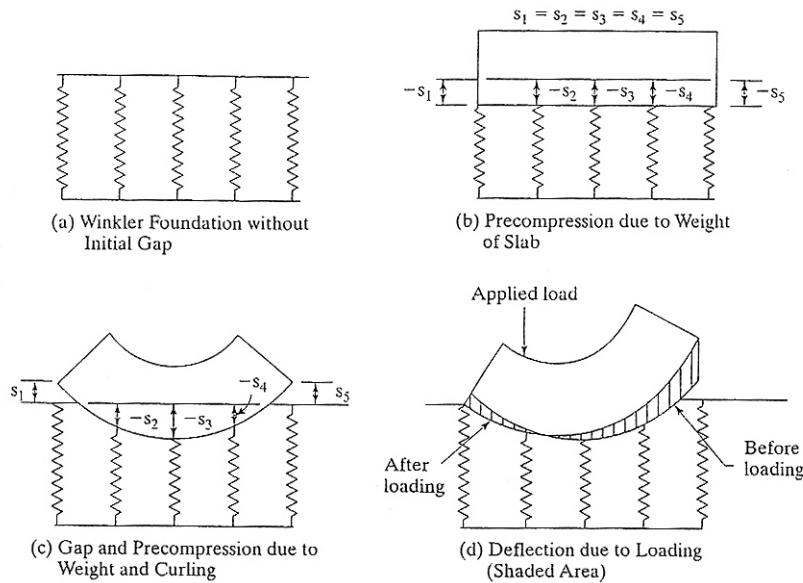


Figura 3.10: Representação de contato parcial sem vazios iniciais
(Huang e Wang, 1974 apud Huang, 2004)

Os deslocamentos devido ao peso da placa e empenamento combinados podem ser determinados pela Equação 3.29, e os deslocamentos do subleito são expressos por:

$$\delta'_i = \begin{cases} c_i - w_i \\ 0 \\ 0 \end{cases} \text{ quando } w_i > c_i \quad (3.33a)$$

$$\delta'_i = \begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \text{ quando } w_i < c_i \quad (3.33b)$$

Note-se que δ'_i na Equação 3.33*a* é o mesmo que na Equação 3.29*c* para contato pleno e será usado para início da iteração. Após cada iteração, uma verificação é feita em cada nó para descobrir se existe algum contato. Se a deflexão w encontrada for menor do que o

empenamento inicial c , então a placa não está em contato com o subleito, e o deslocamento do subleito será igual a zero, como indicado pela Equação 3.33b. Na verdade, após cada iteração, um novo conjunto de equações simultâneas é estabelecido. O processo se repete até que as equações equivalentes sejam obtidas. Na maioria dos casos, isso pode ser conseguido através de cinco ou seis iterações. Após as deflexões devido ao peso e o empenamento serem determinadas, os vazios e as pré-compressões poderão ser calculados para utilização posterior no cálculo das tensões e deflexões devido às cargas individualmente.

Para determinar as tensões e deflexões devido às cargas individualmente, os vazios e pré-compressões mostrados nas Figuras 3.10b ou 3.10c, dependendo da existência de empenamento, devem ser determinados primeiro. Usando esses vazios e pré-compressões como s , as deflexões devido às cargas isoladas, como mostrada na Figura 3.10d, podem ser determinadas a partir da Equação 3.29, exceto para os deslocamentos do subleito, que são expressos como:

$$\delta' = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \text{ quando } w_i < s_i \quad (3.34a)$$

$$\delta' = \begin{Bmatrix} s_i - w_i \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \text{ quando } w_i > s_i \text{ e } s_i > 0 \quad (3.34b)$$

$$\delta' = \begin{Bmatrix} -w_i \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \text{ quando } w_i > s_i \text{ e } s_i < 0 \quad (3.34c)$$

Na verificação de w com s , a deflexão para baixo é considerada positiva e a deflexão para cima negativa; assim, o vazio é considerado positivo e a pré-compressão negativa. Em primeiro lugar, assume-se que a placa e o subleito estão em contato pleno, e determinam-se as deflexões da placa devido à carga aplicada. Em segundo lugar, verificam-se as deflexões com s e forma-se um novo conjunto de equações baseadas nas Equações 3.34. Repete-se o processo até que as mesmas equações sejam obtidas.

Quando a placa e o subleito estão em contato parcial, o princípio da sobreposição já não se aplica. Para se determinar as tensões e as deflexões devido a uma carga aplicada, a forma da deformada da placa imediatamente antes da aplicação da carga deve ser primeiro calculada. Esta forma de deformação depende fortemente da condição de empenamento, então, as tensões e deflexões devido às cargas são sensivelmente afetadas pelo empenamento. Este fato foi comprovado nos testes rodoviários de Maryland (HRB, 1952) e da AASHO (HRB, 1962) apud Huang (2004).

Contato Parcial com Vazios Iniciais

Este caso se aplica a pavimentos que tenham sido submetidos a uma intensidade alta de tráfego. Devido ao bombeamento ou a deformação plástica do subleito, algumas molas na representação como fundação Winkler tornam-se defeituosas e, se a placa for removida, não irá retornar à cota original. Assim, os primeiros vazios são formados, como indicado pelas duas molas exteriores da Figura 3.11a. Estes vazios s devem ser assumidos antes da análise ser realizada. Os deslocamentos devido ao peso da placa, como mostra a Figura 3.11b, podem ser determinados a partir da Equação 3.29, exceto os deslocamentos do subleito, que são expressos como:

$$\delta'_i = \begin{cases} s_i - w_i \\ 0 \\ 0 \end{cases} \text{ quando } w_i > s_i \quad (3.35a)$$

$$\delta'_i = \begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \text{ quando } w_i < s_i \quad (3.35b)$$

Em primeiro lugar, assume-se que a placa e o subleito estejam em contato pleno e determinam-se as deflexões verticais da placa pela Equação 3.29a. Em seguida, marca-se a deflexão em cada nó contra o deslocamento s . Se a deflexão for menor do que a diferença, como demonstrado pela mola mais a esquerda da Figura 3.11b, então se utiliza a Equação 3.35b; se a deflexão for superior ao deslocamento, como mostrado pelas outras molas na Figura 3.11b, então se utiliza a Equação 3.35a. Repete-se o processo até que as mesmas

equações sejam obtidas. Após obter as deflexões, os vazios e pré-compressões poderão ser calculados e utilizados mais tarde, para calcular as tensões e deflexões devido à carga, se não existirem empenamentos.

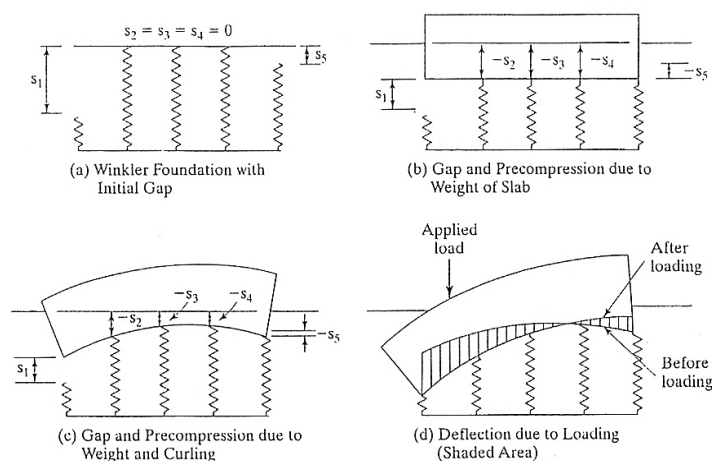


Figura 3.11: Representação de contato parcial com vazios iniciais
(Huang e Wang, 1974 apud Huang, 2004)

Pode-se ver que, se as molas tiverem o mesmo comprimento, como mostra a Figura 3.10, o peso da placa resultará em uma pré-compressão uniforme e nenhuma tensão na placa ocorrerá.

Na Figura 3.11c é mostrado o efeito combinado do peso e do empenamento quando a placa for empenada para baixo. O caso do empenamento para cima é semelhante à Figura 3.11c exceto que os vazios são medidos a partir do topo das molas defeituosas. O procedimento para determinar as deflexões é semelhante ao que envolve o peso da placa sozinha, com a exceção de que o empenamento inicial da placa, conforme indicado pela Equação 3.32, é adicionado ao vazio mostrado na Figura 3.11a para formar o vazio total e pré-compressão s para ser utilizado na Equação 3.35. Como o vazio é positivo ou zero e os empenamentos iniciais podem ser positivos ou negativos, dependendo se a placa for ondulada para cima ou para baixo, s pode ser positivo ou negativo. Após a obtenção das deflexões da placa, os vazios e pré-compressões, como mostrado na Figura 3.11c, podem ser determinados. Estes vazios e pré-compressões serão utilizadas para calcular as tensões e deflexões devido à carga sozinha, como mostrado na Figura 3.11d.

Modificações para fundações sólidas e em camadas.

O procedimento de fundações líquidas, descrito anteriormente, tem de ser modificado quando ele é aplicado a fundações sólidas ou em camadas. O verdadeiro critério para decidir a condição de contato é o de saber se existe alguma tensão entre a placa e a fundação. Em fundações líquidas, a tensão de tração é indicada se a placa se mover para cima em relação à fundação e de compressão se a placa se mover para baixo. Pela simples comparação de deflexões, como indicado pelas Equações. 3.33 e 3.34, as condições de contato podem ser observadas. Nas fundações sólidas ou em camadas, a tração ou compressão em um determinado nó é regida não apenas pela deflexão do próprio nó, mas também pela deflexão de todos os outros nós. Se a condição de contato é puramente baseada na deflexão em um nó, existe a possibilidade de que a tensão possa se desenvolver devido a deflexões em outros nós. Portanto, quando a placa e a fundação são tratadas como estando em contato com um dado nó, deve ser baseada no fato de que a força de reação atual está em compressão ou em tração, em vez de deflexões.

Primeiro, a placa e a fundação são assumidas em contato pleno e as forças de reação em cada nó são determinadas. Se a força reativa está em tração e a tração é maior do que a pré-compressão (note que o termo pré-compressão usado para fundações sólidas ou em camadas indica uma força, ao passo que na fundação líquida indica um deslocamento), o nó não está em contato e a sua força reativa é igual a zero na próxima iteração. Quando não há força reativa em um determinado nó, o nó deve ser eliminado da matriz de flexibilidade e uma nova matriz de rigidez da fundação é formada. O processo é repetido até que as mesmas condições de contato sejam obtidas.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

O programa KENSLABS, juntamente com o programa de entrada de dados SLABINP e o programa gráfico SGRAPH e CONTOUR, são partes de um pacote computacional desenvolvido em Visual Basic chamado KENPAVE. Em sua atual versão de 2004, pode ser aplicado a um máximo de 6 placas, 7 juntas e 420 nós. Cada placa pode ter um máximo de 15 nós na direção x e 15 nós na direção y . A análise de danos pode ser feita dividindo cada ano em no máximo 12 períodos, cada um com um máximo de 12 grupos de carga. O programa de

nome SLABINP pode ser usado para criar e editar arquivos de dados e cada um deles será descrito a seguir.

Tela Principal

Na Figura 3.12 é mostrada a tela principal do KENPAVE, consistindo de duas caixas de entrada no topo e 11 botões de comando na parte inferior. Os três botões esquerdos são usados para pavimentos de asfalto (flexíveis), os cinco da direita para pavimentos de concreto (rígidos), e os três restantes, para uso geral.

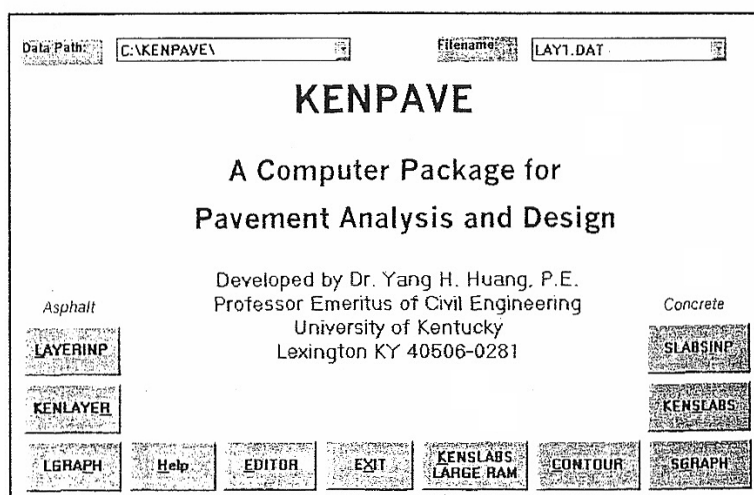


Figura 3.12: Tela Principal do KENPAVE (Huang, 2004)

SLABINP

Na Figura 3.13 está mostrada a locação dos parâmetros de entrada nas várias telas do SLABINP. Todos os parâmetros de entrada são em maiúsculo, os menus onde os parâmetros de entrada são localizados estão em letras minúsculas, exceto a primeira letra de cada nome. A letra x indica a existência de tela auxiliar, que aparecerá automaticamente quando certo parâmetro de entrada, na tela anterior, é digitado. São 10 menus na tela principal do SLABINP e 7 telas auxiliares.

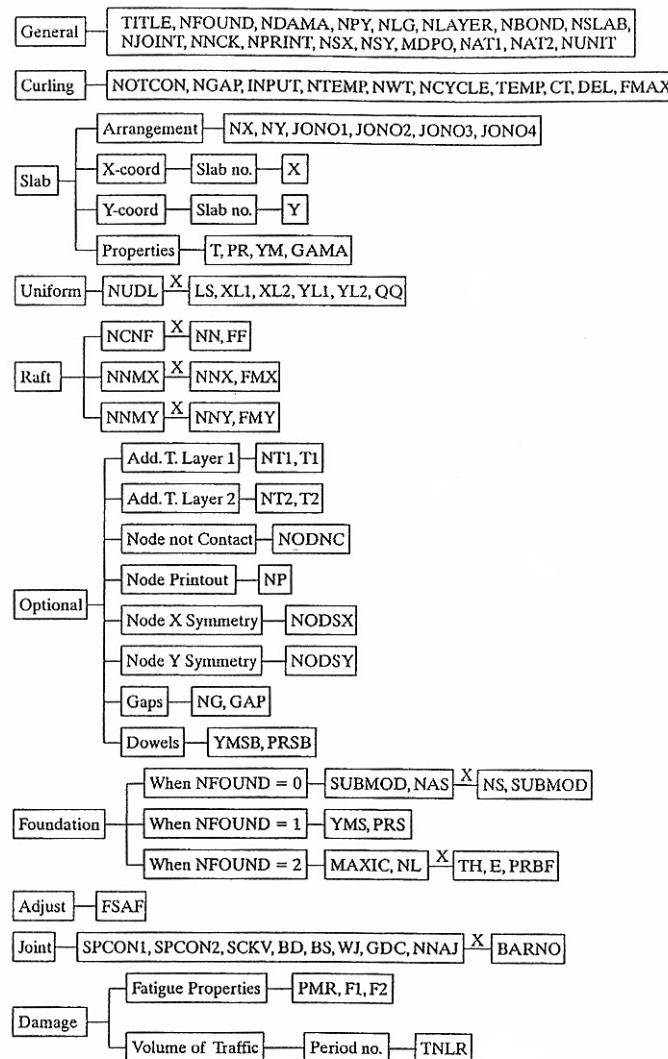


Figura 3.13: Localização dos parâmetros de entrada para vários menus no SLABSINP (Huang, 2004)

Capacidade do Programa:

1. É possível analisar no máximo seis placas, podendo-se considerar uma transferência de momento ou de cisalhamento através das juntas. A transferência de cisalhamento é modelada através da especificação de uma constante cisalhante da mola ou através da definição dos seguintes dados: tamanho, espaçamento, módulo de Young e coeficiente de Poisson das barras de transferência; abertura das juntas; módulo de suporte das barras de transferência. Pode-se analisar um espaçamento não uniforme entre as barras de transferência. A transferência de momento é modelada através de uma constante de momento da mola. A perda da barra pode ser considerada especificando o vazio entre a

barra e o concreto. Este vazio também pode ser aplicado para a constante cisalhante da mola, mas não à constante de momento da mola.

2. Cada placa pode ter diferentes espessuras e dimensões. Na mesma placa, espessuras podem variar de nó para nó. No entanto, duas placas adjacentes devem ter a mesma largura, e todas as juntas devem ser contínuas através das placas.
3. A placa pode ter duas camadas rígidas, aderidas ou não aderidas. Cada camada tem o seu próprio módulo de Young e o coeficiente de Poisson. O módulo de rigidez para determinar a rigidez da placa pode ser calculado através da Equação 3.11 para camadas não aderidas e da Equação 3.12 para camadas aderidas. A matriz de rigidez das placas é a soma das matrizes de rigidez de ambas as camadas;
4. A carga pode ser considerada uniformemente distribuída em uma área retangular ou concentrada em um determinado número de nós. Cada área de carregamento pode ter intensidades diferentes de pressão;
5. Se existir simetria com relação a um ou ambos os eixos existentes, apenas metade ou um quarto do sistema de placas precisará ser considerado (Huang, 1974b). Na Figura 3.14 são mostrados os vários casos de simetria sobre eixos simples, duplos e tandem-duplos.
6. Podem ser analisados os efeitos do empenamento térmico e de descontinuidade entre a placa e sua fundação na resposta do pavimento (tensões e deflexões);
7. As condições de contato entre placa e fundação podem ser modeladas como contato pleno em todos os nós ou apenas em alguns nós escolhidos. Podem também serem calculadas automaticamente por iterações;
8. O programa pode analisar placas com modelo de comportamento do subleito como fundação líquida, sólida ou em camadas.

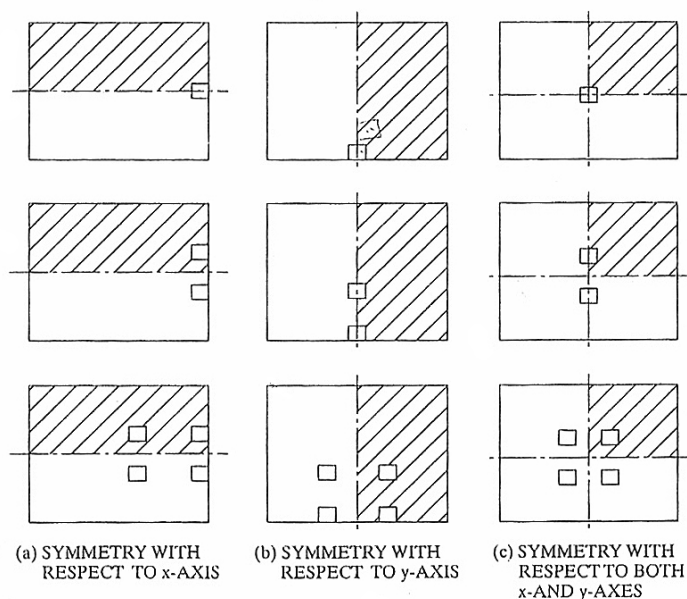


Figura 3.14: Utilização de parte da placa nos casos de simetria (Huang, 2004)

Limitações

1. Na modelagem do empenamento térmico, considera-se que cada placa se encurva segundo uma superfície esférica, independentemente das outras. Entretanto, isso só é válido quando não há transferência de momento através das juntas e cada placa pode se movimentar livremente para cima e para baixo, como no caso de aço lubrificado nas barras de transferência. Não pode ser aplicado quando as bordas das placas adjacentes são mantidas fortemente ligadas entre si, como ocorre nas juntas longitudinais com barras de ligação. Por sorte, as áreas mais críticas quanto ao empenamento para o pavimento não ocorrem na vizinhança das juntas longitudinais. Assim esta imprecisão deve ter pouco efeito no projeto final. A análise do empenamento pela temperatura é baseada na suposição de que existe apenas uma camada de placas e que a placa tem espessura uniforme. Para placas com espessuras não uniformes, a média das espessuras deve ser adotada.
2. Quando placas são compostas por duas camadas, as juntas através das duas camadas têm exatamente a mesma localização. Se a camada inferior não tiver juntas e for mais deformável que a camada superior, esta consideração deve ter pequeno efeito nas tensões da camada superior.

3. O programa não admite o uso de juntas infinitamente rígidas, onde as deflexões e rotações nos dois lados da junta são iguais. Quando uma constante de mola muito elevada é aplicada à junta, as equações para cada nó nos dois lados opostos são idênticas e o sistema de equações simultâneas se torna singular. Esta situação não ocorre na prática e pode ser detectada facilmente se a saída mostrar que a soma das forças aplicadas é significativamente diferente da soma das forças de reação. Métodos baseados na eficiência de transferência de cargas (Chou, 1981; Huang and Deng, 1982) podem ser aplicados para juntas infinitamente rígidas, mas não são usadas no KENSLABS porque não é razoável supor a mesma eficiência para todos os pontos ao longo da junta;
4. O uso de elementos retangulares limita severamente o tamanho dos elementos a serem empregados. Se pequenos elementos são usados na placa principal, elementos nas placas adjacentes vão ter exatamente a mesma largura (pequena). A limitação sobre a relação comprimento/largura de qualquer elemento não pode ser maior do que 4 ou 5 para se obter resultados mais acurados requer um grande número de elementos ao se analisar um sistema de placas. Neste caso pode-se utilizar uma malha relativamente grosseira para economizar tempo de processamento e memória. Na maioria dos casos é suficiente a utilização de elementos com largura entre 25 e 30 cm próximo à carga, podendo-se utilizar elementos maiores para as outras áreas.
5. O programa pode determinar apenas as tensões nas placas de concreto e as deflexões na placa e da fundação. As tensões em uma fundação sólida ou em camadas não podem ser determinadas.

Avaliação do Contato

Para verificar a condição de contato entre placa e fundação sob uma determinada carga, é necessário saber a condição de contato antes da carga ser aplicada. Por conseguinte, os vazios naqueles nós não em contato e a pré-compressão nos nós em contato devem ser especificados. Como esses vazios e pré-compressões antes da aplicação da carga são difíceis de determinar, a melhor forma é dividir a análise em duas etapas.

Primeiro, determinar os vazios e as pré-compressões entre placa e fundação sob peso,

empenamento pela temperatura e vazios iniciais, se houver. O vazio inicial é o vazio antes de a placa ser construída. Na realidade, não existem diferenças entre placa e fundação quando o concreto é assentado. Vazios se desenvolvem apenas após o bombeamento ou a deformação plástica da fundação ter ocorrido. Vazios iniciais podem ser visualizados como uma mudança no greide quando a placa for removida. Porque esses vazios são difíceis de prever, uma estimativa aproximada das suas possíveis ocorrências perto das bordas do pavimento ou juntas é tudo que se necessita. Testes de deflexões não destrutivos podem ser usados para detectar os vazios sob o pavimento de concreto (AASHTO. 1986) e as informações obtidas a partir desses testes em pavimentos existentes podem ser usados como uma indicação de projeto. Em seguida, com os vazios e pré-compressões obtidas na primeira fase, determinam-se as tensões e deslocamentos sob a carga aplicada. Essas duas etapas devem ser executadas no mesmo processamento, uma imediatamente após a outra, de modo que os vazios e pré-compressões determinados na etapa 1 possam ser utilizados na etapa 2.

As razões para que o empenamento e o carregamento sejam analisados separadamente, em duas etapas, são devido ao fato destes dois casos não ocorrerem com a mesma frequência e porque o módulo do subleito devido à lenta evolução do gradiente de temperatura pode ser muito menor do que o devido a carregamentos transitórios de eixo. Embora tensões devido ao empenamento pela temperatura sejam significativas em pavimentos de concreto, muitos dos atuais métodos de projeto, inclusive o da ABCP usado no país, consideram apenas a tensão devido à carga, assim, a separação da tensão de carregamento e empenamento é necessária. No entanto, o programa pode determinar o efeito combinado de empenamento e carregamento, se desejado.

Aplicações

Antes de processar qualquer projeto no KENSLABS, é necessário esboçar uma planta baixa das placas, dividindo-as em elementos finitos retangulares de diversos tamanhos e numerar as placas, nós e juntas. Ao dividir as placas em elementos finitos retangulares, não é necessário utilizar divisões muito finas. Na maioria dos casos, elementos de largura de 10 a 12 polegadas (254 a 305 mm) são suficientes para as regiões próximas à carga ou na área de interesse. Grandes elementos podem ser usados quando estão longe da carga. Para obter resultados mais precisos, a razão comprimento-largura de qualquer elemento não deve ser superior a 5. Para

modelar uma placa infinita, os limites ou bordas da placa devem ser colocados a pelo menos 10 pés (3,28 m), a partir da carga.

Numeração das Placas, nós e Juntas

Para facilitar o programa, torna-se necessário numerar as placas de modo sistemático. As placas devem ser numeradas a partir do canto esquerdo e de baixo para cima. Quando se termina uma coluna de placas, segue-se numerando a coluna seguinte da mesma maneira até que todas as placas sejam numeradas. Os nós são numerados a partir do canto esquerdo, de baixo para cima, ao longo do eixo y. Após numerar a primeira coluna, deve-se mover para a direita até que todos os nós de uma placa sejam numerados. A numeração deve continuar da mesma maneira na placa seguinte, repetindo-se este procedimento até que todos os nós do sistema sejam numerados. As juntas podem ser numeradas de maneira aleatória. Na Figura 3.15 é mostrada como exemplo a numeração das placas, nós e juntas. Também são apresentados, dentro de círculos, os números dos elementos para serem usados internamente pelo programa.

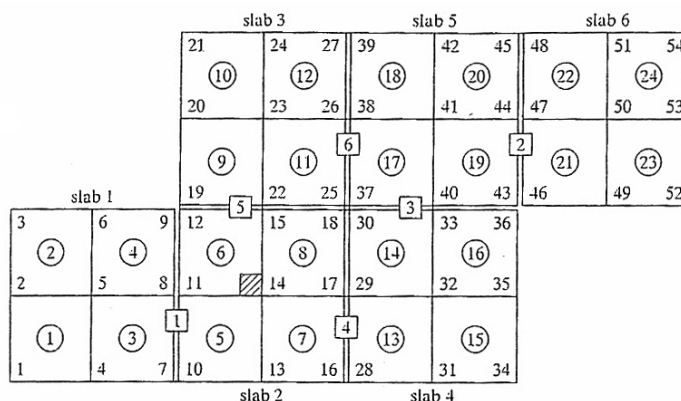


Figura 3.15: Exemplo de numeração das placas, nós e juntas (Huang, 2004)

O referido método de numeração dos pontos nodais, não é muito eficiente para múltiplas placas em uma fundação líquida, porque normalmente resulta em uma matriz de rigidez com uma grande largura de meia banda. A largura da meia banda é regida pela diferença máxima entre os números nos lados opostos das juntas. A diferença máxima das placas apresentadas na Figura 3.15 é 12 e ocorre nas juntas 4 e 6. A largura da meia banda é $(12 + 1) \times 3 = 39$. A largura da meia banda pode ser reduzida se os nós forem numerados verticalmente de baixo para cima em todas as juntas. Por exemplo, se nós 19, 20, e 21 forem alterados para 13, 14, e

15 e as juntas 13, 14, e 15 forem alteradas para 16, 17 e 18, e os demais nós forem alterados em conformidade, o número máximo de nós na direção vertical será 6, de modo que a largura da meia banda será reduzida para $(6 + 2) \times 3 = 24$. Para reduzir a largura da meia banda e poupar tempo e memória do computador para uma fundação líquida, o programa renumerará os nós verticalmente na parte inferior de uma placa ao topo da placa antes de formar a matriz de rigidez global. Esta mudança é feita internamente e os números nodais são voltados ao original, automaticamente. Este procedimento adicional é aplicado apenas às fundações líquidas quando a dimensão da matriz de rigidez é inferior a 100.000, de modo que as equações podem ser resolvidas sem iterações. Se, após a renumeração, a dimensão da matriz de rigidez matriz ainda for superior a 100.000, a numeração original será restaurada e as equações serão resolvidas por iterações. Para fundações sólidas e em camadas, não é necessário numerar os nós, porque a matriz de rigidez é sempre inteiramente preenchida, não importando como os nós forem numerados.

Um parâmetro de entrada JONO (J, I) é usado para relacionar a localização das juntas nas placas, onde o primeiro expoente, J, indica os quatro lados (esquerdo, direito, inferior e superior) de uma placa, e o segundo subscrito, I, indica o número da placa.

Tipos de Problemas a Serem Resolvidos

Os seguintes parâmetros de entrada são importantes para determinar o tipo de problema a ser resolvido:

INPUT = código indicando se vazios e pré-compressões serão obtidos a partir de um problema anterior. Digitar 0 para “não” e 1 para “sim”.

NCYCLE = número máximo de ciclos de iteração para checar o contato do subleito. Atribuir 1 para contato pleno ou quando não forem necessárias iterações e 10 para contato parcial, quando iterações forem necessárias.

NOTCON = número total de nós que são assumidos sem contato ou em que a reação do subleito é inicialmente adotada como 0. Se **NCYCLE** = 1, estes nós nunca estarão em contato.

Se $NCYCLE = 10$, esses nós podem ou não estar em contato, dependendo dos resultados obtidos nos cálculos.

NWT = código indicando se o peso da placa deve ser considerado. Atribuir 0 quando o peso não for considerado, como no caso de contato pleno, com $NCYCLE = 1$ e 1 quando o peso for considerado.

Esses parâmetros podem ser usados em combinações para analisar os seguintes casos:

Caso 1: Placa e subleito estão em contato pleno, como inicialmente assumido por Westergaard. Definir $INPUT=0$, $NCYCLE=1$, $NOTCON=0$ e $NWT=0$. Este processo não exige iterações para verificar as condições de contato.

Caso 2: Placa e fundação estão em contato pleno em alguns nós, porém completamente sem contato em outros nós. Definir $INPUT=0$, $NCYCLE=1$, $NOTCON$ como o número de nós que não estão em contato e $NWT=0$. Este processo não exige iterações para verificar as condições de contato.

Caso 3: Contato parcial sob cargas de roda deve ser analisado em duas etapas: Primeiro, determinar os vazios e as pré-compressões entre placa e fundação sob efeito do peso da placa, empenamento da placa pelo gradiente de temperatura e existência ou não de vazios. Definir $INPUT = 0$, $NCYCLE = 10$ e $NWT = 1$. Em seguida, usando os vazios e as pré-compressões assim calculadas, determinar as tensões e deflexões sob cargas de roda definindo $INPUT = 1$, $NCYCLE = 10$ e $NWT = 0$.

Caso 4: Se não existir vazios entre placa e fundação e não houver empenamento pela temperatura, um método aproximado, com um único passo, pode ser usado para analisar contato parcial sob cargas de rodas, especificando $INPUT = 0$, $NCYCLE = 10$ e $NWT = 1$. As tensões e deflexões assim determinadas são devido ao efeito combinado do peso da placa e das cargas de roda. Tendo em vista que a tensão induzida pelo peso da placa é igual a 0 para fundação tipo líquido denso, e muito pequena para fundações tipo sólido elástico ou em camadas quando comparada com a tensão devido à carga de roda, a tensão máxima obtida por este procedimento simplificado pode ser utilizada diretamente para fins de projeto. No

entanto, este procedimento não pode ser utilizado para determinar as deflexões sob cargas de roda, porque as deflexões induzidas pelo peso da placa são bastante significativas.

Análise de Danos por Fadiga da Placa

A análise de danos pode ser feita pela divisão de cada ano em um máximo de 12 períodos, cada um com um máximo de 12 grupos de carga. Como apenas as propriedades da fundação variam com a estação do ano, um fator de ajustamento sazonal da fundação (FSAF) é atribuído a cada período. O módulo de reação do subleito de uma fundação tipo líquido denso ou a matriz de rigidez de fundação sólida ou em camadas é multiplicado por este fator para simular as mudanças sazonais na rigidez da fundação.

Os danos são baseados apenas no trincamento por fadiga e são definidos em função do índice de trincamento (CI). O número de repetições admissíveis pode ser expresso como:

$$\log N_f = f_1 - f_2 \left(\frac{\sigma}{S_c} \right) \quad (3.36)$$

Onde, N_f é o número de repetições permitido, σ é a tensão de tração na placa e S_c é o módulo de ruptura do concreto. Darter e Barenberg (1977) recomendaram a utilização de $f_1 = 16,61$ e $f_2 = 17,61$. As seguintes equações de fadiga são recomendadas pela PCA (Packard e Tayabji, 1985):

$$\text{Para } \frac{\sigma}{S_c} \geq 0,55: \log N_f = 11,737 - 12,077 \left(\frac{\sigma}{S_c} \right) \quad (3.37a)$$

$$\text{Para } 0,45 < \frac{\sigma}{S_c} < 0,55: N_f = \left(\frac{4,2577}{\sigma/S_c - 0,4325} \right)^{3,268} \quad (3.37b)$$

$$\text{Para } \frac{\sigma}{S_c} \leq 0,45: N_f = \text{ilimitado} \quad (3.37c)$$

Após a determinação do número de repetições admissíveis, a taxa de danos, como definida pela Equação 3.38 para pavimentos flexíveis, pode ser utilizada no cálculo da vida de projeto. Como apenas os danos pelo trincamento por fadiga são considerados, o índice de trincamento, CI, que é o mesmo que a taxa de danos, D_r , é utilizado para pavimentos rígidos.

$$D_r = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^m \frac{n_{i,j}}{N_{i,j}} \quad (3.38)$$

Onde, D_r é a taxa de danos no fim de um ano, $n_{i,j}$ é o número previsto de repetições da carga j no período i , $N_{i,j}$ é o número admissível de repetições de carga, baseadas nas Equações 3.36 ou 3.37, p é o número de períodos em cada ano, e m é o número de grupos de carregamento. A vida de projeto, que é igual a $1/D_r$, é avaliada tanto pelo trincamento por fadiga como pela deformação permanente, e a que conduzir a uma vida mais curta controla o projeto.

Como a análise de danos é para ser realizada acumulativamente, seja por somatório dos danos acumulados pelas passagens dos eixos, é controlada pelo parâmetro de entrada NDAMA. Se NDAMA = 0, nenhuma análise de danos será realizada. Se NDAMA = 1, as equações 3.37 recomendadas pela PCA serão utilizadas. Se NDAMA = 2, a Equação 3.36 será utilizada e os coeficientes f_1 e f_2 devem ser definidos pelo próprio usuário. Para simplificar o programa, NCYCLE deve ser igual a um, quando o número de períodos (NPY) ou o número de grupos de carga (NLG) for superior a um.

O método da PCA (PCA, 1984) trata uma carga de eixo em tandem como uma repetição, e o método de manutenção-zero (Darter e Barenberg, 1977), como dois. Teoricamente, a análise de danos de eixos em tandem é semelhante à de pavimentos flexíveis, exceto que a tensão de tração causada pela passagem do primeiro eixo é σ_a e do segundo eixo é $\sigma_a - \sigma_b$. Se $\sigma_a - \sigma_b$ for muito menor que σ_a , a razão de tensões - entre a tensão de tração na flexão e o módulo de ruptura- devido à segunda carga será provavelmente menor do que 0.45 e, de acordo com os critérios de fadiga da PCA, não deve ter efeito sobre os danos pela fadiga. Assim, a hipótese de carga de um eixo em tandem como uma repetição é mais razoável. Isto está em sintonia com a análise da erosão, baseada na deflexão de canto em que uma carga de eixo tandem deve ser considerada como uma repetição. Pela mesma razão, a passagem de uma carga de eixos triplos, deve ser contada como uma repetição.

Se a razão de tensões devido a $\sigma_a - \sigma_b$ for superior a 0.45, ou a equação 3.36 sem tal limite for utilizada, então a segunda e terceira carga de eixo vão ter algum efeito no dano de fadiga. Estes danos adicionais podem ser analisados pelo programa KENSLABS.

Análise danos por erosão da fundação

Defeitos no pavimento como bombeamento, erosão na sub-base ou no subleito e trincamento nas juntas, são relacionados mais às deflexões que às tensões de tração. A deflexão mais crítica no pavimento ocorre no canto da placa, quando um eixo está localizado na junta, próximo ao canto.

As principais causas de insucesso nas pistas de teste da AASHO foram por bombeamento e erosão na camada de sub-base granular sob as placas. No entanto, não puderam ser obtidas correlações satisfatórias entre deflexões de canto e o desempenho destes pavimentos. Descobriu-se que, para se poder prever o desempenho, diferentes valores de critérios de deflexão devem ser aplicados, dependendo da espessura da placa e , de forma menos intensa, do módulo de reação do subleito. A melhor correlação foi obtida relacionando o desempenho à um fator chamado de taxa de trabalho, definida como o produto da deflexão no canto pela pressão p na interface placa-fundação, dividida pelo comprimento da bacia de deflexão, que é função do raio de rigidez relativa ℓ . A concepção é que placas finas com bacias de deflexão curtas, recebem cargas de punção maiores que placas espessas. A equação seguinte foi desenvolvida para calcular a repetição de carregamento admissível:

$$\log N = 14.524 - 6.777(C_1 P - 9.0)^{0.103} \quad (3.39)$$

Nesta equação, N é o número de repetições de carga admissível (baseada em PSI de 3.0), C_1 é um fator de ajustamento (com valor igual a 1 para sub-bases sem estabilização química e 0.9 para sub-bases estabilizadas), e P é a taxa de trabalho ou energia, definida por:

$$P = 268.7 \frac{p^2}{hk^{0.73}} \quad (3.40)$$

onde p é a pressão na fundação sob o canto da placa em psi (que é igual a $k \times w$ para uma fundação líquida), h é a espessura da placa, em in., e k é o módulo de reação do subleito, em psi. A equação para danos por erosão é:

$$\text{Porcentagem de danos por erosão} = 100 \sum_{i=1}^m \frac{C_2 n_i}{N_i} \tag{3.41}$$

Onde, $C_2 = 0.06$ para pavimentos sem acostamentos de concreto e 0.94 para pavimentos com acostamentos de concreto e barras de ligação e transferência. Com acostamentos de concreto, a deflexão no canto não é significativamente afetada pela passagem de carregamentos pesados, então um valor grande de C_2 pode ser usado. A porcentagem de danos por erosão deve ser inferior a 100%.

3.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Com o uso do programa KENSLABS, foram feitas por Huang (2004) algumas análises de sensibilidade para determinar o efeito do tamanho da malha de elementos finitos e de vários parâmetros de projeto na resposta do pavimento. Estes estudos serão apresentados a seguir.

3.3.1 Tamanho da Malha

O efeito do tamanho da malha é discutido separadamente para as cargas nos bordos e cantos da placa. Duas camadas não aderidas de placas com juntas de agregados intertravados foram utilizadas nesta análise. A seção transversal das placas é a mostrada na Figura 3.16, e uma constante de mola de 100000 psi (690 MPa) foi utilizada para a junta transversal e 31570 psi (218 MPa), para a junta longitudinal.

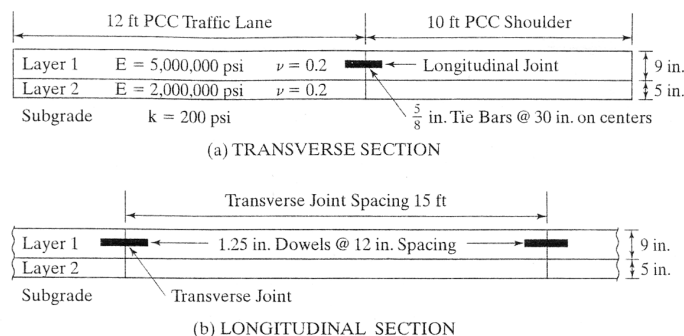


Figura 3.16: Seção transversal de pavimento de concreto

Na Figura 3.17 é apresentada a malha de elementos finitos para um sistema de quatro placas, quando se analisa um eixo simples de rodas duplas para carregamento de borda.

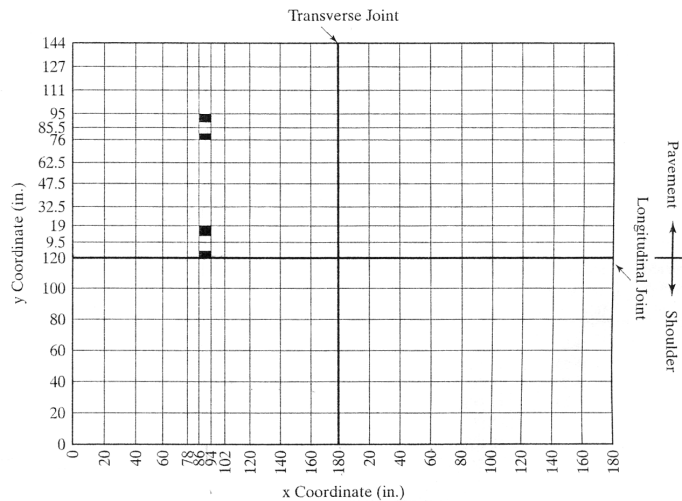


Figura 3.17: Malha de elementos finitos para análise de carregamento na borda longitudinal (Huang, 2004)

Na Figura 3.18 é apresentada uma malha para um sistema de quatro placas sendo analisado o efeito de um eixo simples de rodas duplas para carregamento de canto.

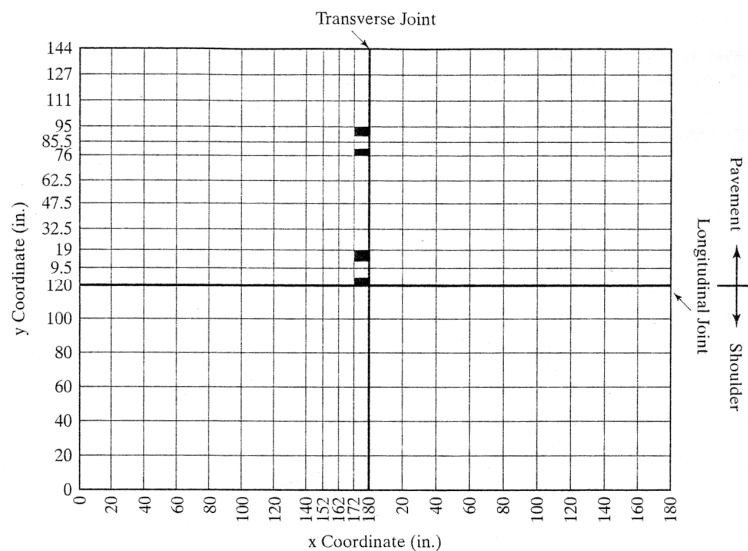


Figura 3.18: Malha de elementos finitos para análise de carregamento de canto (Huang, 2004)

Carregamento nas bordas

Como as juntas transversais não têm praticamente nenhum efeito na resposta crítica sob carregamento de borda, um sistema de duas placas consistindo da placa principal e o

acostamento pode ser usado para substituir um sistema com quatro placas, mostrado na Figura 3.17. Três diferentes malhas, designadas como fina, média e grossa (ou grosseira) foram utilizadas, como mostra a Figura 3.19. Devido à simetria existente, apenas metade das placas precisa ser considerada. A malha fina é semelhante à que foi mostrada na Figura 3.17, com exceção de alguns ajustes feitos junto à carga. Isto foi necessário porque o eixo x deve passar pelo centro das áreas das cargas, para manter a simetria, e nenhuma linha neste ponto foi usada na figura 3.17.

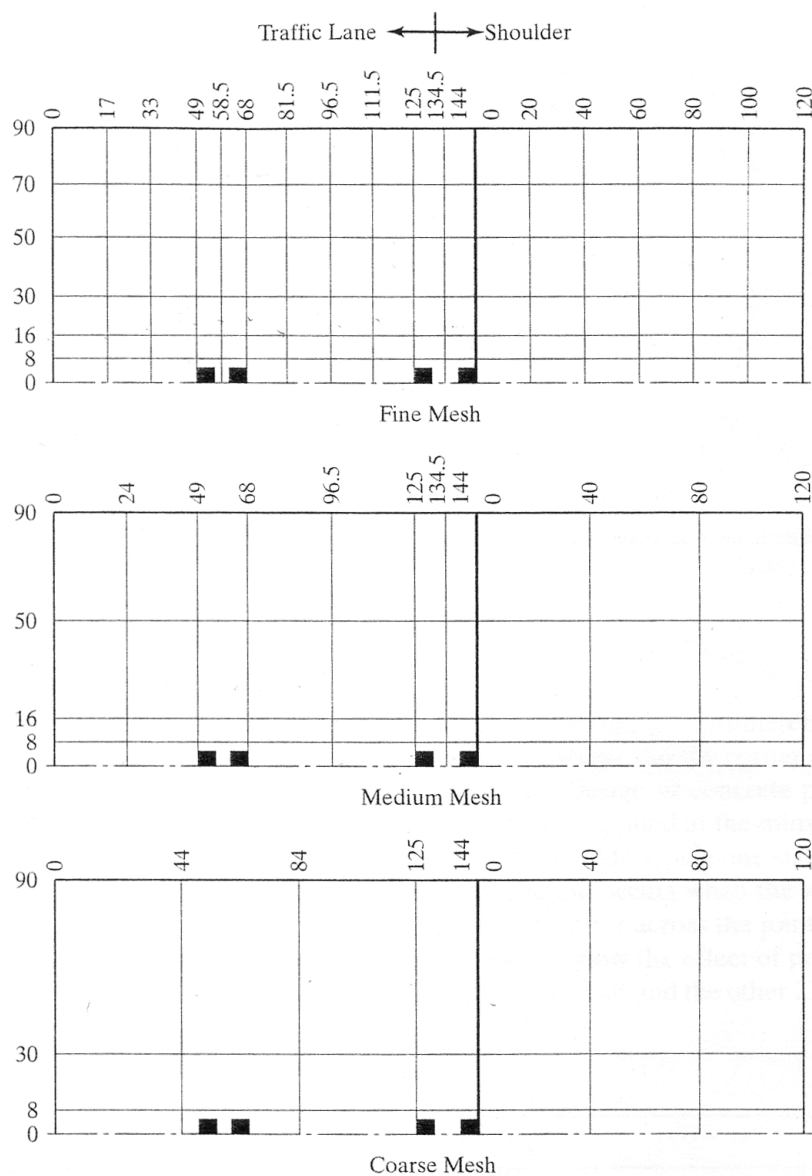


Figura 3.19: Malha fina, média e grossa para análise de carregamento de borda (Huang, 2004)

Sabe-se que a tensão máxima nas bordas acontece sob o centro, mais do que na borda, nas áreas carregadas, então a divisão mostrada na figura 3.21 é mais razoável do que a Figura 3.19 e resulta em maior tensão na borda.

Na Tabela 3.1 é mostrado o efeito do tamanho da malha nas respostas do pavimento sob carregamentos na borda. Comparações foram feitas com uma junta longitudinal de eficiência mínima, as tensões máximas de tração na base da placa e na base, a tensão máxima do subleito e a deflexão máxima. Os valores em parênteses são as razões entre cada tipo de malha em relação à malha fina.

Tabela 3.1: Efeito do tamanho da malha na resposta do pavimento sob carregamento de borda (Huang, 2004)

Mesh size	No. of nodes	Minimum longitudinal joint efficiency	Maximum tensile stress (psi)		Maximum subgrade stress (psi)	Maximum deflection (10^{-3} in.)
			Slab	Base		
Fine	133	73	204.1 (1.00)	45.4 (1.00)	1.57 (1.00)	7.83 (1.00)
Medium	60	73	191.9 (0.94)	42.6 (0.94)	1.43 (0.91)	7.15 (0.91)
Coarse	36	73	178.5 (0.87)	39.7 (0.87)	1.35 (0.86)	6.75 (0.86)

Note. 1 in. = 25.4 mm, 1 psi = 6.9 kPa.

Pode-se perceber que utilizando a malha mais grosseira obtêm-se menores tensões e deflexões, então o uso de malha grosseira pode não estar a favor da segurança. Observe que a diferença máxima entre a malha grosseira, com 36 nós e a malha fina, com 133 nós é de 14% neste caso, para este eixo analisado.

Carregamento de Canto

A malha fina para carregamento de canto é a mesma mostrada na Figura 3.18, enquanto a média e grosseira nas Figuras 3.20 e 3.21. As comparações estão apresentadas na Tabela 3.2. Pode-se perceber que os resultados obtidos utilizando as malhas médias e finas são bem parecidos, porém os obtidos pela malha grosseira são exageradamente menores. Isto é esperado, porque uma das placas foi dividida somente em 6 elementos finitos, que com certeza não são suficientes.

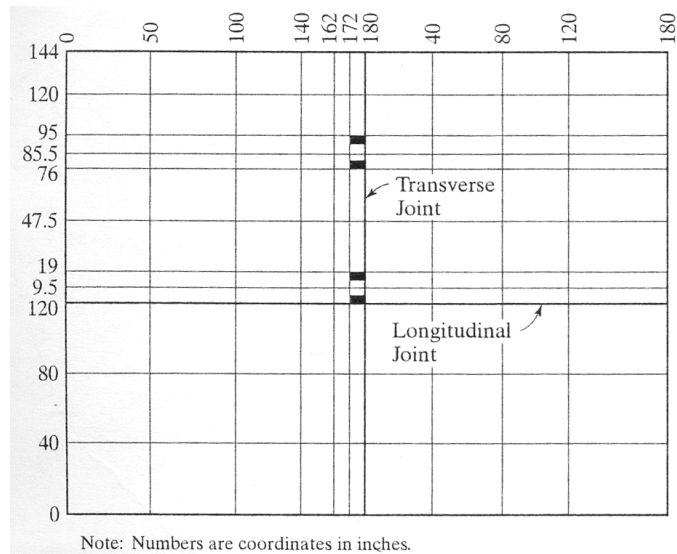


Figura 3.20: Malha média de elementos finitos para carregamento de canto (Huang, 2004)

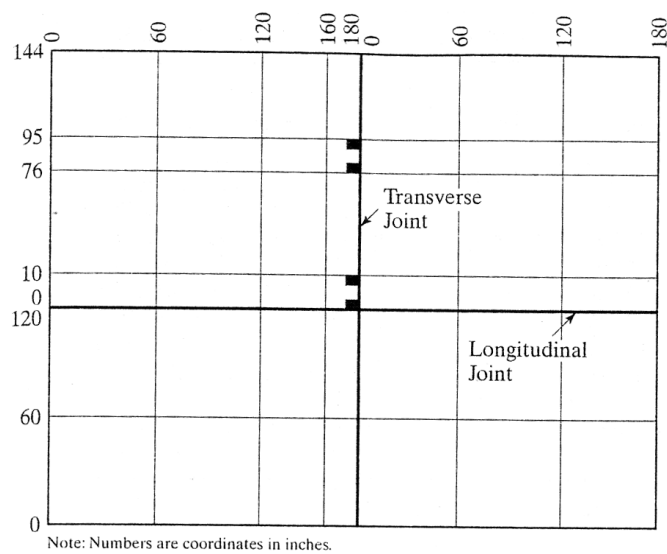


Figura 3.21: Malha grosseira de elementos finitos para carregamento de canto (Huang, 2004)

Tabela 3.2: Efeito das dimensões da malha na resposta do pavimento sob carregamento de canto (Huang, 2004)

Mesh size	Number of nodes	Minimum joint efficiency		Maximum principal tensile stress (psi)		Maximum subgrade stress (psi)	Maximum deflection (10^{-3} in.)
		Transverse (%)	Longitudinal (%)	Slab	Base		
Fine	418	85	64	96.3 (1.00)	21.4 (1.00)	2.4 (1.00)	11.8 (1.00)
Medium	156	83	64	91.2 (0.95)	20.3 (0.95)	2.1 (0.89)	10.6 (0.89)
Coarse	72	82	64	43.2 (0.45)	9.6 (0.45)	1.8 (0.75)	8.9 (0.75)

Note. 1 in. = 25.4 mm, 1 psi = 6.9 kPa.

3.3.2 Efeito de Alguns Parâmetros de Projeto

O programa KENSLABS foi utilizado por Huang para determinar o efeito de diversos parâmetros de projeto sobre a resposta dos pavimentos. As respostas comparadas são as tensões nas bordas e deflexões nos cantos das placas, ambos utilizados pelo método da PCA (1984) para projeto de pavimentos de concreto. A tensão na borda mais crítica ocorre quando a carga de eixo é aplicada no ponto médio da borda da placa, equidistante das juntas transversais, assim, caso o pavimento seja construído sem acostamentos de concreto, apenas uma placa é necessária na análise. A deflexão mais crítica no canto ocorre quando a carga de eixo é aplicada na junta, sendo necessário um sistema de duas placas com transferência de cisalhamento através da junta para a análise. A placa utilizada nesta análise foi admitida com 12 ft (3,66m) de largura. Para mostrar o efeito do comprimento do painel na tensão e deflexão, dois diferentes comprimentos foram usados, um de 15 ft (4,57m) e outro 23 ft (7,0m).

Tensão nas bordas

Na Figura 3.22 é mostrada a divisão da placa em elementos finitos retangulares. Por simetria, apenas metade da placa precisa ser considerada. O caso padrão consiste de uma carga de eixo simples de 18 kips (80-kN), com espaço entre as rodas duplas de 13,5 in (343 mm), distância entre cada conjunto de rodas de 77 polegadas (1,96 m), e pressão de contato de 75 psi (517 kPa). O tipo do pneu foi admitido de 9,3 × 6,5 polegadas (236 X 165 mm) e, devido à simetria, apenas metade do comprimento é apresentado, conforme indicado pelos retângulos sombreados na figura. A placa é de 8 polegadas (203 mm) de espessura, com módulo de Young de 4×10^6 psi (27,6 GPa) e um coeficiente de Poisson de 0,15. A fundação tem um módulo de reação do subleito de 100 pci (27,2 MN/m³) e não há empenamento pela temperatura.

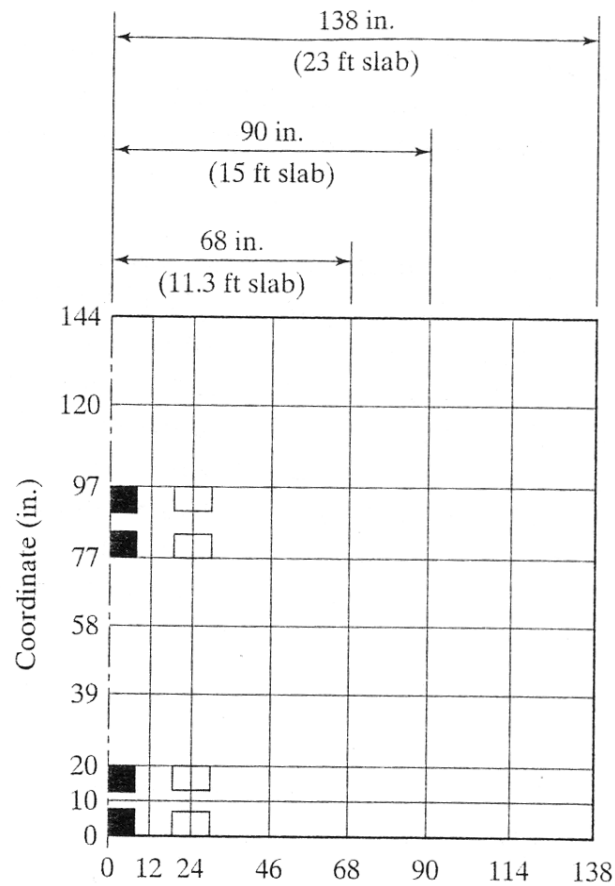


Figura 3.22: Malha utilizada na análise de sensibilidade da tensão nas bordas pelo KENSLABS (Huang, 2004)

Além deste arranjo, chamado de caso padrão, mais oito casos, cada um deles com apenas um parâmetro diferente do caso padrão, também foram analisados. Os resultados são apresentados na Tabela 3.3. Nesta tabela, as razões dos parâmetros são os valores dos parâmetros em um dado caso dividido pelo mesmo parâmetro do caso padrão. As tensões consideradas são as tensões na borda diretamente sob a carga de eixo e a taxa de tensão é a razão da tensão entre o caso em questão e o caso padrão. Pode-se verificar que em todos os casos, exceto no número 4, a tensão na borda para 23ft (7,0m) de placa é menor que para 15ft (4,57m) de placa. Um processamento separado do caso padrão para uma placa 11,30ft (3,45m) de comprimento resultou em tensões na borda de 316,77 psi (2,19 MPa), indicando que a de 15 pés (4,57 m-) é a placa mais crítica com a maior tensão de borda.

Tabela 3.3: Análise de sensibilidade das tensões na borda devido a vários fatores (Huang, 2004)

Case	Parameter ratio	15-ft slab		23-ft slab	
		Stress (psi)	Stress ratio	Stress (psi)	Stress ratio
Standard case	1.00	326.10	1.00	320.79	1.00
1. Slab thickness, 10 in.	1.25	233.13	0.72	231.26	0.72
2. Concrete modulus, 8×10^6 psi	2.00	365.53	1.12	363.69	1.13
3. Subgrade k , 300 pci	3.00	265.21	0.82	264.65	0.83
4. Warpage $\Delta t = 12^\circ\text{F}$		321.89	0.99	322.02	1.00
5. Warpage $\Delta t = -24^\circ\text{F}$		354.56	1.09	330.63	1.03
6. Tandem		284.98	0.87	282.34	0.88
7. Solid foundation, 8-in. slab $E_f = 4000$ psi, $\nu_f = 0.35$		329.46	1.01	325.31	1.01
8. Solid foundation, 10-in. slab $E_f = 4720$ psi, $\nu_f = 0.35$		237.51	0.73	234.67	0.73

Note. 1 psi = 6.9 kPa, 1 in. = 25.4 mm, 1 pci = 271.3 kN/m³, 1 ft = 0.305 m.

Da Tabela 3.3, pode-se fazer os seguintes comentários:

1. Aumentando a espessura da placa de 8 polegadas (203 mm) para 10 polegadas (254 mm) diminui a tensão na borda em 28%, indicando que a espessura é muito eficaz na redução da tensão na borda.
2. Aumentando o módulo de Young do concreto de 4×10^6 psi (27,6 GPa) para 8×10^6 psi (55,2 GPa), aumenta a tensão na borda de apenas 12 a 13%. Como o aumento da tensão é muito menor do que o aumento na rigidez resultante do módulo maior, o uso de concreto de alta qualidade para a placa tem um efeito benéfico.
3. Aumentando o módulo de reação do subleito de 100pci (27,2 MN/m³) para 300 pci (81,5 MN/m³) diminui a tensão na borda de apenas 17 a 18%. Isto mostra que pode ser antieconômico aumentar o módulo de reação do subleito apenas com o propósito de reduzir a tensão na borda. A tensão pode ser reduzida mais eficientemente pelo acréscimo na espessura da placa.
4. Quando a temperatura na base da placa for 12°F (6,7°C), mais elevada do que no topo, a placa empenará para cima, causando uma perda de contato do subleito nas bordas da placa. Esta perda do contato do subleito tem um efeito significativo nas tensões devido ao carregamento na direção transversal, mas pouco efeito na tensão das bordas na direção

longitudinal. Na verdade, para a placa de 15 ft (4,57m) decresce como resposta à transferência da reação do subleito da borda para o interior da placa.

5. Quando a temperatura no topo da placa for de 24°F (13,3°C) mais elevada do que na base, a placa empenará para baixo, causando a perda de contato do subleito com o interior da placa. A tensão na borda correspondente a este gradiente de temperatura é de cerca de 9% na placa de 15 ft (4,57m) e 3% na de 23 ft (7,00m). O aumento é causado pela transferência de reação do subleito do interior para a borda da placa, resultando em maiores tensões na borda na direção longitudinal.
6. Quando a placa é submetida a uma carga de eixo tandem de 36-kip (160-kN), como indicado pelos retângulos não hachurados na Figura 3.22, a tensão máxima na borda ocorre sob o eixo tandem. O momento negativo causado pelo outro eixo, torna a tensão na borda devido ao eixo tandem menor do que aquela devido a um único eixo.
7. O caso padrão para fundação líquida é equivalente quanto às tensões geradas a uma fundação sólida com um módulo elástico de 4000 psi (27,6 MPa) e um coeficiente de Poisson de 0,35, conforme indicado pela Equação 3.6. A tensão na borda obtida para a fundação líquida está de acordo com a obtida para a fundação sólida nas condições adotadas nesta simulação.
8. Quando a espessura da placa é aumentada de 10 in. (254 mm), o módulo elástico de fundação sólida deve ser de 4720 psi (32,6 MPa), de acordo com Equação 3.6. A tensão na borda baseada na fundação sólida também concorda razoavelmente bem com o caso 1, baseado na modelagem de fundação tipo líquido denso.

Deflexão de Canto

Na Figura 3.23 está apresentada a malha de elementos finitos para um sistema de duas placas sob carga de eixo simples de 18-kip (80kN) aplicada na junta, como indicado pelo retângulo hachurado. O caso padrão é o mesmo da análise de tensão na borda com as seguintes informações para juntas com barras de transferência: espaçamento das barras de 12 in. (305 mm); diâmetro da barra de 1,0 in. (25,4mm); módulo de suporte da barra de $1,5 \times 10^6$ pci

(407 GN/m³); e abertura da junta de 0,125 in. (3,18mm). Além do caso padrão, treze outros casos foram analisados, com os resultados tabulados na Tabela 3.4. Salvo quando explicitamente colocado, os resultados baseiam-se nos resultados das placas de 15 ft (4,6m). Verificou-se que os mesmos resultados foram obtidos para as placas de 23 ft (7,0m), o que indica que o comprimento da placa não tem praticamente nenhum efeito sobre as deflexões de canto.

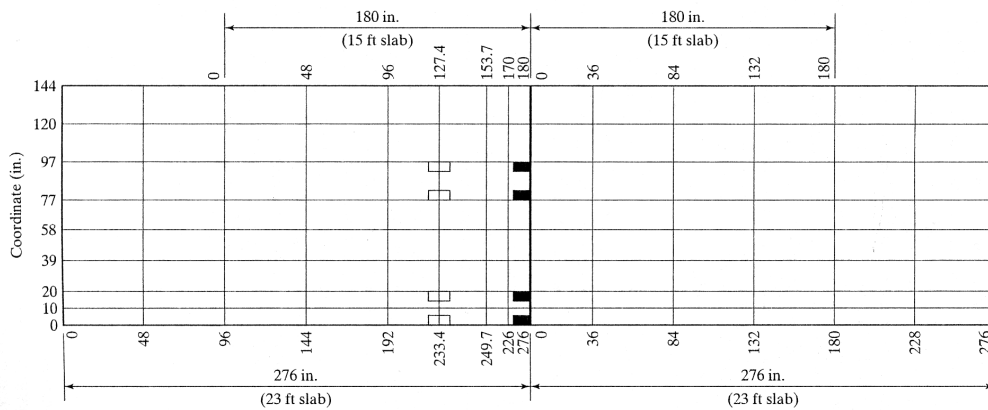


Figura 3.23: Modelo utilizado na análise de sensibilidade da deflexão no canto pelo programa KENSLABS (Huang, 2004)

Tabela 3.4: Análise de sensibilidade de vários fatores nas deflexões de canto (Huang, 2004)

Case	Parameter ratio	Deflection (in.)	Deflection ratio
Standard case	1.00	0.0353	1.00
1. Slab thickness, 10 in.	1.25	0.0291	0.82
2. Concrete modulus, 8×10^6 psi	2.00	0.0289	0.82
3. Subgrade $k = 300$ pci	3.00	0.0177	0.50
4. Dowel diameter, 1.5 in.	1.50	0.0343	0.97
5. Modulus of dowel support, 1.5×10^5 pci	0.10	0.0413	1.17
6. Gap between dowel and concrete, 0.01 in.		0.0404	1.14
7. Tandem		0.0458	1.30
8. Warpage $\Delta t = 12^\circ\text{F}$ (15-ft slab)		0.0391	1.11
9. Warpage $\Delta t = 12^\circ\text{F}$ (23-ft slab)		0.0391	1.11
10. Warpage $\Delta t = -24^\circ\text{F}$ (15-ft slab)		0.0366	1.04
11. Warpage $\Delta t = -24^\circ\text{F}$ (23-ft slab)		0.0361	1.02
12. Solid foundation, 8-in. slab, $E_f = 6400$ psi, $\nu_f = 0.35$		0.0362	1.03
13. Solid foundation, 10-in. slab, $E_f = 7560$ psi, $\nu_f = 0.35$		0.0288	0.82

Note. 1 in. = 25.4 mm, 1 psi = 6.9 kPa, 1 pci = 271.3 kN/m³, 1 ft = 0.305 m.

Da Tabela 3.4 podem ser feitos os seguintes comentários:

1. Aumentando a espessura da placa em 25% a deflexão de canto decresce apenas 18%, indicando que a espessura não é tão eficaz na redução da deflexão de canto como na redução da tensão na borda;
2. Aumentando o módulo de Young do concreto, diminui a deflexão de canto, que é um contraste com o efeito deste fator na tensão de borda;
3. Triplicando o módulo de reação do subleito reduz-se a deflexão da borda em 50%. Comparado com os 18% de redução da tensão da borda, o melhoramento no subleito é mais eficaz na redução da deflexão da borda.
4. Aumentando o diâmetro da barra em 50% diminui a deflexão no canto em apenas 3%. No entanto, barras de maior diâmetro reduzem a tensão entre barras e concreto e previne falhas nas juntas.
5. Reduzindo o módulo de suporte da barra de $1,5 \times 10^6$ para $1,5 \times 10^5$ pci (407 para 40,7 GN/m³) aumenta a deflexão na borda em 17%.
6. A perda das barras (uma diferença de 0,01 in. (0,25mm) entre barra e concreto) aumenta a deflexão no canto em 14%.
7. A aplicação de uma carga de eixo simples 18kip (80-kN) adicional, como indicado pelos retângulos não sombreados na Figura 3.23, para formar uma carga de eixo tandem de 36-kip (160kN) aumenta a deflexão de canto em 30%. O fato de que o eixo tandem diminui a tensão na borda em 13% mas aumenta a deflexão no canto em 30% explicam porque cargas de eixo simples são normalmente mais críticas em análise de fadiga e os eixos-tandem são mais críticos na análise de erosão (PCA, 1984).
8. O empenamento para cima da placa de 15 ft (4,6 m) pelo gradiente de temperatura de 12°F (6,7°C), aumenta a deflexão de canto em 11%. A deflexão é medida na posição

empenada. A verdadeira deflexão do subleito é apenas 0,0241 in. (0,61mm), devido à existência de vazios de 0,0150in. (0,38mm), antes do carregamento.

9. Originalmente se suspeitava que placas longas tivessem mais empenamento nos cantos e então resultaria em maiores deflexões nos cantos. No entanto, a comparação entre os casos 8 e 9 indicam que isto não é verdadeiro. Apesar do empenamento inicial de uma placa sem peso ser maior para placas longas, o empenamento final é quase sempre o mesmo devido ao maior peso das placas longas. Assim, quando a placa se empena para cima, a deflexão no canto não é afetada pelo comprimento da placa.
10. Quando as placas se empenam para baixo, sob um gradiente de temperatura de 24°F (13,3°C), a deflexão de canto de uma placa de comprimento de 15 ft (4,6m) aumenta em 4%. Este aumento é provocado pela perda de contato no subleito no interior da placa. Sem a reação do subleito para puxar a placa para baixo e neutralizar o carregamento no canto, a deflexão de canto irá aumentar.
11. Sob o mesmo gradiente de temperatura do caso 10, para placa de 15 ft (4,6m) a deflexão de canto para placa de 23 ft (7,0m) aumenta em apenas 2%. O menor aumento nas placas longas é razoável, porque o interior de placas longas está mais longe do canto e a perda de contato com o subleito no interior deve ter apenas um pequeno efeito na deflexão de canto.
12. O caso padrão para fundação líquida é equivalente ao de fundação sólida com um módulo elástico de 6.400 psi (44,2MPa) e coeficiente de Poisson de 0,35, como indicado na Equação 3.7. A deflexão de canto obtida pela fundação líquida coincide razoavelmente com os valores para fundação sólida no caso analisado.
13. Baseada na Equação 3.7, o módulo elástico da fundação sólida deve ser de 7560 psi (52,2MPa) para uma placa com 10in. (254mm). A deflexão de canto, calculada baseada no modelo de fundação líquida, também coincide muito bem com o caso 1, baseado em uma fundação líquida.

3.4 APLICAÇÕES DO PROGRAMA KENSLABS (1993) POR RUFINO (1997) E SILVA (2001)

Rufino (1997) modelou várias aplicações comparando os programas ILS -2 (versão atualizada do ILLI – SLAB) e KENSLABS na sua versão de 1993, para carregamentos de eixo simples, duplo e triplo em várias posições de carga. Desta comparação observou que o programa KENSLABS forneceu tensões bastante próximas daquelas calculadas com o programa ILSL2, entretanto ligeiramente menores para as condições analisadas.

Conclui também Rufino (1997) que houve uma grande evolução na análise de tensões e deflexões em pavimentos de concreto desde as análises de Westergaard no início da década de 20 que se deve principalmente ao método dos elementos finitos (MEF) e a aplicações dos princípios da análise dimensional. Há 10 anos atrás já indicava as potencialidades destes dois programas para análise de pavimentos de concreto no Brasil. Ressaltava que esses programas, já nas versões daquela época, possuem capacidades semelhantes, podendo considerar o efeito conjunto carga-temperatura, analisar diversos painéis de placa, diferentes mecanismos de transferência de carga como intertravamento dos agregados e barras de transferência de carga, os efeitos de descontinuidades iniciais na interface placa-suporte, dentre outros aspectos. Como sugestão de pesquisas futuras indicava a comparação entre pavimentos dimensionados pelos métodos tradicionais utilizados no país com os resultados dos programas disponíveis.

Silva (2001) fez uma aplicação do programa KENSLABS na sua versão de 1993 para estudar um pavimento do tipo “*whitetopping*” (WT) que foi testado no simulador de tráfego do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR) no Rio de Janeiro. Esta aplicação visou comparar este programa com o programa ILS2, além de comparação com medidas de tensões e deslocamentos medidos sob a carga do simulador.

Na Figura 3.24 é mostrado o esquema adotado na modelagem da seção analisada com os dois programas. Os valores de módulo de elasticidade das camadas e de módulo de reação do subleito foram realmente medidos no experimento. O carregamento considerado foi um semi-eixo de rodas duplas com carga total de 57,5 kN. Na Figura 3.25 são mostrados alguns resultados obtidos por Silva (2001) para carregamento no interior da placa. As condições de

interface entre o WT e o concreto asfáltico foram consideradas aderidas ou não aderidas e a placa tinha dimensões de 3,60 m de comprimento e 3,0m de largura.

Os valores encontrados para os dois programas foram bem próximos. A maior influência da condição aderida ou não aderida se manifesta nas tensões geradas na segunda camada.

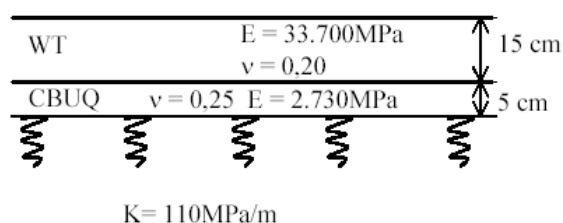


Figura 3.24: Modelagem estrutural da pista experimental circular de WT utilizado para comparar o programa ILS2 e KENSLABS – 1993 (Silva, 2001)

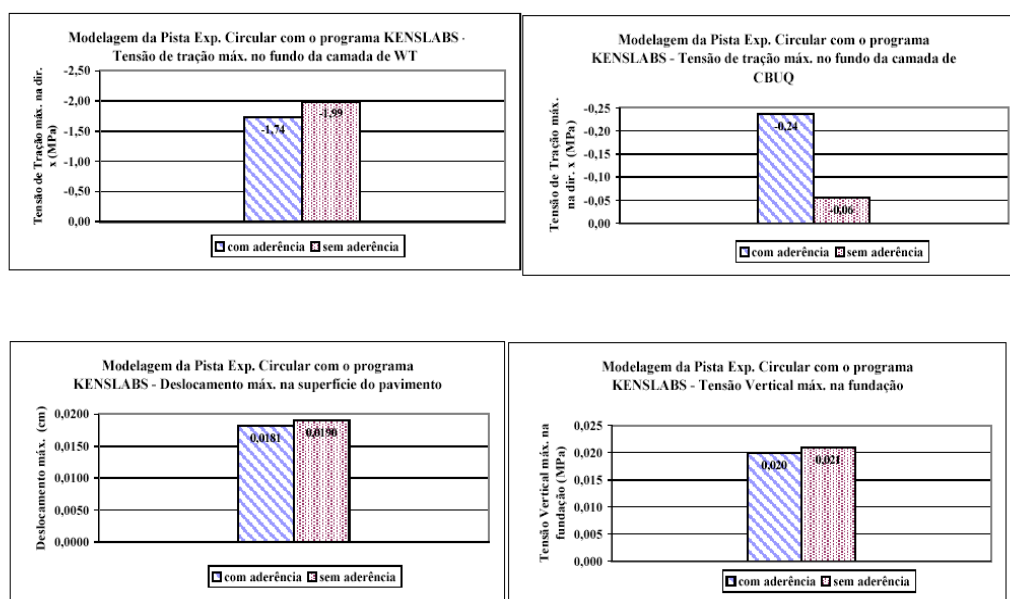


Figura 3.25: Resultados da modelagem da pista circular com WT feita com o programa KENSLABS de 1993 (Silva, 2001)

Na Tabela 3.5 são apresentados os resultados das medições da instrumentação usada neste experimento e dos programas utilizados para comparação. Nota-se que a hipótese de aderência entre as duas camadas superiores levou a melhor comparação entre os valores medidos e calculados nos dois programas citados, porém ainda assim as tensões calculadas foram muito maiores do que as medidas com a instrumentação.

Tabela 3.5: Resultados da instrumentação e dos valores modelados pelos programas para o WT (Silva, 2001)

Instrumentação		ELSYM5	DIPLOMAT		ILSL2		KENSLABS	
			Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
			Aderência	Aderência	Aderência	Aderência	Aderência	Aderência
ε_x (m/m)	$-37,8 \times 10^{-6}$	$-42,2 \times 10^{-6}$	$-53,8 \times 10^{-6}$	$-42,4 \times 10^{-6}$	$-55,5 \times 10^{-6}$	$-48,0 \times 10^{-6}$	$-49,5 \times 10^{-6}$	$-43,2 \times 10^{-6}$
ε_y (m/m)	$-18,1 \times 10^{-6}$	$-19,9 \times 10^{-6}$	$-27,3 \times 10^{-6}$	$-20,8 \times 10^{-6}$	$-38,8 \times 10^{-6}$	$-37,8 \times 10^{-6}$	$-35,9 \times 10^{-6}$	$-31,8 \times 10^{-6}$
σ_x (MPa)	-1,45	-1,61	-2,07	-1,63	-2,22	-1,92	-1,99	-1,74
σ_y (MPa)	-0,90	-0,99	-1,33	-1,02	-1,75	-1,52	-1,61	-1,42
σ_z (MPa)	0,041	0,033	0,028	0,034	-	-	-	-

Mesmo assim, Silva (2001) conclui que estes programas são as melhores opções de dimensionamento de pavimentos de concreto, especialmente o tipo WT, visto que permitem modelar uma ou duas placas de tamanhos finitos assente sobre subleito como líquido denso ou sólido elástico, entre outras vantagens.

Medina e Motta (2005) também sugerem a necessidade de começar a utilizar no Brasil estes programas de análise de tensões de pavimentos de concreto como forma de otimizar os projetos e levar em consideração o clima brasileiro e condições particulares locais.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais pontos comentados neste capítulo foram:

1. O programa KENSLABS pode ser aplicado a três tipos diferentes de fundação: líquido denso, sólido elástico ou em camadas. A fundação tipo líquido denso, embora muito irrealista, tem sido utilizada com mais frequência devido à sua simplicidade e porque exige menos tempo de processamento e de memória. Porém, com a disponibilidade de computadores pessoais, já não é necessário utilizar as fundações tipo líquido denso. A fundação tipo sólido elástico é mais realista e deve ser utilizada se as placas são colocadas diretamente sobre o subleito. Se as placas são colocadas em uma ou mais camadas de material granular, o uso da fundação em camadas é recomendado.
2. O módulo de reação do subleito k utilizado em fundação tipo líquido denso é uma propriedade fictícia não característica do comportamento dos solos. Não é possível

encontrar um único valor de k que irá corresponder às tensões e deflexões em placas sobre fundação líquida e em fundação sólida. No entanto, se o projeto é baseado na tensão máxima ou deflexão sob uma carga de eixo simples, é possível substituir a fundação sólida com um k fictício, usando Equação 3.5 para tensões no interior, Equação 3.6 para tensões na borda e Equação 3.7 para deflexões no canto, resultando em uma grande economia de tempo de processamento.

3. A matriz de rigidez global no programa KENSLABS é obtida através da soma das matrizes de rigidez da placa, fundação e juntas. Os resultados das equações simultâneas são resolvidos pelo método de eliminação de Gauss. Se a dimensão da matriz de rigidez global exceder o limite do programa, um método iterativo é ativado automaticamente para resolver as equações simultâneas.
4. A rigidez da junta no programa KENSLABS é calculada a partir de uma constante cisalhante e de uma constante de momento da mola. A constante de momento da mola deve ser especificada como 0 se houver abertura visível na junta. A constante cisalhante da mola pode ser digitada diretamente ou calculada a partir do tamanho e espaçamento das barras e outras informações da junta. Um vazio pode ser especificado entre a mola ou a barra e o concreto.
5. As tensões e deflexões devido ao empenamento pela temperatura podem ser obtidas no programa KENSLABS assumindo que a placa é inicialmente empenada em uma superfície esférica e depois sujeita a reação do subleito nos nós.
6. O método dos elementos finitos é particularmente adequado para a análise de placas que não estão em contato pleno com o subleito, no programa KENSLABS é simplesmente pela fixação das forças reativas nesses nós não em contato para 0. Para fundação do tipo líquido denso, quando um nó está em contato com o subleito isto é considerado na deflexão da placa comparando com o vazio ou pré-compressão do subleito. No entanto, para fundações sólidas ou em camadas, se a placa e subleito estiverem em contato, a força reativa do subleito não deve ser de tração.

7. A análise de contato parcial sob carregamento de eixos pelo KENSLABS envolve duas etapas. Primeiro, determinar os vazios e pré-compressões entre placa e fundação devido ao peso, ao empenamento pela temperatura e vazios, se houver. Em seguida, usando os vazios e pré-compressão assim calculados, determinar as tensões e deflexões sob a carga de rodas.
8. No programa KENSLABS pode ser calculado de uma vez um máximo de 6 placas, 7 juntas, e 420 nós. Se as placas e cargas apresentam simetria, apenas a metade ou um quarto da placa ou placas precisa ser considerado na análise. Assim, uma grande quantidade de tempo de processamento pode ser poupada.
9. Resultados obtidos por análises com o programa KENSLABS comparam-se favoravelmente com aqueles de soluções analíticas, gráficos de influência, e os modelos do ILLI-SLAB ou sua nova versão ILS-2. Quando a carga for aplicada no interior da placa, existe boa concordância entre soluções pelos programas KENSLABS e KENSLAYER.
10. O tamanho da divisão dos elementos da malha tem um efeito significativo nos resultados obtidos. Assim, a seleção de uma malha apropriada requer cuidado e consideração. Não é realmente necessário usar uma malha muito fina em toda a extensão da placa. Resultados satisfatórios podem ser obtidos se a malha fina é utilizada perto da carga e mais grossa longe da carga.
11. Foi feita uma análise de sensibilidade com o programa KENSLABS para determinar o efeito de vários parâmetros nas tensões nas bordas e deflexões nos cantos para placas sobre fundação do tipo líquido denso. A mais interessante descoberta é que o empenamento para cima tem apenas pequeno efeito na tensão das bordas devido às cargas, mas tem um efeito significativo na deflexão de canto, enquanto o empenamento para baixo causa um ligeiro aumento em ambos, tensão na borda e deflexão de canto.
12. Pelo menos dois estudos brasileiros já apontam as vantagens do uso do programa KENSLABS como método de dimensionamento de pavimentos de concreto.

CAPÍTULO 4: APLICAÇÕES

Este capítulo tem como objetivo principal apresentar o dimensionamento de um pavimento hipotético, porém com os dados de entrada comumente utilizados em projetos de pavimentos de concreto no Brasil, utilizando o programa KENSLABS.

Para efeito de comparação, considerando os mesmos dados de entrada, serão apresentados os resultados dos dimensionamentos utilizando o método tradicional da PCA 1984 e o programa KENSLABS.

Com a finalidade de quebrar ou reafirmar paradigmas, foram estudadas estruturas tradicionalmente adotadas pelo setor rodoviário para pavimentos novos de concreto, através da realização de várias simulações e análise dos resultados obtidos pelo programa KENSLABS, inclusive com avaliação da vida de projeto para cada estrutura, considerando os critérios de consumo de fadiga e danos por erosão.

No Capítulo 3, foi apresentada uma análise de sensibilidade do programa KENSLABS, desenvolvida por Huang (2004), envolvendo o efeito das dimensões da malha de elementos finitos e de alguns parâmetros de projeto, na resposta estrutural do pavimento.

A análise exploratória apresentada a seguir, teve como foco a pesquisa de várias estruturas de pavimento para comparação e análise dos resultados, procurando encontrar soluções que atendam aos requisitos técnicos e que sejam viáveis construtiva e economicamente.

4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO PROGRAMA

Nesta análise exploratória, foram considerados dois projetos de referência, cada um com uma estrutura padrão, descritos a seguir:

- Caso 1: pavimento em CCP com 3,6m de largura, comprimentos variáveis de 5m, 6m e 7m, espessura de 20cm, assente sobre uma fundação tipo líquido denso, com módulo de reação do subleito $k = 27,13\text{MN/m}^3$. Considerou-se o módulo de elasticidade do concreto $E_{\text{ccp}} = 27,6\text{ GPa}$ e coeficiente de Poisson $\nu_{\text{ccp}} = 0,15$. A pressão do pneu foi de 648KPa.

- Caso 2: pavimento em CCP com 3,6m de largura, comprimentos variáveis de 5m, 6m e 7m, espessura de 20cm, sub-base de CCR com 10cm de espessura e fundação tipo líquido denso, com módulo de reação do subleito $k = 144\text{MN/m}^3$. Este valor corresponde ao coeficiente de recalque no topo de um sistema de fundação dotado de sub-base não aderida de concreto rolado, para CBR do subleito igual a 10%. Considerou-se $E_{\text{ccp}} = 27,6\text{ GPa}$, $\nu_{\text{ccp}} = 0,15$, $E_{\text{ccr}} = 18\text{ GPa}$ e $\nu_{\text{ccr}} = 0,2$. A pressão do pneu foi de 648KPa.

4.1.1 Análise do Consumo de Fadiga

Para cada um dos casos citados, a primeira configuração descrita foi considerada a “padrão” no sentido de referência para as análises e foram realizadas várias simulações, estando os resultados apresentados nas Tabelas 4.1 e 4.2, que apresentam a análise de sensibilidade dos fatores de cada caso nas tensões na borda da placa, levadas em conta na análise da fadiga.

A taxa de parâmetro apresentada é o valor da tensão em cada simulação dividida pela tensão do caso padrão, e os valores apresentados nas colunas referentes à análise de fadiga, representam o índice de trincamento – CI e a vida de projeto.

Com relação ao tráfego e à malha de elementos finitos considerados nas simulações, estão apresentados com detalhes no item 4.2.

Tabela 4.1: Análise de Sensibilidade para tensão na borda da placa (caso 1)

Análise de Sensibilidade para tensão na borda														
Caso		Comprimento da placa												
		5 metros			6 metros			7 metros						
		Tensão (KPa)	Análise Fadiga (CI)	Taxa (anos)	Tensão (KPa)	Análise Fadiga (CI)	Taxa (anos)	Tensão (KPa)	Análise Fadiga (CI)	Taxa (anos)	Tensão (KPa)	Análise Fadiga (CI)	Taxa (anos)	
caso padrão 1: placa com 3,6m de largura, 20cm de espessura. $E_{\text{ccp}}=27,6\text{ GPa}$, $\nu_{\text{ccp}}=0,15$, subleito (fund. Líq.)- $k=27,13\text{ MN/m}^3$	CCP	-4062,8	3,02E+04	0	1,00	-4037,8	2,57E+04	0	1,00	-4000,0	2,06E+04	0	1,00	
1	Placa: esp.25cm	CCP	-3048,0	5,92E+01	0,02	0,75	-3100,6	7,89E+01	0,01	0,77	-3069,2	6,52E+01	0,02	0,77
2	Placa: esp.30cm	CCP	-2380,0	7,96E-01	1,26	0,59	-2499,3	1,77E+00	0,56	0,62	-2498,8	1,76E+00	0,57	0,62
3	Módulo do concreto- $E_c=55,2\text{ GPa}$	CCP	-4816,3	4,40E+03	0	1,19	-4903,6	6,57E+03	0	1,21	-4855,0	5,21E+03	0	1,21
4	$e=20\text{cm}$, Subleito (fund. Líq.)- $k = 81,36\text{ MN/m}^3$	CCP	-3056,3	9,15E+01	0,01	0,75	-3033,4	8,31E+01	0,01	0,75	-3034,6	8,44E+01	0,01	0,76
5	$e= 25\text{cm}$,Subleito (fund. Líq.)- $k = 81,36\text{ MN/m}^3$	CCP	-2319,9	5,07E-01	1,97	0,57	-2295,2	3,91E-01	2,55	0,57	-2282,8	3,48E-01	2,88	0,57
6	$e= 27\text{cm}$,Subleito (fund. Líq.)- $k = 81,36\text{ MN/m}^3$	CCP	-2117,1	3,79E-02	26,37	0,52	-2097,3	2,54E-02	39,42	0,52	-2081,1	1,75E-02	57,15	0,52
7	$e= 30\text{cm}$,Subleito (fund. Líq.)- $k = 81,36\text{ MN/m}^3$	CCP	-1860,6	0,00E+00	ilim.	0,46	-1853,2	0,00E+00	ilim.	0,46	-1833,9	0,00E+00	ilim.	0,46
8	$e= 20\text{cm}$, $E_c=55,2\text{ GPa}$,Subleito (fund. Líq.)- $k = 81,36\text{ MN/m}^3$	CCP	-3651,7	2,12E+01	0,05	0,90	-3613,4	1,79E+01	0,06	0,89	-3592,9	1,66E+01	0,06	0,90
9	Gradiente temp. $dT=+6,7^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	-3789,2	5,16E+03	0	0,93	-3756,4	4,25E+03	0	0,93	-3556,4	1,27E+03	0	0,89
10	Gradiente temp. $dT=-13,3^\circ\text{C}$ (emp. p/ baixo)	CCP	-5296,2	6,97E+07	0	1,30	-5581,3	3,84E+08	0	1,38	-5631,7	5,49E+08	0	1,41
11	Placa: esp. 20cm, subleito (fund. Sol.) - $E_f=27,6\text{ MPa}$ e $\nu_f=0,35$	CCP	-4413,3	2,51E+05	0	1,09	-4367,1	1,89E+05	0	1,08	-4321,8	1,43E+05	0	1,08
12	Placa: esp. 25cm, subleito (fund. Sol.) - $E_f=32,6\text{ MPa}$ e $\nu_f=0,35$	CCP	-3356,8	3,77E+02	0	0,83	-3368,6	4,01E+02	0	0,83	-3337,2	3,30E+02	0	0,83

Tabela 4.2: Análise de Sensibilidade para tensão na borda da placa (caso 2)

Análise de Sensibilidade para tensão na borda														
Caso		Comprimento da placa												
		5 metros						6 metros			7 metros			
		Tensão (KPa)	Análise Fadiga		Taxa Tensão	Tensão (KPa)	Análise Fadiga		Taxa Tensão	Tensão (KPa)	Análise		Taxa Tensão	
	CI	(anos)			CI	(anos)			CI	(anos)				
Caso padrão 2: placa com 3.6m de largura e 20cm de espessura. Sub-base- CCR com 10cm de esp., E _{ccp} =27.6GPa, α_{ccp} =0.15, E _{ccr} =18GPa, α_{ccr} =0.2		CCP	-2517.2	3.98E+00	0.25	1.00	-2510.9	3.96E+00	0.25	1.00	-2516.5	4.09E+00	0.24	1.00
		CCR	-830.0	1.76E+00	0.57	1.00	-827.9	1.75E+00	0.57	1.00	-829.8	1.82E+00	0.55	1.00
1	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	-2255.2	3.19E-01	3.14	0.90	-2243.5	2.88E-01	3.48	0.89	-2246.9	3.02E-01	3.31	0.89
		CCR	-676.1	0.00E+00	ilim.	0.81	-672.6	0.00E+00	ilim.	0.81	-673.6	0.00E+00	ilim.	0.81
2	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	-2142.3	5.94E-02	16.82	0.85	-2128.3	4.67E-02	21.42	0.85	-2130.4	4.84E-02	20.64	0.85
		CCR	-614.3	0.00E+00	ilim.	0.74	-610.3	0.00E+00	ilim.	0.74	-610.9	0.00E+00	ilim.	0.74
3	Placa: esp. 23.5cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	-2091.5	2.23E-02	44.78	0.83	-2076.8	1.58E-02	63.45	0.83	-2078.2	1.63E-02	61.36	0.83
		CCR	-589.6	0.00E+00	ilim.	0.71	-582.9	0.00E+00	ilim.	0.70	-583.3	0.00E+00	ilim.	0.70
4	Placa: esp. 24cm, Sub-base-CCR 10cm,	CCP	-2039.9	5.31E-03	188.3	0.81	-2024.3	0.00E+00	ilim.	0.81	-2024.8	0.00E+00	ilim.	0.80
		CCR	-560.6	0.00E+00	ilim.	0.68	-556.3	0.00E+00	ilim.	0.67	-556.4	0.00E+00	ilim.	0.67
5	Placa: esp. 25cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	-1946.3	0.00E+00	ilim.	0.77	-1929.6	0.00E+00	ilim.	0.77	-1928.6	0.00E+00	ilim.	0.77
		CCR	-513.5	0.00E+00	ilim.	0.62	-509.0	0.00E+00	ilim.	0.61	-508.8	0.00E+00	ilim.	0.61
6	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm, E _{ccp} =55.2GPa, E _{ccr} = 18GPa	CCP	-2605.6	4.00E-03	250.07	1.04	-2577.8	0.00E+00	ilim.	1.03	-2566.3	0.00E+00	ilim.	1.02
		CCR	-373.3	0.00E+00	ilim.	0.45	-369.3	0.00E+00	ilim.	0.45	-367.7	0.00E+00	ilim.	0.44
7	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm, E _{ccp} =27.6GPa, E _{ccr} =20.9GPa	CCP	-2131.3	4.92E+00	20.31	0.85	-2117.3	3.80E-02	26.29	0.84	-2119.2	3.95E-02	25.33	0.84
		CCR	-709.1	0.00E+00	ilim.	0.85	-704.4	0.00E+00	ilim.	0.85	-705.1	0.00E+00	ilim.	0.85
8	Placa: esp. 20cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	-2343.1	2.00E+00	0.5	0.93	-2346.4	2.05E+00	0.49	0.93	-2349.9	2.11E+00	0.47	0.93
		CCR	-772.5	0.00E+00	ilim.	0.93	-773.6	0.00E+00	ilim.	0.93	-774.8	0.00E+00	ilim.	0.93
9	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	-2078.8	5.56E-02	17.99	0.83	-2078.8	5.55E-02	18.01	0.83	-2082.4	6.07E-02	16.49	0.83
		CCR	-623.1	0.00E+00	ilim.	0.75	-623.1	0.00E+00	ilim.	0.75	-624.2	0.00E+00	ilim.	0.75
10	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	-1964.7	0.00E+00	ilim.	0.78	-1962.7	0.00E+00	ilim.	0.78	-1966.1	0.00E+00	ilim.	0.78
		CCR	-563.3	0.00E+00	ilim.	0.68	-562.7	0.00E+00	ilim.	0.68	-563.7	0.00E+00	ilim.	0.68
11	Placa: esp. 22.1cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	-2066.9	4.08E-02	24.49	0.82	-2066.5	4.04E-02	24.76	0.82	-2070.2	4.46E-02	22.44	0.82
		CCR	-616.7	0.00E+00	ilim.	0.74	-616.6	0.00E+00	ilim.	0.74	-617.7	0.00E+00	ilim.	0.74
12	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 5cm	CCP	-2346.2	9.10E-01	1.1	0.93	-2335.3	8.60E-01	1.16	0.93	-2339.3	8.96E-01	1.12	0.93
		CCR	-351.7	0.00E+00	ilim.	0.42	-350.1	0.00E+00	ilim.	0.42	-350.7	0.00E+00	ilim.	0.42
13	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 5cm	CCP	-2216.8	1.87E-01	5.36	0.88	-2204.9	1.63E-01	6.15	0.88	-2207.6	1.70E-01	5.89	0.88
		CCR	-317.6	0.00E+00	ilim.	0.38	-316.2	0.00E+00	ilim.	0.38	-316.6	0.00E+00	ilim.	0.38
14	Placa: esp. 23.5cm, Sub-base-CCR 5 cm	CCP	-2159.9	7.87E-02	12.7	0.86	-2145.5	6.27E-02	15.95	0.85	-2147.3	6.45E-02	15.49	0.85
		CCR	-302.9	0.00E+00	ilim.	0.36	-301.1	0.00E+00	ilim.	0.36	-301.3	0.00E+00	ilim.	0.36
15	Placa: esp. 24cm, Sub-base-CCR 5cm	CCP	-2102.9	2.85E-02	35.04	0.84	-2084.6	1.91E-02	52.48	0.83	-2085.7	1.95E-02	51.22	0.83
		CCR	-288.8	0.00E+00	ilim.	0.35	-286.5	0.00E+00	ilim.	0.35	-286.6	0.00E+00	ilim.	0.35
16	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 7.5cm	CCP	-2315.8	6.53E-01	1.53	0.92	-2304.5	6.08E-01	1.64	0.92	-2308.3	6.35E-01	1.58	0.92
		CCR	-520.7	0.00E+00	ilim.	0.63	-518.2	0.00E+00	ilim.	0.63	-519	0.00E+00	ilim.	0.63
17	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 7.5cm	CCP	-2191.0	1.23E-01	8.41	0.87	-2177.5	1.02E-01	9.81	0.87	-2179.9	1.06E-01	9.48	0.87
		CCR	-471.2	0.00E+00	ilim.	0.57	-468.3	0.00E+00	ilim.	0.57	-468.9	0.00E+00	ilim.	0.57
18	Placa: esp. 24cm, Sub-base-CCR 7.5cm	CCP	-2079.9	1.70E-02	58.84	0.83	-2064.5	1.14E-02	87.77	0.82	-2065.4	1.17E-02	85.71	0.82
		CCR	-428.7	0.00E+00	ilim.	0.52	-425.5	0.00E+00	ilim.	0.51	-425.7	0.00E+00	ilim.	0.51
19	Placa: esp. 20cm, Sub-base-CCR 7.5cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	-2427.7	3.77E+00	0.27	0.96	-2431.5	3.86E+00	0.26	0.97	-2434.9	3.95E+00	0.25	0.97
		CCR	-600.4	0.00E+00	ilim.	0.72	-601.3	0.00E+00	ilim.	0.73	-602.2	0.00E+00	ilim.	0.73
20	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 7.5cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	-2137.2	1.83E-01	5.47	0.85	-2137.4	1.84E-01	5.44	0.85	-2142.1	1.96E-01	5.11	0.85
		CCR	-480.5	0.00E+00	ilim.	0.58	-480.6	0.00E+00	ilim.	0.58	-481.4	0.00E+00	ilim.	0.58
21	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 7.5cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	-2011.9	0.00E+00	ilim.	0.80	-2010.3	0.00E+00	ilim.	0.80	-2013.8	0.00E+00	ilim.	0.80
		CCR	-432.7	0.00E+00	ilim.	0.52	-432.3	0.00E+00	ilim.	0.52	-433.1	0.00E+00	ilim.	0.52

Podem ser feitos os seguintes comentários sobre os resultados mostrados na Tabela 4.1:

- Caso padrão 1 (CP1) – Pavimento constituído por uma camada de revestimento (CCP) assente diretamente sobre subleito.
1. Comparação CP1 e simulações 1 e 2: Para o mesmo módulo de reação do subleito, o acréscimo de 50% na espessura da placa (de 20 para 30cm) reduziu a tensão de tração na flexão na base da placa em cerca de 40%. O aumento no comprimento da placa reduz muito pouco a tensão (menos de 1%), conforme a teoria já previa (Capítulos 2 e 3), porém ainda assim pode ser fator importante como se verá nas comparações seguintes. Em todas

as três simulações, as tensões de tração na flexão na base da placa se mantiveram muito elevadas e as vidas de projeto não alcançaram 2 anos pelo critério da fadiga.

2. Comparação entre simulações 4 a 7: Aumentando-se o módulo do subleito em três vezes ($k=27.13$ para 81.36 MN/m^3) e considerando as espessuras da placa de 20, 25, 27 e 30cm, como era esperado, com aumento na espessura da placa em 50% (de 20cm para 30cm) a tensão na placa foi reduzida em torno de 40%. A diferença, neste caso, é que, com a adoção de um subleito mais rígido, para a espessura de 27cm, as tensões se mantiveram dentro dos valores admissíveis para os critérios de fadiga, sendo obtidas vidas de projeto de 26, 39 e 57 anos, para os comprimentos de placa de 5, 6 e 7m, respectivamente, ou seja, o comprimento da placa teve influência na resposta do pavimento. Importante observar que as tensões são quase iguais, para os três comprimentos de placa, porém, ao calcular o N_f (número admissível de repetições), os valores diferem devido a que a curva de fadiga é muito sensível ao estado de tensões (foram adotadas as equações de fadiga utilizadas pelo método da PCA 1984 – ver Capítulo 3, Equações 3.37a a 3.37c), o que provoca aumento significativo da vida de projeto.
3. Comparação CP1 com simulação 3: Considerando o CCP com 20cm de espessura, porém dobrando o módulo do concreto ($E_{ccp}=27.6\text{GPa}$ para 55.2GPa), mantendo o mesmo subleito, com $k=27,13 \text{ MN/m}^3$, o valor da tensão na placa aumentou em cerca de 20%. Uma justificativa para este aumento é que a placa ficou mais rígida, repassando menos a tensão ao subleito. As tensões obtidas para os três comprimentos de placa foram muito elevadas, indicando vida de projeto igual a 0..
4. Comparação da CP1 com simulação 9: Nesta simulação, considerou-se um gradiente térmico de $+6.7^\circ\text{C}$, ou seja, temperatura na base da placa superior a do topo (à noite), ocorrendo um empenamento da placa para cima. Neste caso, ao se considerar o efeito da temperatura, a tensão foi reduzida em 7% para as placas com comprimento de 5 e 6m e em 11% para a placa com 7m. Esta redução se explica devido ao fato de que o empenamento para cima nas bordas da placa neutraliza um pouco as forças devido ao peso da placa e das cargas.

5. Comparação CP1 com simulação 10: Nesta simulação, considerou-se um gradiente térmico de -13.3°C (possível de ocorrer conforme medidas realizadas por Silva, 2001), ou seja, a temperatura na base da placa é inferior à do topo (durante o dia), ocorrendo um empenamento da placa para baixo. Neste caso, ao se considerar o efeito da temperatura, a tensão teve um aumento de 30% (placa 5m), 38% (placa 6m) e 41% (placa 7m). Este acréscimo na tensão é bastante elevado e comprova a necessidade de se considerar o efeito do gradiente térmico no dimensionamento dos pavimentos de concreto. Pode-se explicar este aumento, pelo fato de que o empenamento para cima nas bordas da placa é somado às forças devido ao peso da placa e às cargas. Ainda há a possibilidade de perda de contato placa-subleito no interior da placa.

6. Comparação CP1 e simulações 11 e 12: Ao se considerar uma fundação mais realística, tipo sólido elástico, com módulos de 27,6MPa (placa $e=20\text{cm}$) e 32.6MPa (placa $e=25\text{cm}$), verifica-se que as tensões ficam bem parecidas no caso da placa com 20cm (acrécimo de 8%) e foram reduzidas para placa com 25cm (16%). Pode-se constatar que, ao se considerar uma fundação sólida, pode-se entrar com os módulos de resiliência e os coeficientes de Poisson, bem mais realistas do comportamento dos solos em geral.

Podem ser feitos os seguintes comentários sobre os resultados mostrados na Tabela 4.2:

- Caso padrão 2 (CP2) – Pavimento constituído por uma camada de revestimento em CCP sobre uma sub-base de CCR, não aderidas, assente sobre subleito.
1. Comparação CP2 com as simulações de 1 a 5: Para o mesmo módulo de reação do subleito, o acréscimo de 25% na espessura da placa (de 20 para 25cm) reduziu a tensão de tração na flexão na base da placa em cerca de 23% e, na base do CCR, em 38%. O aumento no comprimento da placa reduziu muito pouco a tensão (cerca de 1%). Em todas as cinco simulações, ao se aumentar a espessura da placa de um valor relativamente pequeno (0,5cm), lembrando que no método tradicional da PCA tenta-se de 1 em 1cm, há um ganho considerável na vida de projeto. Para placa com 5m de comprimento e 23cm de espessura, a vida de projeto foi de 16.82 anos, porém, para a mesma placa com 23.5cm, a vida de projeto foi para 44,78 anos, passando para 118,3 anos quando se considerou uma espessura de 24cm.

2. Comparação entre as simulações 2 e 6: Considerou-se, para a simulação 6, o dobro do módulo de elasticidade do concreto para o CCP (de 27.6 para 55.2 GPa). Os resultados foram os mesmos do caso padrão 2, ou seja, a tensão de tração na base da placa aumentou em cerca de 22%, porém na base do CCR houve uma redução de 37%. Justifica-se pelo fato do aumento da rigidez na placa absorver maior parcela da tensão. Esta análise leva a crer que, em geral, não vale à pena aumentar o módulo do CCP, já que o CCR trabalha com folga para espessura de 10cm.
3. Comparação entre as simulações 2 e 7: Considerou-se, para a simulação 7, um aumento no módulo do CCR (de 18 para 20 GPa). Neste caso, a tensão na placa de CCP quase não variou, porém a tensão no CCR recebeu um acréscimo de 10%. Justifica-se pelo fato do aumento na rigidez do CCR absorver uma pequena parcela da tensão na placa. Novamente, parece que não vale à pena aumentar o módulo do CCR, pois ele reduz muito pouco a tensão na placa. Mais uma vez, os comprimentos das placas de 6 e 7m se mostraram mais favoráveis com relação à análise da fadiga, com vida de projeto superior a 20 anos.
4. Comparação das simulações 8 a 11: Para verificar o percentual de redução na espessura da placa, quando se considera o acostamento em concreto, foram realizadas quatro simulações, com espessuras da placa variáveis de 20 a 23cm. O acréscimo de 15% na espessura da placa (de 20 para 23cm) reduziu a tensão de tração na flexão na base da placa em cerca de 16% e na base do CCR em 27%. O aumento no comprimento da placa reduziu muito pouco a tensão (cerca de 1%). Em todas as quatro simulações, ao se aumentar de um valor relativamente pequeno a espessura da placa, houve um aumento considerável na vida de projeto: placas com $e=20\text{cm}$, vida de 0,5 anos; placas com $e=22\text{cm}$, vida de 18 anos; placa $e=22.1\text{cm}$, vida 24.5 anos; placa $e=23\text{cm}$ vida ilimitada. Em termos de redução da espessura da placa, houve um ganho de 1,4cm.
5. Comparação entre as simulações 12 a 15 e 16 a 18: O objetivo destas simulações foi verificar a resposta do pavimento a uma redução na espessura da camada de CCR. Ao reduzir a espessura do concreto rolado para 5cm, nas simulações de 12 a 15, e para 7.5cm, nas simulações de 16 a 18, verificou-se que: para a redução o CCR com 5cm, e espessuras da placa variando entre 22 e 24cm, houve uma redução na tensão de tração na base da placa de 10%, e, na base do CCR, de 18%. A única simulação que atendeu à análise da

fadiga foi a de nº 15, com espessura da placa de 24cm. Para as simulações nºs 16 a 18, ocorreram as mesmas reduções nas tensões da placa e do CCR, ou seja, 10% e 18%, respectivamente. Com relação à vida de projeto, para ambos os casos de CCR com espessuras de 5cm e 7.5cm, a espessura da placa necessária para atender ao critério de fadiga foi de 24cm, porém chama-se atenção para o fato de que, em todas as simulações, a vida de projeto aumentou de forma bastante acentuada quando a espessura da placa passou de 23cm para 24cm, como por exemplo na placa de 5m com CCR=7,5cm, que, para espessura de 23cm, apresentou vida de projeto de 8,4 anos, passando para 58,8 anos, para a espessura de 24cm. Vale salientar que o programa analisa as camadas de CCP e CCR separadamente, quando ao critério de fadiga, sendo que, para o CCR, foi obtido quase que na totalidade das simulações estudadas, um valor ilimitado de repetições.

6. Comparando as simulações 19 a 21, onde foram considerados CCR com 7.5cm e acostamentos de concreto, a vida de projeto para e=23cm foi ilimitada.

Fazendo-se uma análise geral de tudo que foi verificado através das simulações, pode-se concluir que:

- Para aliviar as tensões de tração na borda da placa, a forma mais eficiente é através do aumento na espessura da placa. Várias simulações de estrutura de pavimento se mostraram viáveis, com vida de projeto superiores a 20 anos, conforme é possível verificar na Tabela 4.3, no entanto, é aconselhável a utilização de uma camada de CCR, pois a mesma tem função estrutural e é muito importante para melhorar o suporte do subleito quanto aos danos por erosão, como se verá a seguir.

Tabela 4.3: Estruturas de pavimento que apresentaram vida de projeto superior a 20 anos

CCP	SUB-BASE	SUBLEITO	ACOST. CONC.	VIDA DE PROJETO (ANOS)		
				L=5m	L=6m	L=7m
e=27cm	-	k=81 MN/m ³	não	26.4	39.4	57.2
e=23cm	CCR (e=10cm)	k= 144 MN/m ³	não	20.9*	21.4	20.6
e=21.1cm	CCR (e=10cm)	k= 144 MN/m ³	sim	24.5	24.8	22.4
e=24cm	CCR (e=5cm)**	k= 144 MN/m ³	não	35	52.5	51.2
e=24cm	CCR (e=7.5cm)	k= 144 MN/m ³	não	58.8	87.8	85.7
e=23cm	CCR (e=7.5cm)	k= 144 MN/m ³	sim	ilimitada	ilimitada	ilimitada

(*) Considerando um aumento no Eccr de 18 GPa para 20.9 GPa

(**) Espessura não exequível no campo, utilizada na simulação apenas para verificação dos resultados

- Pelas simulações realizadas verificou-se que a espessura do CCR pode ser inferior aos 10cm usuais. De acordo com a especificação de serviço para concreto rolado do DNIT, a camada de compactação mínima deve ter três vezes o diâmetro do maior agregado, que, por esta norma, é de 25mm, ou seja, a espessura mínima é de 7.5cm. Este valor mínimo precisa ser confirmado para verificação da viabilidade de construção.
- O aumento no módulo do concreto da placa aumenta bastante a vida de projeto, o mesmo não ocorrendo para o aumento considerado no módulo do CCR..
- A consideração do gradiente térmico tem muita influência no dimensionamento dos pavimentos, pois, durante o dia a tensão gerada pelo empenamento da placa para baixo, somada à tensão devido ao peso da placa e a passagem das cargas, aumentam a tensão de tração na base da placa. Por estas simulações acoplado efeito da temperatura e da carga, a placa com comprimento de 6m se mostrou, em geral, mais eficiente com relação à análise da fadiga. Da análise teórica mostrada nos Capítulos 2 e 3 sabe-se que o comprimento da placa tem influência nas tensões térmicas.
- A solução de acostamento em concreto é cara e reduz muito pouco a espessura da placa, talvez não compensando o acréscimo nos custos.

4.1.2 Análise dos Danos por Erosão

Para a análise dos danos por erosão, foram considerados os mesmos dados da análise de fadiga, acrescidos de informações sobre as juntas e barras de transferências. Sendo assim, foram considerados os seguintes casos:

- Caso 1: pavimento em CCP com 3,6m de largura, comprimento de 6m, espessura de 20cm, assente sobre uma fundação tipo líquido denso, com módulo de reação do subleito $k = 27,13\text{MN/m}^3$. Considerou-se o módulo de elasticidade do concreto $E_{\text{ccp}} = 27,6\text{ GPa}$ e coeficiente de Poisson $\nu_{\text{ccp}} = 0,15$. Juntas com barras de transferência: diâmetro = 25.4mm, espaçamento = 30.5cm e esp. junta = 0.318mm. $M_{\text{bar}} = 407\text{GN/m}^3$. A pressão do pneu foi de 648KPa.

- Caso 2: pavimento em CCP com 3,6m de largura, comprimentos de 6m, espessura de 20cm, sub-base de CCR com 10cm de espessura e fundação tipo líquido denso, com módulo de reação sub-base-subleito $k = 144\text{MN/m}^3$. Este valor corresponde ao módulo de recalque do subleito no topo de um sistema de fundação dotado de sub-base não aderida de concreto rolado, para CBR do subleito igual a 10%. Considerou-se $E_{\text{ccp}} = 27,6 \text{ GPa}$, $\nu_{\text{ccp}} = 0,15$, $E_{\text{ccr}} = 18 \text{ GPa}$ e $\nu_{\text{ccr}} = 0,2$. A pressão do pneu foi de 648KPa. Juntas com barras de transferência: diâmetro = 25.4mm, espaçamento = 30.5cm e esp. junta = 0.318mm. $M_{\text{bar}} = 407\text{GN/m}^3$. A pressão do pneu foi de 648KPa.

Para cada um dos casos citados, a primeira configuração descrita foi considerada a “padrão” no sentido de referência para as análises e foram realizadas várias simulações, estando os resultados apresentados nas Tabelas 4.4 e 4.5, que apresentam a análise de sensibilidade dos fatores de cada caso na deflexão no canto da placa, levada em conta na análise da fadiga.

Com relação ao tráfego e à malha de elementos finitos considerados nas simulações, estão apresentados com detalhes no item 4.2.

Tabela 4.4: Análise de Sensibilidade para deflexão no canto da placa (caso 1)

Caso		ESRD		ETD		ETT		Danos por erosão %	
		Deflexão máxima cm	Taxa Deflexão	Deflexão máxima cm	Taxa Deflexão	Deflexão máxima cm	Taxa Deflexão		
caso padrão 1: placa com 3.6m de largura, 6m de comprimento e 20cm de espessura. $E_{\text{ccp}}=27.6\text{GPa}$, $\nu_{\text{ccp}}=0.15$, subleito (fund. Liq.)- $k=27.13\text{MN/m}^3$. Juntas com barras de transferência: diâmetro = 25.4mm, espaçamento = 30.5cm e esp. junta =0.318mm. $M_{\text{bar}}=407\text{GN/m}^3$		CCP	0.16370	1.00	0.20569	1.00	0.20801	1.00	287.36
1	Placa: esp.20cm, L=5m	CCP	0.16343	1.00	0.20534	1.00	0.20762	1.00	284.54
2	Placa: esp.20cm, L=7m	CCP	0.16340	1.00	0.20534	1.00	0.20774	1.00	284.74
3	Placa: esp.25cm, L=6m	CCP	0.14165	0.87	0.18600	0.90	0.19405	0.93	160.08
4	Placa: esp.30cm, L=6m	CCP	0.12828	0.78	0.17301	0.84	0.18575	0.89	108.78
5	Módulo do concreto- $E_c=55.2\text{GPa}$	CCP	0.13647	0.83	0.18089	0.88	0.18919	0.91	135.28
6	$e=20\text{cm}$, Subleito (fund. Liq.)- $k = 81.36\text{MN/m}^3$	CCP	0.07847	0.48	0.09018	0.44	0.08867	0.43	120.57
7	$e= 25\text{cm}$,Subleito (fund. Liq.)- $k = 81.36\text{MN/m}^3$	CCP	0.06691	0.41	0.08105	0.39	0.08082	0.39	57.59
8	$e= 27\text{cm}$,Subleito (fund. Liq.)- $k = 81.36\text{MN/m}^3$	CCP	0.06357	0.39	0.07834	0.38	0.07872	0.38	45.75
9	Diâmetro da bara de 38.1mm	CCP	0.17359	1.06	0.21876	1.06	0.22155	1.07	405.91
10	Módulo de suporte da barra igual a 40.7 GN/m ³	CCP	0.18579	1.13	0.23468	1.14	0.23786	1.14	601.44
11	Vazio entre a barra e o concreto de 0.254mm	CCP	0.17585	1.07	0.21804	1.06	0.22041	1.06	409.53
12	Placa: 5m e $e=20\text{cm}$: gradiente temp. $dT=+6.7^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.06969	0.43	0.11650	0.57	0.13296	0.64	10.40
13	Placa: 5m e $e=25\text{cm}$: gradiente temp. $dT=+6.7^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.05651	0.35	0.10995	0.54	0.13270	0.64	9.17
14	Placa: 5m e $e=20\text{cm}$: gradiente temp. $dT=-13.3^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.34952	2.14	0.37186	1.81	0.39371	1.90	13456.32
15	Placa: 5m e $e=25\text{cm}$: gradiente temp. $dT=-13.3^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.31052	1.90	0.34553	1.68	0.36343	1.75	7649.43
16	Placa: 6m e $e=20\text{cm}$: gradiente temp. $dT=+6.7^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.05040	0.31	0.09437	0.46	0.10740	0.52	2.40
17	Placa: 6m e $e=25\text{cm}$: gradiente temp. $dT=+6.7^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima) *	CCP	0.03965	0.24	0.08883	0.43	0.11215	0.54	2.69
18	Placa: 6m e $e=20\text{cm}$: gradiente temp. $dT=-13.3^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.38858	2.37	0.40669	1.98	0.43303	2.08	24217.36
19	Placa: 6m e $e=25\text{cm}$: gradiente temp. $dT=-13.3^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.34414	2.10	0.37577	1.83	0.39642	1.91	13192.42
20	Placa: 7m e $e=20\text{cm}$: gradiente temp. $dT=+6.7^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.02699	0.17	0.07331	0.36	0.08136	0.39	0.14
21	Placa: 7m e $e=25\text{cm}$: gradiente temp. $dT=+6.7^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.02096	0.13	0.06749	0.33	0.08746	0.42	0.00
22	Placa: 7m e $e=20\text{cm}$: gradiente temp. $dT=-13.3^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.43420	2.66	0.45901	2.24	0.47913	2.31	47009.55
23	Placa: 7m e $e=25\text{cm}$: gradiente temp. $dT=-13.3^\circ\text{C}$ (emp. p/ cima)	CCP	0.38054	2.33	0.41000	2.00	0.43302	2.08	22965.72
12	Placa: 6m e $e=20\text{cm}$, subleito (fund. Sol.) - $E_f=27.6\text{MPa}$ e $\nu_f=0.35$	CCP	0.14707	0.90	0.19041	0.93	0.20920	1.01	211.09
13	Placa: 6m e $e=25\text{cm}$, subleito (fund. Sol.) - $E_f=32.6\text{MPa}$ e $\nu_f=0.35$	CCP	0.12786	0.78	0.16758	0.81	0.18558	0.89	101.71

Tabela 4.5: Análise de Sensibilidade para deflexão no canto da placa (caso 2)

Caso		ESRD		ETD		ETT		Danos por erosão %	
		Deflexão máxima cm	Taxa Deflexão	Deflexão máxima cm	Taxa Deflexão	Deflexão máxima cm	Taxa Deflexão		
caso padrão 2: placa com 3.6m de largura, 6m de comprimento e 20cm de espessura, sub-base de CCR e=10cm, Eecp=27.6GPa, nccp=0.15, Eeccr=18GPa, nccr=0.2. Juntas com barras de transferência: diâmetro = 25.4mm, espaçamento = 30.5cm e esp. junta =0.318mm. Mbar=407GN/m³		CCP	0.05495	1.00	0.06064	1.00	0.05956	1.00	110.69
1	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	0.05154	0.94	0.05799	0.96	0.05698	0.96	80.46
2	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	0.05002	0.91	0.05681	0.94	0.05587	0.94	69.41
3	Placa: esp. 23.5cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	0.04932	0.90	0.05627	0.93	0.05537	0.93	64.78
4	Placa: esp. 24cm, Sub-base-CCR 10cm,	CCP	0.04864	0.89	0.05574	0.92	0.05488	0.92	60.51
5	Placa: esp. 25cm, Sub-base-CCR 10cm	CCP	0.04864	0.89	0.05574	0.92	0.05488	0.92	60.51
6	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm, Eecp=55.2GPa, Eeccr= 18GPa	CCP	0.04210	0.77	0.05042	0.83	0.05016	0.84	29.55
7	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm, Eecp=27.6GPa, Eeccr=20.9GPa	CCP	0.04992	0.91	0.05673	0.94	0.05579	0.94	68.72
8	Placa: esp. 20cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	0.00547	0.10	0.00957	0.16	0.02082	0.35	0.00
9	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	0.00624	0.11	0.01059	0.17	0.02129	0.36	0.00
10	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	0.00661	0.12	0.01105	0.18	0.02147	0.36	0.00
11	Placa: esp. 22.1cm, Sub-base-CCR 10cm, acost. concreto com 3,0m	CCP	0.00628	0.11	0.01063	0.18	0.02130	0.36	0.00
12	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 5cm	CCP	0.05148	0.94	0.05779	0.95	0.05677	0.95	79.35
13	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 5cm	CCP	0.04986	0.91	0.05653	0.93	0.05557	0.93	67.70
14	Placa: esp. 23.5cm, Sub-base-CCR 5cm	CCP	0.04911	0.89	0.05595	0.92	0.05503	0.92	62.83
15	Placa: esp. 24cm, Sub-base-CCR 5cm	CCP	0.04839	0.88	0.05539	0.91	0.05451	0.92	58.41
16	Placa: esp. 22cm, Sub-base-CCR 7.5cm	CCP	0.05161	0.94	0.05797	0.96	0.05695	0.96	80.68
17	Placa: esp. 23cm, Sub-base-CCR 7.5cm	CCP	0.05003	0.91	0.05674	0.94	0.05579	0.94	69.17
18	Placa: esp. 24cm, Sub-base-CCR 7.5cm	CCP	0.04858	0.88	0.05562	0.92	0.05475	0.92	59.87
19	Placa: esp. 23.5cm, Sub-base-CCR 10cm, grad.temp. dT=+6.7°C (p/ cima)	CCP	0.00254	0.05	0.02559	0.42	0.03161	0.53	0.00
20	Placa: esp. 23.5cm, Sub-base-CCR 10cm, grad.temp. dT=-13.3°C (p/ baixo)	CCP	0.15226	2.77	0.16332	2.69	0.16472	2.77	36522.08
21	Placa: esp. 23.5cm, Sub-base-CCR 20cm, grad.temp. dT=-13.3°C (p/ baixo)	CCP	0.13033	2.37	0.13675	2.26	0.13829	2.32	13743.51

Podem ser feitos os seguintes comentários sobre os resultados mostrados na Tabela 4.4:

- Caso padrão 1 (CP1) – Pavimento constituído por uma camada de revestimento (CCP) assente diretamente sobre subleito.
1. Comparação CP1 e simulações 1 e 2: Variado o comprimento da placa para 5m e 7m, verificou-se que, se não for levado em consideração o gradiente térmico no empenamento da placa, não há, praticamente, alteração no valor da deflexão, ou seja, o comprimento da placa tem pouca influência nas deflexões de canto. Este fato não é verdadeiro quando são considerados os efeitos da temperatura, como será visto adiante. Nesta análise, adotou-se como padrão uma placa de 6m, verificando-se as deflexões causadas pela passagem dos três eixos de carregamento (ESRD, ETD e ETT), necessárias para o cálculo do consumo da erosão.
 2. Comparando os resultados das deflexões obtidas em todas as simulações, para os três eixos de carregamento (ESRD, ETD e ETT), verifica-se que os maiores valores ocorrem para o ETT, sendo este o mais crítico quando se considera a análise da erosão.

Considerando o exemplo do caso padrão 1, o aumento foi de 27%. Deve-se enfatizar que, para a tensão na borda (fadiga), ele tem menos influência que os eixos ESRD e ETD.

3. Comparando CP1 com simulações 3 e 4: Para o mesmo módulo de reação do subleito, o acréscimo de 25% na espessura da placa (de 20 para 25cm) reduziu a deflexão em 13,5% (ESRD), 9,6% (ETD) e 6,7% (ETT). O acréscimo de 50% (de 20 para 30cm) reduziu para 21,6% (ESRD), 15,9% (ETD) e 10,7% (ETT).
4. Comparando CP1 com simulação 5: Duplicando o módulo de elasticidade do concreto, as deflexões são reduzidas em 16,6% (ESRD), 12,1% (ETD) e 9,0% (ETT)
5. Comparação entre simulações 6 a 8: Aumentando-se o módulo do subleito em três vezes ($k=27.13$ para 81.36 MN/m^3) e considerando as espessuras da placa de 20, 25 e 27, as reduções nas deflexões foram bastante significativas, com valores entre 52 e 62%. Pode-se concluir que a adoção de um subleito (ou sub-base), mais rígida, proporciona um suporte mais firme para a placa, diminuindo as deflexões no canto, e, conseqüentemente, os danos por erosão. Este fato ficou comprovado com as percentagens de danos por erosão, obtidas para as espessuras de 25 (57,6%) e 27 (45,8%), inferiores a 100%.
6. Comparação CP1 com as simulações 9 a 11: Aumentando o diâmetro da barra em 50% (de 25,4 para 38.1mm), verifica-se pouco efeito na redução da deflexão (cerca de 6%, já a redução em 10% do módulo da barra, reduz em 14%). A consideração de vazio entre a barra e o concreto de 0,254mm reduziu pouco a deflexão, cerca de 6%. Nestas simulações, os percentuais de consumo de erosão ficaram acima dos 100%.
7. Comparação da CP1 com simulações 24 e 25: Ao se considerar uma fundação mais realística, tipo sólido elástico, com módulos de 27,6MPa (placa $e=20\text{cm}$) e 32.6MPa (placa $e=25\text{cm}$), verificou-se que as deflexões sofreram pequenas reduções, sendo no máximo de 10% para placa com $e=20\text{cm}$ e 22% com $e=25\text{cm}$.

8. Análise das simulações 12 a 23: Para observar o efeito do gradiente térmico na placa, foram realizadas simulações para placas de 5, 6 e 7m, com espessuras de 20 e 25cm e $dt = 6.7\text{ C}$ (noite) e 13.3 C (dia). Verificou-se que: placas longas têm menores reduções nas deflexões durante a noite, porém têm maiores acréscimos nas deflexões durante o dia, ou seja, podendo-se concluir que placas curtas são mais indicadas para regiões com grandes gradientes térmicos diurnos. Com relação às espessuras das placas, as mais espessas têm menores acréscimos na deflexão durante o dia.
9. O programa KENSLABS não calcula o consumo de erosão, sendo assim, foi utilizado um modelo sugerido pela PCA (apresentado no capítulo 3). No entanto, este modelo não considera sub-base de concreto rolado e apresentou valores muito altos nas simulações em que o efeito da temperatura foi considerado, mesmo para placa diretamente sobre subleito.

Podem ser feitos os seguintes comentários sobre os resultados mostrados na Tabela 4.5:

- Caso padrão 2 (CP2) – Pavimento constituído por uma camada de revestimento em CCP sobre uma sub-base de CCR, não aderidas, assente sobre subleito.
1. Comparação CP2 com as simulações de 1 a 5: Para o mesmo módulo de reação do subleito, o acréscimo de 25% na espessura da placa (de 20 para 25cm) reduziu a deflexão em 11,0% (ESRD), 8,1% (ETD) e 7,9% (ETT) e o consumo de fadiga em 25% (entre 80 e 60%).
 2. Comparação entre as simulações 2 e 6: Considerou-se, para a simulação 6, o dobro do módulo de elasticidade do concreto para o CCP (de 27.6 para 55.2 GPa). Houve uma redução na deflexão de 23,4% (ESRD), 16,9% (ETD) e 15,8% (ETT) e de 57% no consumo de fadiga (de 69% para 30%).
 3. Comparação entre as simulações 2 e 7: Considerou-se, para a simulação 7, um aumento no módulo do CCR (de 18 para 20 GPa). Houve uma pequena redução na deflexão de 9,2% (ESRD), 6,4% (ETD) e 6,3% (ETT). O consumo de fadiga também se manteve praticamente constante.

4. Comparação das simulações 8 a 11: Para verificar o percentual de redução na espessura da placa, quando se considera o acostamento em concreto, foram realizadas quatro simulações, com espessuras da placa variáveis de 20 a 23cm. O acréscimo de 15% na espessura da placa (de 20 para 23cm) reduziu bastante o valor da deflexão: 88,0% (ESRD), 81,8% (ETD) e 64% (ETT). O ganho maior foi no consumo de fadiga, que ficou desprezível.
5. Comparação entre as simulações 12 a 15 e 16 a 18: O objetivo destas simulações foi verificar a resposta do pavimento a uma redução na espessura da camada de CCR. Ao reduzir a espessura do concreto rolado para 5cm, nas simulações de 12 a 15, e para 7,5cm, nas simulações de 16 a 18, verificou-se que a redução do CCR para 5cm reduziu no máximo 12% a deflexão para placa com $e=24$ cm, o mesmo ocorrendo com o CCR de 7,5cm, cuja redução foi de, no máximo, 12%. Os consumos de fadiga ficaram inferiores a 100%, porém elevados, entre 60 e 80%.

Fazendo-se uma análise geral de tudo que foi verificado através das simulações acima, pode-se concluir que:

- Para diminuir as deflexões no canto da placa, e, conseqüentemente, os danos por erosão, a forma mais eficiente é a adoção de uma placa de CCP não muito delgada, sobre uma sub-base de CCR, de preferência, com acostamentos de concreto (quando for justificada economicamente). Nota-se, no entanto, que o uso de acostamento de concreto não tem muita influência na fadiga. Do mesmo modo, o comprimento da placa pode ter efeito contrário quando se analisa fadiga ou erosão, e a consideração conjunta carga - temperatura vai ajudar nesta análise. Portanto para bem dimensionar um pavimento de concreto para os dois principais defeitos estruturais (trincas de fadiga e quebra de canto) é necessário ponderar as análises para tensões e deflexões. Mais uma vez, deve-se comentar que o método da PCA 1966 não deve mais ser utilizado pois só leva em conta a fadiga e com tensões calculadas na junta transversal, que não é a mais crítica. Não se entende porque é mantido no manual do DNIT (2005).

- No caso de se adotar uma placa de CCP assente diretamente sobre o subleito (ou sub-base granular), a adoção de um material mais rígido proporciona um melhor suporte para a placa, reduzindo as deflexões de canto. Deve-se tomar cuidado com sub-bases muito espessas, a fim de evitar deformações permanentes devido ao tráfego pesado.
- Verificou-se, nas simulações com o Programa KENSLABS, que a consideração do efeito da temperatura é de importância fundamental no dimensionamento dos pavimentos de concreto, pois os gradientes térmicos que ocorrem durante o dia, provocam grandes aumentos nas deflexões no canto na placa, apresentando melhor desempenho as placas mais curtas. O mesmo foi verificado por Silva (2001) e Rodolfo e Balbo (2002) com uso do programa ILS2.

4.2 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO HIPOTÉTICO UTILIZANDO O MÉTODO DA PCA (1984) E O PROGRAMA KENSLABS (2004)

Será mostrado, a seguir, um exemplo numérico do dimensionamento de um pavimento hipotético de concreto, utilizando o Método da PCA (1984) e o Programa de elementos finitos KENSLABS (2004), para comparação dos resultados.

4.2.1 Dados Gerais do Projeto

a) Tipo de Projeto

- Projeto de duplicação de uma rodovia com duas pistas separadas por canteiro central, cada pista com duas faixas de tráfego de 3,6m, acostamento externo de 3,0m e faixa de segurança interna de 1,0m.

b) Tráfego

A Tabela 4.6 apresenta o resultado de uma contagem volumétrica e classificatória realizada na pista existente em 2007, com os valores ajustados pelos coeficientes de sazonalidade para obtenção do volume médio diário anual (VMD_{anual}).

Tabela 4.6: Volume médio diário anual na rodovia em estudo - ano 2007

AUTO	ÔNIBUS	2CS	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2C2	2S2-2	3S4-2	VR	TOT
3457	201	409	366	639	2	52	519	0	3	60	6	9	9	15	5747
60%	3%	7%	6%	11%	0%	1%	9%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	100%

A Tabela 4.7 apresenta resultado de uma pesagem realizada no mesmo ano, com uma amostra de 875 eixos.

A análise de uma série histórica de um posto de contagem de tráfego localizado na rodovia forneceu as seguintes taxas de crescimento anuais para as diversas categorias de veículos:

- Autos : 5,2%
- Ônibus : 2,6%
- Caminhões : 2,6%

Tabela 4.7: Resultado da pesagem realizada na rodovia em estudo em 2007

CARGA POR EIXO (tf)	QUANT.	%	CARGA POR EIXO (tf)	QUANT.	%	CARGA POR EIXO (tf)	QUANT.	%
EIXOS SIMPLES			EIXOS TANDEM DUPLOS			EIXOS TANDEM TRIPLOS		
00-02	1	0.11%	00-02	0	0.00%	00-02	0	0.00%
02-04	149	17.03%	02-04	4	0.46%	02-04	1	0.11%
04-06	309	35.31%	04-06	19	2.17%	04-06	3	0.34%
06-08	32	3.66%	06-08	38	4.34%	06-08	43	4.91%
08-10	24	2.74%	08-10	11	1.26%	08-10	22	2.51%
10-12	34	3.89%	10-12	12	1.37%	10-12	6	0.69%
12-14	14	1.60%	12-14	14	1.60%	12-14	3	0.34%
14-16	1	0.11%	14-16	12	1.37%	14-16	5	0.57%
16-18		0.00%	16-18	17	1.94%	16-18	8	0.91%
			18-20	18	2.06%	18-20	8	0.91%
			20-22	8	0.91%	20-22	0	0.00%
			22-24	3	0.34%	22-24	4	0.46%
			24-26	10	1.14%	24-26	8	0.91%
			26-28	2	0.23%	26-28	14	1.60%
			28-30		0.00%	28-30	14	1.60%
						30-32	3	0.34%
						32-34	1	0.11%
						34-36		0.00%
TOTAL	564	64.46%		168	19.20%		143	16.34%
TOTAL DE EIXOS								875

c) Características do subleito e materiais disponíveis na região

Os estudos geotécnicos realizados no subleito e a pesquisa das ocorrências de materiais para terraplenagem e pavimentação apresentaram, sucintamente, os seguintes resultados:

- Subleito arenoso e com CBR característico de 10%, sem expansibilidade volumétrica;
- A região possui agregados pétreos e areia de boa qualidade para concreto e sub-base de brita graduada;

d) Clima da região

- A rodovia a duplicar está localizada em uma região com baixo índice pluviométrico.

e) Período de projeto

Para pavimentos de concreto, normalmente se considera um período de projeto de 20 anos.

4.2.2 Dimensionamento pelo Método da PCA (1984)

a) Fundação do pavimento:

O tráfego na rodovia é bastante pesado, o que indica a necessidade de uma sub-base, ainda que o subleito não seja potencialmente sujeito à ocorrência de bombeamento ou perda de suporte, tendo em vista ser o solo arenoso e estável e a região de clima seco.

Foram estudadas três alternativas de sub-base:

- brita graduada com 15cm de espessura;
- brita graduada com 30cm de espessura;
- concreto rolado com 10cm de espessura;

Os valores do coeficiente de recalque para o sistema subleito-sub-base, utilizando-se os quadros apresentados no método da PCA 1984 (ABCP 1998, ET-97) e considerando CBR=10% para o subleito existente foram:

- sem sub-base: $k_{\text{subleito}} = 49 \text{ MPa/m}$ (Quadro 1)
- sub-base de brita graduada: $K_{\text{BG15}}=58 \text{ MPa/m}$; $K_{\text{BG30}}=79 \text{ MPa/m}$ (Quadro 1)

- sub-base de concreto rolado: $K_{CR10}=144$ MPa/m (Quadro 4)

b) Concreto da placa

Como os agregados disponíveis são de boa qualidade, foram adotadas as seguintes características do concreto à tração na flexão:

- revestimento (placa de CCP) - 4,5 MPa.
 - sub-base (CCR) – 1,8 MPa.
- c) Barras de transferência e acostamento de concreto

Como as cargas são pesadas e de intensa solicitação, foram analisadas as seguintes opções de projeto, isolada ou combinadamente:

- placa de CCP com barras de transferência; sub-base em concreto rolado ou granular e sem acostamento de concreto;
- placa de CCP com barras de transferência; sub-base em concreto rolado ou granular e acostamento de concreto;

d) Fator de segurança de carga

De acordo com o método, para rodovias com grande frequência de caminhões, deve-se considerar $F_{SC}=1,2$.

e) Número previsto de repetições de cargas por eixo durante o período de projeto

Na Tabela 4.8 é apresentada a projeção do tráfego, considerando as taxas de crescimento adotadas, para o período de projeto de 20 anos.

Para obtenção no número de veículos comerciais durante o período de projeto, deve-se multiplicar o volume total obtido na última coluna da Tabela 4.7 por 365 dias no ano, ou seja:

- Total de veículos comerciais em 20 anos = $50.685 \times 365 = 18.500.165$ veículos

Considerando que este volume ocorre nos dois sentidos de tráfego da pista existente (50% por sentido) e que, com a duplicação, existirão duas faixas por sentido (90% trafegando na faixa da direita), tem-se o seguinte número de veículos na faixa de projeto:

- Número de veículos na faixa de projeto = $18.500.165 \times 0,5 \times 0,9 = 8.325.074$ veículos.

Para transformar o total de veículos em total de eixos deve-se calcular, inicialmente, o Fator de eixo médio, apresentado na Tabela 4.9.

O número total de eixos será obtido multiplicando-se o número total de veículos na faixa de projeto pelo fator de eixo médio, ou seja:

- Número total de eixos na faixa de projeto em 20 anos = $8.325.074$ veículos $\times 2,371 = 19.738.751$ eixos.

Tabela 4.8: Projeção do tráfego para um período de 20 anos

ANO		CLASSIFICAÇÃO			VMD	
CALENDÁRIO	PROJETO	AUTO	ÔNIBUS	CAM	COMERCIAL	TOTAL
2007	Contagem	3881	201	1665	1866	5747
2008	Obra	4083	206	1708	1915	5997
2009	1	4295	212	1753	1964	6259
2010	2	4518	217	1798	2015	6534
2011	3	4753	223	1845	2068	6821
2012	4	5001	229	1893	2122	7122
2013	5	5261	234	1942	2177	7437
2014	6	5534	241	1993	2233	7767
2015	7	5822	247	2045	2291	8113
2016	8	6125	253	2098	2351	8476
2017	9	6443	260	2152	2412	8855
2018	10	6778	267	2208	2475	9253
2019	11	7131	274	2266	2539	9670
2020	12	7502	281	2325	2605	10107
2021	13	7892	288	2385	2673	10564
2022	14	8302	295	2447	2742	11044
2023	15	8734	303	2511	2814	11547
2024	16	9188	311	2576	2887	12075
2025	17	9666	319	2643	2962	12627
2026	18	10168	327	2712	3039	13207
2027	19	10697	336	2782	3118	13815
2028	20	11253	345	2854	3199	14452
TOTAL		145061	5460	45226	195.747	50.685
MÉDIA		7253	273	2261	9787	2534

Tabela 4.9: Cálculo do fator de eixo médio do projeto

TIPO DE VEÍCULO	VMD COM. (2007)	N. EIXOS	TOTAL DE EIXOS
ONIBUS	201	2	402
2C	366	2	732
3C	639	2	1278
2S1	2	3	6
2S2	52	3	156
2S3	519	3	1557
3S1	0	3	0
3S2	3	3	9
3S3	60	3	180
2C2	6	4	24
2S2-2	9	4	36
2S4-2	9	5	45
TOTAL	1866		4425
FATOR DE EIXO MÉDIO			2,371

Na Tabela 4.10 é apresentada a distribuição dos eixos por faixa de carga, considerando os mesmos percentuais apresentados na Tabela 4.7, para o período de projeto de 20 anos.

Tabela 4.10: Distribuição dos eixos nas faixas de carga para período de projeto de 20 anos na rodovia estudada

CARGA POR EIXO (tf)	N EIXOS	CARGA POR EIXO (tf)	N EIXOS.	CARGA POR EIXO (tf)	N EIXOS
EIXOS SIMPLES		EIXOS TANDEM DUPLOS		EIXOS TANDEM TRIPLOS	
00-02	21.713	00-02	0	00-02	0
02-04	3.361.509	02-04	90.798	02-04	21.713
04-06	6.969.753	04-06	428.331	04-06	67.112
06-08	722.438	06-08	856.662	06-08	969.173
08-10	540.842	08-10	248.708	08-10	495.443
10-12	767.837	10-12	270.421	10-12	136.197
12-14	315.820	12-14	315.820	12-14	67.112
14-16	21.713	14-16	270.421	14-16	112.511
16-18	0	16-18	382.932	16-18	179.623
		18-20	406.618	18-20	179.623
		20-22	179.623	20-22	0
		22-24	67.112	22-24	90.798
		24-26	225.022	24-26	179.623
		26-28	45.399	26-28	315.820
		28-30	0	28-30	315.820
				30-32	67.112
				32-34	21.713
				34-36	0
TOTAL	12.721.624		3.787.866		3.219.390

f) Modelos de ruína

O método da PCA 1984 considera os limites máximos de consumo de fadiga e de danos por erosão de 100% para cada um, separadamente.

Os resultados obtidos nas onze simulações de estrutura de pavimento estão apresentados resumidamente na Tabela 4.11, e as planilhas completas do dimensionamento estão apresentadas no Apêndice 1.

Tabela 4.11: Resultados obtidos para as onze simulações de estrutura de pavimento

SIMULAÇÃO	CCP	SUB-BASE	BARRA TRANSF	ACOST	FADIGA %	EROSÃO %
1	28	N	N	N	3.9	402.9
2	28	N	S	N	3.9	54.9
3	20	BGS 15	N	N	23924.0	1976.5
4	20	BGS 30	N	N	7955.5	1610.1
5	25	BGS 30	N	N	32.4	342.1
6	25	BSG 30	S	N	32.4	75.5
7	20	CCR 10	N	N	1206.8	1222.1
8	20	CCR 10	S	S	43.6	65.1
9	25	CCR 10	N	N	1.5	365.6
10	25	CCR 10	S	N	1.5	49.1
11	22	CCR10	S	N	152.1	155.8

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 4.11 pode-se concluir que:

- Para um pavimento de concreto mais simples, apenas placa de CCP sobre subleito arenoso com CBR=10%, será necessária uma placa bastante espessa, com 28 cm, e adoção de barras de transferência para atender ao critério de danos por erosão. Vale salientar que as barras de transferência não têm efeito no consumo de fadiga, pois o ponto crítico ocorre no meio da borda, longe das juntas transversais. O consumo de fadiga é bastante sensível à espessura da placa;
- Para um pavimento de concreto menos espesso do que este inicial, com placa de CCP sobre sub-base de brita graduada (CCP+BGS), as simulações mostraram que: ao considerar uma placa com 20cm de espessura, seria necessária uma sub-base com 30cm para atender ao critério de consumo de fadiga, se o acostamento for de concreto e forem adotadas barras de transferência para atender aos danos por erosão. Para não utilizar

acostamento de concreto, seria necessário aumentar a espessura da placa para 25cm, mantendo a mesma base de 30cm e barras de transferência. O valor do percentual de danos por erosão seria, no entanto, muito elevado (75.5%) e não é aconselhável a utilização de sub-base granular com espessura muito superior a 15cm, devido a uma possível deformação permanente desta ao longo do tempo, tendo em vista o tráfego pesado e intenso, sendo este proporcional à própria espessura da camada.

- Para um pavimento de concreto constituído por placa de CCP sobre sub-base de concreto rolado (CCP+CCR não aderidos), as simulações mostraram que, pode-se utilizar uma placa com 20cm de espessura, desde que o acostamento seja de concreto e existam barras de transferência. Para uma estrutura sem acostamento de concreto, seria necessária uma placa com 25cm de espessura e barras de transferência. Pelo método, caso se considere o efeito estrutural da sub-base de concreto rolado, o valor da espessura da placa poderá ser reduzido para 19.5cm (Figura 10 do método PCA – DNIT, 2005).
- A escolha da melhor alternativa, entre as quatro simulações que passaram nos critérios de fadiga e erosão dependerá da análise econômica de cada uma delas.

4.2.3 Dimensionamento pelo Programa KENSLABS

Adotando-se os mesmos dados gerais do projeto, apresentados no item 4.2.1, foram realizadas simulações utilizando o programa KENSLABS.

Para a utilização do programa, são necessárias informações adicionais, que não são necessárias no dimensionamento com o Método da PCA (1984), quais sejam:

a) Dimensões da placa (pista e acostamento):

Adotaram-se os seguintes valores de largura e comprimento:

- Pista de rolamento: placas de CCP (3,6m de largura x 6,0m de comprimento);
- Acostamentos: placas de CCP (3,0m de largura x 6,0m de comprimento);

Quanto à espessura de placa nas simulações, foram consideradas entre 20 e 28cm.

b) Determinação de um esboço do pavimento projetado em planta, contendo a malha a ser adotada, com a numeração das placas, nós e juntas, quando houver;

- **O que diz o programa sobre a malha a adotar:**

Em sua atual versão de 2004, o programa pode ser aplicado a um máximo de 6 placas, 7 juntas e 420 nós, sendo que cada placa pode ter, no máximo, 15 nós na direção x e 15 nós na direção y .

Se as placas e cargas apresentarem simetria, apenas a metade ou um quarto da placa precisa ser considerado, reduzindo o tempo de processamento e de armazenamento.

O tamanho dos elementos da malha tem um efeito significativo nos resultados obtidos (ver análise de sensibilidade apresentada no Capítulo 3). Assim, a seleção de uma malha apropriada requer muito cuidado por parte do projetista. Não é necessário usar uma malha muito fina em toda a placa, visto que resultados satisfatórios podem ser obtidos se uma malha mais fina for utilizada perto da carga e uma mais espaçada, longe da carga.

Para se obter resultados mais precisos, a relação comprimento/largura de qualquer elemento não deve ser superior a cinco. Vale salientar que o próprio programa não aceita, na mesma placa, dimensões de um elemento cinco vezes superior às dimensões do menor elemento daquela placa (aparece uma mensagem de erro).

- **Dicas práticas para a escolha da malha:**

Para **carregamento na borda da placa (análise de fadiga)**, pode-se considerar apenas uma placa, quando o acostamento não for de concreto, e duas, caso seja de concreto. Como neste caso o ponto mais desfavorável ocorre no meio da borda da placa, pode-se adotar um eixo de simetria na direção y , o que reduz a malha pela metade.

Para **carregamento no canto da placa (análise da erosão)**, serão necessárias duas placas quando o acostamento não for de concreto e quatro quando for de concreto. Neste caso, como

a situação mais desfavorável é no canto da junta, não será possível considerar um eixo de simetria.

As malhas adotadas neste dimensionamento foram:

- **Carregamento na borda da placa (análise de fadiga)**

Nas Figuras 4.1 e 4.2 estão apresentadas as malhas utilizadas neste estudo, com as numerações dos nós e elementos importantes a serem considerados nas diversas geometrias dos projetos considerados (análise de fadiga sem e com acostamento de concreto).

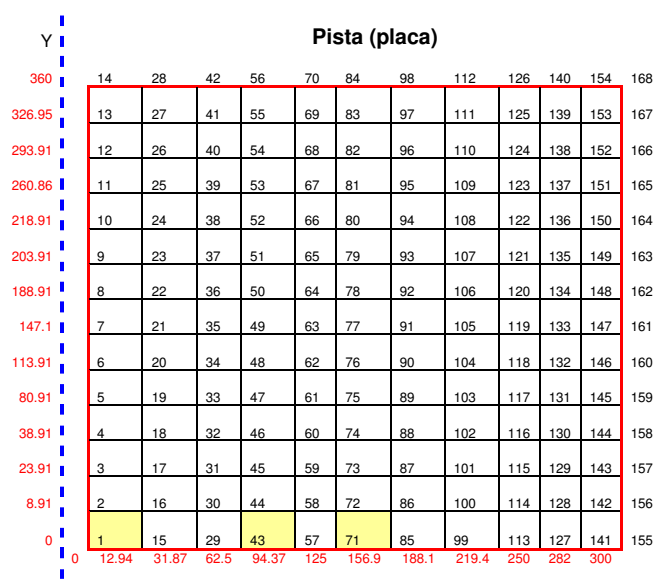


Figura 4.1: Malha utilizada no projeto 1- placa de CCP sem acostamento de concreto (uma placa com eixo de simetria y) - fadiga

Os elementos em amarelo indicam os três pontos de saída dos resultados escolhidos para serem informados ao programa. São os pontos de aplicação das cargas (eixos simples, tandem duplos e triplos).

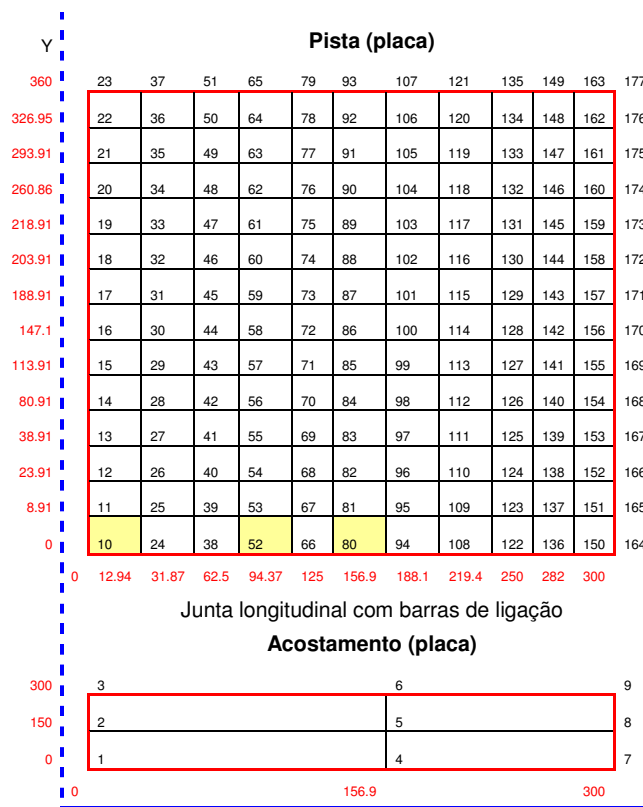


Figura 4.2: Malha utilizada no projeto 2: placa e acostamento de CCP (duas placas com eixo de simetria y) – fadiga

- **Carregamento no canto da placa (análise da erosão)**

Nas figuras 4.3 e .4.4 são apresentadas as malhas consideradas nos projetos em estudo, para o critério de erosão de fundação, sem e com acostamento de concreto.

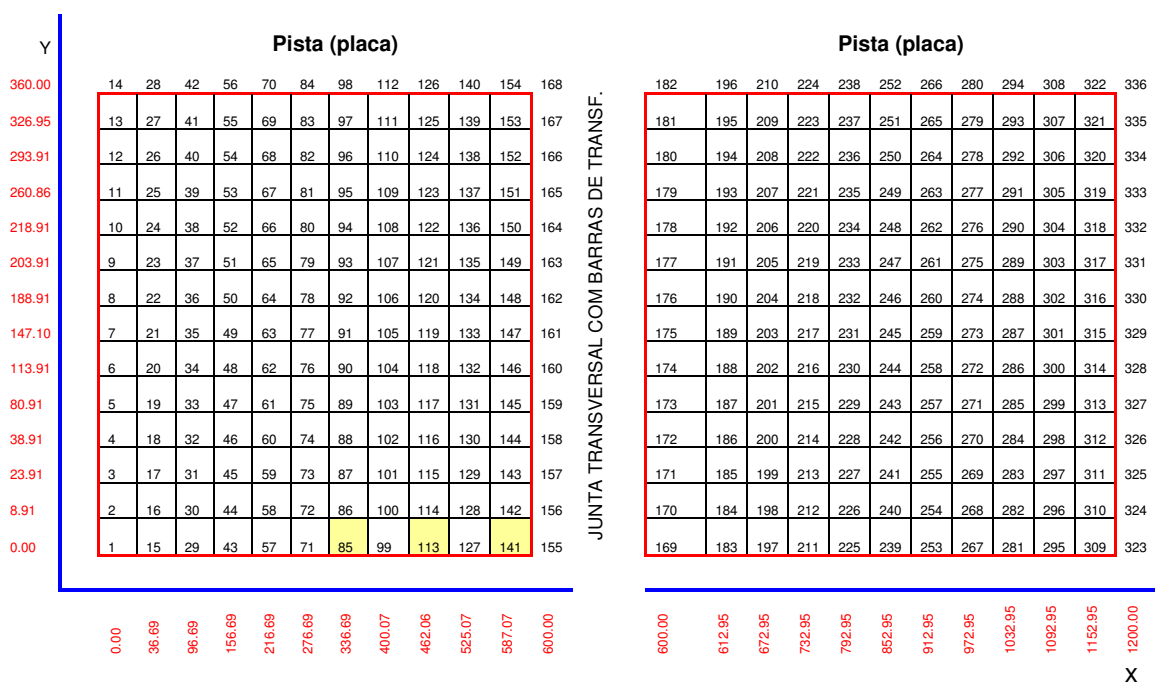


Figura 4.3: Malha utilizada no Caso 1: placa CCP sem acostamento de concreto (duas placas com barras de transferência) – erosão

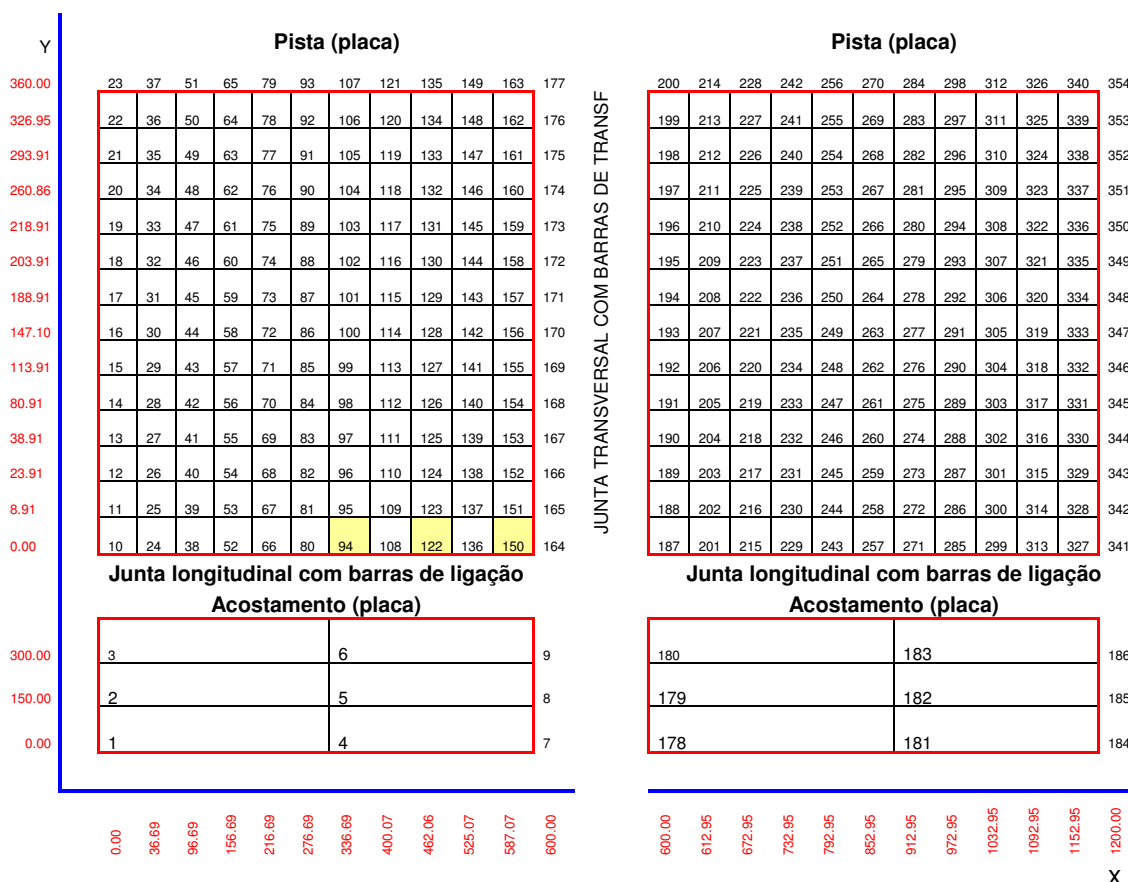


Figura 4.4: Malha utilizada no Caso 2: placa e acostamento de CCP (quatro placas com barras de ligação e de transferência) - erosão
b) Determinação dos grupos de carregamentos considerados no projeto

O programa permite o uso de até doze grupos de carregamento para análise da fadiga, cada grupo com diferentes configurações de eixo, sendo que cada grupo pode ter, no máximo, vinte e quatro cargas distribuídas uniformemente em áreas retangulares (pneus).

Teoricamente, podem-se considerar os doze grupos como doze tipos de veículos, porém, na análise da fadiga, o programa considera apenas uma placa, ou seja, as placas adjacentes estão a uma distância das juntas que não interferem no resultado da tensão de tração na flexão no meio da borda. Sendo assim, devem-se considerar os grupos como eixos simples, duplos e triplos, talvez com diferentes pressões nos pneus.

Neste dimensionamento, foram considerados três grupos, sendo o primeiro um eixo simples de roda dupla (ESRD), o segundo um eixo tandem duplo (ETD) e o terceiro um eixo tandem triplo (ETT), todos com pressão nos pneus de 648 KPa. Na Figura 4.5 estão apresentadas as dimensões dos três grupos de carregamento utilizados neste dimensionamento.

Segundo Moreira e Mendes (1993 apud Rufino, 1997) esta pressão de 648KPa é utilizada considerando um eixo tandem triplo com 35t, para uma área de contato retangular do pneu de 18 cm de largura por 25 cm de comprimento.

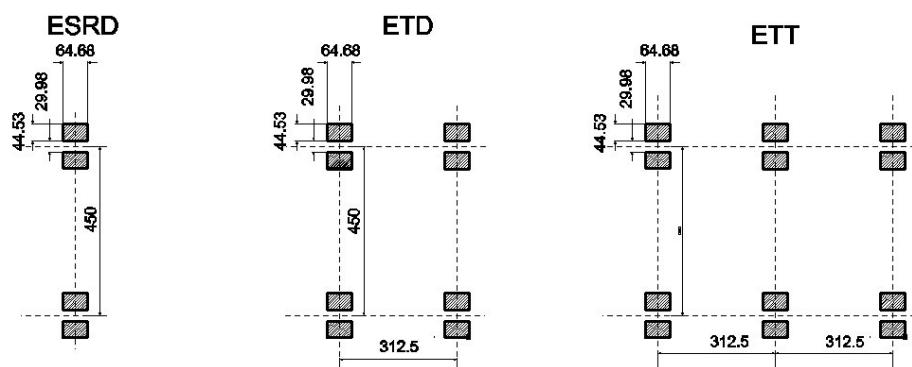


Figura 4.5: Dimensões dos três grupos de carregamento (ESRD, ETD e ETT)

No método da PCA também são adotados grupos de carga, ou seja, eixos simples, tandem duplo e tandem triplo, porém cada um deles tem a sua quantidade de eixos, no período de projeto, distribuída pelos intervalos de carga obtidos na pesagem (Tabela 4.7).

No KENSLABS, é possível considerar até 12 grupos de carga, porém, para cada grupo, deve-se indicar a pressão dos pneus, que nada mais é do que a carga aplicada sobre a área do pneu. Não é possível considerar, para os três tipos de eixos, todos os intervalos de carga apresentados na Tabela 4.7. O programa também não solicita o número total de eixos durante o período de projeto e sim o número de eixos médio para um ano de projeto (pode-se adotar a média dos 20 anos ou escolher o 10º ano).

Sendo assim, o número de eixos médio por ano, na faixa de projeto será:

$$\text{VMD}_{\text{anual}} \text{ médio para 20 anos (Tabela 4.8)} \times 365 \text{ dias} \times \text{fator de eixo médio (Tabela 4.9)} \times 0,5$$

$$(\text{volume para um sentido de tráfego}) \times 0,9 (\text{volume na faixa da direita da pista duplicada}) =$$

$$2.534 \times 365 \times 2,371 \times 0,5 \times 0,9 = 986.833 \text{ eixos.}$$

Considerando-se os percentuais de cada eixo, fornecidos na Tabela 4.7, é possível obter os valores apresentados na Tabela 4.12 para os três tipos de eixos.

Tabela 4.12: Número de eixos a ser considerado no projeto

Tipo de Eixo	%	Número de Eixos por ano
Eixo simples – ESRD	64,46	636.084
Eixo Tandem Duplo –	19,20	189.472
Eixo Tandem Triplo -	16,34	161.277
Total	100,00	986.833

c) Determinação, para cada grupo de carregamento, da localização dos eixos e pneus em relação à malha adotada.

O programa solicita que sejam indicadas, para cada grupo de carregamento, as coordenadas x e y dos pneus, considerado como área retangular, como visto anteriormente.

As Figuras 4.6 e 4.7 apresentam a localização dos eixos de carregamento em relação às malhas adotadas.

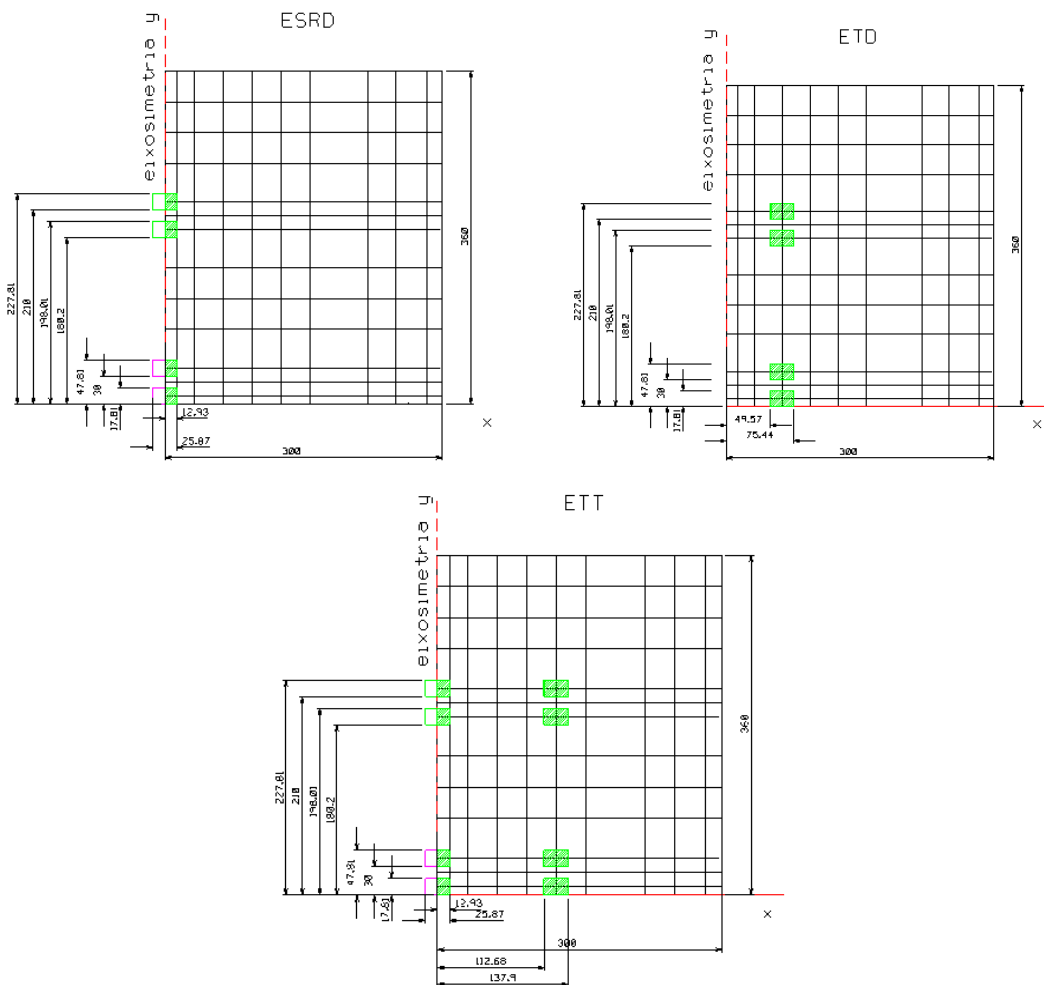


Figura: 4.6: Localização dos eixos ESRD, ETD e ETT para análise na borda da placa

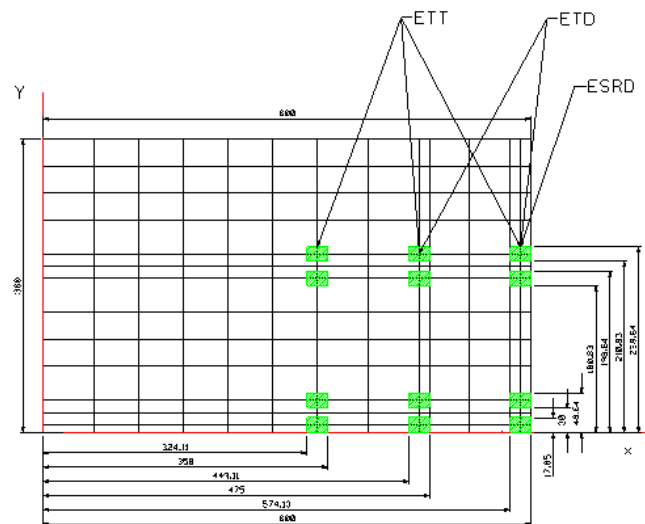


Figura: 4.7: Localização dos eixos ESRD, ETD e ETT para análise no canto da da placa

d) Definição das características das juntas, barras de ligação e barras de transferência

- Barras de ligação:

As barras de ligação são colocadas ao longo das juntas longitudinais, para manter as placas unidas e podem ser calculadas através das Equações 2.40 e 2.42, apresentadas no capítulo 2.

Analisando a equação 2.40 pode ser observado que a área de aço necessária por comprimento longitudinal unitário de placa é proporcional à espessura da placa e à distância da junta longitudinal à borda livre.

Neste dimensionamento, no entanto, serão utilizadas barras de aço CA-50, com diâmetro de 12,5 mm, distribuídas a cada 75 cm e com comprimento igual a 0,85 m.

- Barras de transferência:

As barras de transferência são normalmente utilizadas ao longo das juntas transversais, para transferir a carga de uma placa para a placa adjacente, e podem ser calculadas através das Equações 2.43 a 2.47.

Neste dimensionamento, no entanto, serão utilizadas juntas de contração a cada 6,0 m, com barras de transferência de Aço CA-25 com 32,0mm de diâmetro e comprimento de 46,0cm, espaçadas de 30,0cm.

- Juntas

As juntas de contração podem ser adotadas através de consulta às Tabelas 2.5 e 2.6 do Capítulo 2, referentes às juntas moldadas in loco ou pré-moldadas.

Para este dimensionamento, adotou-se junta pré-moldada com selante asfáltico. De acordo com a Tabela 2.6, para espaçamento entre juntas de 6,0m, a largura da junta será de $\frac{1}{4}$ in, ou seja, 0,635cm.

e) Gradiente térmico na região do projeto

Sabe-se que o gradiente de temperatura provoca empenamento da placa, influenciando nas tensões e deformações, porém, neste dimensionamento, propositalmente não foi considerado, pois o Método da PCA 1984 não leva em conta, e a intenção é comparar os resultados obtidos.

f) Análise da fadiga e da erosão

O programa KENSLABS permite utilizar o modelo de fadiga da PCA 1984, ou outro, específico para o trecho, à escolha do usuário.

Neste dimensionamento, considerou-se o modelo da PCA 1984.

Na análise da erosão, foi utilizada a correlação obtida pela PCA 1984, relacionando o desempenho à taxa de trabalho, definida como o produto da deflexão no canto pela pressão p na interface placa-fundação, dividida pelo comprimento da bacia de deflexão, que é função do raio de rigidez relativa ℓ . A metodologia foi apresentada no Capítulo 3.

g) Resultados obtidos pelo KENSLABS, para as simulações de estrutura de pavimentos consideradas estão mostrados na Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Resultados baseados no carregamento da borda longitudinal

PAVIMENTOS HIPOTÉTICOS:		FADIGA (vida de projeto)		EROSÃO (% erosão)
1	Placa com 3.6m de largura, 6m de comprimento e 23.5cm de espessura, sub-base de CCR e=10cm, $E_{ccp}=27.6\text{GPa}$, $v_{ccp}=0.15$ $E_{ccr}=18\text{GPa}$, $v_{ccr}=0.2$. Juntas com barras de transferência: diâmetro = 25.4mm, espaçamento = 30.5cm e esp. junta = 0.318mm. $M_{bar}=407\text{GN/m}^3$	CCP	63,5 anos	64,8%
		CCR	ilimitado	
2	Placa com 3.6m de largura, 6m de comprimento e 24cm de espessura, sub-base de CCR e=7.5cm, $E_{ccp}=27.6\text{GPa}$, $v_{ccp}=0.15$ $E_{ccr}=18\text{GPa}$, $v_{ccr}=0.2$. Juntas com barras de transferência: diâmetro = 25.4mm, espaçamento = 30.5cm e esp. junta = 0.318mm. $M_{bar}=407\text{GN/m}^3$	CCP	87.8 anos	59,9%
		CCR	ilimitado	

Vale salientar que estas duas simulações foram escolhidas em função dos resultados obtidos na análise exploratória do programa, ou seja; elas apresentaram os melhores desempenhos na proteção contra a fadiga e erosão. Como o método da PCA 84 não considera o efeito da temperatura, para efeito de comparação, o mesmo também não foi considerado nas duas simulações do KENSLABS. Caso fosse considerado, as estruturas seriam, provavelmente, mais robustas.

Comparando-se os resultados PCA 84 x KENSLABS, tem-se que:

1. Estrutura de pavimento - CCP e subleito: pelo PCA 84, a espessura da placa seria de 28cm, já pelo KENSLABS, esta estrutura não passaria, mesmo com placas de 30cm.
2. Estrutura de pavimento - CCP, sub-base granular e subleito: ambos apresentaram espessura da placa de 25cm;
3. Estrutura de pavimento - CCP, sub-base CCR e subleito: pelo PCA 84, CCP (25cm) e CCR (10cm); já pelo KENSLABS, CCP (23,5cm) e CCR (10cm) ou CCP (24cm) e CCR (7,5m).

Os Relatórios de Saída do KENSLABS, para os dois pavimentos hipotéticos acima, estão apresentados no Apêndice 2.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES

Ao longo dos capítulos, procurou-se abordar toda a teoria que envolve o dimensionamento de um pavimento de concreto, abordando as características dos materiais empregados, a importância do tráfego, e demonstrou-se como funcionam as tensões e deformações nas placas de concreto submetidas ao peso próprio, aos gradientes térmicos e às cargas dos veículos, ao longo da sua vida de projeto.

Foram descritos os métodos de dimensionamento da PCA 1984 e o programa para análise estrutural KENSLABS, mostrando as suas vantagens e limitações.

Com a finalidade de quebrar ou reafirmar paradigmas, foram estudadas estruturas tradicionalmente adotadas pelo setor rodoviário para pavimentos novos de concreto, através da realização de várias simulações e análise dos resultados obtidos pelo programa KENSLABS, inclusive com avaliação da vida de projeto para cada estrutura, considerando os critérios de consumo de fadiga e danos por erosão.

Por fim, apresentou-se o dimensionamento, passo a passo, de um pavimento hipotético pelo método da PCA 1984 e pelo programa KENSLABS.

A conclusão que se chega, é que a utilização do programa KENSLABS tem grandes vantagens sobre o método da PCA 1984, sendo as principais delas o uso de modelagem mais realista para a sub-base e a possibilidade de se poder considerar o efeito dos gradientes térmicos nas tensões e deformações causadas pelo empenamento da placa, que podem atingir magnitudes duas vezes maiores que aquelas encontradas quando da ação isolada de cargas rodoviárias.

O programa exige que o projetista tenha um bom conhecimento técnico sobre pavimentos de concreto, pois solicita dados de entrada bastante detalhados e precisos; como a escolha da malha de elementos finitos, a localização das cargas, as características de todos os materiais envolvidos, inclusive das juntas e barras de ligação e transferência de carga.

O que aparenta ser inicialmente uma dificuldade, se torna uma ferramenta poderosa quando se tem o domínio do assunto e a prática do uso. No entanto, como desvantagem tem-se que os relatórios de saída, apesar de apresentarem todas as informações necessárias, não têm uma forma amigável para o usuário, o que dificulta a realização de várias simulações em tempo curto devido ao esforço necessário para interpretação dos dados.

Como sugestão para novos pesquisadores pode-se citar:

- o desenvolvimento de um programa de pós - processamento para o KENSLABS com importação dos relatórios de saída e apresentação dos dados de uma forma bi ou tri-dimensional, com a ferramenta de um software tipo CAD ou outro;
- a comparação dos resultados do programa KENSLABS com outros tais como o ILS2 e o FEACONS, já utilizados no país por outros pesquisadores especialmente na análise conjunta carga – temperatura;
- fazer medidas de empenamento de placas sob gradientes térmicos ou mesmo medida de deflexão em cantos de placas em várias horas do dia para confrontar com os modelos numéricos.
- ampliar o estudo de sensibilidade do programa KENSLABS e, se possível, obter expressões de tensão e de deflexão em função de vários parâmetros, de forma que projetistas menos experientes possam saber quais os parâmetros mais relevantes em cada tipo de ruptura e assim possam otimizar as análises de um projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. “**Guide for Design of Pavement Structures**”. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., U.S.A,1986.

BALBO, J. T. “**Pavimentação Asfáltica – Materiais, Projeto e Restauração**”. Oficina de textos, São Paulo, 2007.

BRADBURY, R.D. “**Reinforced Concrete Pavements**” Wire Reinforcement Institute, Washington, D.C., 1938.

DARTER, M.I. e E.J.BARENBERG, “**Design of Zero-Maintenance Plain Jointed Concrete Pavement**”. Report FHWA-RD, Vol. 1, Federal Highway Administration, 1977

DNIT. “**Manual de Pavimentos Rígidos**”. Publicação IPR-714, 2ed, Rio de Janeiro, 2005.

FRIBERG, B.F. “**Design of Dowels in Transverse Joints of Concrete Pavements**”. Transactions, ASCE, Vol. 105, 1940.

GOLDBECK, A.T. “**thickness of Concrete Slabs**”. Public Roads, 1919.

HEINRICHS,K.W., M.J.LIU, M.I.DARTER, S.H.CARPENTER e A.M.IOANNIDES. “**Rigid Pavement Analysis and Design**”. Report FHWA-RD-88-068. Federal Highway Administration, 1989.

HUANG, Y.H. and G.W.SHARPE.” **Thickness Design of Concrete Pavements by Probabilistic Method**” Proceedings, 4th International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation, Purdue University, 1989.

HUANG, Y. H. **Pavements Analysis and Design**. Prentice Hall, New Jersey, E.U.A. 1993.

HUANG, Y. H. **Pavements Analysis and Design**. 2ed, Prentice Hall, New Jersey, E.U.A. 2004.

IOANNIDES, A.M., M.R.THOMPSON e E.J.BARENBERG. “**Westergaard Solutions Reconsidered.**” Transportation Research Record 1043, Transportation Research Board, 1985.

MEDINA, J.e MOTTA, L.M.G. “**Mecânica dos Pavimentos**”. 2 ed, Rio de Janeiro, 2005.

MOTTA, L. M. G.e RABELLO NETO, M.P. “**Considerações a Respeito do Dimensionamento de Pavimentos Rígidos**”. 28^a RAP – ABPv, vol.II, Belo Horizonte, 1994.

MULLER, R.M. “**Avaliação de Transmissão de Esforços em Pavimentos Intertravados de Blocos de Concreto**”. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

OLDER, C. “**Highway Reaserch in Illinois**”. Transactions, ASCE, Vol 87, 1924.

PCA. “**Join Design for Concrete Highway and Street Pavements**”. Portland Cement Association, 1975.

PICKETT, G e G.K.RAY. “**Influence Charts for Concrete Pavement.**” Transactions, ASCE, Vol.116, 1951.

PITTA, M.R. “**Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método PCA (1984)**”. ET-97, 3ed, publicação Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo, 1998.

PITTA, M.R. “**Concreto Rolado: Aplicações em Pavimentação**”. ET-10, 7ed, publicação Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo, 1998.

PITTA, M.R. “**Construção de Pavimentos de Concreto Simples**”. ET-81, 3ed, publicação Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo, 1998.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. “**Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements**”. Skokie, Illinois, E.U.A, 1990.

RUFINO, D.M.S. “**Estudo dos Procedimentos de Dimensionamento e dos Novos Programas de Análise de Tensões em Pavimentos de Concreto**”. Tese de Mestrado, COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

SEVERI, A.A. “**Estudo dos Gradientes Térmicos em Pavimentos de Concreto de Cimento Portland no Ambiente Tropical**”. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2002.

SILVA, P.D. “**Estudo do Reforço de Concreto (Whitetopping) na Pista Circular Experimental do IPR/RJ**”. Tese de Doutorado, COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

TELLER, L.W. e E.C. SUTHERLAND, “**The Structural Design of Concrete Pavements**”, Reprints from Public Roads, Vols. 16, 17 e 23, 1935-1943.

VESIC, A.S. and SAXENA. “**Analysis of Structural Behavior of AASHO Road Test Rigid Pavements**”, NCHRP Report nº 97, Highway Research Board, 1974.

WESTERGAARD, H.M. “**Analysis of Stresses in Concrete Pavement Due to Variations of Temperature.**” Proceedings, Highway Research Board, Vol 6, 1926a.

WESTERGAARD, H.M. “**Stresses in Concrete Pavements Computed by Theoretical Analysis**”. Public Roads, Vol. 7, 1926b.

WESTERGAARD, H.M. “**Analytical Tools for Judging Results of Structural Tests of Concrete Pavements.**” Public Roads, Vol. 14, 1933.

WESTERGAARD, H.M. “**New Formulas for Stresses in Concrete Pavements of Airfields**”. Transactions, ASCE, Vol 113, 1948.

YODER,E.J. e M.W.WITCZAK. “**Principles of Pavement Design**”. Wiley, New York, 1975.

**APÊNDICE 1: RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PELO MÉTODO DA
PCA 1984**

SIMULAÇÃO 1 - CCP (28cm) / SEM SUB-BASE / SEM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO								
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84								
Espessura		=	28,0	cm	EIXOS			Tensão
fctM,k		=	4,50	Mpa				Equivalente
CBR do subleito		=	10,0	%	Simples			1,084
Tipo da sub-base		=			Tandem Duplos			0,241
Espess. Sub-base		=		cm	Tandem triplos			2,879
ksb		=	49,0	Mpa / m	Juntas c/ barra de transfer:			Sim / Não
Período (ano)		=	20,0	anos	Acostamento de concreto:			Sim / Não
Fsc		=	1,2	sim				N
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSIÃO		
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSIÃO (%)	
1	2	3	4	5	6	7		
EIXOS SIMPLES								
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	11.000.000	4,9	
11	108	129	767.115	Ilimitado	0,0	3.000.000	25,6	
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	1.000.000	31,6	
15	147	177	22.562	580.000	3,9	480.000	4,7	
17	167	200						
19	186	224						
SUBTOTAL			12.725.088		3,9		66,8	
EIXOS TANDEM DUPLOS								
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	40.000.000	0,7	
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	11.000.000	2,9	
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	4.000.000	6,8	
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	1.800.000	21,3	
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	1.000.000	40,6	
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	600.000	30,1	
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	340.000	19,9	
25	245	294	225.622	Ilimitado	0,0	210.000	107,4	
27	265	318	45.124	Ilimitado	0,0	140.000	32,2	
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		261,9	
EIXOS TANDEM TRIPLOS								
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0	
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	40.000.000	0,5	
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	17.000.000	1,1	
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	8.500.000	0,0	
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	4.500.000	2,0	
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	2.500.000	7,2	
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	1.700.000	18,6	
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	1.000.000	31,6	
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	720.000	9,4	
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	570.000	4,0	
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		74,3	
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	3,9	TOTAL	402,9	
Observação:								

SIMULAÇÃO 2 - CCP (28cm) / SEM SUB-BASE / COM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura		=	28,0	cm			
fctM,k		=	4,50	Mpa			
CBR do subleito		=	10,0	%			
Tipo da sub-base		=					
Espess. Sub-base		=		cm			
ksb		=	49,0	Mpa / m			
Período (ano)		=	20,0	anos			
Fsc		=	1,2	sim			
					Juntas c/ barra de transfer: Sim / Não		S
					Acostamento de concreto: Sim / Não		N
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROÇÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROÇÃO (%)
1	2	3	4	5	6	7	
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	767.115	Ilimitado	0,0	35.000.000	2,2
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	9.000.000	3,5
15	147	177	22.562	580.000	3,9	3.400.000	0,7
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		3,9		6,4
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	3.500.000	11,0
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	15.000.000	2,7
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	8.000.000	2,3
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	4.000.000	1,7
25	245	294	225.622	Ilimitado	0,0	2.500.000	9,0
27	265	318	45.124	Ilimitado	0,0	1.600.000	2,8
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		29,5
EIXOS TANDEM TRIPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	60.000.000	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	20.000.000	0,5
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	9.500.000	1,9
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	6.000.000	5,3
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	4.000.000	7,9
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	2.800.000	2,4
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	1.900.000	1,2
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		19,1
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	3,9	TOTAL	54,9
Observação:							

SIMULAÇÃO 3 - CCP (20cm)/ BGS (15cm) / SEMBARRA TRANS F / SEMACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura		=	20,0	cm			
fctM,k		=	4,50	Mpa			
CBR do subleito		=	10,0	%			
Tipo da sub-base		=	BGS				
Espess. Sub-base		=	15,0	cm			
ksb		=	58,0	Mpa / m			
Período (ano)		=	20,0	anos			
Fsc		=	1,2	sim			
				Juntas c/ barra de transfer:		Sim / Não	N
				Acostamento de concreto:		Sim / Não	N
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROÇÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROÇÃO (%)
1	2	3	4	5	6	7	
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	75.000.000	9,3
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	5.000.000	14,4
9	88	106	541.493	1.900.000	28,5	1.000.000	54,1
11	108	129	767.115	50.000	1534,2	340.000	225,6
13	127	153	315.871	3.000	10529,0	130.000	243,0
15	147	177	22.562	200	11281,1	55.000	41,0
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		23372,9		587,5
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	37.000.000	0,7
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	7.000.000	3,9
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	2.400.000	13,2
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	1.000.000	27,1
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	460.000	83,4
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	260.000	156,2
21	206	247	180.498	180000	10,0	160.000	112,8
23	226	271	67.687	30000	22,6	90.000	75,2
25	245	294	225.622	7000	322,3	59.000	382,4
27	265	318	45.124	2300	196,2	37.000	122,0
SUBTOTAL			3.790.452		551,1		976,7
EIXOS TANDEM TRIPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	40.000.000	0,2
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	9.000.000	1,3
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	4.500.000	4,0
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	2.000.000	9,0
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	1.300.000	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	700.000	12,9
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	420.000	43,0
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	280.000	112,8
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	200.000	157,9
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	140.000	48,3
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	99.000	22,8
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		412,2
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	23924,0	TOTAL	1976,5
Observação:							

SIMULAÇÃO 4 - CCP (20cm)/BGS (30cm) / SEM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO									
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84									
Espessura		=	20,0	cm					
fctM,k		=	4,50	Mpa					
CBR do subleito		=	10,0	%					
Tipo da sub-base		=	BGS						
Espess. Sub-base		=	30,0	cm					
ksb		=	79,0	Mpa / m					
Período (ano)		=	20,0	anos					
Fsc		=	1,2	sim					
					EIXOS		Tensão Equivalente	Fabr de Fadiga	Fator de Erosão
					Simples		1,594	0,354	3,011
					Tandem Duplos		1,335	0,297	3,122
					Tandem triplos		0,994	0,221	3,162
					Juntas c/ barra de transfer:			Sim / Não	N
					Acostamento de concreto:			Sim / Não	N
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSÃO			
1	2	3	4	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSÃO (%)		
EIXOS SIMPLES									
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	75.000.000	9,3		
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	5.000.000	14,4		
9	88	106	541.493	10.000.000	5,4	1.000.000	54,1		
11	108	129	767.115	130.000	590,1	340.000	225,6		
13	127	153	315.871	8.200	3852,1	130.000	243,0		
15	147	177	22.562	680	3318,0	55.000	41,0		
17	167	200							
19	186	224							
SUBTOTAL			12.725.088		7765,6		587,5		
EIXOS TANDEM DUPLOS									
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	62.000.000	0,4		
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	9.000.000	3,0		
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	3.400.000	9,3		
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	1.500.000	18,0		
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	680.000	56,4		
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	380.000	106,9		
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	220.000	82,0		
23	226	271	67.687	100000	6,8	140.000	48,3		
25	245	294	225.622	190000	118,7	80.000	282,0		
27	265	318	45.124	70000	64,5	55.000	82,0		
SUBTOTAL			3.790.452		190,0		688,5		
EIXOS TANDEM TRIPLOS									
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0		
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	78.000.000	0,1		
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	10.800.000	1,0		
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	6.000.000	3,0		
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	2.700.000	6,7		
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	1.700.000	0,0		
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	900.000	10,0		
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	500.000	36,1		
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	340.000	92,9		
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	250.000	126,3		
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	170.000	39,8		
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	125.000	18,0		
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		334,1		
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	7955,5	TOTAL	1610,1		
Observação:									

SIMULAÇÃO 5 - CCP (25cm)/BGS (30cm) / SEM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO																											
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA /84																											
Espessura	=	25,0	cm	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">EIXOS</th> <th>Tensão Equivalente</th> <th>Fator de Fadiga</th> <th>Fator de Erosão</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Simplex</td> <td></td> <td>1,163</td> <td>0,258</td> <td>2,731</td> </tr> <tr> <td>Tandem Duplos</td> <td></td> <td>1,014</td> <td>0,225</td> <td>2,912</td> </tr> <tr> <td>Tandem triplos</td> <td></td> <td>0,764</td> <td>0,170</td> <td>2,952</td> </tr> </tbody> </table>				EIXOS		Tensão Equivalente	Fator de Fadiga	Fator de Erosão	Simplex		1,163	0,258	2,731	Tandem Duplos		1,014	0,225	2,912	Tandem triplos		0,764	0,170	2,952
EIXOS		Tensão Equivalente	Fator de Fadiga					Fator de Erosão																			
Simplex		1,163	0,258					2,731																			
Tandem Duplos		1,014	0,225					2,912																			
Tandem triplos		0,764	0,170	2,952																							
fctM,k	=	4,50	Mpa																								
CBR do subleito	=	10,0	%																								
Tipo da sub-base	=	BGS																									
Espe. Sub-base	=	30,0	cm	Juntas c/ barra de transfer: Sim / Não																							
ksb	=	79,0	Mpa / m	Acostamento de concreto: Sim / Não																							
Período (ano)	=	20,0	anos	N																							
Fsc	=	1,2	sim	N																							
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSÃO																					
1	2	3	4	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSÃO (%)																				
EIXOS SIMPLES																											
1	10	12	22.562	limitado	0,0	limitado	0,0																				
3	29	35	3.361.770	limitado	0,0	limitado	0,0																				
5	49	59	6.971.724	limitado	0,0	limitado	0,0																				
7	69	82	721.991	limitado	0,0	75.000.000	1,0																				
9	88	106	541.493	limitado	0,0	8.000.000	6,8																				
11	108	129	767.115	limitado	0,0	2.400.000	32,0																				
13	127	153	315.871	2.100.000	15,0	800.000	39,5																				
15	147	177	22.562	130.000	17,4	360.000	6,3																				
17	167	200																									
19	186	224																									
SUBTOTAL			12.725.088		32,4		85,4																				
EIXOS TANDEM DUPLOS																											
1	10	12	-	limitado	0,0	limitado	0,0																				
3	29	35	90.249	limitado	0,0	limitado	0,0																				
5	49	59	428.682	limitado	0,0	limitado	0,0																				
7	69	82	857.364	limitado	0,0	limitado	0,0																				
9	88	106	248.184	limitado	0,0	limitado	0,0																				
11	108	129	270.747	limitado	0,0	80.000.000	0,3																				
13	127	153	315.871	limitado	0,0	16.000.000	2,0																				
15	147	177	270.747	limitado	0,0	6.000.000	4,5																				
17	167	200	383.558	limitado	0,0	2.700.000	14,2																				
19	186	224	406.120	limitado	0,0	1.600.000	25,4																				
21	206	247	180.498	limitado	0,0	760.000	23,7																				
23	226	271	67.687	limitado	0,0	500.000	13,5																				
25	245	294	225.622	limitado	0,0	310.000	72,8																				
27	265	318	45.124	limitado	0,0	200.000	22,6																				
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		179,0																				
EIXOS TANDEM TRIPLOS																											
1	10	12	-	limitado	0,0	limitado	0,0																				
3	29	35	22.562	limitado	0,0	limitado	0,0																				
5	49	59	67.687	limitado	0,0	limitado	0,0																				
7	69	82	970.175	limitado	0,0	limitado	0,0																				
9	88	106	496.369	limitado	0,0	limitado	0,0																				
11	108	129	135.373	limitado	0,0	limitado	0,0																				
13	127	153	67.687	limitado	0,0	limitado	0,0																				
15	147	177	112.811	limitado	0,0	limitado	0,0																				
17	167	200	180.498	limitado	0,0	40.000.000	0,5																				
19	186	224	180.498	limitado	0,0	15.000.000	1,2																				
21	206	247	-	limitado	0,0	8.000.000	0,0																				
23	226	271	90.249	limitado	0,0	4.000.000	2,3																				
25	245	294	180.498	limitado	0,0	2.200.000	8,2																				
27	265	318	315.871	limitado	0,0	1.600.000	19,7																				
29	284	341	315.871	limitado	0,0	1.000.000	31,6																				
31	304	365	67.687	limitado	0,0	700.000	9,7																				
33	324	388	22.562	limitado	0,0	500.000	4,5																				
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		77,6																				
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	32,4	TOTAL	342,1																				
Observação:																											

SIMULAÇÃO 6 - CCP (25cm)/ BGS (30cm) / COM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura		=	25,0	cm			
fctM,k		=	4,50	Mpa			
CBR do subleito		=	10,0	%			
Tipo da sub-base		=	BGS				
Espess. Sub-base		=	30,0	cm			
ksb		=	79,0	Mpa / m			
Período (ano)		=	20,0	anos			
Fsc		=	1,2	sim			
					Juntas c/ barra de transfer:	Sim / Não	S
					Acostamento de concreto:	Sim / Não	N
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSÃO (%)
1	2	3	4	5	6	7	
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	60.000.000	0,9
11	108	129	767.115	Ilimitado	0,0	11.000.000	7,0
13	127	153	315.871	2.100.000	15,0	3.300.000	9,6
15	147	177	22.562	130.000	17,4	1.400.000	1,6
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		32,4		19,1
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	60.000.000	0,5
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	20.000.000	1,9
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	8.500.000	4,8
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	4.300.000	4,2
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	2.500.000	2,7
25	245	294	225.622	Ilimitado	0,0	1.600.000	14,1
27	265	318	45.124	Ilimitado	0,0	960.000	4,7
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		32,9
EIXOS TANDEM TRIPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	100.000.000	0,2
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	40.000.000	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	17.000.000	0,5
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	8.000.000	2,3
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	5.000.000	6,3
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	3.200.000	9,9
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	2.200.000	3,1
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	1.700.000	1,3
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		23,6
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	32,4	TOTAL	75,5
Observação:							

SIMULAÇÃO 7 - CCP (20cm)/ CCR (10cm) / SEM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura	=	20,0	cm				
fctM,k	=	4,50	Mpa				
CBR do subleito	=	10,0	%				
Tipo da sub-base	=	CCR					
Espress. Sub-base	=	10,0	cm				
ksb	=	144,0	Mpa / m				
Período (ano)	=	20,0	anos				
Fsc	=	1,2	sim				
				Tensão Equivalente		Fator de Fadiga	
				1,424		0,316	
				Fator de Erosão		2,978	
				1,164		0,259	
				0,886		0,197	
				3,076			
				Juntas c/ barra de transfer:		Sim / Não	
				Acostamento de concreto:		Sim / Não	
				N		N	
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSAÇÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSAÇÃO (%)
1	2	3	4	5	6	7	
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	75.000.000	9,3
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	5.000.000	14,4
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	1.000.000	54,1
11	108	129	767.115	1.000.000	76,7	340.000	225,6
13	127	153	315.871	47.000	672,1	130.000	243,0
15	147	177	22.562	5.000	451,2	55.000	41,0
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		1200,0		587,5
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	20.000.000	1,4
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	5.600.000	5,6
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	2.300.000	11,8
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	1.000.000	38,4
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	580.000	70,0
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	340.000	53,1
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	200.000	33,8
25	245	294	225.622	1.000.000	2,3	130.000	173,6
27	265	318	45.124	100.000	4,5	80.000	56,4
SUBTOTAL			3.790.452		6,8		444,0
EIXOS TANDEM TRIPLoS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	30.000.000	0,4
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	10.000.000	1,8
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	5.000.000	3,6
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	3.000.000	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	1.700.000	5,3
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	900.000	20,1
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	600.000	52,6
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	430.000	73,5
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	300.000	22,6
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	210.000	10,7
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		190,6
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	1206,8	TOTAL	1222,1
Observação:							

SIMULAÇÃO 8 - CCP (20cm)/CCR (10cm) / COM BARRA TRANSF / COM ACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura		=	20,0	cm			
fctM,k		=	4,50	Mpa			
CBR do subleito		=	10,0	%			
Tipo da sub-base		=	CCR				
Espess. Sub-base		=	10,0	cm			
ksb		=	144,0	Mpa / m			
Período (ano)		=	20,0	anos			
Fsc		=	1,2	sim			
					Juntas c/ barra de transfer: Sim / Não		S
					Acostamento de concreto: Sim / Não		S
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSÃO (%)
1	2	3	4	5	6	7	
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	767.115	Ilimitado	0,0	6.000.000	12,8
13	127	153	315.871	1.500.000	21,1	1.100.000	28,7
15	147	177	22.562	100.000	22,6	3.900.000	0,6
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		43,6		42,1
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	10.000.000	0,4
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	13.000.000	1,4
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	3.800.000	1,8
25	245	294	225.622	Ilimitado	0,0	1.800.000	12,5
27	265	318	45.124	Ilimitado	0,0	900.000	5,0
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		21,1
EIXOS TANDEM TRIPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	40.000.000	0,8
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	10.000.000	0,7
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	4.800.000	0,5
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		1,9
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	43,6	TOTAL	65,1
Observação:							

SIMULAÇÃO 9 - CCP (25cm)/ CCR (10cm) / SEM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura	=	25,0	cm				
fctM,k	=	4,50	Mpa				
CBR do subleito	=	10,0	%				
Tipo da sub-base	=	CCR					
Espess. Sub-base	=	10,0	cm				
ksb	=	144,0	Mpa / m				
Período (ano)	=	20,0	anos				
Fsc	=	1,2	sim				
				Tensão Equivalente		Fator de Fadiga	
				1,045		0,232	
				0,875		0,194	
				0,656		0,146	
				Juntas c/ barra de transfer:		Sim / Não	
				Acostamento de concreto:		Sim / Não	
						N	
						N	
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSAÇÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSAÇÃO (%)
1	2	3		4	5	6	7
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	10.000.000	5,4
11	108	129	767.115	Ilimitado	0,0	2.800.000	27,4
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	950.000	33,2
15	147	177	22.562	1.500.000	1,5	420.000	5,4
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		1,5		71,4
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	40.000.000	0,8
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	14.000.000	1,9
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	5.000.000	7,7
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	2.500.000	16,2
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	1.500.000	12,0
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	820.000	8,3
25	245	294	225.622	Ilimitado	0,0	520.000	43,4
27	265	318	45.124	Ilimitado	0,0	340.000	13,3
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		103,6
EIXOS TANDEM TRIPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	30.000.000	0,4
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	10.000.000	1,8
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	5.000.000	3,6
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	3.000.000	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	1.700.000	5,3
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	900.000	20,1
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	600.000	52,6
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	430.000	73,5
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	300.000	22,6
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	210.000	10,7
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		190,6
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	1,5	TOTAL	365,6
Observação:							

SIMULAÇÃO 10 - CCP (25cm)/CCR (10cm) / COM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura	=	25,0	cm				
fctM,k	=	4,50	Mpa				
CBR do subleito	=	10,0	%				
Tipo da sub-base	=	CCR					
Espress. Sub-base	=	10,0	cm				
ksb	=	144,0	Mpa / m				
Período (ano)	=	20,0	anos				
Fsc	=	1,2	sim				
				Tensão Equivalente		Fator de Fadiga	
				1,045		0,232	
				0,875		0,194	
				0,656		0,146	
				Juntas c/ barra de transfer:			S
				Acostamento de concreto:			N
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROÇÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROÇÃO (%)
1	2	3		4	5	6	7
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	70.000.000	0,8
11	108	129	767.115	Ilimitado	0,0	13.000.000	5,9
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	3.800.000	8,3
15	147	177	22.562	1.500.000	1,5	1.700.000	1,3
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		1,5		16,3
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	30.000.000	1,3
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	14.000.000	2,9
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	7.000.000	2,6
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	4.000.000	1,7
25	245	294	225.622	Ilimitado	0,0	2.400.000	9,4
27	265	318	45.124	Ilimitado	0,0	1.600.000	2,8
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		20,7
EIXOS TANDEM TRIPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	40.000.000	0,2
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	17.000.000	1,1
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	10.000.000	3,2
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	6.000.000	5,3
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	4.100.000	1,7
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	2.900.000	0,8
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		12,1
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	1,5	TOTAL	49,1
Observação:							

SIMULAÇÃO 11 - CCP (22cm)/CCR (10cm) / COM BARRA TRANSF / SEM ACOST CONCRETO							
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PCA / 84							
Espessura	=	25,0	cm				
fctM,k	=	4,50	Mpa				
CBR do subleito	=	10,0	%				
Tipo da sub-base	=	CCR					
Espress. Sub-base	=	10,0	cm				
ksb	=	144,0	Mpa / m				
Período (ano)	=	20,0	anos				
Fsc	=	1,2	sim				
				Tensão Equivalente		Fator de Fadiga	
				1,254		0,279	
				Fator de Erosão		2,669	
				1,025		0,228	
				0,776		0,172	
				2,816			
				Juntas c/ barra de transfer:		Sim / Não	
				Acostamento de concreto:		Sim / Não	
				S		N	
CARGA POR EIXO (tf)	CARGA POR EIXO (kN)	CARGA POR EIXO Fsc (kN)	Nº DE REPETIÇÕES PREVISTAS	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSIÃO	
				Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	CONSUMO DE FADIGA (%)	Nº DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS	DANOS POR EROSIÃO (%)
1	2	3	4	5	6	7	
EIXOS SIMPLES							
1	10	12	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	3.361.770	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	6.971.724	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	721.991	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	541.493	Ilimitado	0,0	13.000.000	4,2
11	108	129	767.115	Ilimitado	0,0	3.300.000	23,2
13	127	153	315.871	330.000	95,7	1.250.000	25,3
15	147	177	22.562	40.000	56,4	500.000	4,5
17	167	200					
19	186	224					
SUBTOTAL			12.725.088		152,1		57,2
EIXOS TANDEM DUPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	90.249	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	428.682	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	857.364	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	248.184	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	270.747	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	315.871	Ilimitado	0,0	80.000.000	0,4
15	147	177	270.747	Ilimitado	0,0	25.000.000	1,1
17	167	200	383.558	Ilimitado	0,0	8.000.000	4,8
19	186	224	406.120	Ilimitado	0,0	4.000.000	10,2
21	206	247	180.498	Ilimitado	0,0	2.000.000	9,0
23	226	271	67.687	Ilimitado	0,0	4.000.000	1,7
25	245	294	225.622	Ilimitado	0,0	800.000	28,2
27	265	318	45.124	Ilimitado	0,0	520.000	8,7
SUBTOTAL			3.790.452		0,0		64,0
EIXOS TANDEM TRIPLOS							
1	10	12	-	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
3	29	35	22.562	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
5	49	59	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
7	69	82	970.175	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
9	88	106	496.369	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
11	108	129	135.373	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
13	127	153	67.687	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
15	147	177	112.811	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
17	167	200	180.498	Ilimitado	0,0	Ilimitado	0,0
19	186	224	180.498	Ilimitado	0,0	42.000.000	0,4
21	206	247	-	Ilimitado	0,0	21.000.000	0,0
23	226	271	90.249	Ilimitado	0,0	10.000.000	0,9
25	245	294	180.498	Ilimitado	0,0	5.000.000	3,6
27	265	318	315.871	Ilimitado	0,0	3.500.000	9,0
29	284	341	315.871	Ilimitado	0,0	2.200.000	14,4
31	304	365	67.687	Ilimitado	0,0	1.600.000	4,2
33	324	388	22.562	Ilimitado	0,0	1.100.000	2,1
SUBTOTAL			3.226.396	0,0	0,0		34,6
TOTAL DE EIXOS			19.741.936	TOTAL	152,1	TOTAL	155,8
Observação:							

**APÊNDICE 2: RELATÓRIOS DE SAÍDA DO PROGRAMA KENSLABS
PARA O EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DO CAPÍTULO 4**

INPUT FILE NAME -C:\KENPAVE\minuta da tese -erosao\mod hip 1 erosao -Rel
1.TXT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MODELO HIPOTETICO 1 - EROSAO - CCP(23.5) CCR(10) BARRA - REL 1

TYPE OF FOUNDATION (NFOUND) = 0
 TYPE OF DAMAGE ANALYSIS (NDAMA) = 0
 NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
 NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 3
 TOTAL NUMBER OF SLABS (NSLAB) = 2
 TOTAL NUMBER OF JOINTS (NJOINT) = 1

ARRANGEMENT OF SLABS

SLAB NO.	NO. NODES (NX) IN X DIRECTION	NO. NODES (NY) IN Y DIRECTION	JOINT NO. AT FOUR SIDES (JONO)			
			LEFT	RIGHT	BOTTOM	TOP
1	12	11	0	1	0	0
2	12	11	1	0	0	0

NUMBER OF LAYERS (NLAYER)-----= 2
 NODAL NUMBER USED TO CHECK CONVERGENCE (NNCK)-----= 1
 NUMBER OF NODES NOT IN CONTACT (NOTCON)-----= 0
 NUMBER OF GAPS (NGAP)-----= 0
 NUMBER OF POINTS FOR PRINTOUT (NPRINT)-----= 0
 CODE FOR INPUT OF GAPS OR PRECOMPRESSIONS (INPUT)- -----= 0
 BOND BETWEEN TWO LAYERS (NBOND)-----= 0
 CONDITION OF WARPING (NTEMP)-----= 0
 CODE INDICATING WHETHER SLAB WEIGHT IS CONSIDERED (NWT)-----= 1
 MAX NO. OF CYCLES FOR CHECKING CONTACT (NCYCLE)-----= 1
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 1 (NAT1)-----= 0
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 2 (NAT2)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON X AXIS OF SYMMETRY (NSX)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON Y AXIS OF SYMMETRY (NSY)-----= 0
 MORE DETAILED PRINTOUT FOR EACH CONTACT CYCLE (MDPO)-----= 1
 TOLERANCE FOR ITERATIONS (DEL)-----= 0.001
 MAXIMUM ALLOWABLE VERTICAL DISPLACEMENT (FMAX)-----= 2.54

SYSTEM OF UNITS (NUNIT)-----= 1
 Length in cm, force in kN, stress in kPa, unit weight in kN/m³
 subgrade and dowel K value in MN/m³, and temperature in C

UNIT WEIGHT OF LAYER 1 (GAMA(1))-----= 23.58
 UNIT WEIGHT OF LAYER 2 (GAMA(2))-----= 21.8

FOR SLAB NO. 1 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 0 36.69 96.69 156.69 216.69 276.69 336.69 400.07 462.06
 525.07
 587.07 600
 Y = 0 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 203.91 260.86 293.91 326.95
 360

FOR SLAB NO. 2 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 600 612.95 672.95 732.95 792.95 852.95 912.95 972.95 1032.95
 1092.95 1152.95 1200
 Y = 0 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 203.91 260.86 293.91 326.95
 360

LAYER NO.	THICKNESS (T)	POISSON'S RATIO (PR)	YOUNG'S MODULUS (YM)
1	23.50000	0.15000	2.758E+07
2	10.00000	0.20000	1.800E+07

NO. OF LOADED AREAS (NUDL) FOR EACH LOAD GROUP ARE: 4 8 12
 NO. OF NODAL FORCES (NCNF) AND MOMENTS (NCMX AND NCMY) ARE: 0 0 0

FOR LOAD GROUP NO. 1 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	574.13000	600.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 2 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	449.13000	475.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	210.00000	227.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 3 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	324.13000	350.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	324.13000	350.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	324.13000	350.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	324.13000	350.00000	210.00000	227.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	210.00000	227.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	210.00000	227.81000	648.00000

FOUNDATION ADJUSTMENT FACTOR (FSAF) FOR EACH PERIOD ARE: 1

NUMBER OF ADDITIONAL SUBGRADE MODULI (NAS) TO BE READ IN-----= 0
 SUBGRADE MODULUS (SUBMOD)-----= 144

SLAB NO., INITIAL NODAL NUMBER(INITNP), LAST NODAL NUMBER(LASTNP),
 INITIAL ELEMENT NO.(INITEN), AND LAST ELEMENT NO.(LASTEN) ARE:
 1 1 132 1 110 2 133 264 111 220

JOINT NO., INITIAL STARTING NODAL NO.(ISNN) AND LAST FINAL NODAL NO.(LFNN)
 INITIAL STARTING ELEMENT NO.(ISEN), LAST FINAL ELEMENT NO.(LFEN) ON BOTH
 SIDES OF THE JOINT ARE:
 1 122 133 132 143 101 111 110 120

NODAL COORDINATES (XN AND YN) OF INDIVIDUAL SLAB ARE:

1	0.000	0.000	2	0.000	23.910	3	0.000	38.910
4	0.000	80.910	5	0.000	113.910	6	0.000	147.100
7	0.000	203.910	8	0.000	260.860	9	0.000	293.910
10	0.000	326.950	11	0.000	360.000	12	36.690	0.000
13	36.690	23.910	14	36.690	38.910	15	36.690	80.910
16	36.690	113.910	17	36.690	147.100	18	36.690	203.910
19	36.690	260.860	20	36.690	293.910	21	36.690	326.950
22	36.690	360.000	23	96.690	0.000	24	96.690	23.910
25	96.690	38.910	26	96.690	80.910	27	96.690	113.910
28	96.690	147.100	29	96.690	203.910	30	96.690	260.860
31	96.690	293.910	32	96.690	326.950	33	96.690	360.000
34	156.690	0.000	35	156.690	23.910	36	156.690	38.910
37	156.690	80.910	38	156.690	113.910	39	156.690	147.100
40	156.690	203.910	41	156.690	260.860	42	156.690	293.910
43	156.690	326.950	44	156.690	360.000	45	216.690	0.000
46	216.690	23.910	47	216.690	38.910	48	216.690	80.910
49	216.690	113.910	50	216.690	147.100	51	216.690	203.910
52	216.690	260.860	53	216.690	293.910	54	216.690	326.950
55	216.690	360.000	56	276.690	0.000	57	276.690	23.910
58	276.690	38.910	59	276.690	80.910	60	276.690	113.910
61	276.690	147.100	62	276.690	203.910	63	276.690	260.860
64	276.690	293.910	65	276.690	326.950	66	276.690	360.000
67	336.690	0.000	68	336.690	23.910	69	336.690	38.910
70	336.690	80.910	71	336.690	113.910	72	336.690	147.100
73	336.690	203.910	74	336.690	260.860	75	336.690	293.910
76	336.690	326.950	77	336.690	360.000	78	400.070	0.000
79	400.070	23.910	80	400.070	38.910	81	400.070	80.910
82	400.070	113.910	83	400.070	147.100	84	400.070	203.910
85	400.070	260.860	86	400.070	293.910	87	400.070	326.950
88	400.070	360.000	89	462.060	0.000	90	462.060	23.910
91	462.060	38.910	92	462.060	80.910	93	462.060	113.910
94	462.060	147.100	95	462.060	203.910	96	462.060	260.860
97	462.060	293.910	98	462.060	326.950	99	462.060	360.000
100	525.070	0.000	101	525.070	23.910	102	525.070	38.910
103	525.070	80.910	104	525.070	113.910	105	525.070	147.100
106	525.070	203.910	107	525.070	260.860	108	525.070	293.910
109	525.070	326.950	110	525.070	360.000	111	587.070	0.000
112	587.070	23.910	113	587.070	38.910	114	587.070	80.910
115	587.070	113.910	116	587.070	147.100	117	587.070	203.910
118	587.070	260.860	119	587.070	293.910	120	587.070	326.950
121	587.070	360.000	122	600.000	0.000	123	600.000	23.910
124	600.000	38.910	125	600.000	80.910	126	600.000	113.910
127	600.000	147.100	128	600.000	203.910	129	600.000	260.860
130	600.000	293.910	131	600.000	326.950	132	600.000	360.000
133	600.000	0.000	134	600.000	23.910	135	600.000	38.910
136	600.000	80.910	137	600.000	113.910	138	600.000	147.100
139	600.000	203.910	140	600.000	260.860	141	600.000	293.910
142	600.000	326.950	143	600.000	360.000	144	612.950	0.000
145	612.950	23.910	146	612.950	38.910	147	612.950	80.910
148	612.950	113.910	149	612.950	147.100	150	612.950	203.910
151	612.950	260.860	152	612.950	293.910	153	612.950	326.950
154	612.950	360.000	155	672.950	0.000	156	672.950	23.910
157	672.950	38.910	158	672.950	80.910	159	672.950	113.910
160	672.950	147.100	161	672.950	203.910	162	672.950	260.860
163	672.950	293.910	164	672.950	326.950	165	672.950	360.000
166	732.950	0.000	167	732.950	23.910	168	732.950	38.910

169	732.950	80.910	170	732.950	113.910	171	732.950	147.100
172	732.950	203.910	173	732.950	260.860	174	732.950	293.910
175	732.950	326.950	176	732.950	360.000	177	792.950	0.000
178	792.950	23.910	179	792.950	38.910	180	792.950	80.910
181	792.950	113.910	182	792.950	147.100	183	792.950	203.910
184	792.950	260.860	185	792.950	293.910	186	792.950	326.950
187	792.950	360.000	188	852.950	0.000	189	852.950	23.910
190	852.950	38.910	191	852.950	80.910	192	852.950	113.910
193	852.950	147.100	194	852.950	203.910	195	852.950	260.860
196	852.950	293.910	197	852.950	326.950	198	852.950	360.000
199	912.950	0.000	200	912.950	23.910	201	912.950	38.910
202	912.950	80.910	203	912.950	113.910	204	912.950	147.100
205	912.950	203.910	206	912.950	260.860	207	912.950	293.910
208	912.950	326.950	209	912.950	360.000	210	972.950	0.000
211	972.950	23.910	212	972.950	38.910	213	972.950	80.910
214	972.950	113.910	215	972.950	147.100	216	972.950	203.910
217	972.950	260.860	218	972.950	293.910	219	972.950	326.950
220	972.950	360.000	221	1032.950	0.000	222	1032.950	23.910
223	1032.950	38.910	224	1032.950	80.910	225	1032.950	113.910
226	1032.950	147.100	227	1032.950	203.910	228	1032.950	260.860
229	1032.950	293.910	230	1032.950	326.950	231	1032.950	360.000
232	1092.950	0.000	233	1092.950	23.910	234	1092.950	38.910
235	1092.950	80.910	236	1092.950	113.910	237	1092.950	147.100
238	1092.950	203.910	239	1092.950	260.860	240	1092.950	293.910
241	1092.950	326.950	242	1092.950	360.000	243	1152.950	0.000
244	1152.950	23.910	245	1152.950	38.910	246	1152.950	80.910
247	1152.950	113.910	248	1152.950	147.100	249	1152.950	203.910
250	1152.950	260.860	251	1152.950	293.910	252	1152.950	326.950
253	1152.950	360.000	254	1200.000	0.000	255	1200.000	23.910
256	1200.000	38.910	257	1200.000	80.910	258	1200.000	113.910
259	1200.000	147.100	260	1200.000	203.910	261	1200.000	260.860
262	1200.000	293.910	263	1200.000	326.950	264	1200.000	360.000

LOADS ARE APPLIED ON THE ELEMENT NO. (NE) WITH COORDINATES (XDA AND YDA)

91	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
101	-1.000	1.000	-1.000	0.490	0.065
92	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
93	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
102	-1.000	1.000	-0.188	1.000	0.065
103	-1.000	1.000	-1.000	-0.576	0.065
96	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
106	-1.000	1.000	0.158	0.785	0.065
97	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
107	-1.000	1.000	-0.786	-0.161	0.065

LOADS ARE APPLIED ON THE ELEMENT NO. (NE) WITH COORDINATES (XDA AND YDA)

71	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
81	-1.000	-0.589	-1.000	0.490	0.065
72	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
73	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
82	-1.000	-0.589	-0.188	1.000	0.065
83	-1.000	-0.589	-1.000	-0.576	0.065
76	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
86	-1.000	-0.589	0.158	0.785	0.065
77	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
87	-1.000	-0.589	-0.786	-0.161	0.065
91	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
101	-1.000	1.000	-1.000	0.490	0.065

92	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
93	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
102	-1.000	1.000	-0.188	1.000	0.065
103	-1.000	1.000	-1.000	-0.576	0.065
96	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
106	-1.000	1.000	0.158	0.785	0.065
97	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
107	-1.000	1.000	-0.786	-0.161	0.065

LOADS ARE APPLIED ON THE ELEMENT NO.(NE) WITH COORDINATES(XDA AND YDA)

51	0.581	1.000	-1.000	0.490	0.065
61	-1.000	-0.580	-1.000	0.490	0.065
52	0.581	1.000	-0.188	1.000	0.065
53	0.581	1.000	-1.000	-0.576	0.065
62	-1.000	-0.580	-0.188	1.000	0.065
63	-1.000	-0.580	-1.000	-0.576	0.065
56	0.581	1.000	0.158	0.785	0.065
66	-1.000	-0.580	0.158	0.785	0.065
57	0.581	1.000	-0.786	-0.161	0.065
67	-1.000	-0.580	-0.786	-0.161	0.065
71	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
81	-1.000	-0.589	-1.000	0.490	0.065
72	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
73	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
82	-1.000	-0.589	-0.188	1.000	0.065
83	-1.000	-0.589	-1.000	-0.576	0.065
76	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
86	-1.000	-0.589	0.158	0.785	0.065
77	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
87	-1.000	-0.589	-0.786	-0.161	0.065
91	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
101	-1.000	1.000	-1.000	0.490	0.065
92	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
93	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
102	-1.000	1.000	-0.188	1.000	0.065
103	-1.000	1.000	-1.000	-0.576	0.065
96	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
106	-1.000	1.000	0.158	0.785	0.065
97	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
107	-1.000	1.000	-0.786	-0.161	0.065

YOUNG MODULUS OF DOWEL BAR (YMSB) = 2.000E+08
 POISSON RATIO OF DOWEL BAR (PRSB) = 0.30000

JOINT NO.	SHEAR (SPCON1)	CONSTANT MOMENT (SPCON2)	MODULUS OF DOWEL SUP. (SCKV)	DOWEL DIA. (BD)	DOWEL SPACING (BS)	JOINT WIDTH (WJ)	GAP DOWEL (GDC)	NODE JOINT (NNAJ)
1	0.000E+00	0.000E+00	4.070E+05	2.540	30.500	0.318	0.00000	0

JOINT NO. 1 EQUIVALENT SPRING CONSTANT (SPCON) = 2.854E+01

HALF BAND WIDTH (NB) = 39

PERIOD 1 LOAD GROUP 1 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.00548	2	-0.00548	3	-0.00548	4	-0.00547	5	-0.00547
6	-0.00547	7	-0.00547	8	-0.00547	9	-0.00547	10	-0.00548

11	-0.00548	12	-0.00545	13	-0.00544	14	-0.00544	15	-0.00544
16	-0.00544	17	-0.00544	18	-0.00545	19	-0.00545	20	-0.00546
21	-0.00546	22	-0.00547	23	-0.00537	24	-0.00536	25	-0.00536
26	-0.00536	27	-0.00536	28	-0.00537	29	-0.00539	30	-0.00541
31	-0.00542	32	-0.00542	33	-0.00543	34	-0.00520	35	-0.00519
36	-0.00519	37	-0.00519	38	-0.00520	39	-0.00522	40	-0.00526
41	-0.00530	42	-0.00531	43	-0.00532	44	-0.00532	45	-0.00493
46	-0.00490	47	-0.00489	48	-0.00488	49	-0.00489	50	-0.00492
51	-0.00500	52	-0.00506	53	-0.00507	54	-0.00506	55	-0.00505
56	-0.00465	57	-0.00459	58	-0.00455	59	-0.00448	60	-0.00447
61	-0.00450	62	-0.00461	63	-0.00468	64	-0.00467	65	-0.00462
66	-0.00454	67	-0.00490	68	-0.00472	69	-0.00461	70	-0.00435
71	-0.00424	72	-0.00423	73	-0.00431	74	-0.00434	75	-0.00426
76	-0.00408	77	-0.00385	78	-0.00713	79	-0.00661	80	-0.00628
81	-0.00550	82	-0.00511	83	-0.00490	84	-0.00480	85	-0.00460
86	-0.00430	87	-0.00383	88	-0.00324	89	-0.01368	90	-0.01234
91	-0.01152	92	-0.00955	93	-0.00853	94	-0.00795	95	-0.00742
96	-0.00656	97	-0.00573	98	-0.00467	99	-0.00345	100	-0.02723
101	-0.02426	102	-0.02244	103	-0.01805	104	-0.01585	105	-0.01481
106	-0.01391	107	-0.01147	108	-0.00946	109	-0.00737	110	-0.00528
111	-0.04573	112	-0.04069	113	-0.03754	114	-0.02949	115	-0.02574
116	-0.02452	117	-0.02411	118	-0.01877	119	-0.01501	120	-0.01175
121	-0.00890	122	-0.04932	123	-0.04401	124	-0.04063	125	-0.03189
126	-0.02784	127	-0.02659	128	-0.02629	129	-0.02036	130	-0.01624
131	-0.01276	132	-0.00980	133	-0.03496	134	-0.03302	135	-0.03167
136	-0.02766	137	-0.02499	138	-0.02300	139	-0.02038	140	-0.01686
141	-0.01457	142	-0.01239	143	-0.01042	144	-0.03141	145	-0.02964
146	-0.02844	147	-0.02494	148	-0.02258	149	-0.02080	150	-0.01840
151	-0.01532	152	-0.01329	153	-0.01133	154	-0.00948	155	-0.01713
156	-0.01621	157	-0.01560	158	-0.01393	159	-0.01279	160	-0.01188
161	-0.01061	162	-0.00917	163	-0.00816	164	-0.00705	165	-0.00583
166	-0.00863	167	-0.00829	168	-0.00805	169	-0.00739	170	-0.00696
171	-0.00662	172	-0.00619	173	-0.00569	174	-0.00525	175	-0.00469
176	-0.00401	177	-0.00510	178	-0.00502	179	-0.00495	180	-0.00476
181	-0.00465	182	-0.00460	183	-0.00456	184	-0.00447	185	-0.00431
186	-0.00406	187	-0.00372	188	-0.00431	189	-0.00431	190	-0.00430
191	-0.00429	192	-0.00430	193	-0.00433	194	-0.00442	195	-0.00445
196	-0.00441	197	-0.00431	198	-0.00418	199	-0.00456	200	-0.00457
201	-0.00458	202	-0.00460	203	-0.00464	204	-0.00468	205	-0.00476
206	-0.00482	207	-0.00481	208	-0.00479	209	-0.00474	210	-0.00497
211	-0.00497	212	-0.00498	213	-0.00501	214	-0.00503	215	-0.00506
216	-0.00511	217	-0.00515	218	-0.00516	219	-0.00515	220	-0.00515
221	-0.00525	222	-0.00525	223	-0.00525	224	-0.00527	225	-0.00528
226	-0.00529	227	-0.00532	228	-0.00534	229	-0.00535	230	-0.00535
231	-0.00536	232	-0.00538	233	-0.00538	234	-0.00538	235	-0.00538
236	-0.00539	237	-0.00539	238	-0.00540	239	-0.00541	240	-0.00542
241	-0.00542	242	-0.00543	243	-0.00543	244	-0.00542	245	-0.00542
246	-0.00542	247	-0.00543	248	-0.00543	249	-0.00543	250	-0.00543
251	-0.00543	252	-0.00543	253	-0.00544	254	-0.00544	255	-0.00544
256	-0.00544	257	-0.00544	258	-0.00544	259	-0.00543	260	-0.00543
261	-0.00543	262	-0.00543	263	-0.00543	264	-0.00543		

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.00548	2	0.00548	3	0.00548	4	0.00547	5	0.00547
6	0.00547	7	0.00547	8	0.00547	9	0.00547	10	0.00548
11	0.00548	12	0.00545	13	0.00544	14	0.00544	15	0.00544
16	0.00544	17	0.00544	18	0.00545	19	0.00545	20	0.00546
21	0.00546	22	0.00547	23	0.00537	24	0.00536	25	0.00536

26	0.00536	27	0.00536	28	0.00537	29	0.00539	30	0.00541
31	0.00542	32	0.00542	33	0.00543	34	0.00520	35	0.00519
36	0.00519	37	0.00519	38	0.00520	39	0.00522	40	0.00526
41	0.00530	42	0.00531	43	0.00532	44	0.00532	45	0.00493
46	0.00490	47	0.00489	48	0.00488	49	0.00489	50	0.00492
51	0.00500	52	0.00506	53	0.00507	54	0.00506	55	0.00505
56	0.00465	57	0.00459	58	0.00455	59	0.00448	60	0.00447
61	0.00450	62	0.00461	63	0.00468	64	0.00467	65	0.00462
66	0.00454	67	0.00490	68	0.00472	69	0.00461	70	0.00435
71	0.00424	72	0.00423	73	0.00431	74	0.00434	75	0.00426
76	0.00408	77	0.00385	78	0.00713	79	0.00661	80	0.00628
81	0.00550	82	0.00511	83	0.00490	84	0.00480	85	0.00460
86	0.00430	87	0.00383	88	0.00324	89	0.01368	90	0.01234
91	0.01152	92	0.00955	93	0.00853	94	0.00795	95	0.00742
96	0.00656	97	0.00573	98	0.00467	99	0.00345	100	0.02723
101	0.02426	102	0.02244	103	0.01805	104	0.01585	105	0.01481
106	0.01391	107	0.01147	108	0.00946	109	0.00737	110	0.00528
111	0.04573	112	0.04069	113	0.03754	114	0.02949	115	0.02574
116	0.02452	117	0.02411	118	0.01877	119	0.01501	120	0.01175
121	0.00890	122	0.04932	123	0.04401	124	0.04063	125	0.03189
126	0.02784	127	0.02659	128	0.02629	129	0.02036	130	0.01624
131	0.01276	132	0.00980	133	0.03496	134	0.03302	135	0.03167
136	0.02766	137	0.02499	138	0.02300	139	0.02038	140	0.01686
141	0.01457	142	0.01239	143	0.01042	144	0.03141	145	0.02964
146	0.02844	147	0.02494	148	0.02258	149	0.02080	150	0.01840
151	0.01532	152	0.01329	153	0.01133	154	0.00948	155	0.01713
156	0.01621	157	0.01560	158	0.01393	159	0.01279	160	0.01188
161	0.01061	162	0.00917	163	0.00816	164	0.00705	165	0.00583
166	0.00863	167	0.00829	168	0.00805	169	0.00739	170	0.00696
171	0.00662	172	0.00619	173	0.00569	174	0.00525	175	0.00469
176	0.00401	177	0.00510	178	0.00502	179	0.00495	180	0.00476
181	0.00465	182	0.00460	183	0.00456	184	0.00447	185	0.00431
186	0.00406	187	0.00372	188	0.00431	189	0.00431	190	0.00430
191	0.00429	192	0.00430	193	0.00433	194	0.00442	195	0.00445
196	0.00441	197	0.00431	198	0.00418	199	0.00456	200	0.00457
201	0.00458	202	0.00460	203	0.00464	204	0.00468	205	0.00476
206	0.00482	207	0.00481	208	0.00479	209	0.00474	210	0.00497
211	0.00497	212	0.00498	213	0.00501	214	0.00503	215	0.00506
216	0.00511	217	0.00515	218	0.00516	219	0.00515	220	0.00515
221	0.00525	222	0.00525	223	0.00525	224	0.00527	225	0.00528
226	0.00529	227	0.00532	228	0.00534	229	0.00535	230	0.00535
231	0.00536	232	0.00538	233	0.00538	234	0.00538	235	0.00538
236	0.00539	237	0.00539	238	0.00540	239	0.00541	240	0.00542
241	0.00542	242	0.00543	243	0.00543	244	0.00542	245	0.00542
246	0.00542	247	0.00543	248	0.00543	249	0.00543	250	0.00543
251	0.00543	252	0.00543	253	0.00544	254	0.00544	255	0.00544
256	0.00544	257	0.00544	258	0.00544	259	0.00543	260	0.00543
261	0.00543	262	0.00543	263	0.00543	264	0.00543		

FOR JOINT NO. 1 SHEAR (FAJ1) AND MOMENT (FAJ2) AT THE NODES ARE:

122	-4.9	0.0	123	-6.1	0.0	124	-7.3	0.0
125	-4.5	0.0	126	-2.7	0.0	127	-4.6	0.0
128	-9.6	0.0	129	-4.5	0.0	130	-1.6	0.0
131	-0.3	0.0	132	0.3	0.0			

FOR JOINT NO. 1 SHEAR IN ONE DOWEL BAR (FAJPD) AT THE NODES IS:

122	-12.5	123	-9.6	124	-7.8	125	-3.7	126	-2.5
127	-3.1	128	-5.1	129	-3.0	130	-1.5	131	-0.3

132 0.5

FOR JOINT NO. 1 BEARING STRESS (BEARS) OF CONCRETE AND SHEAR STRESS (SHEARS) OF DOWELS AT THE NODES ARE:

122	-2.9	-2.5	123	-2.2	-1.9	124	-1.8	-1.5
125	-0.9	-0.7	126	-0.6	-0.5	127	-0.7	-0.6
128	-1.2	-1.0	129	-0.7	-0.6	130	-0.3	-0.3
131	-0.1	-0.1	132	0.1	0.1			

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	7.896	2	7.891	3	7.889	4	7.883	5	7.880
6	7.878	7	7.877	8	7.878	9	7.881	10	7.886
11	7.894	12	7.843	13	7.838	14	7.836	15	7.832
16	7.833	17	7.835	18	7.843	19	7.852	20	7.858
21	7.865	22	7.875	23	7.726	24	7.719	25	7.716
26	7.715	27	7.722	28	7.735	29	7.762	30	7.787
31	7.799	32	7.810	33	7.823	34	7.494	35	7.480
36	7.474	37	7.473	38	7.489	39	7.517	40	7.578
41	7.628	42	7.646	43	7.656	44	7.666	45	7.093
46	7.062	47	7.045	48	7.027	49	7.046	50	7.091
51	7.200	52	7.285	53	7.301	54	7.293	55	7.274
56	6.697	57	6.609	58	6.556	59	6.453	60	6.440
61	6.485	62	6.635	63	6.741	64	6.729	65	6.655
66	6.543	67	7.056	68	6.799	69	6.635	70	6.263
71	6.111	72	6.085	73	6.201	74	6.246	75	6.128
76	5.880	77	5.538	78	10.269	79	9.521	80	9.045
81	7.918	82	7.353	83	7.062	84	6.910	85	6.623
86	6.188	87	5.517	88	4.664	89	19.693	90	17.775
91	16.583	92	13.751	93	12.281	94	11.444	95	10.681
96	9.452	97	8.245	98	6.719	99	4.969	100	39.207
101	34.938	102	32.307	103	25.986	104	22.821	105	21.330
106	20.024	107	16.522	108	13.622	109	10.619	110	7.603
111	65.852	112	58.592	113	54.059	114	42.462	115	37.061
116	35.304	117	34.720	118	27.024	119	21.610	120	16.918
121	12.813	122	71.018	123	63.368	124	58.507	125	45.917
126	40.083	127	38.293	128	37.857	129	29.314	130	23.385
131	18.371	132	14.112	133	50.339	134	47.547	135	45.611
136	39.836	137	35.985	138	33.125	139	29.354	140	24.280
141	20.985	142	17.844	143	15.006	144	45.228	145	42.677
146	40.952	147	35.916	148	32.520	149	29.949	150	26.496
151	22.054	152	19.143	153	16.311	154	13.652	155	24.662
156	23.338	157	22.461	158	20.059	159	18.424	160	17.106
161	15.276	162	13.211	163	11.757	164	10.148	165	8.394
166	12.433	167	11.936	168	11.586	169	10.635	170	10.016
171	9.537	172	8.915	173	8.187	174	7.567	175	6.756
176	5.769	177	7.350	178	7.224	179	7.124	180	6.849
181	6.697	182	6.617	183	6.570	184	6.430	185	6.206
186	5.843	187	5.362	188	6.207	189	6.203	190	6.193
191	6.171	192	6.186	193	6.237	194	6.360	195	6.409
196	6.350	197	6.211	198	6.013	199	6.561	200	6.577
201	6.588	202	6.628	203	6.676	204	6.740	205	6.861
206	6.935	207	6.932	208	6.892	209	6.831	210	7.153
211	7.163	212	7.172	213	7.207	214	7.244	215	7.288
216	7.363	217	7.415	218	7.425	219	7.422	220	7.416
221	7.557	222	7.560	223	7.564	224	7.583	225	7.602
226	7.624	227	7.661	228	7.688	229	7.697	230	7.703
231	7.712	232	7.746	233	7.746	234	7.747	235	7.753
236	7.760	237	7.769	238	7.782	239	7.793	240	7.799

241	7.805	242	7.814	243	7.813	244	7.812	245	7.811
246	7.811	247	7.812	248	7.813	249	7.815	250	7.817
251	7.819	252	7.822	253	7.828	254	7.837	255	7.835
256	7.834	257	7.831	258	7.829	259	7.826	260	7.821
261	7.818	262	7.818	263	7.820	264	7.823		

NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	RORAT.X	ROTAT.Y
1	1.383E-07	-9.663E-07	2	1.289E-07	-9.706E-07	3	1.191E-07	-9.649E-07
4	7.360E-08	-9.237E-07	5	4.689E-08	-8.639E-07	6	2.784E-08	-7.835E-07
7	4.492E-10	-6.264E-07	8	-3.728E-08	-4.846E-07	9	-8.422E-08	-4.231E-07
10	-1.374E-07	-3.812E-07	11	-1.651E-07	-3.515E-07	12	1.574E-07	-1.043E-06
13	1.291E-07	-1.061E-06	14	1.019E-07	-1.060E-06	15	1.934E-08	-1.020E-06
16	-3.592E-08	-9.529E-07	17	-7.355E-08	-8.614E-07	18	-1.023E-07	-6.831E-07
19	-1.169E-07	-5.299E-07	20	-1.412E-07	-4.682E-07	21	-1.772E-07	-4.244E-07
22	-2.033E-07	-3.848E-07	23	2.643E-07	-1.850E-06	24	1.721E-07	-1.900E-06
25	1.054E-07	-1.913E-06	26	-8.725E-08	-1.883E-06	27	-2.157E-07	-1.789E-06
28	-3.023E-07	-1.644E-06	29	-3.363E-07	-1.349E-06	30	-2.665E-07	-1.114E-06
31	-2.322E-07	-1.043E-06	32	-2.400E-07	-1.013E-06	33	-3.059E-07	-9.979E-07
34	4.858E-07	-3.671E-06	35	3.233E-07	-3.802E-06	36	1.993E-07	-3.859E-06
37	-1.894E-07	-3.913E-06	38	-4.754E-07	-3.817E-06	39	-6.770E-07	-3.607E-06
40	-7.348E-07	-3.123E-06	41	-4.640E-07	-2.759E-06	42	-2.723E-07	-2.710E-06
43	-1.769E-07	-2.781E-06	44	-2.828E-07	-2.937E-06	45	9.836E-07	-5.304E-06
46	8.350E-07	-5.702E-06	47	6.510E-07	-5.919E-06	48	-7.776E-08	-6.369E-06
49	-7.009E-07	-6.450E-06	50	-1.172E-06	-6.281E-06	51	-1.325E-06	-5.682E-06
52	-6.311E-07	-5.283E-06	53	-5.694E-08	-5.391E-06	54	3.587E-07	-5.792E-06
55	3.164E-07	-6.450E-06	56	2.440E-06	-2.393E-06	57	2.546E-06	-3.627E-06
58	2.315E-06	-4.342E-06	59	9.542E-07	-6.064E-06	60	-3.803E-07	-6.856E-06
61	-1.446E-06	-7.122E-06	62	-1.889E-06	-6.872E-06	63	-4.178E-07	-6.898E-06
64	9.391E-07	-7.533E-06	65	2.100E-06	-8.752E-06	66	2.403E-06	-1.054E-05
67	6.923E-06	1.460E-05	68	7.695E-06	1.104E-05	69	7.368E-06	8.993E-06
70	4.624E-06	4.024E-06	71	1.783E-06	1.365E-06	72	-5.236E-07	-2.165E-07
73	-1.647E-06	-1.494E-06	74	1.129E-06	-3.165E-06	75	3.871E-06	-5.172E-06
76	6.435E-06	-8.163E-06	77	7.590E-06	-1.216E-05	78	2.045E-05	6.383E-05
79	2.231E-05	5.483E-05	80	2.150E-05	4.958E-05	81	1.510E-05	3.705E-05
82	8.763E-06	3.019E-05	83	3.753E-06	2.577E-05	84	1.369E-06	2.087E-05
85	6.684E-06	1.461E-05	86	1.167E-05	9.138E-06	87	1.636E-05	2.432E-06
88	1.896E-05	-5.251E-06	89	5.377E-05	1.566E-04	90	5.620E-05	1.373E-04
91	5.374E-05	1.257E-04	92	3.843E-05	9.824E-05	93	2.362E-05	8.417E-05
94	1.241E-05	7.681E-05	95	9.707E-06	6.898E-05	96	2.148E-05	5.254E-05
97	2.904E-05	3.962E-05	98	3.479E-05	2.672E-05	99	3.826E-05	1.458E-05
100	1.224E-04	2.717E-04	101	1.238E-04	2.412E-04	102	1.190E-04	2.211E-04
103	8.558E-05	1.686E-04	104	4.736E-05	1.452E-04	105	1.842E-05	1.398E-04
106	2.506E-05	1.408E-04	107	5.721E-05	1.028E-04	108	6.293E-05	7.793E-05
109	6.307E-05	5.910E-05	110	6.414E-05	4.550E-05	111	2.124E-04	2.865E-04
112	2.101E-04	2.603E-04	113	2.097E-04	2.422E-04	114	1.557E-04	1.878E-04
115	7.186E-05	1.640E-04	116	8.296E-06	1.618E-04	117	4.454E-05	1.694E-04
118	1.170E-04	1.235E-04	119	1.074E-04	9.558E-05	120	9.074E-05	7.796E-05
121	8.427E-05	6.829E-05	122	2.228E-04	2.731E-04	123	2.234E-04	2.546E-04
124	2.259E-04	2.373E-04	125	1.688E-04	1.831E-04	126	7.664E-05	1.601E-04
127	7.459E-06	1.592E-04	128	4.879E-05	1.695E-04	129	1.277E-04	1.227E-04
130	1.163E-04	9.490E-05	131	9.564E-05	7.782E-05	132	8.723E-05	7.053E-05
133	7.892E-05	-2.756E-04	134	8.561E-05	-2.633E-04	135	9.339E-05	-2.519E-04
136	9.040E-05	-2.108E-04	137	7.039E-05	-1.862E-04	138	5.095E-05	-1.708E-04
139	5.163E-05	-1.548E-04	140	6.793E-05	-1.201E-04	141	6.852E-05	-9.924E-05
142	6.250E-05	-8.238E-05	143	5.887E-05	-7.321E-05	144	7.177E-05	-2.711E-04
145	7.738E-05	-2.572E-04	146	8.221E-05	-2.461E-04	147	7.937E-05	-2.083E-04
148	6.259E-05	-1.844E-04	149	4.609E-05	-1.688E-04	150	4.582E-05	-1.507E-04

151	6.008E-05	-1.178E-04	152	6.119E-05	-9.778E-05	153	5.739E-05	-8.164E-05
154	5.536E-05	-7.146E-05	155	3.587E-05	-1.927E-04	156	4.022E-05	-1.808E-04
157	4.079E-05	-1.727E-04	158	3.753E-05	-1.492E-04	159	3.097E-05	-1.331E-04
160	2.451E-05	-1.206E-04	161	2.232E-05	-1.033E-04	162	2.864E-05	-8.176E-05
163	3.229E-05	-6.854E-05	164	3.536E-05	-5.670E-05	165	3.828E-05	-4.692E-05
166	1.247E-05	-9.467E-05	167	1.584E-05	-8.786E-05	168	1.635E-05	-8.357E-05
169	1.450E-05	-7.203E-05	170	1.148E-05	-6.395E-05	171	8.713E-06	-5.706E-05
172	7.385E-06	-4.698E-05	173	1.117E-05	-3.655E-05	174	1.499E-05	-2.987E-05
175	1.904E-05	-2.288E-05	176	2.215E-05	-1.556E-05	177	2.595E-06	-3.044E-05
178	4.418E-06	-2.770E-05	179	4.778E-06	-2.594E-05	180	3.959E-06	-2.113E-05
181	2.405E-06	-1.786E-05	182	1.032E-06	-1.515E-05	183	6.079E-07	-1.138E-05
184	3.353E-06	-7.443E-06	185	6.146E-06	-4.506E-06	186	9.044E-06	-8.507E-07
187	1.090E-05	3.630E-06	188	-2.399E-07	-1.184E-06	189	3.913E-07	-4.240E-07
190	5.041E-07	9.108E-08	191	5.434E-08	1.577E-06	192	-7.111E-07	2.494E-06
193	-1.357E-06	3.104E-06	194	-1.354E-06	3.715E-06	195	4.407E-07	4.630E-06
196	2.100E-06	5.735E-06	197	3.675E-06	7.443E-06	198	4.416E-06	9.806E-06
199	-5.088E-07	6.891E-06	200	-4.792E-07	6.947E-06	201	-5.203E-07	7.000E-06
202	-8.379E-07	7.169E-06	203	-1.195E-06	7.179E-06	204	-1.461E-06	7.032E-06
205	-1.337E-06	6.602E-06	206	-3.390E-07	6.468E-06	207	4.752E-07	6.786E-06
208	1.144E-06	7.477E-06	209	1.264E-06	8.536E-06	210	-2.240E-07	6.070E-06
211	-3.786E-07	5.982E-06	212	-4.637E-07	5.924E-06	213	-6.927E-07	5.745E-06
214	-8.534E-07	5.537E-06	215	-9.471E-07	5.259E-06	216	-8.371E-07	4.730E-06
217	-3.730E-07	4.410E-06	218	-5.326E-08	4.445E-06	219	1.440E-07	4.661E-06
220	4.297E-08	5.032E-06	221	-1.622E-08	3.305E-06	222	-1.571E-07	3.240E-06
223	-2.268E-07	3.191E-06	224	-3.722E-07	3.015E-06	225	-4.425E-07	2.838E-06
226	-4.706E-07	2.632E-06	227	-4.082E-07	2.273E-06	228	-2.374E-07	2.033E-06
229	-1.516E-07	1.995E-06	230	-1.391E-07	2.024E-06	231	-2.541E-07	2.093E-06
232	4.859E-08	1.290E-06	233	-2.687E-08	1.265E-06	234	-6.506E-08	1.240E-06
235	-1.405E-07	1.139E-06	236	-1.691E-07	1.035E-06	237	-1.762E-07	9.196E-07
238	-1.526E-07	7.273E-07	239	-1.161E-07	5.902E-07	240	-1.170E-07	5.483E-07
241	-1.493E-07	5.231E-07	242	-2.143E-07	4.964E-07	243	4.812E-08	4.411E-07
244	2.638E-08	4.338E-07	245	1.298E-08	4.231E-07	246	-1.321E-08	3.715E-07
247	-2.036E-08	3.158E-07	248	-1.993E-08	2.533E-07	249	-1.722E-08	1.482E-07
250	-3.390E-08	6.564E-08	251	-6.113E-08	3.165E-08	252	-9.591E-08	3.297E-09
253	-1.206E-07	-2.943E-08	254	4.898E-08	3.096E-07	255	4.745E-08	3.048E-07
256	4.786E-08	2.968E-07	257	4.717E-08	2.578E-07	258	5.376E-08	2.140E-07
259	5.953E-08	1.629E-07	260	5.480E-08	7.397E-08	261	2.000E-08	-1.107E-09
262	-1.951E-08	-3.433E-08	263	-6.105E-08	-5.887E-08	264	-8.160E-08	-8.097E-08

SUM OF FORCES (FOSUM) = 453.0 SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 453.0

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1	0.000	0.211	0.000	0.106	0.211	0.000
2	2	0.000	0.060	0.000	0.030	0.060	0.000
3	1	0.000	0.296	0.000	0.148	0.296	0.000
3	2	0.000	0.083	0.000	0.042	0.083	0.000
4	1	0.000	0.313	0.000	0.157	0.313	0.000
4	2	0.000	0.088	0.000	0.044	0.088	0.000
5	1	0.000	0.228	0.000	0.114	0.228	0.000
5	2	0.000	0.064	0.000	0.032	0.064	0.000
6	1	0.000	0.145	0.000	0.073	0.145	0.000
6	2	0.000	0.041	0.000	0.020	0.041	0.000
7	1	0.000	0.134	0.000	0.067	0.134	0.000
7	2	0.000	0.037	0.000	0.019	0.037	0.000
8	1	0.000	0.369	0.000	0.185	0.369	0.000
8	2	0.000	0.103	0.000	0.052	0.103	0.000

9	1	0.000	0.525	0.000	0.262	0.525	0.000
9	2	0.000	0.147	0.000	0.074	0.147	0.000
10	1	0.000	0.534	0.000	0.267	0.534	0.000
10	2	0.000	0.150	0.000	0.075	0.150	0.000
11	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1	-1.378	0.000	0.000	0.689	0.000	-1.378
12	2	-0.386	0.000	0.000	0.193	0.000	-0.386
13	1	-1.526	0.308	0.081	0.920	0.311	-1.529
13	2	-0.424	0.064	0.021	0.245	0.065	-0.425
14	1	-1.566	0.404	-0.081	0.989	0.408	-1.569
14	2	-0.434	0.091	-0.022	0.263	0.092	-0.435
15	1	-1.572	0.394	-0.447	1.080	0.491	-1.669
15	2	-0.435	0.088	-0.119	0.287	0.114	-0.461
16	1	-1.481	0.239	-0.691	1.103	0.482	-1.724
16	2	-0.412	0.046	-0.184	0.294	0.110	-0.477
17	1	-1.327	0.076	-0.850	1.102	0.477	-1.728
17	2	-0.371	0.002	-0.226	0.293	0.109	-0.478
18	1	-1.007	-0.108	-0.870	0.979	0.422	-1.537
18	2	-0.284	-0.045	-0.232	0.261	0.096	-0.425
19	1	-0.765	0.032	-0.618	0.735	0.369	-1.102
19	2	-0.214	-0.002	-0.165	0.196	0.088	-0.304
20	1	-0.708	0.216	-0.434	0.634	0.388	-0.880
20	2	-0.196	0.050	-0.116	0.169	0.096	-0.241
21	1	-0.684	0.284	-0.320	0.580	0.380	-0.780
21	2	-0.188	0.070	-0.085	0.154	0.095	-0.213
22	1	-0.467	0.000	0.000	0.233	0.000	-0.467
22	2	-0.130	0.000	0.000	0.065	0.000	-0.130
23	1	-7.391	0.000	0.000	3.695	0.000	-7.391
23	2	-2.074	0.000	0.000	1.037	0.000	-2.074
24	1	-7.476	0.271	0.396	3.894	0.291	-7.496
24	2	-2.094	-0.032	0.105	1.036	-0.027	-2.099
25	1	-7.555	0.375	0.145	3.968	0.378	-7.558
25	2	-2.115	-0.004	0.038	1.056	-0.003	-2.115
26	1	-7.647	0.286	-0.546	4.004	0.323	-7.684
26	2	-2.142	-0.030	-0.145	1.066	-0.020	-2.152
27	1	-7.509	-0.032	-1.042	3.881	0.110	-7.651
27	2	-2.108	-0.118	-0.277	1.033	-0.080	-2.145
28	1	-7.180	-0.481	-1.383	3.624	-0.207	-7.454
28	2	-2.022	-0.239	-0.368	0.964	-0.166	-2.095
29	1	-6.381	-1.198	-1.442	2.966	-0.824	-6.756
29	2	-1.808	-0.429	-0.384	0.789	-0.329	-1.908
30	1	-5.761	-1.357	-0.821	2.350	-1.209	-5.909
30	2	-1.636	-0.464	-0.219	0.625	-0.425	-1.676
31	1	-5.664	-1.049	-0.398	2.341	-1.015	-5.698
31	2	-1.604	-0.376	-0.106	0.623	-0.367	-1.614
32	1	-5.785	-0.508	-0.111	2.641	-0.505	-5.788
32	2	-1.631	-0.226	-0.030	0.703	-0.225	-1.631
33	1	-5.844	0.000	0.000	2.922	0.000	-5.844
33	2	-1.639	0.000	0.000	0.820	0.000	-1.639
34	1	-12.806	0.000	0.000	6.403	0.000	-12.806
34	2	-3.594	0.000	0.000	1.797	0.000	-3.594
35	1	-12.951	0.574	1.320	6.890	0.702	-13.079
35	2	-3.626	-0.026	0.351	1.834	0.008	-3.660
36	1	-13.274	0.875	0.934	7.136	0.936	-13.335
36	2	-3.712	0.053	0.249	1.899	0.070	-3.728
37	1	-14.057	0.988	-0.271	7.527	0.993	-14.062
37	2	-3.930	0.074	-0.072	2.003	0.075	-3.932

38	1	-14.312	0.377	-1.344	7.467	0.499	-14.434
38	2	-4.011	-0.101	-0.358	1.987	-0.069	-4.043
39	1	-14.174	-0.706	-2.155	7.070	-0.370	-14.510
39	2	-3.988	-0.403	-0.574	1.882	-0.314	-4.077
40	1	-13.377	-2.850	-2.401	5.785	-2.328	-13.898
40	2	-3.795	-0.993	-0.639	1.540	-0.854	-3.934
41	1	-12.845	-4.042	-0.999	4.513	-3.930	-12.957
41	2	-3.663	-1.320	-0.266	1.201	-1.290	-3.693
42	1	-13.070	-3.646	0.138	4.714	-3.644	-13.072
42	2	-3.720	-1.212	0.037	1.255	-1.212	-3.721
43	1	-13.812	-2.242	1.128	5.894	-2.133	-13.921
43	2	-3.908	-0.829	0.300	1.569	-0.800	-3.937
44	1	-14.649	0.000	0.000	7.324	0.000	-14.649
44	2	-4.110	0.000	0.000	2.055	0.000	-4.110
45	1	-6.300	0.000	0.000	3.150	0.000	-6.300
45	2	-1.771	0.000	0.000	0.885	0.000	-1.771
46	1	-7.109	2.226	4.530	6.505	4.063	-8.946
46	2	-1.963	0.522	1.206	1.731	1.011	-2.452
47	1	-8.287	3.447	3.960	7.078	4.658	-9.498
47	2	-2.276	0.847	1.054	1.884	1.170	-2.598
48	1	-11.523	4.765	1.826	8.346	4.967	-11.725
48	2	-3.165	1.170	0.486	2.221	1.224	-3.218
49	1	-13.432	3.728	-0.440	8.591	3.739	-13.443
49	2	-3.715	0.852	-0.117	2.287	0.855	-3.718
50	1	-14.575	1.288	-2.290	8.256	1.612	-14.900
50	2	-4.071	0.151	-0.610	2.197	0.237	-4.158
51	1	-15.319	-4.198	-3.106	6.369	-3.389	-16.127
51	2	-4.359	-1.400	-0.827	1.695	-1.184	-4.575
52	1	-16.279	-8.220	-0.353	4.045	-8.205	-16.294
52	2	-4.687	-2.542	-0.094	1.076	-2.538	-4.691
53	1	-17.694	-8.202	2.210	5.235	-7.713	-18.183
53	2	-5.084	-2.558	0.588	1.393	-2.427	-5.214
54	1	-19.997	-5.576	4.771	8.645	-4.141	-21.432
54	2	-5.692	-1.854	1.270	2.301	-1.472	-6.074
55	1	-22.570	0.000	0.000	11.285	0.000	-22.570
55	2	-6.334	0.000	0.000	3.167	0.000	-6.334
56	1	34.205	0.000	0.000	17.103	34.205	0.000
56	2	9.591	0.000	0.000	4.795	9.591	0.000
57	1	31.233	7.507	14.420	18.672	38.042	0.698
57	2	8.873	2.558	3.838	4.970	10.685	0.746
58	1	27.831	11.467	13.377	15.681	35.330	3.967
58	2	7.976	3.620	3.560	4.174	9.972	1.624
59	1	18.176	16.253	9.107	9.158	26.372	8.057
59	2	5.335	4.824	2.424	2.437	7.517	2.642
60	1	11.911	14.484	4.362	4.548	17.745	8.650
60	2	3.552	4.237	1.161	1.210	5.105	2.684
61	1	7.139	9.258	0.381	1.126	9.324	7.073
61	2	2.137	2.701	0.101	0.300	2.719	2.120
62	1	1.311	-3.252	-1.769	2.887	1.917	-3.858
62	2	0.321	-0.894	-0.471	0.768	0.482	-1.055
63	1	-4.465	-13.608	3.027	5.483	-3.554	-14.520
63	2	-1.450	-3.883	0.806	1.459	-1.207	-4.126
64	1	-8.925	-15.116	7.913	8.497	-3.523	-20.518
64	2	-2.723	-4.371	2.106	2.262	-1.286	-5.809
65	1	-14.564	-11.144	13.177	13.287	0.433	-26.141
65	2	-4.248	-3.338	3.507	3.536	-0.257	-7.329
66	1	-20.498	0.000	0.000	10.249	0.000	-20.498
66	2	-5.753	0.000	0.000	2.876	0.000	-5.753

67	1	141.754	0.000	0.000	70.877	141.754	0.000
67	2	39.765	0.000	0.000	19.883	39.765	0.000
68	1	131.376	21.081	41.054	68.751	144.980	7.477
68	2	37.171	7.816	10.927	18.298	40.792	4.195
69	1	123.108	31.512	38.000	59.510	136.820	17.800
69	2	35.002	10.623	10.114	15.839	38.651	6.974
70	1	100.560	43.792	27.724	39.677	111.853	32.499
70	2	28.852	13.743	7.379	10.560	31.858	10.738
71	1	85.722	40.046	17.667	28.874	91.758	34.010
71	2	24.634	12.477	4.702	7.685	26.241	10.871
72	1	73.405	28.989	9.523	24.164	75.361	27.034
72	2	21.018	9.197	2.535	6.431	21.539	8.676
73	1	56.317	2.806	5.080	27.234	56.795	2.328
73	2	15.844	1.602	1.352	7.248	15.971	1.475
74	1	39.621	-19.438	13.286	32.381	42.473	-22.290
74	2	10.837	-4.882	3.536	8.618	11.596	-5.640
75	1	28.762	-24.235	21.353	34.031	36.295	-31.768
75	2	7.721	-6.385	5.683	9.057	9.725	-8.390
76	1	16.946	-19.174	30.252	35.233	34.119	-36.347
76	2	4.478	-5.135	8.052	9.377	9.049	-9.706
77	1	4.402	0.000	0.000	2.201	4.402	0.000
77	2	1.231	0.000	0.000	0.615	1.231	0.000
78	1	356.859	0.000	0.000	178.429	356.859	0.000
78	2	100.127	0.000	0.000	50.064	100.127	0.000
79	1	326.747	52.915	103.625	171.710	361.541	18.122
79	2	92.456	19.575	27.580	45.701	101.716	10.315
80	1	308.469	78.459	96.423	150.078	343.542	43.385
80	2	87.696	26.479	25.663	39.943	97.031	17.144
81	1	260.900	104.290	70.442	105.327	287.922	77.268
81	2	74.721	33.039	18.748	28.033	81.913	25.847
82	1	231.473	94.239	46.899	83.113	245.969	79.742
82	2	66.318	29.793	12.482	22.121	70.176	25.935
83	1	207.563	69.339	28.826	74.883	213.334	63.568
83	2	59.248	22.460	7.672	19.930	60.784	20.924
84	1	172.305	14.356	23.602	82.426	175.757	10.905
84	2	48.559	6.521	6.282	21.938	49.478	5.602
85	1	135.342	-27.043	41.389	91.133	145.283	-36.984
85	2	37.588	-5.631	11.016	24.255	40.234	-8.277
86	1	110.259	-34.698	52.560	89.530	127.311	-51.750
86	2	30.438	-8.142	13.989	23.829	34.977	-12.680
87	1	85.965	-28.020	61.656	83.962	112.934	-54.989
87	2	23.718	-6.619	16.410	22.346	30.896	-13.797
88	1	63.255	0.000	0.000	31.628	63.255	0.000
88	2	17.744	0.000	0.000	8.872	17.744	0.000
89	1	625.460	0.000	0.000	312.730	625.460	0.000
89	2	175.523	0.000	0.000	87.762	175.523	0.000
90	1	554.408	110.876	223.509	314.859	647.501	17.782
90	2	157.179	39.133	59.487	83.800	181.956	14.356
91	1	516.465	158.333	211.538	277.152	614.551	60.247
91	2	147.218	51.901	56.301	73.764	173.324	25.795
92	1	431.359	216.702	152.650	186.605	510.635	137.425
92	2	124.180	67.049	40.628	49.665	145.280	45.950
93	1	380.985	196.262	88.346	127.811	416.435	160.813
93	2	109.749	60.585	23.513	34.017	119.184	51.150
94	1	359.646	131.175	39.558	120.891	366.301	124.519
94	2	102.819	42.012	10.528	32.175	104.591	40.240
95	1	323.566	3.769	53.423	168.587	332.254	-4.919
95	2	90.852	5.738	14.218	44.869	93.164	3.426

96	1	254.846	-46.167	107.012	184.672	289.011	-80.332
96	2	70.846	-9.269	28.481	49.150	79.939	-18.362
97	1	201.447	-36.317	112.016	163.342	245.907	-80.777
97	2	56.004	-7.277	29.813	43.474	67.837	-19.110
98	1	161.912	-23.254	105.603	140.441	209.770	-71.112
98	2	45.098	-4.183	28.106	37.378	57.836	-16.921
99	1	135.287	0.000	0.000	67.644	135.287	0.000
99	2	37.965	0.000	0.000	18.983	37.965	0.000
100	1	624.368	0.000	0.000	312.184	624.368	0.000
100	2	175.277	0.000	0.000	87.639	175.277	0.000
101	1	560.707	133.393	366.279	424.039	771.089	-76.989
101	2	159.272	45.543	97.485	112.858	215.266	-10.451
102	1	526.078	236.703	379.080	405.754	787.144	-24.363
102	2	151.049	74.032	100.892	107.991	220.532	4.549
103	1	371.405	418.973	283.897	284.891	680.080	110.298
103	2	110.282	122.942	75.559	75.824	192.436	40.788
104	1	324.848	431.340	116.871	128.429	506.523	249.665
104	2	97.396	125.739	31.105	34.181	145.749	77.387
105	1	332.170	221.491	-8.077	55.926	332.756	220.905
105	2	96.416	66.959	-2.150	14.885	96.572	66.802
106	1	411.831	-174.246	83.546	304.715	423.508	-185.923
106	2	113.046	-42.939	22.236	81.100	116.153	-46.047
107	1	237.528	-82.322	227.013	277.689	355.292	-200.086
107	2	65.463	-19.665	60.420	73.907	96.806	-51.008
108	1	182.616	20.184	188.415	205.174	306.574	-103.774
108	2	51.537	8.305	50.147	54.607	84.528	-24.686
109	1	167.536	29.811	133.579	150.285	248.958	-51.611
109	2	47.444	10.789	35.552	39.998	69.115	-10.882
110	1	177.968	0.000	0.000	88.984	177.968	0.000
110	2	49.974	0.000	0.000	24.987	49.974	0.000
111	1	-612.218	0.000	0.000	306.109	0.000	-612.218
111	2	-172.238	0.000	0.000	86.119	0.000	-172.238
112	1	-320.018	-40.336	322.480	351.496	171.318	-531.673
112	2	-90.385	-15.948	85.828	93.551	40.384	-146.717
113	1	-264.349	-40.169	364.013	380.881	228.622	-533.139
113	2	-74.761	-15.096	96.882	101.372	56.443	-146.300
114	1	29.268	837.787	294.247	500.007	933.534	-66.480
114	2	20.331	235.519	78.314	133.077	261.002	-5.152
115	1	65.801	824.533	105.161	393.672	838.839	51.495
115	2	30.391	232.328	27.989	104.776	236.136	26.584
116	1	3.693	440.591	-31.883	220.763	442.905	1.379
116	2	7.409	123.690	-8.486	58.756	124.306	6.793
117	1	-281.767	-904.960	90.979	324.607	-268.757	-917.970
117	2	-92.158	-258.021	24.214	86.394	-88.695	-261.484
118	1	-31.096	14.142	251.194	252.210	243.733	-260.687
118	2	-8.521	3.519	66.855	67.126	64.624	-69.627
119	1	32.568	192.409	195.295	211.015	323.504	-98.527
119	2	11.922	54.464	51.978	56.162	89.355	-22.969
120	1	48.656	144.360	111.789	121.600	218.108	-25.092
120	2	15.742	41.213	29.753	32.364	60.841	-3.886
121	1	93.681	0.000	0.000	46.840	93.681	0.000
121	2	26.337	0.000	0.000	13.168	26.337	0.000
122	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
122	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123	1	0.000	-98.369	272.211	276.619	227.435	-325.803
123	2	0.000	-27.879	72.449	73.778	59.838	-87.718
124	1	0.000	-28.744	352.004	352.298	337.926	-366.669
124	2	0.000	-8.049	93.686	93.772	89.748	-97.797

125	1	0.000	921.044	287.185	542.730	1003.251	-82.208
125	2	0.000	258.445	76.434	150.136	279.358	-20.913
126	1	0.000	926.867	99.468	473.988	937.421	-10.554
126	2	0.000	260.119	26.473	132.726	262.786	-2.667
127	1	0.000	474.896	-27.730	239.062	476.510	-1.614
127	2	0.000	133.230	-7.380	67.023	133.638	-0.408
128	1	0.000	-1005.235	89.978	510.608	7.990	-1013.225
128	2	0.000	-282.139	23.948	143.088	2.018	-284.157
129	1	0.000	26.967	235.956	236.340	249.824	-222.857
129	2	0.000	7.538	62.800	62.913	66.682	-59.143
130	1	0.000	250.247	192.237	229.371	354.494	-104.247
130	2	0.000	70.266	51.164	62.065	97.198	-26.932
131	1	0.000	184.081	101.618	137.104	229.145	-45.064
131	2	0.000	51.685	27.046	37.407	63.250	-11.565
132	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1013.225 (NODE 128)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -612.2 (NODE 111)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 625.5 (NODE 89)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -1005.2 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 926.9 (NODE 126)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -284.157 (NODE 128)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -172.2 (NODE 111)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 175.5 (NODE 89)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -282.1 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 260.1 (NODE 126)

PERIOD 1 LOAD GROUP 2 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.00538	2	-0.00538	3	-0.00538	4	-0.00539	5	-0.00540
6	-0.00543	7	-0.00549	8	-0.00553	9	-0.00555	10	-0.00556
11	-0.00556	12	-0.00519	13	-0.00519	14	-0.00518	15	-0.00519
16	-0.00520	17	-0.00523	18	-0.00530	19	-0.00536	20	-0.00537
21	-0.00538	22	-0.00538	23	-0.00492	24	-0.00490	25	-0.00488
26	-0.00486	27	-0.00487	28	-0.00490	29	-0.00499	30	-0.00506
31	-0.00507	32	-0.00506	33	-0.00504	34	-0.00488	35	-0.00479
36	-0.00474	37	-0.00462	38	-0.00459	39	-0.00461	40	-0.00471
41	-0.00478	42	-0.00477	43	-0.00471	44	-0.00461	45	-0.00568
46	-0.00542	47	-0.00526	48	-0.00489	49	-0.00472	50	-0.00465
51	-0.00468	52	-0.00468	53	-0.00458	54	-0.00439	55	-0.00413
56	-0.00857	57	-0.00791	58	-0.00749	59	-0.00651	60	-0.00599
61	-0.00570	62	-0.00547	63	-0.00519	64	-0.00486	65	-0.00437
66	-0.00377	67	-0.01536	68	-0.01382	69	-0.01287	70	-0.01060
71	-0.00938	72	-0.00864	73	-0.00792	74	-0.00696	75	-0.00609
76	-0.00501	77	-0.00381	78	-0.02799	79	-0.02473	80	-0.02274
81	-0.01796	82	-0.01549	83	-0.01418	84	-0.01299	85	-0.01058
86	-0.00861	87	-0.00652	88	-0.00440	89	-0.04187	90	-0.03658
91	-0.03339	92	-0.02553	93	-0.02171	94	-0.02004	95	-0.01897
96	-0.01463	97	-0.01139	98	-0.00823	99	-0.00519	100	-0.04823
101	-0.04229	102	-0.03869	103	-0.03009	104	-0.02576	105	-0.02364
106	-0.02175	107	-0.01717	108	-0.01349	109	-0.00975	110	-0.00611
111	-0.05513	112	-0.04814	113	-0.04389	114	-0.03350	115	-0.02869
116	-0.02695	117	-0.02617	118	-0.02014	119	-0.01565	120	-0.01146

121	-0.00755	122	-0.05627	123	-0.04915	124	-0.04478	125	-0.03405
126	-0.02918	127	-0.02757	128	-0.02711	129	-0.02078	130	-0.01611
131	-0.01185	132	-0.00792	133	-0.03892	134	-0.03644	135	-0.03474
136	-0.02973	137	-0.02643	138	-0.02400	139	-0.02094	140	-0.01699
141	-0.01438	142	-0.01184	143	-0.00953	144	-0.03493	145	-0.03267
146	-0.03115	147	-0.02677	148	-0.02386	149	-0.02168	150	-0.01887
151	-0.01541	152	-0.01311	153	-0.01082	154	-0.00866	155	-0.01887
156	-0.01767	157	-0.01689	158	-0.01478	159	-0.01336	160	-0.01224
161	-0.01076	162	-0.00914	163	-0.00800	164	-0.00672	165	-0.00532
166	-0.00929	167	-0.00881	168	-0.00849	169	-0.00763	170	-0.00708
171	-0.00667	172	-0.00616	173	-0.00560	174	-0.00512	175	-0.00449
176	-0.00372	177	-0.00526	178	-0.00511	179	-0.00501	180	-0.00474
181	-0.00459	182	-0.00452	183	-0.00448	184	-0.00438	185	-0.00422
186	-0.00394	187	-0.00358	188	-0.00429	189	-0.00427	190	-0.00425
191	-0.00421	192	-0.00421	193	-0.00424	194	-0.00435	195	-0.00440
196	-0.00436	197	-0.00426	198	-0.00411	199	-0.00451	200	-0.00452
201	-0.00452	202	-0.00454	203	-0.00457	204	-0.00462	205	-0.00472
206	-0.00479	207	-0.00479	208	-0.00477	209	-0.00473	210	-0.00494
211	-0.00494	212	-0.00495	213	-0.00497	214	-0.00500	215	-0.00503
216	-0.00510	217	-0.00514	218	-0.00515	219	-0.00515	220	-0.00515
221	-0.00524	222	-0.00524	223	-0.00524	224	-0.00525	225	-0.00527
226	-0.00529	227	-0.00532	228	-0.00534	229	-0.00535	230	-0.00536
231	-0.00536	232	-0.00538	233	-0.00538	234	-0.00538	235	-0.00538
236	-0.00539	237	-0.00540	238	-0.00541	239	-0.00542	240	-0.00542
241	-0.00543	242	-0.00543	243	-0.00543	244	-0.00543	245	-0.00543
246	-0.00543	247	-0.00543	248	-0.00543	249	-0.00543	250	-0.00543
251	-0.00543	252	-0.00544	253	-0.00544	254	-0.00545	255	-0.00545
256	-0.00545	257	-0.00544	258	-0.00544	259	-0.00544	260	-0.00544
261	-0.00543	262	-0.00543	263	-0.00543	264	-0.00544		

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.00538	2	0.00538	3	0.00538	4	0.00539	5	0.00540
6	0.00543	7	0.00549	8	0.00553	9	0.00555	10	0.00556
11	0.00556	12	0.00519	13	0.00519	14	0.00518	15	0.00519
16	0.00520	17	0.00523	18	0.00530	19	0.00536	20	0.00537
21	0.00538	22	0.00538	23	0.00492	24	0.00490	25	0.00488
26	0.00486	27	0.00487	28	0.00490	29	0.00499	30	0.00506
31	0.00507	32	0.00506	33	0.00504	34	0.00488	35	0.00479
36	0.00474	37	0.00462	38	0.00459	39	0.00461	40	0.00471
41	0.00478	42	0.00477	43	0.00471	44	0.00461	45	0.00568
46	0.00542	47	0.00526	48	0.00489	49	0.00472	50	0.00465
51	0.00468	52	0.00468	53	0.00458	54	0.00439	55	0.00413
56	0.00857	57	0.00791	58	0.00749	59	0.00651	60	0.00599
61	0.00570	62	0.00547	63	0.00519	64	0.00486	65	0.00437
66	0.00377	67	0.01536	68	0.01382	69	0.01287	70	0.01060
71	0.00938	72	0.00864	73	0.00792	74	0.00696	75	0.00609
76	0.00501	77	0.00381	78	0.02799	79	0.02473	80	0.02274
81	0.01796	82	0.01549	83	0.01418	84	0.01299	85	0.01058
86	0.00861	87	0.00652	88	0.00440	89	0.04187	90	0.03658
91	0.03339	92	0.02553	93	0.02171	94	0.02004	95	0.01897
96	0.01463	97	0.01139	98	0.00823	99	0.00519	100	0.04823
101	0.04229	102	0.03869	103	0.03009	104	0.02576	105	0.02364
106	0.02175	107	0.01717	108	0.01349	109	0.00975	110	0.00611
111	0.05513	112	0.04814	113	0.04389	114	0.03350	115	0.02869
116	0.02695	117	0.02617	118	0.02014	119	0.01565	120	0.01146
121	0.00755	122	0.05627	123	0.04915	124	0.04478	125	0.03405
126	0.02918	127	0.02757	128	0.02711	129	0.02078	130	0.01611
131	0.01185	132	0.00792	133	0.03892	134	0.03644	135	0.03474

136	0.02973	137	0.02643	138	0.02400	139	0.02094	140	0.01699
141	0.01438	142	0.01184	143	0.00953	144	0.03493	145	0.03267
146	0.03115	147	0.02677	148	0.02386	149	0.02168	150	0.01887
151	0.01541	152	0.01311	153	0.01082	154	0.00866	155	0.01887
156	0.01767	157	0.01689	158	0.01478	159	0.01336	160	0.01224
161	0.01076	162	0.00914	163	0.00800	164	0.00672	165	0.00532
166	0.00929	167	0.00881	168	0.00849	169	0.00763	170	0.00708
171	0.00667	172	0.00616	173	0.00560	174	0.00512	175	0.00449
176	0.00372	177	0.00526	178	0.00511	179	0.00501	180	0.00474
181	0.00459	182	0.00452	183	0.00448	184	0.00438	185	0.00422
186	0.00394	187	0.00358	188	0.00429	189	0.00427	190	0.00425
191	0.00421	192	0.00421	193	0.00424	194	0.00435	195	0.00440
196	0.00436	197	0.00426	198	0.00411	199	0.00451	200	0.00452
201	0.00452	202	0.00454	203	0.00457	204	0.00462	205	0.00472
206	0.00479	207	0.00479	208	0.00477	209	0.00473	210	0.00494
211	0.00494	212	0.00495	213	0.00497	214	0.00500	215	0.00503
216	0.00510	217	0.00514	218	0.00515	219	0.00515	220	0.00515
221	0.00524	222	0.00524	223	0.00524	224	0.00525	225	0.00527
226	0.00529	227	0.00532	228	0.00534	229	0.00535	230	0.00536
231	0.00536	232	0.00538	233	0.00538	234	0.00538	235	0.00538
236	0.00539	237	0.00540	238	0.00541	239	0.00542	240	0.00542
241	0.00543	242	0.00543	243	0.00543	244	0.00543	245	0.00543
246	0.00543	247	0.00543	248	0.00543	249	0.00543	250	0.00543
251	0.00543	252	0.00544	253	0.00544	254	0.00545	255	0.00545
256	0.00545	257	0.00544	258	0.00544	259	0.00544	260	0.00544
261	0.00543	262	0.00543	263	0.00543	264	0.00544		

FOR JOINT NO. 1 SHEAR (FAJ1) AND MOMENT (FAJ2) AT THE NODES ARE:

122	-5.9	0.0	123	-7.1	0.0	124	-8.2	0.0
125	-4.6	0.0	126	-2.6	0.0	127	-4.6	0.0
128	-10.0	0.0	129	-4.9	0.0	130	-1.6	0.0
131	0.0	0.0	132	0.8	0.0			

FOR JOINT NO. 1 SHEAR IN ONE DOWEL BAR (FAJPD) AT THE NODES IS:

122	-15.1	123	-11.1	124	-8.7	125	-3.8	126	-2.4
127	-3.1	128	-5.4	129	-3.3	130	-1.5	131	0.0
132	1.4								

FOR JOINT NO. 1 BEARING STRESS (BEARS) OF CONCRETE AND SHEAR STRESS (SHEARS) OF DOWELS AT THE NODES ARE:

122	-3.5	-3.0	123	-2.6	-2.2	124	-2.0	-1.7
125	-0.9	-0.7	126	-0.6	-0.5	127	-0.7	-0.6
128	-1.2	-1.1	129	-0.8	-0.7	130	-0.3	-0.3
131	0.0	0.0	132	0.3	0.3			

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	7.747	2	7.743	3	7.743	4	7.755	5	7.782
6	7.821	7	7.901	8	7.969	9	7.993	10	8.005
11	8.010	12	7.477	13	7.467	14	7.463	15	7.468
16	7.494	17	7.538	18	7.632	19	7.712	20	7.737
21	7.746	22	7.745	23	7.088	24	7.049	25	7.027
26	6.994	27	7.008	28	7.057	29	7.184	30	7.287
31	7.307	32	7.293	33	7.260	34	7.030	35	6.904
36	6.825	37	6.658	38	6.610	39	6.636	40	6.776
41	6.881	42	6.863	43	6.777	44	6.643	45	8.176
46	7.811	47	7.580	48	7.043	49	6.794	50	6.699
51	6.742	52	6.737	53	6.592	54	6.315	55	5.943
56	12.336	57	11.386	58	10.791	59	9.374	60	8.631

61	8.201	62	7.881	63	7.476	64	6.991	65	6.290
66	5.428	67	22.120	68	19.894	69	18.528	70	15.264
71	13.510	72	12.440	73	11.402	74	10.019	75	8.763
76	7.218	77	5.492	78	40.310	79	35.614	80	32.752
81	25.868	82	22.301	83	20.419	84	18.707	85	15.242
86	12.402	87	9.382	88	6.332	89	60.295	90	52.677
91	48.086	92	36.769	93	31.269	94	28.857	95	27.318
96	21.061	97	16.396	98	11.845	99	7.476	100	69.453
101	60.904	102	55.711	103	43.331	104	37.099	105	34.048
106	31.314	107	24.730	108	19.425	109	14.037	110	8.792
111	79.387	112	69.324	113	63.201	114	48.240	115	41.318
116	38.807	117	37.680	118	28.995	119	22.536	120	16.505
121	10.870	122	81.025	123	70.771	124	64.481	125	49.039
126	42.015	127	39.707	128	39.036	129	29.920	130	23.205
131	17.063	132	11.401	133	56.045	134	52.480	135	50.030
136	42.814	137	38.058	138	34.566	139	30.154	140	24.470
141	20.712	142	17.054	143	13.717	144	50.302	145	47.043
146	44.857	147	38.554	148	34.354	149	31.216	150	27.177
151	22.192	152	18.872	153	15.584	154	12.472	155	27.175
156	25.451	157	24.325	158	21.281	159	19.242	160	17.630
161	15.489	162	13.160	163	11.513	164	9.673	165	7.668
166	13.377	167	12.691	168	12.225	169	10.984	170	10.197
171	9.602	172	8.874	173	8.063	174	7.370	175	6.462
176	5.359	177	7.568	178	7.364	179	7.216	180	6.826
181	6.616	182	6.506	183	6.452	184	6.312	185	6.072
186	5.677	187	5.152	188	6.182	189	6.148	190	6.120
191	6.059	192	6.061	193	6.113	194	6.258	195	6.331
196	6.275	197	6.131	198	5.923	199	6.498	200	6.505
201	6.509	202	6.538	203	6.587	204	6.658	205	6.801
206	6.897	207	6.901	208	6.865	209	6.807	210	7.114
211	7.120	212	7.128	213	7.161	214	7.200	215	7.249
216	7.338	217	7.404	218	7.420	219	7.422	220	7.420
221	7.543	222	7.545	223	7.548	224	7.566	225	7.587
226	7.612	227	7.656	228	7.690	229	7.703	230	7.713
231	7.725	232	7.746	233	7.745	234	7.746	235	7.752
236	7.760	237	7.769	238	7.785	239	7.799	240	7.807
241	7.815	242	7.826	243	7.820	244	7.818	245	7.817
246	7.816	247	7.817	248	7.818	249	7.820	250	7.822
251	7.825	252	7.830	253	7.837	254	7.847	255	7.844
256	7.843	257	7.839	258	7.836	259	7.833	260	7.827
261	7.823	262	7.823	263	7.826	264	7.830		

NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	RORAT.X	ROTAT.Y
1	1.307E-07	-5.145E-06	2	6.823E-08	-5.227E-06	3	-2.593E-08	-5.271E-06
4	-4.050E-07	-5.378E-06	5	-7.062E-07	-5.388E-06	6	-9.183E-07	-5.316E-06
7	-9.789E-07	-5.080E-06	8	-6.282E-07	-4.882E-06	9	-3.695E-07	-4.854E-06
10	-1.582E-07	-4.891E-06	11	-8.352E-08	-4.960E-06	12	2.908E-07	-5.004E-06
13	2.372E-07	-5.211E-06	14	1.327E-07	-5.310E-06	15	-3.339E-07	-5.512E-06
16	-7.458E-07	-5.541E-06	17	-1.057E-06	-5.446E-06	18	-1.156E-06	-5.121E-06
19	-7.096E-07	-4.863E-06	20	-3.414E-07	-4.852E-06	21	-5.220E-08	-4.955E-06
22	2.975E-08	-5.166E-06	23	1.087E-06	-3.488E-06	24	1.091E-06	-4.128E-06
25	9.344E-07	-4.487E-06	26	1.029E-07	-5.301E-06	27	-6.899E-07	-5.612E-06
28	-1.318E-06	-5.627E-06	29	-1.588E-06	-5.250E-06	30	-7.791E-07	-4.999E-06
31	-4.787E-08	-5.170E-06	32	5.634E-07	-5.627E-06	33	7.279E-07	-6.344E-06
34	3.447E-06	3.954E-06	35	3.737E-06	2.141E-06	36	3.496E-06	1.087E-06
37	1.846E-06	-1.450E-06	38	1.828E-07	-2.734E-06	39	-1.169E-06	-3.385E-06
40	-1.870E-06	-3.613E-06	41	-3.641E-07	-3.988E-06	42	1.118E-06	-4.782E-06

43	2.450E-06	-6.128E-06	44	2.947E-06	-8.003E-06	45	9.962E-06	2.659E-05
46	1.087E-05	2.197E-05	47	1.042E-05	1.927E-05	48	6.974E-06	1.272E-05
49	3.503E-06	9.079E-06	50	6.729E-07	6.700E-06	51	-9.617E-07	4.374E-06
52	1.703E-06	1.872E-06	53	4.462E-06	-5.232E-07	54	7.052E-06	-3.784E-06
55	8.257E-06	-7.861E-06	56	2.639E-05	7.607E-05	57	2.798E-05	6.553E-05
58	2.683E-05	5.940E-05	59	1.930E-05	4.470E-05	60	1.208E-05	3.644E-05
61	6.305E-06	3.086E-05	62	3.056E-06	2.454E-05	63	7.876E-06	1.721E-05
64	1.253E-05	1.129E-05	65	1.678E-05	4.335E-06	66	1.891E-05	-3.356E-06
67	6.323E-05	1.563E-04	68	6.459E-05	1.355E-04	69	6.156E-05	1.231E-04
70	4.493E-05	9.346E-05	71	2.907E-05	7.780E-05	72	1.670E-05	6.898E-05
73	1.222E-05	5.978E-05	74	2.279E-05	4.329E-05	75	2.976E-05	3.054E-05
76	3.481E-05	1.758E-05	77	3.717E-05	5.241E-06	78	1.362E-04	2.343E-04
79	1.350E-04	2.032E-04	80	1.293E-04	1.829E-04	81	9.417E-05	1.318E-04
82	5.576E-05	1.083E-04	83	2.606E-05	1.008E-04	84	2.700E-05	9.931E-05
85	5.538E-05	6.825E-05	86	6.249E-05	4.651E-05	87	6.399E-05	2.793E-05
88	6.419E-05	1.258E-05	89	2.270E-04	1.615E-04	90	2.159E-04	1.403E-04
91	2.092E-04	1.276E-04	92	1.521E-04	9.797E-05	93	8.029E-05	8.318E-05
94	2.580E-05	7.575E-05	95	4.094E-05	6.837E-05	96	9.607E-05	5.192E-05
97	9.793E-05	3.875E-05	98	9.339E-05	2.552E-05	99	9.105E-05	1.317E-05
100	2.487E-04	9.665E-05	101	2.452E-04	8.361E-05	102	2.341E-04	7.616E-05
103	1.674E-04	5.895E-05	104	9.451E-05	5.219E-05	105	3.946E-05	5.116E-05
106	4.904E-05	5.196E-05	107	1.054E-04	4.057E-05	108	1.142E-04	3.216E-05
109	1.116E-04	2.480E-05	110	1.097E-04	1.804E-05	111	2.956E-04	9.533E-05
112	2.877E-04	8.217E-05	113	2.790E-04	7.296E-05	114	1.977E-04	4.610E-05
115	9.470E-05	4.007E-05	116	1.834E-05	5.011E-05	117	5.135E-05	7.355E-05
118	1.354E-04	5.007E-05	119	1.327E-04	3.626E-05	120	1.214E-04	3.003E-05
121	1.170E-04	2.759E-05	122	3.004E-04	8.432E-05	123	2.943E-04	7.519E-05
124	2.870E-04	6.642E-05	125	2.030E-04	3.968E-05	126	9.354E-05	3.448E-05
127	1.327E-05	4.655E-05	128	5.119E-05	7.404E-05	129	1.407E-04	4.956E-05
130	1.366E-04	3.554E-05	131	1.228E-04	2.984E-05	132	1.175E-04	2.899E-05
133	1.010E-04	-3.097E-04	134	1.088E-04	-2.941E-04	135	1.177E-04	-2.797E-04
136	1.122E-04	-2.290E-04	137	8.652E-05	-1.989E-04	138	6.145E-05	-1.801E-04
139	5.845E-05	-1.613E-04	140	7.662E-05	-1.231E-04	141	7.904E-05	-9.916E-05
142	7.329E-05	-7.893E-05	143	6.929E-05	-6.731E-05	144	9.202E-05	-3.046E-04
145	9.839E-05	-2.871E-04	146	1.038E-04	-2.732E-04	147	9.863E-05	-2.266E-04
148	7.698E-05	-1.973E-04	149	5.561E-05	-1.782E-04	150	5.189E-05	-1.570E-04
151	6.780E-05	-1.206E-04	152	7.046E-05	-9.762E-05	153	6.706E-05	-7.833E-05
154	6.482E-05	-6.567E-05	155	4.723E-05	-2.169E-04	156	5.188E-05	-2.020E-04
157	5.219E-05	-1.919E-04	158	4.713E-05	-1.628E-04	159	3.830E-05	-1.430E-04
160	2.957E-05	-1.278E-04	161	2.537E-05	-1.076E-04	162	3.231E-05	-8.327E-05
163	3.678E-05	-6.811E-05	164	4.051E-05	-5.420E-05	165	4.360E-05	-4.245E-05
166	1.774E-05	-1.073E-04	167	2.134E-05	-9.869E-05	168	2.166E-05	-9.328E-05
169	1.864E-05	-7.886E-05	170	1.445E-05	-6.891E-05	171	1.062E-05	-6.054E-05
172	8.318E-06	-4.875E-05	173	1.242E-05	-3.685E-05	174	1.679E-05	-2.920E-05
175	2.135E-05	-2.113E-05	176	2.461E-05	-1.263E-05	177	4.768E-06	-3.545E-05
178	6.714E-06	-3.181E-05	179	6.970E-06	-2.952E-05	180	5.503E-06	-2.339E-05
181	3.312E-06	-1.931E-05	182	1.397E-06	-1.600E-05	183	5.361E-07	-1.157E-05
184	3.527E-06	-7.100E-06	185	6.663E-06	-3.769E-06	186	9.873E-06	3.782E-07
187	1.182E-05	5.446E-06	188	5.800E-07	-2.441E-06	189	1.251E-06	-1.303E-06
190	1.304E-06	-5.686E-07	191	5.101E-07	1.448E-06	192	-5.866E-07	2.651E-06
193	-1.505E-06	3.430E-06	194	-1.694E-06	4.148E-06	195	2.643E-07	5.137E-06
196	2.114E-06	6.353E-06	197	3.853E-06	8.241E-06	198	4.631E-06	1.085E-05
199	-2.137E-07	6.977E-06	200	-1.873E-07	7.175E-06	201	-2.646E-07	7.308E-06
202	-7.582E-07	7.654E-06	203	-1.277E-06	7.732E-06	204	-1.673E-06	7.592E-06
205	-1.633E-06	7.083E-06	206	-5.482E-07	6.872E-06	207	3.555E-07	7.189E-06
208	1.095E-06	7.920E-06	209	1.223E-06	9.054E-06	210	-1.131E-07	6.402E-06
211	-2.830E-07	6.361E-06	212	-3.896E-07	6.329E-06	213	-7.051E-07	6.193E-06
214	-9.399E-07	5.984E-06	215	-1.092E-06	5.673E-06	216	-1.019E-06	5.047E-06

217	-5.201E-07	4.636E-06218	-1.677E-07	4.643E-06219	5.154E-08	4.850E-06
220	-5.315E-08	5.228E-06221	3.304E-08	3.536E-06222	-1.208E-07	3.487E-06
223	-2.022E-07	3.444E-06224	-3.880E-07	3.273E-06225	-4.901E-07	3.081E-06
226	-5.426E-07	2.847E-06227	-4.980E-07	2.423E-06228	-3.198E-07	2.121E-06
229	-2.274E-07	2.056E-06230	-2.130E-07	2.067E-06231	-3.331E-07	2.123E-06
232	7.602E-08	1.398E-06233	-6.489E-09	1.378E-06234	-5.018E-08	1.355E-06
235	-1.431E-07	1.250E-06236	-1.847E-07	1.136E-06237	-2.018E-07	1.004E-06
238	-1.879E-07	7.757E-07239	-1.552E-07	6.041E-07240	-1.590E-07	5.457E-07
241	-1.954E-07	5.061E-07242	-2.636E-07	4.658E-07243	6.738E-08	4.896E-07
244	4.334E-08	4.836E-07245	2.786E-08	4.726E-07246	-4.878E-09	4.171E-07
247	-1.682E-08	3.547E-07248	-2.037E-08	2.828E-07249	-2.382E-08	1.581E-07
250	-4.818E-08	5.616E-08251	-8.147E-08	1.229E-08252	-1.219E-07	-2.470E-08
253	-1.487E-07	-6.580E-08254	6.679E-08	3.483E-07255	6.487E-08	3.437E-07
256	6.496E-08	3.351E-07257	6.224E-08	2.921E-07258	6.774E-08	2.426E-07
259	7.234E-08	1.835E-07260	6.299E-08	7.820E-08261	1.924E-08	-1.355E-08
262	-2.825E-08	-5.518E-08263	-7.769E-08	-8.626E-08264	-1.018E-07	-1.134E-07

SUM OF FORCES (FOSUM) = 572.4

SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 572.4

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1	0.000	1.768	0.000	0.884	1.768	0.000
2	2	0.000	0.500	0.000	0.250	0.500	0.000
3	1	0.000	2.473	0.000	1.237	2.473	0.000
3	2	0.000	0.695	0.000	0.347	0.695	0.000
4	1	0.000	3.242	0.000	1.621	3.242	0.000
4	2	0.000	0.911	0.000	0.455	0.911	0.000
5	1	0.000	2.691	0.000	1.346	2.691	0.000
5	2	0.000	0.756	0.000	0.378	0.756	0.000
6	1	0.000	1.476	0.000	0.738	1.476	0.000
6	2	0.000	0.414	0.000	0.207	0.414	0.000
7	1	0.000	-1.024	0.000	0.512	0.000	-1.024
7	2	0.000	-0.288	0.000	0.144	0.000	-0.288
8	1	0.000	-2.619	0.000	1.310	0.000	-2.619
8	2	0.000	-0.736	0.000	0.368	0.000	-0.736
9	1	0.000	-2.539	0.000	1.269	0.000	-2.539
9	2	0.000	-0.713	0.000	0.356	0.000	-0.713
10	1	0.000	-1.606	0.000	0.803	0.000	-1.606
10	2	0.000	-0.454	0.000	0.227	0.000	-0.454
11	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1	1.636	0.000	0.000	0.818	1.636	0.000
12	2	0.459	0.000	0.000	0.229	0.459	0.000
13	1	0.664	1.811	2.199	2.273	3.510	-1.035
13	2	0.212	0.518	0.585	0.605	0.970	-0.240
14	1	0.118	2.856	1.817	2.275	3.762	-0.788
14	2	0.074	0.803	0.484	0.606	1.044	-0.167
15	1	-1.145	4.129	0.791	2.753	4.245	-1.261
15	2	-0.262	1.142	0.210	0.733	1.173	-0.292
16	1	-1.629	3.562	-0.314	2.615	3.581	-1.648
16	2	-0.406	0.976	-0.084	0.696	0.981	-0.411
17	1	-1.670	2.041	-1.248	2.236	2.421	-2.051
17	2	-0.439	0.548	-0.332	0.595	0.650	-0.540
18	1	-1.100	-1.424	-1.728	1.736	0.474	-2.998
18	2	-0.329	-0.415	-0.460	0.462	0.090	-0.834
19	1	-0.720	-3.804	-0.625	1.664	-0.598	-3.926
19	2	-0.257	-1.078	-0.166	0.443	-0.225	-1.110

20	1	-1.025	-3.731	0.427	1.419	-0.960	-3.797
20	2	-0.342	-1.062	0.114	0.378	-0.324	-1.079
21	1	-1.789	-2.332	1.473	1.498	-0.563	-3.559
21	2	-0.536	-0.680	0.392	0.399	-0.209	-1.007
22	1	-2.945	0.000	0.000	1.472	0.000	-2.945
22	2	-0.826	0.000	0.000	0.413	0.000	-0.826
23	1	13.603	0.000	0.000	6.801	13.603	0.000
23	2	3.814	0.000	0.000	1.907	3.814	0.000
24	1	11.878	3.996	7.333	8.325	16.262	-0.388
24	2	3.391	1.293	1.952	2.216	4.558	0.126
25	1	10.126	6.155	6.607	6.899	15.040	1.241
25	2	2.931	1.874	1.759	1.836	4.238	0.566
26	1	5.383	8.880	4.016	4.380	11.511	2.752
26	2	1.639	2.570	1.069	1.166	3.270	0.939
27	1	2.573	7.894	1.310	2.965	8.199	2.268
27	2	0.836	2.252	0.349	0.789	2.334	0.755
28	1	0.760	4.916	-0.923	2.274	5.112	0.565
28	2	0.285	1.391	-0.246	0.605	1.443	0.232
29	1	-0.785	-2.038	-2.219	2.306	0.894	-3.717
29	2	-0.250	-0.583	-0.591	0.614	0.197	-1.030
30	1	-2.359	-7.412	0.235	2.537	-2.348	-7.423
30	2	-0.769	-2.114	0.063	0.675	-0.766	-2.117
31	1	-4.095	-7.952	2.709	3.325	-2.698	-9.349
31	2	-1.264	-2.291	0.721	0.885	-0.892	-2.662
32	1	-6.641	-5.627	5.252	5.276	-0.858	-11.410
32	2	-1.945	-1.675	1.398	1.404	-0.406	-3.214
33	1	-9.455	0.000	0.000	4.728	0.000	-9.455
33	2	-2.654	0.000	0.000	1.327	0.000	-2.654
34	1	63.295	0.000	0.000	31.647	63.295	0.000
34	2	17.754	0.000	0.000	8.877	17.754	0.000
35	1	58.237	10.930	21.047	31.662	66.245	2.921
35	2	16.500	3.909	5.602	8.427	18.632	1.778
36	1	53.711	16.458	19.532	26.990	62.074	8.095
36	2	15.310	5.395	5.198	7.183	17.536	3.170
37	1	41.193	22.977	13.865	16.589	48.674	15.496
37	2	11.892	7.044	3.690	4.415	13.883	5.052
38	1	32.965	20.850	8.060	10.083	36.990	16.825
38	2	9.552	6.328	2.145	2.684	10.623	5.256
39	1	26.447	14.556	3.255	6.778	27.280	13.723
39	2	7.632	4.467	0.866	1.804	7.854	4.246
40	1	18.097	-0.210	0.214	9.156	18.100	-0.212
40	2	5.075	0.203	0.057	2.437	5.076	0.202
41	1	10.297	-12.333	4.518	12.184	11.166	-13.201
41	2	2.711	-3.312	1.202	3.243	2.942	-3.543
42	1	4.959	-14.531	9.148	13.366	8.580	-18.152
42	2	1.181	-4.006	2.435	3.557	2.145	-4.970
43	1	-1.234	-11.000	14.100	14.921	8.804	-21.038
43	2	-0.505	-3.105	3.753	3.971	2.166	-5.776
44	1	-7.566	0.000	0.000	3.783	0.000	-7.566
44	2	-2.124	0.000	0.000	1.062	0.000	-2.124
45	1	175.531	0.000	0.000	87.766	175.531	0.000
45	2	49.244	0.000	0.000	24.622	49.244	0.000
46	1	161.888	27.050	53.366	85.984	180.454	8.485
46	2	45.820	9.932	14.203	22.885	50.761	4.991
47	1	151.635	39.878	49.781	74.837	170.593	20.919
47	2	43.128	13.384	13.249	19.918	48.173	8.338
48	1	123.982	53.853	37.087	51.039	139.956	37.879
48	2	35.570	16.905	9.871	13.584	39.822	12.654

49	1	105.620	48.902	25.219	37.951	115.212	39.310
49	2	30.346	15.250	6.712	10.101	32.899	12.697
50	1	90.228	35.885	15.606	31.334	94.391	31.722
50	2	25.838	11.375	4.153	8.340	26.946	10.267
51	1	68.697	6.067	9.622	32.760	70.142	4.622
51	2	19.365	2.696	2.561	8.719	19.750	2.312
52	1	48.240	-18.234	16.939	37.304	52.307	-22.302
52	2	13.273	-4.419	4.508	9.929	14.356	-5.502
53	1	35.558	-23.438	24.223	38.169	44.229	-32.109
53	2	9.639	-6.063	6.447	10.159	11.947	-8.371
54	1	22.482	-18.669	31.786	37.865	39.771	-35.958
54	2	6.039	-4.914	8.460	10.078	10.640	-9.515
55	1	9.863	0.000	0.000	4.931	9.863	0.000
55	2	2.765	0.000	0.000	1.383	2.765	0.000
56	1	353.899	0.000	0.000	176.949	353.899	0.000
56	2	99.297	0.000	0.000	49.649	99.297	0.000
57	1	320.619	58.535	120.632	178.113	367.690	11.464
57	2	90.817	21.064	32.106	47.405	103.345	8.536
58	1	300.572	85.538	112.329	155.492	348.547	37.563
58	2	85.582	28.351	29.896	41.384	98.351	15.582
59	1	247.810	111.437	83.598	107.880	287.503	71.744
59	2	71.151	34.855	22.250	28.712	81.715	24.291
60	1	214.392	100.059	57.842	81.325	238.550	75.900
60	2	61.609	31.179	15.395	21.645	68.039	24.749
61	1	187.824	73.020	37.549	68.592	199.015	61.830
61	2	53.762	23.207	9.994	18.256	56.741	20.229
62	1	149.810	14.005	29.521	74.043	155.950	7.865
62	2	42.242	6.097	7.857	19.706	43.876	4.463
63	1	110.527	-28.117	45.747	83.056	124.261	-41.851
63	2	30.609	-6.291	12.176	22.105	34.264	-9.947
64	1	84.304	-34.625	55.613	81.417	106.256	-56.578
64	2	23.156	-8.497	14.801	21.669	28.999	-14.340
65	1	59.403	-27.220	62.958	76.417	92.509	-60.325
65	2	16.276	-6.779	16.756	20.338	25.087	-15.590
66	1	37.701	0.000	0.000	18.851	37.701	0.000
66	2	10.579	0.000	0.000	5.289	10.579	0.000
67	1	525.364	0.000	0.000	262.682	525.364	0.000
67	2	147.448	0.000	0.000	73.724	147.448	0.000
68	1	455.881	108.939	239.524	295.743	578.153	-13.333
68	2	129.503	37.164	63.750	78.712	162.046	4.621
69	1	419.506	155.470	226.914	262.523	550.011	24.965
69	2	119.968	49.695	60.393	69.871	154.703	14.961
70	1	330.660	211.024	166.239	176.673	447.515	94.169
70	2	95.840	64.000	44.245	47.022	126.942	32.898
71	1	279.115	191.887	101.584	110.551	346.052	124.950
71	2	81.099	57.884	27.037	29.423	98.915	40.068
72	1	256.222	127.499	51.410	82.373	274.234	109.487
72	2	73.744	39.484	13.683	21.924	78.538	34.690
73	1	226.053	-2.883	56.316	127.571	239.156	-15.986
73	2	63.392	2.461	14.989	33.953	66.879	-1.027
74	1	161.672	-54.215	104.371	150.150	203.879	-96.422
74	2	44.583	-12.875	27.778	39.963	55.817	-24.108
75	1	113.582	-43.886	111.503	136.499	171.347	-101.651
75	2	31.238	-10.672	29.677	36.329	46.612	-26.046
76	1	76.031	-27.696	107.544	119.396	143.564	-95.229
76	2	20.935	-6.672	28.623	31.777	38.909	-24.646
77	1	49.632	0.000	0.000	24.816	49.632	0.000
77	2	13.933	0.000	0.000	6.967	13.933	0.000

78	1	356.040	0.000	0.000	178.020	356.040	0.000
78	2	100.009	0.000	0.000	50.004	100.009	0.000
79	1	286.682	119.617	370.020	379.331	582.481	-176.182
79	2	82.178	37.713	98.481	100.959	160.905	-41.014
80	1	255.572	211.804	376.112	376.748	610.436	-143.061
80	2	74.781	63.132	100.102	100.272	169.228	-31.315
81	1	126.823	388.808	274.546	304.195	562.010	-46.379
81	2	41.213	110.940	73.071	80.962	157.038	-4.885
82	1	95.602	395.867	127.118	196.720	442.454	49.014
82	2	32.553	112.469	33.832	52.357	124.868	20.154
83	1	106.207	209.004	17.489	54.293	211.898	103.313
83	2	32.826	60.186	4.655	14.450	60.956	32.056
84	1	185.052	-169.677	71.484	191.227	198.915	-183.540
84	2	49.474	-44.937	19.025	50.895	53.164	-48.627
85	1	62.308	-109.628	186.959	205.777	182.117	-229.437
85	2	15.899	-29.862	49.759	54.768	47.786	-61.749
86	1	29.409	-23.524	173.626	175.632	178.575	-172.689
86	2	7.912	-6.176	46.211	46.744	47.613	-45.876
87	1	19.630	1.928	142.907	143.181	153.960	-132.402
87	2	5.536	0.825	38.035	38.108	41.288	-34.927
88	1	15.066	0.000	0.000	7.533	15.066	0.000
88	2	4.231	0.000	0.000	2.115	4.231	0.000
89	1	-1200.974	0.000	0.000	600.487	0.000	-1200.974
89	2	-337.239	0.000	0.000	168.619	0.000	-337.239
90	1	-942.991	-1.448	245.015	530.715	58.496	-1002.934
90	2	-264.638	-14.046	65.211	141.250	1.908	-280.592
91	1	-807.698	22.102	230.811	474.780	81.982	-867.578
91	2	-226.332	-5.481	61.430	126.363	10.456	-242.270
92	1	-292.849	692.253	162.125	518.547	718.249	-318.845
92	2	-72.164	190.021	43.150	138.011	196.940	-79.083
93	1	-174.052	654.585	91.215	424.241	664.507	-183.974
93	2	-39.373	181.169	24.277	112.912	183.810	-42.014
94	1	-269.386	355.907	38.303	314.984	358.245	-271.724
94	2	-70.446	95.976	10.194	83.833	96.598	-71.068
95	1	-672.286	-683.077	51.718	51.998	-625.683	-729.680
95	2	-198.534	-201.406	13.765	13.839	-186.131	-213.809
96	1	-256.591	-101.382	108.498	133.395	-45.592	-312.381
96	2	-73.470	-32.161	28.877	35.503	-17.312	-88.318
97	1	-97.860	28.951	114.681	131.042	96.588	-165.496
97	2	-27.042	6.709	30.522	34.877	24.710	-45.044
98	1	-31.316	40.605	108.190	114.010	118.655	-109.366
98	2	-8.200	10.941	28.795	30.344	31.714	-28.973
99	1	-2.246	0.000	0.000	1.123	0.000	-2.246
99	2	-0.652	0.000	0.000	0.326	0.000	-0.652
100	1	506.049	0.000	0.000	253.025	506.049	0.000
100	2	142.206	0.000	0.000	71.103	142.206	0.000
101	1	389.125	208.697	148.606	173.846	472.757	125.065
101	2	112.213	64.192	39.552	46.269	134.472	41.933
102	1	338.560	384.641	137.193	139.115	500.715	222.486
102	2	100.569	112.833	36.514	37.025	143.726	69.676
103	1	106.572	716.531	87.766	317.357	728.909	94.194
103	2	40.270	202.611	23.359	84.465	205.905	36.976
104	1	69.356	734.763	29.629	334.020	736.080	68.039
104	2	30.090	207.189	7.886	88.900	207.539	29.740
105	1	125.132	353.087	-11.188	114.525	353.635	124.584
105	2	40.221	100.891	-2.978	30.481	101.037	40.075
106	1	341.084	-373.648	21.971	358.041	341.759	-374.323
106	2	90.309	-99.918	5.848	95.293	90.488	-100.097

107	1	95.502	-185.931	76.893	160.354	115.140	-205.569
107	2	24.110	-50.794	20.465	42.678	29.336	-56.020
108	1	37.706	13.580	68.120	69.180	94.823	-43.536
108	2	10.777	4.356	18.130	18.412	25.979	-10.845
109	1	38.566	51.044	58.373	58.706	103.511	-13.901
109	2	11.561	14.882	15.536	15.625	28.846	-2.403
110	1	62.136	0.000	0.000	31.068	62.136	0.000
110	2	17.468	0.000	0.000	8.734	17.468	0.000
111	1	-525.479	0.000	0.000	262.739	0.000	-525.479
111	2	-147.752	0.000	0.000	73.876	0.000	-147.752
112	1	-327.511	113.862	161.886	273.696	166.871	-380.521
112	2	-90.258	27.214	43.086	72.844	41.323	-104.366
113	1	-278.945	166.499	183.249	288.419	232.196	-344.642
113	2	-75.868	42.687	48.772	76.763	60.172	-93.353
114	1	7.937	1045.546	122.405	533.049	1059.791	-6.308
114	2	17.351	293.511	32.578	141.871	297.302	13.560
115	1	37.834	984.971	-21.374	474.051	985.453	37.351
115	2	24.864	276.945	-5.689	126.169	277.073	24.736
116	1	-13.589	520.195	-115.294	290.730	544.033	-37.427
116	2	3.711	145.778	-30.686	77.378	152.122	-2.633
117	1	-283.633	-950.315	-1.557	333.345	-283.629	-950.318
117	2	-93.338	-270.775	-0.414	88.720	-93.337	-270.776
118	1	-39.298	-66.358	128.658	129.367	76.540	-182.195
118	2	-11.987	-19.189	34.242	34.431	18.843	-50.020
119	1	13.814	128.287	84.539	102.093	173.143	-31.042
119	2	5.732	36.199	22.500	27.172	48.138	-6.206
120	1	27.661	96.419	33.888	48.273	110.314	13.767
120	2	9.157	27.457	9.019	12.848	31.155	5.459
121	1	53.477	0.000	0.000	26.739	53.477	0.000
121	2	15.041	0.000	0.000	7.520	15.041	0.000
122	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
122	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123	1	0.000	105.133	136.554	146.322	198.889	-93.755
123	2	0.000	29.347	36.344	39.194	53.868	-24.521
124	1	0.000	196.281	176.467	201.921	300.062	-103.780
124	2	0.000	55.082	46.967	54.446	81.987	-26.905
125	1	0.000	1113.661	117.314	569.054	1125.885	-12.224
125	2	0.000	312.492	31.223	159.335	315.581	-3.089
126	1	0.000	1066.161	-31.699	534.022	1067.103	-0.942
126	2	0.000	299.199	-8.437	149.837	299.437	-0.238
127	1	0.000	544.823	-122.815	298.817	571.228	-26.405
127	2	0.000	152.850	-32.687	83.122	159.547	-6.697
128	1	0.000	-1034.447	-7.495	517.278	0.054	-1034.501
128	2	0.000	-290.331	-1.995	145.179	0.014	-290.345
129	1	0.000	-46.460	120.934	123.145	99.915	-146.375
129	2	0.000	-13.051	32.187	32.841	26.316	-39.367
130	1	0.000	177.572	83.802	122.089	210.875	-33.303
130	2	0.000	49.871	22.304	33.455	58.391	-8.520
131	1	0.000	110.576	26.194	61.179	116.467	-5.891
131	2	0.000	31.042	6.971	17.015	32.536	-1.494
132	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1200.974 (NODE 89)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -1201.0 (NODE 89)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 525.4 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -1034.4 (NODE 128)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 1113.7 (NODE 125)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -337.239 (NODE 89)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -337.2 (NODE 89)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 147.4 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -290.3 (NODE 128)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 312.5 (NODE 125)

PERIOD 1 LOAD GROUP 3 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.00395	2	-0.00385	3	-0.00381	4	-0.00376	5	-0.00381
6	-0.00394	7	-0.00424	8	-0.00449	9	-0.00456	10	-0.00455
11	-0.00449	12	-0.00442	13	-0.00428	14	-0.00420	15	-0.00406
16	-0.00404	17	-0.00411	18	-0.00432	19	-0.00449	20	-0.00451
21	-0.00445	22	-0.00434	23	-0.00576	24	-0.00546	25	-0.00527
26	-0.00483	27	-0.00464	28	-0.00457	29	-0.00462	30	-0.00464
31	-0.00454	32	-0.00433	33	-0.00406	34	-0.00915	35	-0.00841
36	-0.00795	37	-0.00686	38	-0.00629	39	-0.00596	40	-0.00571
41	-0.00539	42	-0.00503	43	-0.00451	44	-0.00388	45	-0.01654
46	-0.01487	47	-0.01384	48	-0.01139	49	-0.01007	50	-0.00927
51	-0.00848	52	-0.00742	53	-0.00648	54	-0.00535	55	-0.00410
56	-0.02901	57	-0.02566	58	-0.02362	59	-0.01869	60	-0.01613
61	-0.01476	62	-0.01350	63	-0.01101	64	-0.00899	65	-0.00687
66	-0.00475	67	-0.04252	68	-0.03719	69	-0.03398	70	-0.02604
71	-0.02212	72	-0.02035	73	-0.01913	74	-0.01472	75	-0.01147
76	-0.00833	77	-0.00533	78	-0.04820	79	-0.04229	80	-0.03870
81	-0.03005	82	-0.02555	83	-0.02317	84	-0.02093	85	-0.01635
86	-0.01274	87	-0.00903	88	-0.00541	89	-0.05242	90	-0.04574
91	-0.04171	92	-0.03183	93	-0.02689	94	-0.02449	95	-0.02262
96	-0.01727	97	-0.01324	98	-0.00917	99	-0.00519	100	-0.05204
101	-0.04545	102	-0.04144	103	-0.03190	104	-0.02707	105	-0.02464
106	-0.02246	107	-0.01757	108	-0.01358	109	-0.00942	110	-0.00527
111	-0.05493	112	-0.04760	113	-0.04316	114	-0.03239	115	-0.02747
116	-0.02573	117	-0.02509	118	-0.01917	119	-0.01464	120	-0.01030
121	-0.00615	122	-0.05537	123	-0.04794	124	-0.04341	125	-0.03241
126	-0.02748	127	-0.02594	128	-0.02571	129	-0.01957	130	-0.01491
131	-0.01054	132	-0.00640	133	-0.03797	134	-0.03541	135	-0.03366
136	-0.02853	137	-0.02519	138	-0.02278	139	-0.01982	140	-0.01597
141	-0.01337	142	-0.01082	143	-0.00849	144	-0.03411	145	-0.03177
146	-0.03021	147	-0.02573	148	-0.02278	149	-0.02061	150	-0.01789
151	-0.01451	152	-0.01222	153	-0.00993	154	-0.00776	155	-0.01858
156	-0.01733	157	-0.01652	158	-0.01435	159	-0.01291	160	-0.01179
161	-0.01034	162	-0.00876	163	-0.00763	164	-0.00636	165	-0.00498
166	-0.00929	167	-0.00878	168	-0.00844	169	-0.00755	170	-0.00699
171	-0.00657	172	-0.00608	173	-0.00553	174	-0.00506	175	-0.00444
176	-0.00369	177	-0.00536	178	-0.00520	179	-0.00508	180	-0.00479
181	-0.00464	182	-0.00456	183	-0.00452	184	-0.00443	185	-0.00427
186	-0.00401	187	-0.00365	188	-0.00439	189	-0.00435	190	-0.00433
191	-0.00428	192	-0.00427	193	-0.00431	194	-0.00441	195	-0.00446
196	-0.00442	197	-0.00433	198	-0.00419	199	-0.00457	200	-0.00457
201	-0.00457	202	-0.00458	203	-0.00462	204	-0.00466	205	-0.00476
206	-0.00483	207	-0.00484	208	-0.00481	209	-0.00478	210	-0.00496
211	-0.00497	212	-0.00497	213	-0.00499	214	-0.00502	215	-0.00505
216	-0.00511	217	-0.00516	218	-0.00517	219	-0.00517	220	-0.00517
221	-0.00524	222	-0.00524	223	-0.00525	224	-0.00526	225	-0.00527
226	-0.00529	227	-0.00532	228	-0.00534	229	-0.00535	230	-0.00536

231	-0.00537	232	-0.00538	233	-0.00538	234	-0.00538	235	-0.00538
236	-0.00539	237	-0.00539	238	-0.00540	239	-0.00541	240	-0.00542
241	-0.00542	242	-0.00543	243	-0.00543	244	-0.00542	245	-0.00542
246	-0.00542	247	-0.00542	248	-0.00542	249	-0.00543	250	-0.00543
251	-0.00543	252	-0.00543	253	-0.00544	254	-0.00544	255	-0.00544
256	-0.00544	257	-0.00544	258	-0.00544	259	-0.00543	260	-0.00543
261	-0.00543	262	-0.00543	263	-0.00543	264	-0.00543		

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.00395	2	0.00385	3	0.00381	4	0.00376	5	0.00381
6	0.00394	7	0.00424	8	0.00449	9	0.00456	10	0.00455
11	0.00449	12	0.00442	13	0.00428	14	0.00420	15	0.00406
16	0.00404	17	0.00411	18	0.00432	19	0.00449	20	0.00451
21	0.00445	22	0.00434	23	0.00576	24	0.00546	25	0.00527
26	0.00483	27	0.00464	28	0.00457	29	0.00462	30	0.00464
31	0.00454	32	0.00433	33	0.00406	34	0.00915	35	0.00841
36	0.00795	37	0.00686	38	0.00629	39	0.00596	40	0.00571
41	0.00539	42	0.00503	43	0.00451	44	0.00388	45	0.01654
46	0.01487	47	0.01384	48	0.01139	49	0.01007	50	0.00927
51	0.00848	52	0.00742	53	0.00648	54	0.00535	55	0.00410
56	0.02901	57	0.02566	58	0.02362	59	0.01869	60	0.01613
61	0.01476	62	0.01350	63	0.01101	64	0.00899	65	0.00687
66	0.00475	67	0.04252	68	0.03719	69	0.03398	70	0.02604
71	0.02212	72	0.02035	73	0.01913	74	0.01472	75	0.01147
76	0.00833	77	0.00533	78	0.04820	79	0.04229	80	0.03870
81	0.03005	82	0.02555	83	0.02317	84	0.02093	85	0.01635
86	0.01274	87	0.00903	88	0.00541	89	0.05242	90	0.04574
91	0.04171	92	0.03183	93	0.02689	94	0.02449	95	0.02262
96	0.01727	97	0.01324	98	0.00917	99	0.00519	100	0.05204
101	0.04545	102	0.04144	103	0.03190	104	0.02707	105	0.02464
106	0.02246	107	0.01757	108	0.01358	109	0.00942	110	0.00527
111	0.05493	112	0.04760	113	0.04316	114	0.03239	115	0.02747
116	0.02573	117	0.02509	118	0.01917	119	0.01464	120	0.01030
121	0.00615	122	0.05537	123	0.04794	124	0.04341	125	0.03241
126	0.02748	127	0.02594	128	0.02571	129	0.01957	130	0.01491
131	0.01054	132	0.00640	133	0.03797	134	0.03541	135	0.03366
136	0.02853	137	0.02519	138	0.02278	139	0.01982	140	0.01597
141	0.01337	142	0.01082	143	0.00849	144	0.03411	145	0.03177
146	0.03021	147	0.02573	148	0.02278	149	0.02061	150	0.01789
151	0.01451	152	0.01222	153	0.00993	154	0.00776	155	0.01858
156	0.01733	157	0.01652	158	0.01435	159	0.01291	160	0.01179
161	0.01034	162	0.00876	163	0.00763	164	0.00636	165	0.00498
166	0.00929	167	0.00878	168	0.00844	169	0.00755	170	0.00699
171	0.00657	172	0.00608	173	0.00553	174	0.00506	175	0.00444
176	0.00369	177	0.00536	178	0.00520	179	0.00508	180	0.00479
181	0.00464	182	0.00456	183	0.00452	184	0.00443	185	0.00427
186	0.00401	187	0.00365	188	0.00439	189	0.00435	190	0.00433
191	0.00428	192	0.00427	193	0.00431	194	0.00441	195	0.00446
196	0.00442	197	0.00433	198	0.00419	199	0.00457	200	0.00457
201	0.00457	202	0.00458	203	0.00462	204	0.00466	205	0.00476
206	0.00483	207	0.00484	208	0.00481	209	0.00478	210	0.00496
211	0.00497	212	0.00497	213	0.00499	214	0.00502	215	0.00505
216	0.00511	217	0.00516	218	0.00517	219	0.00517	220	0.00517
221	0.00524	222	0.00524	223	0.00525	224	0.00526	225	0.00527
226	0.00529	227	0.00532	228	0.00534	229	0.00535	230	0.00536
231	0.00537	232	0.00538	233	0.00538	234	0.00538	235	0.00538
236	0.00539	237	0.00539	238	0.00540	239	0.00541	240	0.00542
241	0.00542	242	0.00543	243	0.00543	244	0.00542	245	0.00542

246	0.00542	247	0.00542	248	0.00542	249	0.00543	250	0.00543
251	0.00543	252	0.00543	253	0.00544	254	0.00544	255	0.00544
256	0.00544	257	0.00544	258	0.00544	259	0.00543	260	0.00543
261	0.00543	262	0.00543	263	0.00543	264	0.00543		

FOR JOINT NO. 1 SHEAR (FAJ1) AND MOMENT (FAJ2) AT THE NODES ARE:

122	-5.9	0.0	123	-7.0	0.0	124	-7.9	0.0
125	-4.2	0.0	126	-2.2	0.0	127	-4.1	0.0
128	-9.6	0.0	129	-4.6	0.0	130	-1.5	0.0
131	0.3	0.0	132	1.0	0.0			

FOR JOINT NO. 1 SHEAR IN ONE DOWEL BAR (FAJPD) AT THE NODES IS:

122	-15.1	123	-10.9	124	-8.5	125	-3.4	126	-2.0
127	-2.8	128	-5.1	129	-3.1	130	-1.3	131	0.2
132	1.8								

FOR JOINT NO. 1 BEARING STRESS (BEARS) OF CONCRETE AND SHEAR STRESS (SHEARS) OF DOWELS AT THE NODES ARE:

122	-3.5	-3.0	123	-2.5	-2.2	124	-2.0	-1.7
125	-0.8	-0.7	126	-0.5	-0.4	127	-0.6	-0.5
128	-1.2	-1.0	129	-0.7	-0.6	130	-0.3	-0.3
131	0.1	0.0	132	0.4	0.4			

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	5.686	2	5.550	3	5.482	4	5.409	5	5.489
6	5.674	7	6.108	8	6.471	9	6.564	10	6.551
11	6.462	12	6.361	13	6.167	14	6.054	15	5.843
16	5.819	17	5.913	18	6.221	19	6.469	20	6.492
21	6.408	22	6.254	23	8.295	24	7.857	25	7.584
26	6.960	27	6.680	28	6.582	29	6.658	30	6.682
31	6.535	32	6.241	33	5.843	34	13.170	35	12.112
36	11.453	37	9.884	38	9.061	39	8.582	40	8.218
41	7.766	42	7.243	43	6.497	44	5.588	45	23.824
46	21.414	47	19.935	48	16.403	49	14.503	50	13.342
51	12.205	52	10.686	53	9.337	54	7.707	55	5.908
56	41.781	57	36.950	58	34.006	59	26.913	60	23.222
61	21.257	62	19.446	63	15.851	64	12.950	65	9.895
66	6.837	67	61.233	68	53.557	69	48.932	70	37.491
71	31.858	72	29.299	73	27.551	74	21.193	75	16.523
76	11.997	77	7.680	78	69.414	79	60.901	80	55.728
81	43.268	82	36.791	83	33.368	84	30.133	85	23.547
86	18.342	87	13.008	88	7.793	89	75.480	90	65.865
91	60.058	92	45.829	93	38.720	94	35.262	95	32.566
96	24.869	97	19.059	98	13.212	99	7.468	100	74.934
101	65.447	102	59.678	103	45.939	104	38.982	105	35.482
106	32.341	107	25.307	108	19.555	109	13.560	110	7.596
111	79.100	112	68.545	113	62.145	114	46.645	115	39.552
116	37.047	117	36.134	118	27.607	119	21.086	120	14.834
121	8.852	122	79.727	123	69.033	124	62.511	125	46.667
126	39.573	127	37.359	128	37.028	129	28.185	130	21.477
131	15.179	132	9.220	133	54.674	134	50.991	135	48.468
136	41.083	137	36.271	138	32.800	139	28.538	140	22.990
141	19.255	142	15.583	143	12.222	144	49.120	145	45.752
146	43.501	147	37.048	148	32.797	149	29.676	150	25.763
151	20.896	152	17.600	153	14.305	154	11.177	155	26.749
156	24.953	157	23.787	158	20.660	159	18.591	160	16.981
161	14.889	162	12.616	163	10.988	164	9.159	165	7.167
166	13.378	167	12.648	168	12.157	169	10.869	170	10.062

171	9.464	172	8.750	173	7.963	174	7.284	175	6.390
176	5.308	177	7.712	178	7.482	179	7.319	180	6.900
181	6.678	182	6.564	183	6.513	184	6.383	185	6.151
186	5.768	187	5.261	188	6.317	189	6.270	190	6.234
191	6.157	192	6.151	193	6.199	194	6.344	195	6.422
196	6.371	197	6.235	198	6.038	199	6.581	200	6.581
201	6.582	202	6.602	203	6.646	204	6.715	205	6.857
206	6.956	207	6.963	208	6.931	209	6.878	210	7.149
211	7.154	212	7.159	213	7.188	214	7.225	215	7.273
216	7.362	217	7.429	218	7.447	219	7.450	220	7.451
221	7.552	222	7.553	223	7.555	224	7.572	225	7.592
226	7.616	227	7.660	228	7.694	229	7.708	230	7.719
231	7.732	232	7.744	233	7.742	234	7.743	235	7.748
236	7.756	237	7.765	238	7.781	239	7.795	240	7.803
241	7.812	242	7.822	243	7.814	244	7.812	245	7.811
246	7.810	247	7.810	248	7.811	249	7.813	250	7.816
251	7.819	252	7.824	253	7.831	254	7.840	255	7.837
256	7.836	257	7.832	258	7.829	259	7.825	260	7.820
261	7.816	262	7.817	263	7.819	264	7.824		

NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	RORAT.X	ROTAT.Y
1	4.119E-06	1.200E-05	2	3.579E-06	1.111E-05	3	2.691E-06	1.045E-05
4	-3.936E-07	8.084E-06	5	-2.890E-06	6.180E-06	6	-4.678E-06	4.444E-06
7	-5.393E-06	1.925E-06	8	-3.040E-06	-3.313E-07	9	-8.128E-07	-1.618E-06
10	1.274E-06	-2.777E-06	11	2.163E-06	-3.750E-06	12	5.594E-06	1.473E-05
13	5.498E-06	1.286E-05	14	4.891E-06	1.177E-05	15	1.880E-06	8.672E-06
16	-8.340E-07	6.543E-06	17	-2.951E-06	4.797E-06	18	-3.967E-06	2.504E-06
19	-1.602E-06	3.808E-07	20	6.808E-07	-1.044E-06	21	2.708E-06	-2.625E-06
22	3.475E-06	-4.505E-06	23	1.215E-05	3.474E-05	24	1.289E-05	2.990E-05
25	1.224E-05	2.705E-05	26	7.988E-06	1.997E-05	27	3.841E-06	1.578E-05
28	4.831E-07	1.279E-05	29	-1.459E-06	9.332E-06	30	1.580E-06	5.826E-06
31	4.675E-06	3.021E-06	32	7.527E-06	-4.918E-07	33	8.807E-06	-4.715E-06
34	2.951E-05	8.506E-05	35	3.107E-05	7.388E-05	36	2.973E-05	6.735E-05
37	2.136E-05	5.162E-05	38	1.340E-05	4.272E-05	39	7.057E-06	3.666E-05
40	3.513E-06	2.961E-05	41	8.606E-06	2.140E-05	42	1.342E-05	1.499E-05
43	1.775E-05	7.632E-06	44	1.991E-05	-3.508E-07	45	6.861E-05	1.672E-04
46	6.988E-05	1.454E-04	47	6.658E-05	1.324E-04	48	4.867E-05	1.010E-04
49	3.152E-05	8.439E-05	50	1.815E-05	7.509E-05	51	1.353E-05	6.533E-05
52	2.472E-05	4.760E-05	53	3.166E-05	3.409E-05	54	3.647E-05	2.061E-05
55	3.865E-05	8.043E-06	56	1.403E-04	2.394E-04	57	1.388E-04	2.076E-04
58	1.330E-04	1.870E-04	59	9.722E-05	1.348E-04	60	5.791E-05	1.106E-04
61	2.745E-05	1.025E-04	62	2.837E-05	1.004E-04	63	5.690E-05	6.837E-05
64	6.352E-05	4.632E-05	65	6.440E-05	2.767E-05	66	6.414E-05	1.242E-05
67	2.289E-04	1.594E-04	68	2.175E-04	1.385E-04	69	2.108E-04	1.258E-04
70	1.546E-04	9.548E-05	71	8.334E-05	7.950E-05	72	2.884E-05	7.062E-05
73	4.288E-05	6.150E-05	74	9.655E-05	4.452E-05	75	9.771E-05	3.153E-05
76	9.261E-05	1.845E-05	77	8.958E-05	6.133E-06	78	2.481E-04	7.308E-05
79	2.440E-04	6.254E-05	80	2.336E-04	5.647E-05	81	1.708E-04	4.213E-05
82	1.013E-04	3.442E-05	83	4.766E-05	2.956E-05	84	5.214E-05	2.437E-05
85	1.033E-04	1.762E-05	86	1.125E-04	1.188E-05	87	1.109E-04	5.016E-06
88	1.088E-04	-2.718E-06	89	2.843E-04	2.554E-05	90	2.735E-04	2.028E-05
91	2.639E-04	1.738E-05	92	1.926E-04	1.117E-05	93	1.077E-04	8.824E-06
94	4.305E-05	8.338E-06	95	5.489E-05	8.733E-06	96	1.179E-04	7.004E-06
97	1.239E-04	4.478E-06	98	1.217E-04	1.117E-06	99	1.203E-04	-2.950E-06
100	2.753E-04	1.524E-05	101	2.725E-04	1.035E-05	102	2.600E-04	7.723E-06
103	1.860E-04	2.639E-06	104	1.066E-04	3.385E-06	105	4.651E-05	8.082E-06
106	5.318E-05	1.652E-05	107	1.131E-04	1.331E-05	108	1.254E-04	1.038E-05

2	1	0.000	16.310	0.000	8.155	16.310	0.000
2	2	0.000	4.606	0.000	2.303	4.606	0.000
3	1	0.000	21.789	0.000	10.895	21.789	0.000
3	2	0.000	6.123	0.000	3.062	6.123	0.000
4	1	0.000	26.725	0.000	13.363	26.725	0.000
4	2	0.000	7.505	0.000	3.752	7.505	0.000
5	1	0.000	22.147	0.000	11.074	22.147	0.000
5	2	0.000	6.218	0.000	3.109	6.218	0.000
6	1	0.000	13.030	0.000	6.515	13.030	0.000
6	2	0.000	3.658	0.000	1.829	3.658	0.000
7	1	0.000	-5.794	0.000	2.897	0.000	-5.794
7	2	0.000	-1.626	0.000	0.813	0.000	-1.626
8	1	0.000	-20.524	0.000	10.262	0.000	-20.524
8	2	0.000	-5.762	0.000	2.881	0.000	-5.762
9	1	0.000	-22.994	0.000	11.497	0.000	-22.994
9	2	0.000	-6.455	0.000	3.227	0.000	-6.455
10	1	0.000	-18.310	0.000	9.155	0.000	-18.310
10	2	0.000	-5.161	0.000	2.580	0.000	-5.161
11	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1	43.221	0.000	0.000	21.610	43.221	0.000
12	2	12.129	0.000	0.000	6.065	12.129	0.000
13	1	34.271	14.141	21.750	23.966	48.172	0.240
13	2	9.822	4.464	5.789	6.379	13.521	0.764
14	1	29.980	22.165	21.244	21.601	47.673	4.472
14	2	8.734	6.653	5.654	5.749	13.443	1.944
15	1	19.636	31.067	19.608	20.424	45.775	4.928
15	2	5.960	9.002	5.219	5.436	12.917	2.045
16	1	14.379	27.462	16.484	17.735	38.656	3.186
16	2	4.432	7.914	4.387	4.720	10.893	1.453
17	1	11.243	17.863	13.146	13.556	28.109	0.997
17	2	3.413	5.175	3.499	3.608	7.902	0.686
18	1	8.766	-3.628	10.116	11.864	14.433	-9.294
18	2	2.407	-0.891	2.692	3.157	3.916	-2.399
19	1	6.146	-20.574	11.397	17.561	10.347	-24.774
19	2	1.427	-5.684	3.033	4.674	2.545	-6.802
20	1	2.968	-23.072	12.873	18.309	8.257	-28.361
20	2	0.499	-6.431	3.426	4.873	1.907	-7.839
21	1	-1.997	-16.417	14.917	16.568	7.361	-25.776
21	2	-0.798	-4.636	3.970	4.410	1.693	-7.127
22	1	-11.540	0.000	0.000	5.770	0.000	-11.540
22	2	-3.248	0.000	0.000	1.624	0.000	-3.248
23	1	171.668	0.000	0.000	85.834	171.668	0.000
23	2	48.161	0.000	0.000	24.081	48.161	0.000
24	1	156.047	29.864	56.143	84.455	177.410	8.501
24	2	44.221	10.638	14.943	22.478	49.907	4.952
25	1	145.045	44.104	52.773	73.023	167.597	21.552
25	2	41.340	14.474	14.046	19.435	47.342	8.472
26	1	115.961	59.720	41.281	49.949	137.789	37.892
26	2	33.404	18.436	10.987	13.294	39.214	12.626
27	1	97.785	53.965	30.179	37.294	113.169	38.581
27	2	28.221	16.558	8.032	9.926	32.315	12.463
28	1	83.521	38.929	21.082	30.685	91.910	30.540
28	2	24.000	12.132	5.611	8.167	26.233	9.899
29	1	64.824	4.855	15.143	33.591	68.431	1.248
29	2	18.261	2.300	4.030	8.940	19.221	1.340
30	1	46.548	-21.907	21.116	40.217	52.537	-27.897
30	2	12.745	-5.474	5.620	10.704	14.339	-7.068

31	1	34.213	-26.883	27.040	40.797	44.462	-37.131
31	2	9.212	-7.049	7.197	10.858	11.940	-9.777
32	1	20.774	-20.807	33.337	39.288	39.272	-39.305
32	2	5.528	-5.538	8.873	10.457	10.452	-10.462
33	1	6.751	0.000	0.000	3.375	6.751	0.000
33	2	1.891	0.000	0.000	0.946	1.891	0.000
34	1	368.492	0.000	0.000	184.246	368.492	0.000
34	2	103.396	0.000	0.000	51.698	103.396	0.000
35	1	331.815	63.204	128.303	185.740	383.250	11.769
35	2	94.026	22.536	34.148	49.435	107.716	8.846
36	1	310.413	92.204	119.782	162.023	363.332	39.286
36	2	88.440	30.364	31.880	43.122	102.525	16.280
37	1	254.507	120.099	89.774	112.142	299.445	75.162
37	2	73.156	37.383	23.893	29.847	85.116	25.423
38	1	219.563	107.671	62.559	83.926	247.543	79.691
38	2	63.170	33.390	16.650	22.337	70.617	25.943
39	1	192.585	77.962	41.171	70.566	205.840	64.707
39	2	55.170	24.663	10.958	18.781	58.698	21.135
40	1	154.632	13.832	33.485	77.957	162.189	6.275
40	2	43.592	6.118	8.912	20.748	45.604	4.107
41	1	114.067	-29.618	50.262	87.679	129.903	-45.455
41	2	31.580	-6.661	13.377	23.336	35.795	-10.876
42	1	86.671	-35.424	59.483	85.236	110.859	-59.612
42	2	23.809	-8.687	15.832	22.685	30.246	-15.125
43	1	60.930	-27.452	65.803	79.265	96.004	-62.526
43	2	16.701	-6.822	17.514	21.096	26.036	-16.157
44	1	38.760	0.000	0.000	19.380	38.760	0.000
44	2	10.876	0.000	0.000	5.438	10.876	0.000
45	1	536.102	0.000	0.000	268.051	536.102	0.000
45	2	150.462	0.000	0.000	75.231	150.462	0.000
46	1	463.899	114.329	251.055	305.906	595.020	-16.792
46	2	131.831	38.792	66.818	81.417	166.729	3.895
47	1	426.162	163.749	239.156	272.784	567.739	22.172
47	2	121.956	52.115	63.652	72.601	159.637	14.434
48	1	332.680	223.893	176.138	184.346	462.632	93.941
48	2	96.594	67.640	46.879	49.064	131.180	33.053
49	1	278.928	204.525	107.552	113.804	355.530	127.923
49	2	81.230	61.427	28.625	30.289	101.617	41.040
50	1	256.110	134.086	54.310	81.683	276.781	113.415
50	2	73.808	41.331	14.455	21.740	79.309	35.829
51	1	226.855	-7.539	60.671	131.971	241.629	-22.312
51	2	63.550	1.166	16.148	35.124	67.482	-2.766
52	1	159.074	-56.443	111.173	154.827	206.143	-103.511
52	2	43.822	-13.538	29.589	41.207	56.349	-26.065
53	1	109.165	-42.596	117.074	139.514	172.799	-106.229
53	2	30.017	-10.374	31.159	37.132	46.953	-27.310
54	1	71.153	-25.643	110.647	120.769	143.524	-98.014
54	2	19.596	-6.167	29.449	32.143	38.857	-25.428
55	1	45.591	0.000	0.000	22.796	45.591	0.000
55	2	12.802	0.000	0.000	6.401	12.802	0.000
56	1	323.388	0.000	0.000	161.694	323.388	0.000
56	2	90.851	0.000	0.000	45.425	90.851	0.000
57	1	256.219	117.537	377.274	383.593	570.471	-196.715
57	2	73.599	36.689	100.412	102.093	157.237	-46.949
58	1	227.276	209.722	383.196	383.296	601.795	-164.797
58	2	66.811	62.139	101.988	102.014	166.489	-37.540
59	1	101.895	393.461	281.614	317.110	564.788	-69.432
59	2	34.285	111.885	74.952	84.399	157.484	-11.314

60	1	71.210	401.514	132.587	211.789	448.151	24.573
60	2	25.790	113.701	35.288	56.368	126.113	13.378
61	1	79.456	210.833	21.211	69.028	214.173	76.116
61	2	25.346	60.312	5.645	18.372	61.201	24.457
62	1	155.536	-179.945	75.452	183.929	171.725	-196.134
62	2	41.043	-48.246	20.082	48.953	45.352	-52.554
63	1	33.298	-110.294	190.816	203.876	165.378	-242.374
63	2	7.749	-30.469	50.786	54.262	42.902	-65.622
64	1	3.446	-21.161	175.214	175.645	166.788	-184.503
64	2	0.661	-5.888	46.633	46.748	44.134	-49.362
65	1	-3.788	4.234	142.802	142.858	143.081	-142.635
65	2	-1.002	1.133	38.007	38.022	38.088	-37.956
66	1	-5.989	0.000	0.000	2.994	0.000	-5.989
66	2	-1.675	0.000	0.000	0.838	0.000	-1.675
67	1	-1263.744	0.000	0.000	631.872	0.000	-1263.744
67	2	-354.845	0.000	0.000	177.423	0.000	-354.845
68	1	-1000.197	-9.913	242.036	551.133	46.077	-1056.188
68	2	-280.814	-17.249	64.418	146.684	-2.347	-295.716
69	1	-861.678	9.481	231.330	493.197	67.099	-919.295
69	2	-241.663	-9.803	61.569	131.265	5.532	-256.998
70	1	-343.940	676.901	169.903	537.956	704.436	-371.475
70	2	-86.724	184.974	45.220	143.177	192.302	-94.052
71	1	-227.313	643.332	103.145	447.375	655.385	-239.366
71	2	-54.482	177.241	27.452	119.069	180.448	-57.690
72	1	-328.125	350.882	51.431	343.377	354.755	-331.998
72	2	-87.001	93.716	13.688	91.390	94.747	-88.032
73	1	-735.386	-684.580	57.358	62.731	-647.252	-772.714
73	2	-216.263	-202.741	15.266	16.696	-192.806	-226.197
74	1	-316.700	-101.905	106.658	151.361	-57.942	-360.664
74	2	-90.345	-33.177	28.387	40.285	-21.476	-102.046
75	1	-153.028	26.268	112.997	144.239	80.859	-207.620
75	2	-42.562	5.158	30.074	38.389	19.687	-57.092
76	1	-83.925	38.225	107.937	124.018	101.169	-146.868
76	2	-22.998	9.513	28.727	33.007	26.265	-39.750
77	1	-54.633	0.000	0.000	27.317	0.000	-54.633
77	2	-15.353	0.000	0.000	7.676	0.000	-15.353
78	1	357.266	0.000	0.000	178.633	357.266	0.000
78	2	100.451	0.000	0.000	50.226	100.451	0.000
79	1	252.888	183.304	120.239	125.171	343.267	92.925
79	2	73.615	55.096	32.002	33.314	97.670	31.041
80	1	208.986	340.525	111.122	129.127	403.882	145.629
80	2	63.570	98.579	29.575	34.367	115.442	46.708
81	1	-1.188	664.165	79.784	342.110	673.599	-10.621
81	2	9.274	186.358	21.235	91.053	188.868	6.763
82	1	-34.129	689.265	52.190	365.443	693.011	-37.874
82	2	0.393	192.924	13.890	97.263	193.921	-0.604
83	1	11.227	344.081	31.255	169.336	346.990	8.317
83	2	8.127	96.717	8.319	45.069	97.491	7.353
84	1	204.248	-349.424	25.172	277.978	205.390	-350.567
84	2	52.261	-95.099	6.699	73.984	52.565	-95.403
85	1	-4.999	-190.863	43.935	102.794	4.863	-200.725
85	2	-4.164	-53.631	11.693	27.359	-1.539	-56.256
86	1	-46.429	-12.397	54.487	57.082	27.669	-86.495
86	2	-13.208	-4.150	14.502	15.192	6.513	-23.872
87	1	-42.304	31.426	62.677	72.715	67.276	-78.153
87	2	-11.417	8.207	16.681	19.353	17.748	-20.958
88	1	-28.625	0.000	0.000	14.313	0.000	-28.625
88	2	-8.019	0.000	0.000	4.010	0.000	-8.019

89	1	-852.604	0.000	0.000	426.302	0.000	-852.604
89	2	-239.439	0.000	0.000	119.720	0.000	-239.439
90	1	-653.370	84.906	59.322	373.874	89.642	-658.107
90	2	-182.117	14.375	15.789	99.507	15.636	-183.378
91	1	-545.366	143.963	52.604	348.656	147.955	-549.357
91	2	-150.955	32.510	14.001	92.795	33.572	-152.018
92	1	-94.311	856.386	29.839	476.284	857.322	-95.246
92	2	-14.078	238.951	7.942	126.763	239.200	-14.327
93	1	-10.003	803.027	10.780	406.658	803.170	-10.146
93	2	8.808	225.197	2.869	108.232	225.235	8.770
94	1	-113.506	450.535	-2.060	282.028	450.542	-113.513
94	2	-25.335	124.785	-0.548	75.062	124.787	-25.337
95	1	-525.696	-693.196	0.749	83.753	-525.693	-693.199
95	2	-157.545	-202.125	0.199	22.291	-157.544	-202.126
96	1	-153.887	-138.945	18.168	19.644	-126.773	-166.060
96	2	-45.193	-41.216	4.835	5.228	-37.976	-48.433
97	1	-31.175	7.885	25.456	32.085	20.440	-43.730
97	2	-8.634	1.762	6.775	8.539	5.103	-11.976
98	1	10.199	31.713	31.742	33.515	54.471	-12.559
98	2	3.321	9.047	8.448	8.920	15.104	-2.736
99	1	25.455	0.000	0.000	12.727	25.455	0.000
99	2	7.131	0.000	0.000	3.565	7.131	0.000
100	1	746.045	0.000	0.000	373.023	746.045	0.000
100	2	209.557	0.000	0.000	104.779	209.557	0.000
101	1	596.858	257.871	54.446	178.024	605.388	249.341
101	2	171.217	80.996	14.491	47.381	173.488	78.725
102	1	530.601	456.231	47.917	60.653	554.069	432.763
102	2	155.494	135.700	12.753	16.143	161.740	129.454
103	1	261.358	807.957	15.262	273.725	808.382	260.933
103	2	85.028	230.505	4.062	72.852	230.619	84.915
104	1	203.312	814.350	-26.107	306.632	815.463	202.199
104	2	68.832	231.460	-6.948	81.610	231.756	68.535
105	1	243.753	409.393	-52.965	98.308	424.881	228.265
105	2	74.322	118.408	-14.097	26.165	122.530	70.200
106	1	438.075	-364.667	-14.627	401.637	438.341	-364.934
106	2	117.656	-95.994	-3.893	106.896	117.727	-96.065
107	1	168.764	-208.449	31.254	191.178	171.336	-211.021
107	2	44.343	-56.053	8.318	50.882	45.027	-56.737
108	1	93.672	-12.762	19.907	56.818	97.273	-16.363
108	2	26.101	-2.226	5.298	15.122	27.060	-3.185
109	1	77.282	31.556	10.678	25.233	79.652	29.186
109	2	22.143	9.973	2.842	6.716	22.774	9.342
110	1	82.884	0.000	0.000	41.442	82.884	0.000
110	2	23.285	0.000	0.000	11.642	23.285	0.000
111	1	-478.541	0.000	0.000	239.271	0.000	-478.541
111	2	-134.557	0.000	0.000	67.279	0.000	-134.557
112	1	-304.040	147.505	117.937	254.720	176.452	-332.988
112	2	-83.185	36.994	31.389	67.794	44.699	-90.889
113	1	-255.625	214.508	135.266	271.207	250.648	-291.765
113	2	-68.629	56.497	36.001	72.182	66.115	-78.248
114	1	26.767	1096.389	73.851	539.886	1101.464	21.692
114	2	23.370	308.050	19.656	143.691	309.401	22.019
115	1	53.616	1024.527	-64.770	489.757	1028.829	49.314
115	2	29.865	288.273	-17.238	130.349	289.418	28.720
116	1	-0.009	543.898	-151.542	311.326	583.270	-39.381
116	2	7.865	152.626	-40.333	82.859	163.105	-2.614
117	1	-273.061	-953.386	-32.484	341.710	-271.513	-954.934
117	2	-90.415	-271.484	-8.646	90.946	-90.004	-271.896

118	1	-31.374	-92.164	97.244	101.884	40.115	-163.652
118	2	-10.137	-26.316	25.882	27.116	8.890	-45.343
119	1	19.845	94.548	53.559	65.297	122.493	-8.101
119	2	6.936	26.819	14.255	17.379	34.256	-0.501
120	1	33.453	66.846	5.733	17.653	67.803	32.496
120	2	10.354	19.242	1.526	4.698	19.496	10.100
121	1	45.041	0.000	0.000	22.521	45.041	0.000
121	2	12.654	0.000	0.000	6.327	12.654	0.000
122	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
122	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123	1	0.000	147.516	100.799	124.903	198.661	-51.145
123	2	0.000	41.284	26.828	33.850	54.492	-13.208
124	1	0.000	245.055	129.511	178.287	300.814	-55.759
124	2	0.000	68.765	34.469	48.686	83.068	-14.303
125	1	0.000	1159.908	68.999	584.044	1163.999	-4.090
125	2	0.000	325.471	18.364	163.768	326.504	-1.033
126	1	0.000	1100.279	-75.490	555.295	1105.434	-5.155
126	2	0.000	308.772	-20.092	155.688	310.074	-1.302
127	1	0.000	562.912	-159.463	323.490	604.946	-42.034
127	2	0.000	157.924	-42.441	89.645	168.607	-10.683
128	1	0.000	-1039.631	-39.627	521.324	1.508	-1041.140
128	2	0.000	-291.787	-10.547	146.274	0.381	-292.168
129	1	0.000	-72.315	89.509	96.536	60.378	-132.693
129	2	0.000	-20.303	23.823	25.896	15.744	-36.047
130	1	0.000	142.898	52.879	88.888	160.337	-17.440
130	2	0.000	40.145	14.074	24.515	44.587	-4.442
131	1	0.000	74.322	0.820	37.170	74.331	-0.009
131	2	0.000	20.856	0.218	10.430	20.858	-0.002
132	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1263.744 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -1263.7 (NODE 67)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 746.0 (NODE 100)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -1039.6 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 1159.9 (NODE 125)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -354.845 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -354.8 (NODE 67)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 209.6 (NODE 100)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -291.8 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 325.5 (NODE 125)

INPUT FILE NAME -C:\KENPAVE\minuta da tese fadiga\mod hip 1 fadiga - REL 1.TXT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MODELO HIPOTÉTICO 1 - FADIGA - CCP(23.5) CCR(10) BARRA TRANSF REL 1

TYPE OF FOUNDATION (NFOUND) = 0
 TYPE OF DAMAGE ANALYSIS (NDAMA) = 1
 NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
 NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 3
 TOTAL NUMBER OF SLABS (NSLAB) = 1
 TOTAL NUMBER OF JOINTS (NJOINT) = 0

ARRANGEMENT OF SLABS

SLAB NO.	NO. NODES (NX) IN X DIRECTION	NO. NODES (NY) IN Y DIRECTION	JOINT NO. AT FOUR SIDES (JONO)			
			LEFT	RIGHT	BOTTOM	TOP
1	12	14	0	0	0	0

NUMBER OF LAYERS (NLAYER)-----= 2
 NODAL NUMBER USED TO CHECK CONVERGENCE (NNCK)-----= 1
 NUMBER OF NODES NOT IN CONTACT (NOTCON)-----= 0
 NUMBER OF GAPS (NGAP)-----= 0
 NUMBER OF POINTS FOR PRINTOUT (NPRINT)-----= 3
 CODE FOR INPUT OF GAPS OR PRECOMPRESSIONS (INPUT)- -----= 0
 BOND BETWEEN TWO LAYERS (NBOND)-----= 0
 CONDITION OF WARPING (NTEMP)-----= 0
 CODE INDICATING WHETHER SLAB WEIGHT IS CONSIDERED (NWT)-----= 1
 MAX NO. OF CYCLES FOR CHECKING CONTACT (NCYCLE)-----= 1
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 1 (NAT1)-----= 0
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 2 (NAT2)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON X AXIS OF SYMMETRY (NSX)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON Y AXIS OF SYMMETRY (NSY)-----= 14
 MORE DETAILED PRINTOUT FOR EACH CONTACT CYCLE (MDPO)-----= 0
 TOLERANCE FOR ITERATIONS (DEL)-----= 0.001
 MAXIMUM ALLOWABLE VERTICAL DISPLACEMENT (FMAX)-----= 2.54

SYSTEM OF UNITS (NUNIT)-----= 1
 Length in cm, force in kN, stress in kPa, unit weight in kN/m³
 subgrade and dowel K value in MN/m³, and temperature in C

UNIT WEIGHT OF LAYER 1 (GAMA(1))-----= 23.58
 UNIT WEIGHT OF LAYER 2 (GAMA(2))-----= 21.8

MODULUS OF RUPTURE OF LAYER 1 (PMR(1))-----= 4500
 MODULUS OF RUPTURE OF LAYER 2 (PMR(2))-----= 1800

FOR SLAB NO. 1 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 0 12.94 31.87 62.5 94.37 125 156.87 188.12 219.37 250 282.9
 300
 Y = 0 8.91 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 188.91 203.91 218.91
 260.86 293.91 326.95 360

LAYER NO.	THICKNESS (T)	POISSON'S RATIO (PR)	YOUNG'S MODULUS (YM)
1	23.50000	0.15000	2.758E+07
2	10.00000	0.20000	1.800E+07

NO. OF LOADED AREAS (NUDL) FOR EACH LOAD GROUP ARE: 4 4 8
 NO. OF NODAL FORCES (NCNF) AND MOMENTS (NCMX AND NCMY) ARE: 0 0 0

FOR LOAD GROUP NO. 1 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 2 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	48.30000	74.17000	0.00000	17.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	17.81000	47.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	180.20000	198.01000	648.00000
1	48.30000	74.17000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 3 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	112.94000	137.94000	210.00000	227.81000	648.00000

NODES FOR STRESS PRINTOUT (NP) ARE: 1 43 71

NODES ON Y AXIS OF SYMMETRY (NODSY) ARE: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
 12 13 14

FOUNDATION ADJUSTMENT FACTOR (FSAF) FOR EACH PERIOD ARE: 1

NUMBER OF ADDITIONAL SUBGRADE MODULI (NAS) TO BE READ IN-----= 0
 SUBGRADE MODULUS (SUBMOD)-----= 144

NODAL COORDINATES (XN AND YN) OF INDIVIDUAL SLAB ARE:

1	0.000	0.000	2	0.000	8.910	3	0.000	23.910
4	0.000	38.910	5	0.000	80.910	6	0.000	113.910
7	0.000	147.100	8	0.000	188.910	9	0.000	203.910
10	0.000	218.910	11	0.000	260.860	12	0.000	293.910
13	0.000	326.950	14	0.000	360.000	15	12.940	0.000
16	12.940	8.910	17	12.940	23.910	18	12.940	38.910
19	12.940	80.910	20	12.940	113.910	21	12.940	147.100
22	12.940	188.910	23	12.940	203.910	24	12.940	218.910
25	12.940	260.860	26	12.940	293.910	27	12.940	326.950
28	12.940	360.000	29	31.870	0.000	30	31.870	8.910
31	31.870	23.910	32	31.870	38.910	33	31.870	80.910
34	31.870	113.910	35	31.870	147.100	36	31.870	188.910
37	31.870	203.910	38	31.870	218.910	39	31.870	260.860
40	31.870	293.910	41	31.870	326.950	42	31.870	360.000
43	62.500	0.000	44	62.500	8.910	45	62.500	23.910

46	62.500	38.910	47	62.500	80.910	48	62.500	113.910
49	62.500	147.100	50	62.500	188.910	51	62.500	203.910
52	62.500	218.910	53	62.500	260.860	54	62.500	293.910
55	62.500	326.950	56	62.500	360.000	57	94.370	0.000
58	94.370	8.910	59	94.370	23.910	60	94.370	38.910
61	94.370	80.910	62	94.370	113.910	63	94.370	147.100
64	94.370	188.910	65	94.370	203.910	66	94.370	218.910
67	94.370	260.860	68	94.370	293.910	69	94.370	326.950
70	94.370	360.000	71	125.000	0.000	72	125.000	8.910
73	125.000	23.910	74	125.000	38.910	75	125.000	80.910
76	125.000	113.910	77	125.000	147.100	78	125.000	188.910
79	125.000	203.910	80	125.000	218.910	81	125.000	260.860
82	125.000	293.910	83	125.000	326.950	84	125.000	360.000
85	156.870	0.000	86	156.870	8.910	87	156.870	23.910
88	156.870	38.910	89	156.870	80.910	90	156.870	113.910
91	156.870	147.100	92	156.870	188.910	93	156.870	203.910
94	156.870	218.910	95	156.870	260.860	96	156.870	293.910
97	156.870	326.950	98	156.870	360.000	99	188.120	0.000
100	188.120	8.910	101	188.120	23.910	102	188.120	38.910
103	188.120	80.910	104	188.120	113.910	105	188.120	147.100
106	188.120	188.910	107	188.120	203.910	108	188.120	218.910
109	188.120	260.860	110	188.120	293.910	111	188.120	326.950
112	188.120	360.000	113	219.370	0.000	114	219.370	8.910
115	219.370	23.910	116	219.370	38.910	117	219.370	80.910
118	219.370	113.910	119	219.370	147.100	120	219.370	188.910
121	219.370	203.910	122	219.370	218.910	123	219.370	260.860
124	219.370	293.910	125	219.370	326.950	126	219.370	360.000
127	250.000	0.000	128	250.000	8.910	129	250.000	23.910
130	250.000	38.910	131	250.000	80.910	132	250.000	113.910
133	250.000	147.100	134	250.000	188.910	135	250.000	203.910
136	250.000	218.910	137	250.000	260.860	138	250.000	293.910
139	250.000	326.950	140	250.000	360.000	141	282.900	0.000
142	282.900	8.910	143	282.900	23.910	144	282.900	38.910
145	282.900	80.910	146	282.900	113.910	147	282.900	147.100
148	282.900	188.910	149	282.900	203.910	150	282.900	218.910
151	282.900	260.860	152	282.900	293.910	153	282.900	326.950
154	282.900	360.000	155	300.000	0.000	156	300.000	8.910
157	300.000	23.910	158	300.000	38.910	159	300.000	80.910
160	300.000	113.910	161	300.000	147.100	162	300.000	188.910
163	300.000	203.910	164	300.000	218.910	165	300.000	260.860
166	300.000	293.910	167	300.000	326.950	168	300.000	360.000

FOR PERIOD 1 TOTAL NO. OF LOAD REPETITIONS (TNLR) FOR EACH LOAD GROUP ARE:
 636254 189523 161320

HALF BAND WIDTH (NB) = 48

PERIOD 1 LOAD GROUP 1 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.03289	2	-0.03143	3	-0.02905	4	-0.02675	5	-0.02101
6	-0.01830	7	-0.01731	8	-0.01723	9	-0.01690	10	-0.01627
11	-0.01322	12	-0.01073	13	-0.00858	14	-0.00670	15	-0.03243
16	-0.03101	17	-0.02868	18	-0.02642	19	-0.02082	20	-0.01817
21	-0.01716	22	-0.01701	23	-0.01668	24	-0.01606	25	-0.01311
26	-0.01067	27	-0.00854	28	-0.00668	29	-0.03043	30	-0.02915
31	-0.02703	32	-0.02498	33	-0.01996	34	-0.01749	35	-0.01645
36	-0.01606	37	-0.01572	38	-0.01515	39	-0.01259	40	-0.01036

41	-0.00835	42	-0.00656	43	-0.02558	44	-0.02459	45	-0.02293
46	-0.02134	47	-0.01748	48	-0.01549	49	-0.01447	50	-0.01379
51	-0.01346	52	-0.01301	53	-0.01116	54	-0.00943	55	-0.00776
56	-0.00620	57	-0.02016	58	-0.01945	59	-0.01826	60	-0.01711
61	-0.01434	62	-0.01286	63	-0.01198	64	-0.01129	65	-0.01102
66	-0.01069	67	-0.00944	68	-0.00822	69	-0.00696	70	-0.00570
71	-0.01555	72	-0.01506	73	-0.01422	74	-0.01341	75	-0.01145
76	-0.01039	77	-0.00972	78	-0.00916	79	-0.00897	80	-0.00874
81	-0.00792	82	-0.00710	83	-0.00618	84	-0.00521	85	-0.01171
86	-0.01138	87	-0.01081	88	-0.01026	89	-0.00893	90	-0.00821
91	-0.00775	92	-0.00739	93	-0.00727	94	-0.00713	95	-0.00664
96	-0.00611	97	-0.00548	98	-0.00477	99	-0.00888	100	-0.00865
101	-0.00827	102	-0.00790	103	-0.00702	104	-0.00655	105	-0.00627
106	-0.00607	107	-0.00601	108	-0.00595	109	-0.00568	110	-0.00536
111	-0.00494	112	-0.00444	113	-0.00680	114	-0.00665	115	-0.00639
116	-0.00614	117	-0.00556	118	-0.00527	119	-0.00513	120	-0.00508
121	-0.00507	122	-0.00506	123	-0.00496	124	-0.00478	125	-0.00451
126	-0.00417	127	-0.00527	128	-0.00516	129	-0.00498	130	-0.00480
131	-0.00442	132	-0.00427	133	-0.00425	134	-0.00431	135	-0.00435
136	-0.00438	137	-0.00440	138	-0.00432	139	-0.00415	140	-0.00393
141	-0.00393	142	-0.00385	143	-0.00371	144	-0.00359	145	-0.00336
146	-0.00332	147	-0.00340	148	-0.00359	149	-0.00366	150	-0.00373
151	-0.00387	152	-0.00388	153	-0.00379	154	-0.00363	155	-0.00329
156	-0.00321	157	-0.00309	158	-0.00298	159	-0.00282	160	-0.00284
161	-0.00297	162	-0.00322	163	-0.00332	164	-0.00341	165	-0.00360
166	-0.00365	167	-0.00360	168	-0.00347				

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-1908.320	0.000	0.000	954.160	0.000	-1908.320
1	2	-535.500	0.000	0.000	267.750	0.000	-535.500
43	1	-59.463	0.000	0.000	29.731	0.000	-59.463
43	2	-16.673	0.000	0.000	8.337	0.000	-16.673
71	1	329.665	0.000	0.000	164.833	329.665	0.000
71	2	92.506	0.000	0.000	46.253	92.506	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1908.320 (NODE 1)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -535.500 (NODE 1)

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 1 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 1 IS .00000E+00

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 1 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 2 IS .00000E+00

PERIOD 1 LOAD GROUP 2 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.06030	2	-0.05740	3	-0.05256	4	-0.04783	5	-0.03609
6	-0.02958	7	-0.02572	8	-0.02302	9	-0.02204	10	-0.02089
11	-0.01676	12	-0.01317	13	-0.00979	14	-0.00665	15	-0.06022
16	-0.05732	17	-0.05248	18	-0.04775	19	-0.03597	20	-0.02946
21	-0.02564	22	-0.02299	23	-0.02203	24	-0.02088	25	-0.01672
26	-0.01313	27	-0.00976	28	-0.00663	29	-0.05967	30	-0.05678
31	-0.05195	32	-0.04721	33	-0.03534	34	-0.02888	35	-0.02520
36	-0.02281	37	-0.02189	38	-0.02075	39	-0.01651	40	-0.01292
41	-0.00960	42	-0.00655	43	-0.05637	44	-0.05361	45	-0.04902
46	-0.04445	47	-0.03292	48	-0.02683	49	-0.02352	50	-0.02164
51	-0.02083	52	-0.01977	53	-0.01557	54	-0.01217	55	-0.00909
56	-0.00625	57	-0.04804	58	-0.04572	59	-0.04184	60	-0.03803

61	-0.02849	62	-0.02333	63	-0.02041	64	-0.01856	65	-0.01786
66	-0.01698	67	-0.01368	68	-0.01086	69	-0.00823	70	-0.00577
71	-0.03811	72	-0.03632	73	-0.03331	74	-0.03038	75	-0.02314
76	-0.01911	77	-0.01666	78	-0.01492	79	-0.01434	80	-0.01368
81	-0.01137	82	-0.00929	83	-0.00721	84	-0.00520	85	-0.02837
86	-0.02706	87	-0.02487	88	-0.02273	89	-0.01752	90	-0.01459
91	-0.01272	92	-0.01133	93	-0.01090	94	-0.01046	95	-0.00898
96	-0.00758	97	-0.00608	98	-0.00455	99	-0.02037	100	-0.01943
101	-0.01785	102	-0.01631	103	-0.01260	104	-0.01054	105	-0.00923
106	-0.00828	107	-0.00802	108	-0.00776	109	-0.00690	110	-0.00603
111	-0.00501	112	-0.00390	113	-0.01399	114	-0.01331	115	-0.01217
116	-0.01106	117	-0.00844	118	-0.00704	119	-0.00621	120	-0.00572
121	-0.00561	122	-0.00550	123	-0.00511	124	-0.00463	125	-0.00399
126	-0.00323	127	-0.00901	128	-0.00849	129	-0.00763	130	-0.00680
131	-0.00493	132	-0.00403	133	-0.00360	134	-0.00352	135	-0.00354
136	-0.00357	137	-0.00356	138	-0.00337	139	-0.00300	140	-0.00250
141	-0.00453	142	-0.00411	143	-0.00342	144	-0.00279	145	-0.00148
146	-0.00101	147	-0.00097	148	-0.00131	149	-0.00148	150	-0.00165
151	-0.00200	152	-0.00206	153	-0.00191	154	-0.00160	155	-0.00237
156	-0.00198	157	-0.00134	158	-0.00077	159	0.00029	160	0.00056
161	0.00040	162	-0.00018	163	-0.00042	164	-0.00066	165	-0.00120
166	-0.00139	167	-0.00133	168	-0.00108				

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-275.476	0.000	0.000	137.738	0.000	-275.476
1	2	-77.263	0.000	0.000	38.632	0.000	-77.263
43	1	-2076.836	0.000	0.000	1038.418	0.000	-2076.836
43	2	-582.867	0.000	0.000	291.433	0.000	-582.867
71	1	289.748	0.000	0.000	144.874	289.748	0.000
71	2	81.346	0.000	0.000	40.673	81.346	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -2076.836 (NODE 43)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -582.867 (NODE 43)

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 2 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 1 IS .15761E-01
 FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 2 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 2 IS .00000E+00

PERIOD 1 LOAD GROUP 3 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.04416	2	-0.04278	3	-0.04048	4	-0.03814	5	-0.03163
6	-0.02803	7	-0.02623	8	-0.02520	9	-0.02447	10	-0.02335
11	-0.01854	12	-0.01430	13	-0.01022	14	-0.00631	15	-0.04416
16	-0.04277	17	-0.04044	18	-0.03808	19	-0.03159	20	-0.02799
21	-0.02616	22	-0.02507	23	-0.02432	24	-0.02322	25	-0.01849
26	-0.01428	27	-0.01020	28	-0.00631	29	-0.04417	30	-0.04274
31	-0.04033	32	-0.03791	33	-0.03142	34	-0.02778	35	-0.02587
36	-0.02453	37	-0.02377	38	-0.02270	39	-0.01825	40	-0.01415
41	-0.01014	42	-0.00629	43	-0.04426	44	-0.04272	45	-0.04014
46	-0.03758	47	-0.03082	48	-0.02708	49	-0.02504	50	-0.02352
51	-0.02277	52	-0.02175	53	-0.01764	54	-0.01376	55	-0.00991
56	-0.00621	57	-0.04399	58	-0.04229	59	-0.03946	60	-0.03667
61	-0.02953	62	-0.02573	63	-0.02380	64	-0.02257	65	-0.02189
66	-0.02092	67	-0.01684	68	-0.01311	69	-0.00948	70	-0.00602
71	-0.04191	72	-0.04016	73	-0.03725	74	-0.03441	75	-0.02723
76	-0.02358	77	-0.02188	78	-0.02110	79	-0.02052	80	-0.01962

81	-0.01561	82	-0.01213	83	-0.00882	84	-0.00569	85	-0.03609
86	-0.03456	87	-0.03203	88	-0.02956	89	-0.02347	90	-0.02033
91	-0.01880	92	-0.01794	93	-0.01745	94	-0.01671	95	-0.01354
96	-0.01064	97	-0.00782	98	-0.00512	99	-0.02871	100	-0.02750
101	-0.02550	102	-0.02355	103	-0.01884	104	-0.01638	105	-0.01504
106	-0.01411	107	-0.01370	108	-0.01316	109	-0.01095	110	-0.00879
111	-0.00654	112	-0.00431	113	-0.02144	114	-0.02052	115	-0.01897
116	-0.01748	117	-0.01395	118	-0.01210	119	-0.01105	120	-0.01029
121	-0.01000	122	-0.00965	123	-0.00822	124	-0.00671	125	-0.00500
126	-0.00323	127	-0.01502	128	-0.01429	129	-0.01307	130	-0.01190
131	-0.00922	132	-0.00789	133	-0.00717	134	-0.00674	135	-0.00660
136	-0.00642	137	-0.00559	138	-0.00458	139	-0.00331	140	-0.00190
141	-0.00884	142	-0.00823	143	-0.00722	144	-0.00628	145	-0.00426
146	-0.00339	147	-0.00307	148	-0.00309	149	-0.00312	150	-0.00312
151	-0.00284	152	-0.00226	153	-0.00134	154	-0.00021	155	-0.00580
156	-0.00521	157	-0.00427	158	-0.00341	159	-0.00167	160	-0.00104
161	-0.00093	162	-0.00122	163	-0.00134	164	-0.00144	165	-0.00144
166	-0.00105	167	-0.00029	168	0.00074				

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-15.670	0.000	0.000	7.835	0.000	-15.670
1	2	-4.422	0.000	0.000	2.211	0.000	-4.422
43	1	-40.273	0.000	0.000	20.137	0.000	-40.273
43	2	-11.269	0.000	0.000	5.634	0.000	-11.269
71	1	-1570.098	0.000	0.000	785.049	0.000	-1570.098
71	2	-440.648	0.000	0.000	220.324	0.000	-440.648

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1570.098 (NODE 71)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -440.648 (NODE 71)

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 3 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 1 IS .00000E+00
 FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 3 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 2 IS .00000E+00

FOR LAYER 1 SUM OF CRACKING INDEX (SUMCI) = .15761E-01
 DESIGN LIFE (DL) IN YEARS = 63.45

FOR LAYER 2 SUM OF CRACKING INDEX (SUMCI) = .00000E+00
 DESIGN LIFE (DL) IN YEARS = 1000.00

INPUT FILE NAME -C:\KENPAVE\minuta da tese fadiga\mod hip 1 fadiga - REL 2.TXT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MODELO HIPOTÉTICO 1 - FADIGA - CCP(23.5) CCR(10) BARRA TRANSF -REL 2

TYPE OF FOUNDATION (NFOUND) = 0
 TYPE OF DAMAGE ANALYSIS (NDAMA) = 0
 NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
 NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 3
 TOTAL NUMBER OF SLABS (NSLAB) = 1
 TOTAL NUMBER OF JOINTS (NJOINT) = 0

ARRANGEMENT OF SLABS

SLAB NO.	NO. NODES (NX) IN X DIRECTION	NO. NODES (NY) IN Y DIRECTION	JOINT NO. AT FOUR SIDES (JONO)			
			LEFT	RIGHT	BOTTOM	TOP
1	12	14	0	0	0	0

NUMBER OF LAYERS (NLAYER)-----= 2
 NODAL NUMBER USED TO CHECK CONVERGENCE (NNCK)-----= 1
 NUMBER OF NODES NOT IN CONTACT (NOTCON)-----= 0
 NUMBER OF GAPS (NGAP)-----= 0
 NUMBER OF POINTS FOR PRINTOUT (NPRINT)-----= 3
 CODE FOR INPUT OF GAPS OR PRECOMPRESSIONS (INPUT)- -----= 0
 BOND BETWEEN TWO LAYERS (NBOND)-----= 0
 CONDITION OF WARPING (NTEMP)-----= 0
 CODE INDICATING WHETHER SLAB WEIGHT IS CONSIDERED (NWT)-----= 1
 MAX NO. OF CYCLES FOR CHECKING CONTACT (NCYCLE)-----= 1
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 1 (NAT1)-----= 0
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 2 (NAT2)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON X AXIS OF SYMMETRY (NSX)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON Y AXIS OF SYMMETRY (NSY)-----= 14
 MORE DETAILED PRINTOUT FOR EACH CONTACT CYCLE (MDPO)-----= 0
 TOLERANCE FOR ITERATIONS (DEL)-----= 0.001
 MAXIMUM ALLOWABLE VERTICAL DISPLACEMENT (FMAX)-----= 2.54

SYSTEM OF UNITS (NUNIT)-----= 1
 Length in cm, force in kN, stress in kPa, unit weight in kN/m³
 subgrade and dowel K value in MN/m³, and temperature in C

UNIT WEIGHT OF LAYER 1 (GAMA(1))-----= 23.58
 UNIT WEIGHT OF LAYER 2 (GAMA(2))-----= 21.8

FOR SLAB NO. 1 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 0 12.94 31.87 62.5 94.37 125 156.87 188.12 219.37 250 282.9
 300
 Y = 0 8.91 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 188.91 203.91 218.91
 260.86 293.91 326.95 360

LAYER NO.	THICKNESS (T)	POISSON'S RATIO (PR)	YOUNG'S MODULUS (YM)
1	23.50000	0.15000	2.758E+07
2	10.00000	0.20000	1.800E+07

No. OF LOADED AREAS (NUDL) FOR EACH LOAD GROUP ARE: 4 4 8
 NO. OF NODAL FORCES (NCNF) AND MOMENTS (NCMX AND NCMY) ARE: 0 0 0

FOR LOAD GROUP NO. 1 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO.	X COORDINATES		Y COORDINATES		INTENSITY
(LS)	(XL1)	(XL2)	(YL1)	(YL2)	(QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 2 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO.	X COORDINATES		Y COORDINATES		INTENSITY
(LS)	(XL1)	(XL2)	(YL1)	(YL2)	(QQ)
1	48.30000	74.17000	0.00000	17.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	17.81000	47.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	180.20000	198.01000	648.00000
1	48.30000	74.17000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 3 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO.	X COORDINATES		Y COORDINATES		INTENSITY
(LS)	(XL1)	(XL2)	(YL1)	(YL2)	(QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	112.94000	137.94000	210.00000	227.81000	648.00000

NODES FOR STRESS PRINTOUT (NP) ARE: 1 43 71

NODES ON Y AXIS OF SYMMETRY (NODSY) ARE: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
12 13 14

FOUNDATION ADJUSTMENT FACTOR (FSAF) FOR EACH PERIOD ARE: 1

NUMBER OF ADDITIONAL SUBGRADE MODULI (NAS) TO BE READ IN-----= 0
SUBGRADE MODULUS (SUBMOD)-----= 144

NODAL COORDINATES (XN AND YN) OF INDIVIDUAL SLAB ARE:

1	0.000	0.000	2	0.000	8.910	3	0.000	23.910
4	0.000	38.910	5	0.000	80.910	6	0.000	113.910
7	0.000	147.100	8	0.000	188.910	9	0.000	203.910
10	0.000	218.910	11	0.000	260.860	12	0.000	293.910
13	0.000	326.950	14	0.000	360.000	15	12.940	0.000
16	12.940	8.910	17	12.940	23.910	18	12.940	38.910
19	12.940	80.910	20	12.940	113.910	21	12.940	147.100
22	12.940	188.910	23	12.940	203.910	24	12.940	218.910
25	12.940	260.860	26	12.940	293.910	27	12.940	326.950
28	12.940	360.000	29	31.870	0.000	30	31.870	8.910
31	31.870	23.910	32	31.870	38.910	33	31.870	80.910
34	31.870	113.910	35	31.870	147.100	36	31.870	188.910
37	31.870	203.910	38	31.870	218.910	39	31.870	260.860
40	31.870	293.910	41	31.870	326.950	42	31.870	360.000
43	62.500	0.000	44	62.500	8.910	45	62.500	23.910
46	62.500	38.910	47	62.500	80.910	48	62.500	113.910
49	62.500	147.100	50	62.500	188.910	51	62.500	203.910
52	62.500	218.910	53	62.500	260.860	54	62.500	293.910

55	62.500	326.950	56	62.500	360.000	57	94.370	0.000
58	94.370	8.910	59	94.370	23.910	60	94.370	38.910
61	94.370	80.910	62	94.370	113.910	63	94.370	147.100
64	94.370	188.910	65	94.370	203.910	66	94.370	218.910
67	94.370	260.860	68	94.370	293.910	69	94.370	326.950
70	94.370	360.000	71	125.000	0.000	72	125.000	8.910
73	125.000	23.910	74	125.000	38.910	75	125.000	80.910
76	125.000	113.910	77	125.000	147.100	78	125.000	188.910
79	125.000	203.910	80	125.000	218.910	81	125.000	260.860
82	125.000	293.910	83	125.000	326.950	84	125.000	360.000
85	156.870	0.000	86	156.870	8.910	87	156.870	23.910
88	156.870	38.910	89	156.870	80.910	90	156.870	113.910
91	156.870	147.100	92	156.870	188.910	93	156.870	203.910
94	156.870	218.910	95	156.870	260.860	96	156.870	293.910
97	156.870	326.950	98	156.870	360.000	99	188.120	0.000
100	188.120	8.910	101	188.120	23.910	102	188.120	38.910
103	188.120	80.910	104	188.120	113.910	105	188.120	147.100
106	188.120	188.910	107	188.120	203.910	108	188.120	218.910
109	188.120	260.860	110	188.120	293.910	111	188.120	326.950
112	188.120	360.000	113	219.370	0.000	114	219.370	8.910
115	219.370	23.910	116	219.370	38.910	117	219.370	80.910
118	219.370	113.910	119	219.370	147.100	120	219.370	188.910
121	219.370	203.910	122	219.370	218.910	123	219.370	260.860
124	219.370	293.910	125	219.370	326.950	126	219.370	360.000
127	250.000	0.000	128	250.000	8.910	129	250.000	23.910
130	250.000	38.910	131	250.000	80.910	132	250.000	113.910
133	250.000	147.100	134	250.000	188.910	135	250.000	203.910
136	250.000	218.910	137	250.000	260.860	138	250.000	293.910
139	250.000	326.950	140	250.000	360.000	141	282.900	0.000
142	282.900	8.910	143	282.900	23.910	144	282.900	38.910
145	282.900	80.910	146	282.900	113.910	147	282.900	147.100
148	282.900	188.910	149	282.900	203.910	150	282.900	218.910
151	282.900	260.860	152	282.900	293.910	153	282.900	326.950
154	282.900	360.000	155	300.000	0.000	156	300.000	8.910
157	300.000	23.910	158	300.000	38.910	159	300.000	80.910
160	300.000	113.910	161	300.000	147.100	162	300.000	188.910
163	300.000	203.910	164	300.000	218.910	165	300.000	260.860
166	300.000	293.910	167	300.000	326.950	168	300.000	360.000

HALF BAND WIDTH (NB) = 48

PERIOD 1 LOAD GROUP 1 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.03289	2	-0.03143	3	-0.02905	4	-0.02675	5	-0.02101
6	-0.01830	7	-0.01731	8	-0.01723	9	-0.01690	10	-0.01627
11	-0.01322	12	-0.01073	13	-0.00858	14	-0.00670	15	-0.03243
16	-0.03101	17	-0.02868	18	-0.02642	19	-0.02082	20	-0.01817
21	-0.01716	22	-0.01701	23	-0.01668	24	-0.01606	25	-0.01311
26	-0.01067	27	-0.00854	28	-0.00668	29	-0.03043	30	-0.02915
31	-0.02703	32	-0.02498	33	-0.01996	34	-0.01749	35	-0.01645
36	-0.01606	37	-0.01572	38	-0.01515	39	-0.01259	40	-0.01036
41	-0.00835	42	-0.00656	43	-0.02558	44	-0.02459	45	-0.02293
46	-0.02134	47	-0.01748	48	-0.01549	49	-0.01447	50	-0.01379
51	-0.01346	52	-0.01301	53	-0.01116	54	-0.00943	55	-0.00776
56	-0.00620	57	-0.02016	58	-0.01945	59	-0.01826	60	-0.01711
61	-0.01434	62	-0.01286	63	-0.01198	64	-0.01129	65	-0.01102
66	-0.01069	67	-0.00944	68	-0.00822	69	-0.00696	70	-0.00570

71	-0.01555	72	-0.01506	73	-0.01422	74	-0.01341	75	-0.01145
76	-0.01039	77	-0.00972	78	-0.00916	79	-0.00897	80	-0.00874
81	-0.00792	82	-0.00710	83	-0.00618	84	-0.00521	85	-0.01171
86	-0.01138	87	-0.01081	88	-0.01026	89	-0.00893	90	-0.00821
91	-0.00775	92	-0.00739	93	-0.00727	94	-0.00713	95	-0.00664
96	-0.00611	97	-0.00548	98	-0.00477	99	-0.00888	100	-0.00865
101	-0.00827	102	-0.00790	103	-0.00702	104	-0.00655	105	-0.00627
106	-0.00607	107	-0.00601	108	-0.00595	109	-0.00568	110	-0.00536
111	-0.00494	112	-0.00444	113	-0.00680	114	-0.00665	115	-0.00639
116	-0.00614	117	-0.00556	118	-0.00527	119	-0.00513	120	-0.00508
121	-0.00507	122	-0.00506	123	-0.00496	124	-0.00478	125	-0.00451
126	-0.00417	127	-0.00527	128	-0.00516	129	-0.00498	130	-0.00480
131	-0.00442	132	-0.00427	133	-0.00425	134	-0.00431	135	-0.00435
136	-0.00438	137	-0.00440	138	-0.00432	139	-0.00415	140	-0.00393
141	-0.00393	142	-0.00385	143	-0.00371	144	-0.00359	145	-0.00336
146	-0.00332	147	-0.00340	148	-0.00359	149	-0.00366	150	-0.00373
151	-0.00387	152	-0.00388	153	-0.00379	154	-0.00363	155	-0.00329
156	-0.00321	157	-0.00309	158	-0.00298	159	-0.00282	160	-0.00284
161	-0.00297	162	-0.00322	163	-0.00332	164	-0.00341	165	-0.00360
166	-0.00365	167	-0.00360	168	-0.00347				

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.03289	2	0.03143	3	0.02905	4	0.02675	5	0.02101
6	0.01830	7	0.01731	8	0.01723	9	0.01690	10	0.01627
11	0.01322	12	0.01073	13	0.00858	14	0.00670	15	0.03243
16	0.03101	17	0.02868	18	0.02642	19	0.02082	20	0.01817
21	0.01716	22	0.01701	23	0.01668	24	0.01606	25	0.01311
26	0.01067	27	0.00854	28	0.00668	29	0.03043	30	0.02915
31	0.02703	32	0.02498	33	0.01996	34	0.01749	35	0.01645
36	0.01606	37	0.01572	38	0.01515	39	0.01259	40	0.01036
41	0.00835	42	0.00656	43	0.02558	44	0.02459	45	0.02293
46	0.02134	47	0.01748	48	0.01549	49	0.01447	50	0.01379
51	0.01346	52	0.01301	53	0.01116	54	0.00943	55	0.00776
56	0.00620	57	0.02016	58	0.01945	59	0.01826	60	0.01711
61	0.01434	62	0.01286	63	0.01198	64	0.01129	65	0.01102
66	0.01069	67	0.00944	68	0.00822	69	0.00696	70	0.00570
71	0.01555	72	0.01506	73	0.01422	74	0.01341	75	0.01145
76	0.01039	77	0.00972	78	0.00916	79	0.00897	80	0.00874
81	0.00792	82	0.00710	83	0.00618	84	0.00521	85	0.01171
86	0.01138	87	0.01081	88	0.01026	89	0.00893	90	0.00821
91	0.00775	92	0.00739	93	0.00727	94	0.00713	95	0.00664
96	0.00611	97	0.00548	98	0.00477	99	0.00888	100	0.00865
101	0.00827	102	0.00790	103	0.00702	104	0.00655	105	0.00627
106	0.00607	107	0.00601	108	0.00595	109	0.00568	110	0.00536
111	0.00494	112	0.00444	113	0.00680	114	0.00665	115	0.00639
116	0.00614	117	0.00556	118	0.00527	119	0.00513	120	0.00508
121	0.00507	122	0.00506	123	0.00496	124	0.00478	125	0.00451
126	0.00417	127	0.00527	128	0.00516	129	0.00498	130	0.00480
131	0.00442	132	0.00427	133	0.00425	134	0.00431	135	0.00435
136	0.00438	137	0.00440	138	0.00432	139	0.00415	140	0.00393
141	0.00393	142	0.00385	143	0.00371	144	0.00359	145	0.00336
146	0.00332	147	0.00340	148	0.00359	149	0.00366	150	0.00373
151	0.00387	152	0.00388	153	0.00379	154	0.00363	155	0.00329
156	0.00321	157	0.00309	158	0.00298	159	0.00282	160	0.00284
161	0.00297	162	0.00322	163	0.00332	164	0.00341	165	0.00360
166	0.00365	167	0.00360	168	0.00347				

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	47.366	2	45.264	3	41.826	4	38.514	5	30.248
6	26.358	7	24.922	8	24.810	9	24.338	10	23.431
11	19.044	12	15.456	13	12.358	14	9.652	15	46.701
16	44.651	17	41.293	18	38.045	19	29.987	20	26.158
21	24.710	22	24.490	23	24.016	24	23.123	25	18.885
26	15.363	27	12.302	28	9.618	29	43.819	30	41.971
31	38.927	32	35.969	33	28.736	34	25.185	35	23.695
36	23.120	37	22.633	38	21.812	39	18.133	40	14.912
41	12.023	42	9.451	43	36.833	44	35.403	45	33.025
46	30.723	47	25.168	48	22.303	49	20.832	50	19.863
51	19.388	52	18.737	53	16.070	54	13.581	55	11.176
56	8.930	57	29.037	58	28.013	59	26.297	60	24.636
61	20.649	62	18.514	63	17.253	64	16.261	65	15.868
66	15.394	67	13.593	68	11.842	69	10.017	70	8.205
71	22.394	72	21.681	73	20.475	74	19.304	75	16.494
76	14.961	77	13.993	78	13.197	79	12.912	80	12.588
81	11.410	82	10.221	83	8.895	84	7.500	85	16.859
86	16.381	87	15.565	88	14.770	89	12.866	90	11.827
91	11.167	92	10.639	93	10.463	94	10.270	95	9.562
96	8.802	97	7.888	98	6.873	99	12.780	100	12.460
101	11.911	102	11.375	103	10.102	104	9.428	105	9.023
106	8.742	107	8.657	108	8.562	109	8.183	110	7.718
111	7.107	112	6.393	113	9.789	114	9.571	115	9.199
116	8.837	117	8.001	118	7.594	119	7.392	120	7.318
121	7.306	122	7.287	123	7.143	124	6.886	125	6.493
126	6.007	127	7.585	128	7.429	129	7.165	130	6.913
131	6.368	132	6.154	133	6.114	134	6.213	135	6.260
136	6.301	137	6.332	138	6.222	139	5.980	140	5.652
141	5.661	142	5.540	143	5.342	144	5.163	145	4.835
146	4.785	147	4.896	148	5.169	149	5.276	150	5.377
151	5.569	152	5.582	153	5.456	154	5.233	155	4.736
156	4.624	157	4.446	158	4.294	159	4.058	160	4.088
161	4.277	162	4.643	163	4.782	164	4.914	165	5.189
166	5.262	167	5.185	168	4.996				

SUM OF FORCES (FOSUM) = 143.1 SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 143.1

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-1908.320	0.000	0.000	954.160	0.000	-1908.320
1	2	-535.500	0.000	0.000	267.750	0.000	-535.500
43	1	-59.463	0.000	0.000	29.731	0.000	-59.463
43	2	-16.673	0.000	0.000	8.337	0.000	-16.673
71	1	329.665	0.000	0.000	164.833	329.665	0.000
71	2	92.506	0.000	0.000	46.253	92.506	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1908.320 (NODE 1)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -535.500 (NODE 1)

PERIOD 1 LOAD GROUP 2 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.06030	2	-0.05740	3	-0.05256	4	-0.04783	5	-0.03609
6	-0.02958	7	-0.02572	8	-0.02302	9	-0.02204	10	-0.02089
11	-0.01676	12	-0.01317	13	-0.00979	14	-0.00665	15	-0.06022
16	-0.05732	17	-0.05248	18	-0.04775	19	-0.03597	20	-0.02946

21	-0.02564	22	-0.02299	23	-0.02203	24	-0.02088	25	-0.01672
26	-0.01313	27	-0.00976	28	-0.00663	29	-0.05967	30	-0.05678
31	-0.05195	32	-0.04721	33	-0.03534	34	-0.02888	35	-0.02520
36	-0.02281	37	-0.02189	38	-0.02075	39	-0.01651	40	-0.01292
41	-0.00960	42	-0.00655	43	-0.05637	44	-0.05361	45	-0.04902
46	-0.04445	47	-0.03292	48	-0.02683	49	-0.02352	50	-0.02164
51	-0.02083	52	-0.01977	53	-0.01557	54	-0.01217	55	-0.00909
56	-0.00625	57	-0.04804	58	-0.04572	59	-0.04184	60	-0.03803
61	-0.02849	62	-0.02333	63	-0.02041	64	-0.01856	65	-0.01786
66	-0.01698	67	-0.01368	68	-0.01086	69	-0.00823	70	-0.00577
71	-0.03811	72	-0.03632	73	-0.03331	74	-0.03038	75	-0.02314
76	-0.01911	77	-0.01666	78	-0.01492	79	-0.01434	80	-0.01368
81	-0.01137	82	-0.00929	83	-0.00721	84	-0.00520	85	-0.02837
86	-0.02706	87	-0.02487	88	-0.02273	89	-0.01752	90	-0.01459
91	-0.01272	92	-0.01133	93	-0.01090	94	-0.01046	95	-0.00898
96	-0.00758	97	-0.00608	98	-0.00455	99	-0.02037	100	-0.01943
101	-0.01785	102	-0.01631	103	-0.01260	104	-0.01054	105	-0.00923
106	-0.00828	107	-0.00802	108	-0.00776	109	-0.00690	110	-0.00603
111	-0.00501	112	-0.00390	113	-0.01399	114	-0.01331	115	-0.01217
116	-0.01106	117	-0.00844	118	-0.00704	119	-0.00621	120	-0.00572
121	-0.00561	122	-0.00550	123	-0.00511	124	-0.00463	125	-0.00399
126	-0.00323	127	-0.00901	128	-0.00849	129	-0.00763	130	-0.00680
131	-0.00493	132	-0.00403	133	-0.00360	134	-0.00352	135	-0.00354
136	-0.00357	137	-0.00356	138	-0.00337	139	-0.00300	140	-0.00250
141	-0.00453	142	-0.00411	143	-0.00342	144	-0.00279	145	-0.00148
146	-0.00101	147	-0.00097	148	-0.00131	149	-0.00148	150	-0.00165
151	-0.00200	152	-0.00206	153	-0.00191	154	-0.00160	155	-0.00237
156	-0.00198	157	-0.00134	158	-0.00077	159	0.00029	160	0.00056
161	0.00040	162	-0.00018	163	-0.00042	164	-0.00066	165	-0.00120
166	-0.00139	167	-0.00133	168	-0.00108				

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	86.834	2	82.656	3	75.689	4	68.882	5	51.968
6	42.591	7	37.043	8	33.142	9	31.745	10	30.087
11	24.138	12	18.964	13	14.091	14	9.577	15	86.718
16	82.538	17	75.569	18	68.754	19	51.798	20	42.428
21	36.925	22	33.104	23	31.721	24	30.065	25	24.084
26	18.905	27	14.048	28	9.552	29	85.928	30	81.759
31	74.813	32	67.983	33	50.893	34	41.592	35	36.294
36	32.840	37	31.525	38	29.881	39	23.773	40	18.603
41	13.828	42	9.427	43	81.166	44	77.193	45	70.582
46	64.010	47	47.411	48	38.640	49	33.864	50	31.159
51	30.000	52	28.463	53	22.417	54	17.521	55	13.083
56	9.002	57	69.172	58	65.832	59	60.256	60	54.766
61	41.031	62	33.589	63	29.395	64	26.732	65	25.726
66	24.455	67	19.698	68	15.644	69	11.855	70	8.309
71	54.875	72	52.294	73	47.968	74	43.744	75	33.319
76	27.517	77	23.997	78	21.489	79	20.653	80	19.703
81	16.368	82	13.370	83	10.387	84	7.483	85	40.848
86	38.970	87	35.809	88	32.733	89	25.227	90	21.005
91	18.313	92	16.308	93	15.700	94	15.060	95	12.924
96	10.914	97	8.760	98	6.552	99	29.326	100	27.977
101	25.698	102	23.486	103	18.151	104	15.182	105	13.288
106	11.928	107	11.553	108	11.176	109	9.934	110	8.678
111	7.212	112	5.622	113	20.148	114	19.170	115	17.518
116	15.923	117	12.152	118	10.143	119	8.947	120	8.231
121	8.073	122	7.921	123	7.365	124	6.672	125	5.740
126	4.657	127	12.977	128	12.232	129	10.984	130	9.795

131	7.098	132	5.803	133	5.188	134	5.065	135	5.103
136	5.146	137	5.133	138	4.858	139	4.318	140	3.606
141	6.529	142	5.924	143	4.929	144	4.014	145	2.127
146	1.448	147	1.393	148	1.889	149	2.132	150	2.372
151	2.880	152	2.974	153	2.747	154	2.299	155	3.417
156	2.845	157	1.928	158	1.115	159	-0.421	160	-0.804
161	-0.572	162	0.256	163	0.610	164	0.954	165	1.730
166	2.004	167	1.917	168	1.557				

SUM OF FORCES (FOSUM) = 223.3 SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 223.1

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-275.476	0.000	0.000	137.738	0.000	-275.476
1	2	-77.263	0.000	0.000	38.632	0.000	-77.263
43	1	-2076.836	0.000	0.000	1038.418	0.000	-2076.836
43	2	-582.867	0.000	0.000	291.433	0.000	-582.867
71	1	289.748	0.000	0.000	144.874	289.748	0.000
71	2	81.346	0.000	0.000	40.673	81.346	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -2076.836 (NODE 43)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -582.867 (NODE 43)

PERIOD 1 LOAD GROUP 3 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.04416	2	-0.04278	3	-0.04048	4	-0.03814	5	-0.03163
6	-0.02803	7	-0.02623	8	-0.02520	9	-0.02447	10	-0.02335
11	-0.01854	12	-0.01430	13	-0.01022	14	-0.00631	15	-0.04416
16	-0.04277	17	-0.04044	18	-0.03808	19	-0.03159	20	-0.02799
21	-0.02616	22	-0.02507	23	-0.02432	24	-0.02322	25	-0.01849
26	-0.01428	27	-0.01020	28	-0.00631	29	-0.04417	30	-0.04274
31	-0.04033	32	-0.03791	33	-0.03142	34	-0.02778	35	-0.02587
36	-0.02453	37	-0.02377	38	-0.02270	39	-0.01825	40	-0.01415
41	-0.01014	42	-0.00629	43	-0.04426	44	-0.04272	45	-0.04014
46	-0.03758	47	-0.03082	48	-0.02708	49	-0.02504	50	-0.02352
51	-0.02277	52	-0.02175	53	-0.01764	54	-0.01376	55	-0.00991
56	-0.00621	57	-0.04399	58	-0.04229	59	-0.03946	60	-0.03667
61	-0.02953	62	-0.02573	63	-0.02380	64	-0.02257	65	-0.02189
66	-0.02092	67	-0.01684	68	-0.01311	69	-0.00948	70	-0.00602
71	-0.04191	72	-0.04016	73	-0.03725	74	-0.03441	75	-0.02723
76	-0.02358	77	-0.02188	78	-0.02110	79	-0.02052	80	-0.01962
81	-0.01561	82	-0.01213	83	-0.00882	84	-0.00569	85	-0.03609
86	-0.03456	87	-0.03203	88	-0.02956	89	-0.02347	90	-0.02033
91	-0.01880	92	-0.01794	93	-0.01745	94	-0.01671	95	-0.01354
96	-0.01064	97	-0.00782	98	-0.00512	99	-0.02871	100	-0.02750
101	-0.02550	102	-0.02355	103	-0.01884	104	-0.01638	105	-0.01504
106	-0.01411	107	-0.01370	108	-0.01316	109	-0.01095	110	-0.00879
111	-0.00654	112	-0.00431	113	-0.02144	114	-0.02052	115	-0.01897
116	-0.01748	117	-0.01395	118	-0.01210	119	-0.01105	120	-0.01029
121	-0.01000	122	-0.00965	123	-0.00822	124	-0.00671	125	-0.00500
126	-0.00323	127	-0.01502	128	-0.01429	129	-0.01307	130	-0.01190
131	-0.00922	132	-0.00789	133	-0.00717	134	-0.00674	135	-0.00660
136	-0.00642	137	-0.00559	138	-0.00458	139	-0.00331	140	-0.00190
141	-0.00884	142	-0.00823	143	-0.00722	144	-0.00628	145	-0.00426
146	-0.00339	147	-0.00307	148	-0.00309	149	-0.00312	150	-0.00312

151	-0.00284	152	-0.00226	153	-0.00134	154	-0.00021	155	-0.00580
156	-0.00521	157	-0.00427	158	-0.00341	159	-0.00167	160	-0.00104
161	-0.00093	162	-0.00122	163	-0.00134	164	-0.00144	165	-0.00144
166	-0.00105	167	-0.00029	168	0.00074				

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	63.589	2	61.606	3	58.286	4	54.922	5	45.543
6	40.363	7	37.768	8	36.292	9	35.230	10	33.631
11	26.704	12	20.593	13	14.712	14	9.086	15	63.587
16	61.589	17	58.235	18	54.841	19	45.492	20	40.304
21	37.678	22	36.094	23	35.027	24	33.436	25	26.628
26	20.557	27	14.694	28	9.082	29	63.606	30	61.544
31	58.073	32	54.583	33	45.241	34	40.009	35	37.249
36	35.323	37	34.233	38	32.686	39	26.280	40	20.378
41	14.601	42	9.057	43	63.737	44	61.513	45	57.799
46	54.117	47	44.375	48	38.988	49	36.060	50	33.872
51	32.783	52	31.318	53	25.400	54	19.816	55	14.274
56	8.944	57	63.351	58	60.902	59	56.826	60	52.800
61	42.525	62	37.049	63	34.270	64	32.506	65	31.526
66	30.118	67	24.249	68	18.876	69	13.654	70	8.675
71	60.356	72	57.826	73	53.639	74	49.557	75	39.207
76	33.957	77	31.502	78	30.390	79	29.556	80	28.254
81	22.480	82	17.465	83	12.703	84	8.192	85	51.966
86	49.771	87	46.128	88	42.570	89	33.790	90	29.279
91	27.078	92	25.841	93	25.124	94	24.055	95	19.496
96	15.325	97	11.263	98	7.373	99	41.341	100	39.607
101	36.713	102	33.908	103	27.134	104	23.582	105	21.657
106	20.325	107	19.733	108	18.952	109	15.771	110	12.652
111	9.413	112	6.203	113	30.880	114	29.545	115	27.315
116	25.168	117	20.085	118	17.425	119	15.907	120	14.820
121	14.406	122	13.896	123	11.840	124	9.659	125	7.203
126	4.649	127	21.632	128	20.576	129	18.815	130	17.138
131	13.281	132	11.357	133	10.324	134	9.706	135	9.499
136	9.238	137	8.054	138	6.597	139	4.767	140	2.743
141	12.736	142	11.851	143	10.396	144	9.044	145	6.132
146	4.881	147	4.418	148	4.448	149	4.487	150	4.487
151	4.097	152	3.252	153	1.933	154	0.306	155	8.350
156	7.508	157	6.146	158	4.916	159	0.000	160	0.000
161	0.000	162	1.751	163	1.927	164	2.067	165	2.070
166	1.511	167	0.417	168	-1.071				

SUM OF FORCES (FOSUM) = 258.5 SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 258.2

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-15.670	0.000	0.000	7.835	0.000	-15.670
1	2	-4.422	0.000	0.000	2.211	0.000	-4.422
43	1	-40.273	0.000	0.000	20.137	0.000	-40.273
43	2	-11.269	0.000	0.000	5.634	0.000	-11.269
71	1	-1570.098	0.000	0.000	785.049	0.000	-1570.098
71	2	-440.648	0.000	0.000	220.324	0.000	-440.648

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1570.098 (NODE 71)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -440.648 (NODE 71)

INPUT FILE NAME -C:\KENPAVE\minuta da tese -erosao\mod hip 2 erosao - REL
1.TXT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MODELO HIPOTETICO 2 EROSAO - CCP(24) CCR(7.5) BARRA - REL 1

TYPE OF FOUNDATION (NFOUND) = 0
TYPE OF DAMAGE ANALYSIS (NDAMA) = 0
NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 3
TOTAL NUMBER OF SLABS (NSLAB) = 2
TOTAL NUMBER OF JOINTS (NJOINT) = 1

ARRANGEMENT OF SLABS

SLAB NO.	NO. NODES (NX) IN X DIRECTION	NO. NODES (NY) IN Y DIRECTION	JOINT NO. AT FOUR SIDES (JONO)			
			LEFT	RIGHT	BOTTOM	TOP
1	12	11	0	1	0	0
2	12	11	1	0	0	0

NUMBER OF LAYERS (NLAYER)-----= 2
NODAL NUMBER USED TO CHECK CONVERGENCE (NNCK)-----= 1
NUMBER OF NODES NOT IN CONTACT (NOTCON)-----= 0
NUMBER OF GAPS (NGAP)-----= 0
NUMBER OF POINTS FOR PRINTOUT (NPRINT)-----= 0
CODE FOR INPUT OF GAPS OR PRECOMPRESSIONS (INPUT)- -----= 0
BOND BETWEEN TWO LAYERS (NBOND)-----= 0
CONDITION OF WARPING (NTEMP)-----= 0
CODE INDICATING WHETHER SLAB WEIGHT IS CONSIDERED (NWT)-----= 1
MAX NO. OF CYCLES FOR CHECKING CONTACT (NCYCLE)-----= 1
NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 1 (NAT1)-----= 0
NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 2 (NAT2)-----= 0
NUMBER OF POINTS ON X AXIS OF SYMMETRY (NSX)-----= 0
NUMBER OF POINTS ON Y AXIS OF SYMMETRY (NSY)-----= 0
MORE DETAILED PRINTOUT FOR EACH CONTACT CYCLE (MDPO)-----= 1
TOLERANCE FOR ITERATIONS (DEL)-----= 0.001
MAXIMUM ALLOWABLE VERTICAL DISPLACEMENT (FMAX)-----= 2.54

SYSTEM OF UNITS (NUNIT)-----= 1
Length in cm, force in kN, stress in kPa, unit weight in kN/m³
subgrade and dowel K value in MN/m³, and temperature in C

UNIT WEIGHT OF LAYER 1 (GAMA(1))-----= 23.58
UNIT WEIGHT OF LAYER 2 (GAMA(2))-----= 21.8

FOR SLAB NO. 1 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 0 36.69 96.69 156.69 216.69 276.69 336.69 400.07 462.06
525.07
587.07 600
Y = 0 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 203.91 260.86 293.91 326.95
360

FOR SLAB NO. 2 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 600 612.95 672.95 732.95 792.95 852.95 912.95 972.95 1032.95
1092.95 1152.95 1200
Y = 0 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 203.91 260.86 293.91 326.95
360

LAYER NO.	THICKNESS (T)	POISSON'S RATIO (PR)	YOUNG'S MODULUS (YM)
1	24.00000	0.15000	2.760E+07
2	7.50000	0.20000	1.800E+07

NO. OF LOADED AREAS (NUDL) FOR EACH LOAD GROUP ARE: 4 8 12
 NO. OF NODAL FORCES (NCNF) AND MOMENTS (NCMX AND NCMY) ARE: 0 0 0

FOR LOAD GROUP NO. 1 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	574.13000	600.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 2 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	449.13000	475.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	210.00000	227.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 3 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	324.13000	350.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	324.13000	350.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	324.13000	350.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	324.13000	350.00000	210.00000	227.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	449.13000	475.00000	210.00000	227.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	0.00000	17.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	30.00000	47.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	180.00000	197.81000	648.00000
1	574.13000	600.00000	210.00000	227.81000	648.00000

FOUNDATION ADJUSTMENT FACTOR (FSAF) FOR EACH PERIOD ARE: 1

NUMBER OF ADDITIONAL SUBGRADE MODULI (NAS) TO BE READ IN-----= 0
 SUBGRADE MODULUS (SUBMOD)-----= 144

SLAB NO., INITIAL NODAL NUMBER(INITNP), LAST NODAL NUMBER(LASTNP),
 INITIAL ELEMENT NO.(INITEN), AND LAST ELEMENT NO.(LASTEN) ARE:
 1 1 132 1 110 2 133 264 111 220

JOINT NO., INITIAL STARTING NODAL NO.(ISNN) AND LAST FINAL NODAL NO.(LFNN)
 INITIAL STARTING ELEMENT NO.(ISEN), LAST FINAL ELEMENT NO.(LFEN) ON BOTH
 SIDES OF THE JOINT ARE:
 1 122 133 132 143 101 111 110 120

NODAL COORDINATES (XN AND YN) OF INDIVIDUAL SLAB ARE:

1	0.000	0.000	2	0.000	23.910	3	0.000	38.910
4	0.000	80.910	5	0.000	113.910	6	0.000	147.100
7	0.000	203.910	8	0.000	260.860	9	0.000	293.910
10	0.000	326.950	11	0.000	360.000	12	36.690	0.000
13	36.690	23.910	14	36.690	38.910	15	36.690	80.910
16	36.690	113.910	17	36.690	147.100	18	36.690	203.910
19	36.690	260.860	20	36.690	293.910	21	36.690	326.950
22	36.690	360.000	23	96.690	0.000	24	96.690	23.910
25	96.690	38.910	26	96.690	80.910	27	96.690	113.910
28	96.690	147.100	29	96.690	203.910	30	96.690	260.860
31	96.690	293.910	32	96.690	326.950	33	96.690	360.000
34	156.690	0.000	35	156.690	23.910	36	156.690	38.910
37	156.690	80.910	38	156.690	113.910	39	156.690	147.100
40	156.690	203.910	41	156.690	260.860	42	156.690	293.910
43	156.690	326.950	44	156.690	360.000	45	216.690	0.000
46	216.690	23.910	47	216.690	38.910	48	216.690	80.910
49	216.690	113.910	50	216.690	147.100	51	216.690	203.910
52	216.690	260.860	53	216.690	293.910	54	216.690	326.950
55	216.690	360.000	56	276.690	0.000	57	276.690	23.910
58	276.690	38.910	59	276.690	80.910	60	276.690	113.910
61	276.690	147.100	62	276.690	203.910	63	276.690	260.860
64	276.690	293.910	65	276.690	326.950	66	276.690	360.000
67	336.690	0.000	68	336.690	23.910	69	336.690	38.910
70	336.690	80.910	71	336.690	113.910	72	336.690	147.100
73	336.690	203.910	74	336.690	260.860	75	336.690	293.910
76	336.690	326.950	77	336.690	360.000	78	400.070	0.000
79	400.070	23.910	80	400.070	38.910	81	400.070	80.910
82	400.070	113.910	83	400.070	147.100	84	400.070	203.910
85	400.070	260.860	86	400.070	293.910	87	400.070	326.950
88	400.070	360.000	89	462.060	0.000	90	462.060	23.910
91	462.060	38.910	92	462.060	80.910	93	462.060	113.910
94	462.060	147.100	95	462.060	203.910	96	462.060	260.860
97	462.060	293.910	98	462.060	326.950	99	462.060	360.000
100	525.070	0.000	101	525.070	23.910	102	525.070	38.910
103	525.070	80.910	104	525.070	113.910	105	525.070	147.100
106	525.070	203.910	107	525.070	260.860	108	525.070	293.910
109	525.070	326.950	110	525.070	360.000	111	587.070	0.000
112	587.070	23.910	113	587.070	38.910	114	587.070	80.910
115	587.070	113.910	116	587.070	147.100	117	587.070	203.910
118	587.070	260.860	119	587.070	293.910	120	587.070	326.950
121	587.070	360.000	122	600.000	0.000	123	600.000	23.910
124	600.000	38.910	125	600.000	80.910	126	600.000	113.910
127	600.000	147.100	128	600.000	203.910	129	600.000	260.860
130	600.000	293.910	131	600.000	326.950	132	600.000	360.000
133	600.000	0.000	134	600.000	23.910	135	600.000	38.910
136	600.000	80.910	137	600.000	113.910	138	600.000	147.100
139	600.000	203.910	140	600.000	260.860	141	600.000	293.910
142	600.000	326.950	143	600.000	360.000	144	612.950	0.000
145	612.950	23.910	146	612.950	38.910	147	612.950	80.910
148	612.950	113.910	149	612.950	147.100	150	612.950	203.910
151	612.950	260.860	152	612.950	293.910	153	612.950	326.950
154	612.950	360.000	155	672.950	0.000	156	672.950	23.910
157	672.950	38.910	158	672.950	80.910	159	672.950	113.910
160	672.950	147.100	161	672.950	203.910	162	672.950	260.860
163	672.950	293.910	164	672.950	326.950	165	672.950	360.000
166	732.950	0.000	167	732.950	23.910	168	732.950	38.910

169	732.950	80.910	170	732.950	113.910	171	732.950	147.100
172	732.950	203.910	173	732.950	260.860	174	732.950	293.910
175	732.950	326.950	176	732.950	360.000	177	792.950	0.000
178	792.950	23.910	179	792.950	38.910	180	792.950	80.910
181	792.950	113.910	182	792.950	147.100	183	792.950	203.910
184	792.950	260.860	185	792.950	293.910	186	792.950	326.950
187	792.950	360.000	188	852.950	0.000	189	852.950	23.910
190	852.950	38.910	191	852.950	80.910	192	852.950	113.910
193	852.950	147.100	194	852.950	203.910	195	852.950	260.860
196	852.950	293.910	197	852.950	326.950	198	852.950	360.000
199	912.950	0.000	200	912.950	23.910	201	912.950	38.910
202	912.950	80.910	203	912.950	113.910	204	912.950	147.100
205	912.950	203.910	206	912.950	260.860	207	912.950	293.910
208	912.950	326.950	209	912.950	360.000	210	972.950	0.000
211	972.950	23.910	212	972.950	38.910	213	972.950	80.910
214	972.950	113.910	215	972.950	147.100	216	972.950	203.910
217	972.950	260.860	218	972.950	293.910	219	972.950	326.950
220	972.950	360.000	221	1032.950	0.000	222	1032.950	23.910
223	1032.950	38.910	224	1032.950	80.910	225	1032.950	113.910
226	1032.950	147.100	227	1032.950	203.910	228	1032.950	260.860
229	1032.950	293.910	230	1032.950	326.950	231	1032.950	360.000
232	1092.950	0.000	233	1092.950	23.910	234	1092.950	38.910
235	1092.950	80.910	236	1092.950	113.910	237	1092.950	147.100
238	1092.950	203.910	239	1092.950	260.860	240	1092.950	293.910
241	1092.950	326.950	242	1092.950	360.000	243	1152.950	0.000
244	1152.950	23.910	245	1152.950	38.910	246	1152.950	80.910
247	1152.950	113.910	248	1152.950	147.100	249	1152.950	203.910
250	1152.950	260.860	251	1152.950	293.910	252	1152.950	326.950
253	1152.950	360.000	254	1200.000	0.000	255	1200.000	23.910
256	1200.000	38.910	257	1200.000	80.910	258	1200.000	113.910
259	1200.000	147.100	260	1200.000	203.910	261	1200.000	260.860
262	1200.000	293.910	263	1200.000	326.950	264	1200.000	360.000

LOADS ARE APPLIED ON THE ELEMENT NO. (NE) WITH COORDINATES (XDA AND YDA)

91	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
101	-1.000	1.000	-1.000	0.490	0.065
92	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
93	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
102	-1.000	1.000	-0.188	1.000	0.065
103	-1.000	1.000	-1.000	-0.576	0.065
96	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
106	-1.000	1.000	0.158	0.785	0.065
97	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
107	-1.000	1.000	-0.786	-0.161	0.065

LOADS ARE APPLIED ON THE ELEMENT NO. (NE) WITH COORDINATES (XDA AND YDA)

71	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
81	-1.000	-0.589	-1.000	0.490	0.065
72	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
73	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
82	-1.000	-0.589	-0.188	1.000	0.065
83	-1.000	-0.589	-1.000	-0.576	0.065
76	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
86	-1.000	-0.589	0.158	0.785	0.065
77	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
87	-1.000	-0.589	-0.786	-0.161	0.065
91	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
101	-1.000	1.000	-1.000	0.490	0.065

92	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
93	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
102	-1.000	1.000	-0.188	1.000	0.065
103	-1.000	1.000	-1.000	-0.576	0.065
96	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
106	-1.000	1.000	0.158	0.785	0.065
97	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
107	-1.000	1.000	-0.786	-0.161	0.065

LOADS ARE APPLIED ON THE ELEMENT NO.(NE) WITH COORDINATES(XDA AND YDA)

51	0.581	1.000	-1.000	0.490	0.065
61	-1.000	-0.580	-1.000	0.490	0.065
52	0.581	1.000	-0.188	1.000	0.065
53	0.581	1.000	-1.000	-0.576	0.065
62	-1.000	-0.580	-0.188	1.000	0.065
63	-1.000	-0.580	-1.000	-0.576	0.065
56	0.581	1.000	0.158	0.785	0.065
66	-1.000	-0.580	0.158	0.785	0.065
57	0.581	1.000	-0.786	-0.161	0.065
67	-1.000	-0.580	-0.786	-0.161	0.065
71	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
81	-1.000	-0.589	-1.000	0.490	0.065
72	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
73	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
82	-1.000	-0.589	-0.188	1.000	0.065
83	-1.000	-0.589	-1.000	-0.576	0.065
76	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
86	-1.000	-0.589	0.158	0.785	0.065
77	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
87	-1.000	-0.589	-0.786	-0.161	0.065
91	0.583	1.000	-1.000	0.490	0.065
101	-1.000	1.000	-1.000	0.490	0.065
92	0.583	1.000	-0.188	1.000	0.065
93	0.583	1.000	-1.000	-0.576	0.065
102	-1.000	1.000	-0.188	1.000	0.065
103	-1.000	1.000	-1.000	-0.576	0.065
96	0.583	1.000	0.158	0.785	0.065
106	-1.000	1.000	0.158	0.785	0.065
97	0.583	1.000	-0.786	-0.161	0.065
107	-1.000	1.000	-0.786	-0.161	0.065

YOUNG MODULUS OF DOWEL BAR (YMSB) = 2.000E+08
 POISSON RATIO OF DOWEL BAR (PRSB) = 0.30000

JOINT NO.	SHEAR (SPCON1)	CONSTANT MOMENT (SPCON2)	MODULUS OF DOWEL SUP. (SCKV)	DOWEL DIA. (BD)	DOWEL SPACING (BS)	JOINT WIDTH (WJ)	GAP DOWEL (GDC)	NODE JOINT (NNAJ)
1	0.000E+00	0.000E+00	4.070E+05	2.540	30.500	0.318	0.00000	0

JOINT NO. 1 EQUIVALENT SPRING CONSTANT (SPCON) = 2.854E+01

HALF BAND WIDTH (NB) = 39

PERIOD 1 LOAD GROUP 1 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.00519	2	-0.00519	3	-0.00519	4	-0.00518	5	-0.00518
6	-0.00518	7	-0.00518	8	-0.00518	9	-0.00518	10	-0.00519

11	-0.00519	12	-0.00515	13	-0.00515	14	-0.00515	15	-0.00514
16	-0.00515	17	-0.00515	18	-0.00515	19	-0.00516	20	-0.00516
21	-0.00517	22	-0.00518	23	-0.00506	24	-0.00506	25	-0.00506
26	-0.00506	27	-0.00506	28	-0.00507	29	-0.00509	30	-0.00511
31	-0.00512	32	-0.00512	33	-0.00513	34	-0.00490	35	-0.00489
36	-0.00488	37	-0.00488	38	-0.00489	39	-0.00491	40	-0.00495
41	-0.00499	42	-0.00500	43	-0.00501	44	-0.00502	45	-0.00462
46	-0.00459	47	-0.00458	48	-0.00457	49	-0.00458	50	-0.00461
51	-0.00469	52	-0.00474	53	-0.00475	54	-0.00475	55	-0.00473
56	-0.00435	57	-0.00429	58	-0.00425	59	-0.00418	60	-0.00417
61	-0.00420	62	-0.00429	63	-0.00436	64	-0.00435	65	-0.00430
66	-0.00422	67	-0.00463	68	-0.00445	69	-0.00434	70	-0.00407
71	-0.00396	72	-0.00394	73	-0.00401	74	-0.00403	75	-0.00394
76	-0.00376	77	-0.00352	78	-0.00691	79	-0.00638	80	-0.00605
81	-0.00526	82	-0.00486	83	-0.00465	84	-0.00453	85	-0.00431
86	-0.00400	87	-0.00353	88	-0.00293	89	-0.01344	90	-0.01212
91	-0.01129	92	-0.00934	93	-0.00831	94	-0.00772	95	-0.00716
96	-0.00629	97	-0.00545	98	-0.00439	99	-0.00318	100	-0.02683
101	-0.02391	102	-0.02212	103	-0.01779	104	-0.01560	105	-0.01455
106	-0.01360	107	-0.01118	108	-0.00918	109	-0.00711	110	-0.00504
111	-0.04505	112	-0.04011	113	-0.03702	114	-0.02912	115	-0.02541
116	-0.02417	117	-0.02368	118	-0.01840	119	-0.01470	120	-0.01148
121	-0.00866	122	-0.04858	123	-0.04338	124	-0.04007	125	-0.03149
126	-0.02749	127	-0.02622	128	-0.02583	129	-0.01998	130	-0.01593
131	-0.01249	132	-0.00957	133	-0.03432	134	-0.03243	135	-0.03112
136	-0.02722	137	-0.02459	138	-0.02261	139	-0.01997	140	-0.01649
141	-0.01425	142	-0.01211	143	-0.01017	144	-0.03084	145	-0.02911
146	-0.02795	147	-0.02453	148	-0.02222	149	-0.02044	150	-0.01802
151	-0.01497	152	-0.01298	153	-0.01105	154	-0.00924	155	-0.01681
156	-0.01590	157	-0.01531	158	-0.01367	159	-0.01254	160	-0.01162
161	-0.01033	162	-0.00890	163	-0.00789	164	-0.00679	165	-0.00558
166	-0.00840	167	-0.00806	168	-0.00782	169	-0.00716	170	-0.00673
171	-0.00639	172	-0.00594	173	-0.00542	174	-0.00498	175	-0.00442
176	-0.00374	177	-0.00486	178	-0.00477	179	-0.00470	180	-0.00450
181	-0.00439	182	-0.00433	183	-0.00429	184	-0.00418	185	-0.00402
186	-0.00376	187	-0.00343	188	-0.00403	189	-0.00402	190	-0.00402
191	-0.00400	192	-0.00401	193	-0.00404	194	-0.00412	195	-0.00414
196	-0.00410	197	-0.00400	198	-0.00386	199	-0.00425	200	-0.00426
201	-0.00427	202	-0.00430	203	-0.00433	204	-0.00437	205	-0.00445
206	-0.00450	207	-0.00450	208	-0.00447	209	-0.00442	210	-0.00466
211	-0.00466	212	-0.00467	213	-0.00469	214	-0.00472	215	-0.00475
216	-0.00480	217	-0.00484	218	-0.00484	219	-0.00484	220	-0.00484
221	-0.00494	222	-0.00494	223	-0.00495	224	-0.00496	225	-0.00497
226	-0.00499	227	-0.00502	228	-0.00503	229	-0.00504	230	-0.00504
231	-0.00505	232	-0.00508	233	-0.00508	234	-0.00508	235	-0.00508
236	-0.00509	237	-0.00510	238	-0.00511	239	-0.00511	240	-0.00512
241	-0.00512	242	-0.00513	243	-0.00513	244	-0.00513	245	-0.00513
246	-0.00513	247	-0.00513	248	-0.00513	249	-0.00513	250	-0.00513
251	-0.00514	252	-0.00514	253	-0.00514	254	-0.00515	255	-0.00515
256	-0.00515	257	-0.00515	258	-0.00515	259	-0.00514	260	-0.00514
261	-0.00514	262	-0.00514	263	-0.00514	264	-0.00514		

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.00519	2	0.00519	3	0.00519	4	0.00518	5	0.00518
6	0.00518	7	0.00518	8	0.00518	9	0.00518	10	0.00519
11	0.00519	12	0.00515	13	0.00515	14	0.00515	15	0.00514
16	0.00515	17	0.00515	18	0.00515	19	0.00516	20	0.00516
21	0.00517	22	0.00518	23	0.00506	24	0.00506	25	0.00506

26	0.00506	27	0.00506	28	0.00507	29	0.00509	30	0.00511
31	0.00512	32	0.00512	33	0.00513	34	0.00490	35	0.00489
36	0.00488	37	0.00488	38	0.00489	39	0.00491	40	0.00495
41	0.00499	42	0.00500	43	0.00501	44	0.00502	45	0.00462
46	0.00459	47	0.00458	48	0.00457	49	0.00458	50	0.00461
51	0.00469	52	0.00474	53	0.00475	54	0.00475	55	0.00473
56	0.00435	57	0.00429	58	0.00425	59	0.00418	60	0.00417
61	0.00420	62	0.00429	63	0.00436	64	0.00435	65	0.00430
66	0.00422	67	0.00463	68	0.00445	69	0.00434	70	0.00407
71	0.00396	72	0.00394	73	0.00401	74	0.00403	75	0.00394
76	0.00376	77	0.00352	78	0.00691	79	0.00638	80	0.00605
81	0.00526	82	0.00486	83	0.00465	84	0.00453	85	0.00431
86	0.00400	87	0.00353	88	0.00293	89	0.01344	90	0.01212
91	0.01129	92	0.00934	93	0.00831	94	0.00772	95	0.00716
96	0.00629	97	0.00545	98	0.00439	99	0.00318	100	0.02683
101	0.02391	102	0.02212	103	0.01779	104	0.01560	105	0.01455
106	0.01360	107	0.01118	108	0.00918	109	0.00711	110	0.00504
111	0.04505	112	0.04011	113	0.03702	114	0.02912	115	0.02541
116	0.02417	117	0.02368	118	0.01840	119	0.01470	120	0.01148
121	0.00866	122	0.04858	123	0.04338	124	0.04007	125	0.03149
126	0.02749	127	0.02622	128	0.02583	129	0.01998	130	0.01593
131	0.01249	132	0.00957	133	0.03432	134	0.03243	135	0.03112
136	0.02722	137	0.02459	138	0.02261	139	0.01997	140	0.01649
141	0.01425	142	0.01211	143	0.01017	144	0.03084	145	0.02911
146	0.02795	147	0.02453	148	0.02222	149	0.02044	150	0.01802
151	0.01497	152	0.01298	153	0.01105	154	0.00924	155	0.01681
156	0.01590	157	0.01531	158	0.01367	159	0.01254	160	0.01162
161	0.01033	162	0.00890	163	0.00789	164	0.00679	165	0.00558
166	0.00840	167	0.00806	168	0.00782	169	0.00716	170	0.00673
171	0.00639	172	0.00594	173	0.00542	174	0.00498	175	0.00442
176	0.00374	177	0.00486	178	0.00477	179	0.00470	180	0.00450
181	0.00439	182	0.00433	183	0.00429	184	0.00418	185	0.00402
186	0.00376	187	0.00343	188	0.00403	189	0.00402	190	0.00402
191	0.00400	192	0.00401	193	0.00404	194	0.00412	195	0.00414
196	0.00410	197	0.00400	198	0.00386	199	0.00425	200	0.00426
201	0.00427	202	0.00430	203	0.00433	204	0.00437	205	0.00445
206	0.00450	207	0.00450	208	0.00447	209	0.00442	210	0.00466
211	0.00466	212	0.00467	213	0.00469	214	0.00472	215	0.00475
216	0.00480	217	0.00484	218	0.00484	219	0.00484	220	0.00484
221	0.00494	222	0.00494	223	0.00495	224	0.00496	225	0.00497
226	0.00499	227	0.00502	228	0.00503	229	0.00504	230	0.00504
231	0.00505	232	0.00508	233	0.00508	234	0.00508	235	0.00508
236	0.00509	237	0.00510	238	0.00511	239	0.00511	240	0.00512
241	0.00512	242	0.00513	243	0.00513	244	0.00513	245	0.00513
246	0.00513	247	0.00513	248	0.00513	249	0.00513	250	0.00513
251	0.00514	252	0.00514	253	0.00514	254	0.00515	255	0.00515
256	0.00515	257	0.00515	258	0.00515	259	0.00514	260	0.00514
261	0.00514	262	0.00514	263	0.00514	264	0.00514		

FOR JOINT NO. 1 SHEAR (FAJ1) AND MOMENT (FAJ2) AT THE NODES ARE:

122	-4.9	0.0	123	-6.1	0.0	124	-7.3	0.0
125	-4.6	0.0	126	-2.7	0.0	127	-4.6	0.0
128	-9.5	0.0	129	-4.5	0.0	130	-1.6	0.0
131	-0.4	0.0	132	0.3	0.0			

FOR JOINT NO. 1 SHEAR IN ONE DOWEL BAR (FAJPD) AT THE NODES IS:

122	-12.4	123	-9.5	124	-7.8	125	-3.7	126	-2.5
127	-3.1	128	-5.1	129	-3.0	130	-1.5	131	-0.3

132 0.5

FOR JOINT NO. 1 BEARING STRESS (BEARS) OF CONCRETE AND SHEAR STRESS (SHEARS) OF DOWELS AT THE NODES ARE:

122	-2.9	-2.5	123	-2.2	-1.9	124	-1.8	-1.5
125	-0.9	-0.7	126	-0.6	-0.5	127	-0.7	-0.6
128	-1.2	-1.0	129	-0.7	-0.6	130	-0.3	-0.3
131	-0.1	-0.1	132	0.1	0.1			

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	7.478	2	7.473	3	7.470	4	7.465	5	7.462
6	7.461	7	7.461	8	7.463	9	7.466	10	7.472
11	7.479	12	7.419	13	7.414	14	7.412	15	7.408
16	7.409	17	7.412	18	7.421	19	7.431	20	7.437
21	7.445	22	7.454	23	7.291	24	7.284	25	7.281
26	7.281	27	7.289	28	7.302	29	7.330	30	7.356
31	7.368	32	7.379	33	7.392	34	7.050	35	7.036
36	7.030	37	7.029	38	7.046	39	7.074	40	7.135
41	7.186	42	7.203	43	7.213	44	7.222	45	6.649
46	6.616	47	6.599	48	6.579	49	6.596	50	6.641
51	6.748	52	6.831	53	6.846	54	6.836	55	6.814
56	6.270	57	6.180	58	6.125	59	6.017	60	6.000
61	6.041	62	6.185	63	6.284	64	6.268	65	6.189
66	6.072	67	6.674	68	6.413	69	6.246	70	5.865
71	5.705	72	5.670	73	5.770	74	5.800	75	5.674
76	5.420	77	5.071	78	9.943	79	9.193	80	8.716
81	7.581	82	7.005	83	6.700	84	6.519	85	6.206
86	5.761	87	5.083	88	4.225	89	19.349	90	17.446
91	16.264	92	13.448	93	11.973	94	11.118	95	10.312
96	9.057	97	7.845	98	6.321	99	4.578	100	38.638
101	34.437	102	31.846	103	25.614	104	22.470	105	20.957
106	19.589	107	16.093	108	13.219	109	10.244	110	7.255
111	64.867	112	57.753	113	53.309	114	41.926	115	36.590
116	34.798	117	34.098	118	26.498	119	21.166	120	16.535
121	12.476	122	69.961	123	62.465	124	57.701	125	45.349
126	39.586	127	37.759	128	37.196	129	28.767	130	22.932
131	17.984	132	13.774	133	49.416	134	46.701	135	44.818
136	39.193	137	35.411	138	32.564	139	28.763	140	23.746
141	20.513	142	17.433	143	14.649	144	44.406	145	41.922
146	40.243	147	35.330	148	31.991	149	29.430	150	25.951
151	21.552	152	18.690	153	15.910	154	13.299	155	24.202
156	22.903	157	22.042	158	19.678	159	18.056	160	16.736
161	14.882	162	12.810	163	11.366	164	9.774	165	8.042
166	12.100	167	11.605	168	11.257	169	10.309	170	9.687
171	9.198	172	8.551	173	7.801	174	7.176	175	6.366
176	5.383	177	6.997	178	6.868	179	6.767	180	6.486
181	6.328	182	6.239	183	6.174	184	6.016	185	5.785
186	5.417	187	4.932	188	5.802	189	5.796	190	5.784
191	5.758	192	5.769	193	5.815	194	5.928	195	5.968
196	5.903	197	5.759	198	5.557	199	6.121	200	6.138
201	6.148	202	6.186	203	6.233	204	6.295	205	6.412
206	6.483	207	6.477	208	6.434	209	6.370	210	6.705
211	6.716	212	6.725	213	6.760	214	6.797	215	6.840
216	6.916	217	6.967	218	6.976	219	6.971	220	6.963
221	7.114	222	7.117	223	7.122	224	7.141	225	7.161
226	7.184	227	7.222	228	7.249	229	7.258	230	7.264
231	7.272	232	7.311	233	7.311	234	7.313	235	7.320
236	7.328	237	7.337	238	7.352	239	7.364	240	7.369

241	7.375	242	7.384	243	7.385	244	7.385	245	7.385
246	7.386	247	7.388	248	7.389	249	7.391	250	7.394
251	7.396	252	7.400	253	7.405	254	7.415	255	7.414
256	7.413	257	7.411	258	7.410	259	7.407	260	7.403
261	7.400	262	7.400	263	7.402	264	7.406		

NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	RORAT.X	ROTAT.Y
1	1.350E-07	-1.081E-06	2	1.255E-07	-1.085E-06	3	1.154E-07	-1.079E-06
4	6.841E-08	-1.037E-06	5	3.954E-08	-9.763E-07	6	1.839E-08	-8.945E-07
7	-1.097E-08	-7.353E-07	8	-4.741E-08	-5.926E-07	9	-9.256E-08	-5.311E-07
10	-1.442E-07	-4.897E-07	11	-1.712E-07	-4.608E-07	12	1.532E-07	-1.159E-06
13	1.253E-07	-1.177E-06	14	9.830E-08	-1.176E-06	15	1.343E-08	-1.135E-06
16	-4.462E-08	-1.067E-06	17	-8.457E-08	-9.743E-07	18	-1.149E-07	-7.936E-07
19	-1.273E-07	-6.391E-07	20	-1.489E-07	-5.780E-07	21	-1.828E-07	-5.354E-07
22	-2.086E-07	-4.977E-07	23	2.602E-07	-1.967E-06	24	1.684E-07	-2.018E-06
25	1.018E-07	-2.032E-06	26	-9.297E-08	-2.003E-06	27	-2.253E-07	-1.910E-06
28	-3.151E-07	-1.766E-06	29	-3.505E-07	-1.471E-06	30	-2.753E-07	-1.237E-06
31	-2.360E-07	-1.169E-06	32	-2.397E-07	-1.144E-06	33	-3.050E-07	-1.135E-06
34	4.847E-07	-3.748E-06	35	3.265E-07	-3.884E-06	36	2.034E-07	-3.944E-06
37	-1.874E-07	-4.009E-06	38	-4.783E-07	-3.921E-06	39	-6.845E-07	-3.719E-06
40	-7.437E-07	-3.246E-06	41	-4.640E-07	-2.896E-06	42	-2.637E-07	-2.856E-06
43	-1.600E-07	-2.939E-06	44	-2.628E-07	-3.110E-06	45	1.000E-06	-5.230E-06
46	8.615E-07	-5.642E-06	47	6.800E-07	-5.868E-06	48	-4.883E-08	-6.345E-06
49	-6.764E-07	-6.449E-06	50	-1.152E-06	-6.305E-06	51	-1.308E-06	-5.746E-06
52	-6.047E-07	-5.386E-06	53	-1.949E-08	-5.516E-06	54	4.084E-07	-5.939E-06
55	3.758E-07	-6.620E-06	56	2.501E-06	-2.031E-06	57	2.620E-06	-3.286E-06
58	2.394E-06	-4.016E-06	59	1.040E-06	-5.782E-06	60	-2.940E-07	-6.616E-06
61	-1.362E-06	-6.930E-06	62	-1.807E-06	-6.766E-06	63	-3.353E-07	-6.871E-06
64	1.027E-06	-7.543E-06	65	2.197E-06	-8.792E-06	66	2.513E-06	-1.060E-05
67	7.045E-06	1.524E-05	68	7.818E-06	1.168E-05	69	7.497E-06	9.624E-06
70	4.782E-06	4.626E-06	71	1.965E-06	1.919E-06	72	-3.267E-07	2.706E-07
73	-1.450E-06	-1.140E-06	74	1.300E-06	-2.928E-06	75	4.022E-06	-4.979E-06
76	6.572E-06	-7.991E-06	77	7.734E-06	-1.199E-05	78	2.054E-05	6.424E-05
79	2.236E-05	5.534E-05	80	2.156E-05	5.014E-05	81	1.528E-05	3.770E-05
82	9.040E-06	3.085E-05	83	4.098E-06	2.636E-05	84	1.725E-06	2.132E-05
85	6.940E-06	1.496E-05	86	1.185E-05	9.492E-06	87	1.647E-05	2.822E-06
88	1.904E-05	-4.793E-06	89	5.338E-05	1.554E-04	90	5.573E-05	1.365E-04
91	5.332E-05	1.252E-04	92	3.837E-05	9.817E-05	93	2.388E-05	8.425E-05
94	1.289E-05	7.687E-05	95	1.018E-05	6.889E-05	96	2.165E-05	5.256E-05
97	2.905E-05	3.982E-05	98	3.469E-05	2.710E-05	99	3.811E-05	1.514E-05
100	1.205E-04	2.678E-04	101	1.218E-04	2.380E-04	102	1.172E-04	2.184E-04
103	8.464E-05	1.671E-04	104	4.741E-05	1.442E-04	105	1.918E-05	1.386E-04
106	2.550E-05	1.393E-04	107	5.674E-05	1.020E-04	108	6.234E-05	7.764E-05
109	6.250E-05	5.917E-05	110	6.356E-05	4.581E-05	111	2.081E-04	2.823E-04
112	2.059E-04	2.568E-04	113	2.057E-04	2.390E-04	114	1.532E-04	1.859E-04
115	7.165E-05	1.626E-04	116	9.776E-06	1.603E-04	117	4.481E-05	1.673E-04
118	1.152E-04	1.223E-04	119	1.059E-04	9.505E-05	120	8.967E-05	7.777E-05
121	8.335E-05	6.825E-05	122	2.182E-04	2.694E-04	123	2.189E-04	2.512E-04
124	2.214E-04	2.343E-04	125	1.660E-04	1.814E-04	126	7.638E-05	1.588E-04
127	9.044E-06	1.577E-04	128	4.901E-05	1.673E-04	129	1.256E-04	1.216E-04
130	1.146E-04	9.440E-05	131	9.448E-05	7.764E-05	132	8.626E-05	7.045E-05
133	7.675E-05	-2.701E-04	134	8.324E-05	-2.584E-04	135	9.081E-05	-2.473E-04
136	8.836E-05	-2.078E-04	137	6.955E-05	-1.838E-04	138	5.114E-05	-1.685E-04
139	5.160E-05	-1.522E-04	140	6.679E-05	-1.184E-04	141	6.719E-05	-9.820E-05
142	6.130E-05	-8.186E-05	143	5.777E-05	-7.297E-05	144	6.989E-05	-2.658E-04
145	7.532E-05	-2.525E-04	146	8.004E-05	-2.418E-04	147	7.768E-05	-2.053E-04
148	6.190E-05	-1.820E-04	149	4.626E-05	-1.666E-04	150	4.586E-05	-1.483E-04

151	5.915E-05	-1.162E-04	152	6.008E-05	-9.678E-05	153	5.635E-05	-8.113E-05
154	5.437E-05	-7.126E-05	155	3.525E-05	-1.899E-04	156	3.946E-05	-1.784E-04
157	4.004E-05	-1.705E-04	158	3.706E-05	-1.477E-04	159	3.087E-05	-1.320E-04
160	2.472E-05	-1.196E-04	161	2.258E-05	-1.023E-04	162	2.853E-05	-8.110E-05
163	3.200E-05	-6.819E-05	164	3.495E-05	-5.665E-05	165	3.778E-05	-4.712E-05
166	1.245E-05	-9.429E-05	167	1.574E-05	-8.762E-05	168	1.625E-05	-8.342E-05
169	1.451E-05	-7.209E-05	170	1.163E-05	-6.412E-05	171	8.977E-06	-5.724E-05
172	7.695E-06	-4.714E-05	173	1.134E-05	-3.673E-05	174	1.505E-05	-3.013E-05
175	1.899E-05	-2.325E-05	176	2.203E-05	-1.607E-05	177	2.693E-06	-3.101E-05
178	4.490E-06	-2.828E-05	179	4.850E-06	-2.654E-05	180	4.073E-06	-2.175E-05
181	2.571E-06	-1.847E-05	182	1.240E-06	-1.572E-05	183	8.394E-07	-1.185E-05
184	3.534E-06	-7.831E-06	185	6.275E-06	-4.880E-06	186	9.123E-06	-1.242E-06
187	1.097E-05	3.191E-06	188	-1.882E-07	-1.729E-06	189	4.510E-07	-9.528E-07
190	5.684E-07	-4.275E-07	191	1.352E-07	1.090E-06	192	-6.138E-07	2.042E-06
193	-1.246E-06	2.698E-06	194	-1.231E-06	3.402E-06	195	5.535E-07	4.401E-06
196	2.201E-06	5.538E-06	197	3.770E-06	7.262E-06	198	4.520E-06	9.626E-06
199	-5.059E-07	6.656E-06	200	-4.624E-07	6.726E-06	201	-4.988E-07	6.788E-06
202	-8.087E-07	6.986E-06	203	-1.162E-06	7.021E-06	204	-1.424E-06	6.904E-06
205	-1.294E-06	6.529E-06	206	-2.878E-07	6.447E-06	207	5.330E-07	6.790E-06
208	1.211E-06	7.501E-06	209	1.345E-06	8.577E-06	210	-2.423E-07	6.072E-06
211	-3.877E-07	5.989E-06	212	-4.696E-07	5.936E-06	213	-6.948E-07	5.769E-06
214	-8.551E-07	5.573E-06	215	-9.485E-07	5.307E-06	216	-8.334E-07	4.800E-06
217	-3.576E-07	4.503E-06	218	-2.806E-08	4.551E-06	219	1.792E-07	4.782E-06
220	8.550E-08	5.169E-06	221	-3.733E-08	3.395E-06	222	-1.751E-07	3.332E-06
223	-2.431E-07	3.283E-06	224	-3.865E-07	3.112E-06	225	-4.566E-07	2.938E-06
226	-4.843E-07	2.735E-06	227	-4.175E-07	2.381E-06	228	-2.372E-07	2.146E-06
229	-1.440E-07	2.113E-06	230	-1.253E-07	2.150E-06	231	-2.386E-07	2.228E-06
232	2.784E-08	1.382E-06	233	-4.698E-08	1.358E-06	234	-8.473E-08	1.334E-06
235	-1.585E-07	1.234E-06	236	-1.852E-07	1.130E-06	237	-1.905E-07	1.014E-06
238	-1.624E-07	8.197E-07	239	-1.194E-07	6.816E-07	240	-1.163E-07	6.408E-07
241	-1.460E-07	6.182E-07	242	-2.113E-07	5.955E-07	243	2.764E-08	5.233E-07
244	5.690E-09	5.159E-07	245	-7.567E-09	5.049E-07	246	-3.131E-08	4.527E-07
247	-3.512E-08	3.960E-07	248	-3.153E-08	3.321E-07	249	-2.420E-08	2.238E-07
250	-3.665E-08	1.391E-07	251	-6.200E-08	1.050E-07	252	-9.601E-08	7.708E-08
253	-1.209E-07	4.530E-08	254	2.903E-08	3.901E-07	255	2.771E-08	3.850E-07
256	2.855E-08	3.766E-07	257	3.089E-08	3.360E-07	258	4.098E-08	2.908E-07
259	5.022E-08	2.382E-07	260	5.013E-08	1.463E-07	261	1.823E-08	6.918E-08
262	-2.048E-08	3.556E-08	263	-6.169E-08	1.107E-08	264	-8.210E-08	-1.087E-08

SUM OF FORCES (FOSUM) = 434.5

SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 434.5

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1	0.000	0.216	0.000	0.108	0.216	0.000
2	2	0.000	0.045	0.000	0.022	0.045	0.000
3	1	0.000	0.310	0.000	0.155	0.310	0.000
3	2	0.000	0.064	0.000	0.032	0.064	0.000
4	1	0.000	0.342	0.000	0.171	0.342	0.000
4	2	0.000	0.071	0.000	0.035	0.071	0.000
5	1	0.000	0.253	0.000	0.127	0.253	0.000
5	2	0.000	0.052	0.000	0.026	0.052	0.000
6	1	0.000	0.169	0.000	0.084	0.169	0.000
6	2	0.000	0.035	0.000	0.017	0.035	0.000
7	1	0.000	0.141	0.000	0.070	0.141	0.000
7	2	0.000	0.029	0.000	0.014	0.029	0.000
8	1	0.000	0.361	0.000	0.180	0.361	0.000
8	2	0.000	0.074	0.000	0.037	0.074	0.000

9	1	0.000	0.517	0.000	0.258	0.517	0.000
9	2	0.000	0.106	0.000	0.053	0.106	0.000
10	1	0.000	0.533	0.000	0.267	0.533	0.000
10	2	0.000	0.110	0.000	0.055	0.110	0.000
11	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1	-1.438	0.000	0.000	0.719	0.000	-1.438
12	2	-0.296	0.000	0.000	0.148	0.000	-0.296
13	1	-1.592	0.305	0.080	0.952	0.309	-1.596
13	2	-0.325	0.046	0.016	0.186	0.047	-0.325
14	1	-1.630	0.411	-0.085	1.024	0.415	-1.634
14	2	-0.331	0.067	-0.017	0.200	0.068	-0.332
15	1	-1.631	0.424	-0.461	1.126	0.523	-1.730
15	2	-0.331	0.070	-0.090	0.220	0.089	-0.351
16	1	-1.539	0.269	-0.716	1.153	0.518	-1.788
16	2	-0.314	0.039	-0.140	0.225	0.088	-0.363
17	1	-1.385	0.092	-0.882	1.150	0.504	-1.797
17	2	-0.284	0.004	-0.172	0.225	0.085	-0.365
18	1	-1.057	-0.117	-0.900	1.015	0.428	-1.602
18	2	-0.219	-0.035	-0.176	0.198	0.071	-0.325
19	1	-0.815	0.003	-0.632	0.753	0.347	-1.159
19	2	-0.168	-0.008	-0.123	0.147	0.059	-0.235
20	1	-0.765	0.187	-0.436	0.646	0.357	-0.935
20	2	-0.156	0.030	-0.085	0.126	0.064	-0.189
21	1	-0.748	0.267	-0.312	0.596	0.355	-0.836
21	2	-0.151	0.047	-0.061	0.116	0.064	-0.168
22	1	-0.536	0.000	0.000	0.268	0.000	-0.536
22	2	-0.110	0.000	0.000	0.055	0.000	-0.110
23	1	-7.543	0.000	0.000	3.771	0.000	-7.543
23	2	-1.553	0.000	0.000	0.777	0.000	-1.553
24	1	-7.632	0.279	0.417	3.977	0.301	-7.653
24	2	-1.569	-0.024	0.081	0.777	-0.019	-1.573
25	1	-7.722	0.383	0.159	4.056	0.386	-7.726
25	2	-1.586	-0.003	0.031	0.792	-0.003	-1.587
26	1	-7.838	0.324	-0.546	4.117	0.361	-7.874
26	2	-1.611	-0.016	-0.107	0.804	-0.009	-1.618
27	1	-7.714	0.001	-1.059	4.001	0.144	-7.857
27	2	-1.589	-0.082	-0.207	0.781	-0.054	-1.616
28	1	-7.399	-0.474	-1.413	3.739	-0.197	-7.676
28	2	-1.529	-0.176	-0.276	0.730	-0.122	-1.583
29	1	-6.617	-1.252	-1.472	3.060	-0.874	-6.995
29	2	-1.376	-0.328	-0.288	0.598	-0.254	-1.450
30	1	-6.019	-1.456	-0.821	2.425	-1.313	-6.163
30	2	-1.255	-0.364	-0.160	0.474	-0.336	-1.283
31	1	-5.941	-1.146	-0.374	2.427	-1.117	-5.970
31	2	-1.236	-0.299	-0.073	0.474	-0.293	-1.241
32	1	-6.091	-0.577	-0.064	2.758	-0.576	-6.092
32	2	-1.261	-0.183	-0.012	0.539	-0.183	-1.261
33	1	-6.182	0.000	0.000	3.091	0.000	-6.182
33	2	-1.273	0.000	0.000	0.636	0.000	-1.273
34	1	-12.668	0.000	0.000	6.334	0.000	-12.668
34	2	-2.609	0.000	0.000	1.305	0.000	-2.609
35	1	-12.844	0.616	1.416	6.878	0.764	-12.991
35	2	-2.638	-0.009	0.277	1.343	0.019	-2.667
36	1	-13.194	0.939	1.023	7.140	1.013	-13.268
36	2	-2.707	0.053	0.200	1.395	0.068	-2.721
37	1	-14.055	1.103	-0.204	7.582	1.105	-14.058
37	2	-2.883	0.078	-0.040	1.481	0.078	-2.883

38	1	-14.379	0.475	-1.303	7.540	0.588	-14.492
38	2	-2.956	-0.055	-0.255	1.473	-0.033	-2.978
39	1	-14.305	-0.657	-2.139	7.151	-0.330	-14.632
39	2	-2.953	-0.287	-0.418	1.397	-0.223	-3.017
40	1	-13.606	-2.927	-2.392	5.851	-2.415	-14.117
40	2	-2.833	-0.747	-0.467	1.143	-0.647	-2.933
41	1	-13.165	-4.216	-0.946	4.573	-4.117	-13.264
41	2	-2.756	-1.008	-0.185	0.893	-0.989	-2.775
42	1	-13.451	-3.833	0.234	4.814	-3.828	-13.456
42	2	-2.811	-0.932	0.046	0.940	-0.931	-2.812
43	1	-14.258	-2.386	1.268	6.070	-2.252	-14.392
43	2	-2.961	-0.643	0.248	1.186	-0.617	-2.988
44	1	-15.168	0.000	0.000	7.584	0.000	-15.168
44	2	-3.123	0.000	0.000	1.562	0.000	-3.123
45	1	-5.178	0.000	0.000	2.589	0.000	-5.178
45	2	-1.068	0.000	0.000	0.534	0.000	-1.068
46	1	-6.066	2.373	4.802	6.392	4.545	-8.239
46	2	-1.224	0.424	0.938	1.248	0.849	-1.648
47	1	-7.303	3.666	4.228	6.925	5.106	-8.743
47	2	-1.465	0.677	0.826	1.352	0.959	-1.746
48	1	-10.730	5.062	2.064	8.161	5.327	-10.995
48	2	-2.156	0.928	0.403	1.594	0.980	-2.208
49	1	-12.785	4.007	-0.244	8.400	4.011	-12.789
49	2	-2.590	0.690	-0.048	1.641	0.690	-2.591
50	1	-14.072	1.491	-2.133	8.069	1.778	-14.359
50	2	-2.882	0.158	-0.417	1.576	0.214	-2.938
51	1	-15.058	-4.221	-2.971	6.179	-3.460	-15.819
51	2	-3.146	-1.029	-0.580	1.207	-0.880	-3.294
52	1	-16.243	-8.438	-0.170	3.906	-8.435	-16.246
52	2	-3.434	-1.910	-0.033	0.763	-1.909	-3.435
53	1	-17.778	-8.460	2.449	5.263	-7.856	-18.382
53	2	-3.751	-1.931	0.478	1.028	-1.813	-3.869
54	1	-20.193	-5.787	5.071	8.809	-4.181	-21.799
54	2	-4.220	-1.406	0.990	1.721	-1.092	-4.533
55	1	-22.874	0.000	0.000	11.437	0.000	-22.874
55	2	-4.711	0.000	0.000	2.355	0.000	-4.711
56	1	36.974	0.000	0.000	18.487	36.974	0.000
56	2	7.609	0.000	0.000	3.804	7.609	0.000
57	1	33.845	7.830	14.998	19.853	40.691	0.985
57	2	7.053	1.972	2.929	3.878	8.390	0.635
58	1	30.355	11.920	13.951	16.721	37.859	4.417
58	2	6.378	2.777	2.725	3.266	7.843	1.311
59	1	20.439	16.869	9.645	9.809	28.463	8.845
59	2	4.388	3.691	1.884	1.916	5.955	2.124
60	1	13.944	15.080	4.850	4.883	19.396	9.629
60	2	3.032	3.253	0.947	0.954	4.096	2.189
61	1	8.922	9.735	0.820	0.915	10.244	8.414
61	2	1.941	2.099	0.160	0.179	2.199	1.841
62	1	2.664	-3.114	-1.374	3.199	2.974	-3.425
62	2	0.516	-0.613	-0.268	0.625	0.576	-0.674
63	1	-3.507	-13.787	3.448	6.189	-2.457	-14.836
63	2	-0.868	-2.876	0.673	1.209	-0.664	-3.081
64	1	-8.156	-15.369	8.379	9.122	-2.640	-20.885
64	2	-1.843	-3.251	1.637	1.782	-0.765	-4.329
65	1	-13.951	-11.363	13.697	13.758	1.101	-26.415
65	2	-2.994	-2.488	2.675	2.687	-0.054	-5.428
66	1	-20.023	0.000	0.000	10.012	0.000	-20.023
66	2	-4.124	0.000	0.000	2.062	0.000	-4.124

67	1	146.234	0.000	0.000	73.117	146.234	0.000
67	2	30.106	0.000	0.000	15.053	30.106	0.000
68	1	135.657	21.662	42.013	70.808	149.468	7.851
68	2	28.165	5.901	8.206	13.830	30.863	3.203
69	1	127.299	32.256	38.951	61.445	141.222	18.333
69	2	26.557	7.994	7.608	12.001	29.276	5.274
70	1	104.452	44.728	28.653	41.385	115.975	33.204
70	2	21.984	10.319	5.596	8.083	24.235	8.069
71	1	89.334	40.978	18.565	30.484	95.640	34.673
71	2	18.831	9.387	3.626	5.954	20.063	8.155
72	1	76.708	29.798	10.377	25.648	78.901	27.605
72	2	16.113	6.950	2.027	5.009	16.541	6.522
73	1	59.051	3.185	5.871	28.543	59.661	2.574
73	2	12.194	1.283	1.147	5.575	12.313	1.163
74	1	41.837	-19.466	14.043	33.715	44.901	-22.530
74	2	8.409	-3.565	2.743	6.585	9.007	-4.163
75	1	30.742	-24.370	22.107	35.328	38.514	-32.142
75	2	6.072	-4.692	4.318	6.900	7.590	-6.210
76	1	18.758	-19.298	31.007	36.380	36.110	-36.650
76	2	3.658	-3.775	6.056	7.105	7.047	-7.164
77	1	6.099	0.000	0.000	3.049	6.099	0.000
77	2	1.253	0.000	0.000	0.626	1.253	0.000
78	1	361.317	0.000	0.000	180.659	361.317	0.000
78	2	74.401	0.000	0.000	37.201	74.401	0.000
79	1	331.142	53.624	104.750	173.858	366.241	18.525
79	2	68.760	14.558	20.459	33.957	75.616	7.702
80	1	312.864	79.245	97.585	152.208	348.263	43.847
80	2	65.268	19.640	19.060	29.728	72.182	12.726
81	1	265.246	105.250	71.693	107.422	292.670	77.825
81	2	55.739	24.489	14.003	20.981	61.095	19.133
82	1	235.666	95.288	48.211	85.152	250.628	80.325
82	2	49.541	22.124	9.416	16.631	52.464	19.202
83	1	211.518	70.331	30.148	76.762	217.686	64.163
83	2	44.304	16.728	5.888	14.993	45.509	15.524
84	1	175.772	14.948	24.837	84.160	179.520	11.199
84	2	36.355	4.944	4.851	16.438	37.087	4.212
85	1	138.378	-26.844	42.464	92.886	148.652	-37.119
85	2	28.211	-4.059	8.294	18.142	30.218	-6.066
86	1	113.157	-34.592	53.544	91.238	130.521	-51.956
86	2	22.935	-5.922	10.458	17.820	26.326	-9.314
87	1	88.805	-27.924	62.552	85.552	115.993	-55.112
87	2	17.991	-4.808	12.217	16.709	23.301	-10.118
88	1	66.101	0.000	0.000	33.050	66.101	0.000
88	2	13.609	0.000	0.000	6.804	13.609	0.000
89	1	626.035	0.000	0.000	313.018	626.035	0.000
89	2	128.935	0.000	0.000	64.467	128.935	0.000
90	1	555.583	111.145	223.984	315.515	648.879	17.848
90	2	115.589	28.785	43.747	61.624	133.811	10.563
91	1	517.966	158.432	212.144	278.067	616.266	60.131
91	2	108.345	38.123	41.434	54.310	127.544	18.924
92	1	433.458	216.824	153.701	188.033	513.174	137.108
92	2	91.562	49.251	30.020	36.725	107.132	33.682
93	1	383.338	196.694	89.798	129.509	419.526	160.507
93	2	81.028	44.574	17.539	25.295	88.096	37.506
94	1	361.937	131.893	41.260	122.199	369.114	124.717
94	2	75.933	31.002	8.059	23.867	77.334	29.601
95	1	325.672	4.485	54.874	169.710	334.788	-4.631
95	2	67.112	4.381	10.718	33.146	68.893	2.600

96	1	257.066	-45.750	107.976	185.966	291.624	-80.308
96	2	52.451	-6.692	21.089	36.321	59.201	-13.442
97	1	203.942	-36.039	112.871	164.735	248.686	-80.784
97	2	41.615	-5.257	22.045	32.175	50.354	-13.996
98	1	164.634	-22.984	106.389	141.840	212.666	-71.015
98	2	33.659	-2.985	20.779	27.703	43.040	-12.366
99	1	138.170	0.000	0.000	69.085	138.170	0.000
99	2	28.457	0.000	0.000	14.228	28.457	0.000
100	1	619.934	0.000	0.000	309.967	619.934	0.000
100	2	127.721	0.000	0.000	63.861	127.721	0.000
101	1	557.432	132.706	365.223	422.476	767.545	-77.406
101	2	116.199	33.245	71.333	82.515	157.237	-7.793
102	1	523.262	235.228	378.080	404.581	783.826	-25.336
102	2	110.251	53.994	73.844	79.020	161.142	3.103
103	1	370.403	417.030	283.860	284.816	678.532	108.900
103	2	80.703	89.810	55.441	55.628	140.884	29.628
104	1	324.385	429.641	118.124	129.318	506.331	247.695
104	2	71.360	91.918	23.071	25.257	106.897	56.382
105	1	331.797	221.337	-5.930	55.548	332.115	221.020
105	2	70.676	49.101	-1.158	10.849	70.738	49.039
106	1	410.733	-172.362	84.801	303.630	422.815	-184.445
106	2	82.751	-31.134	16.563	59.303	85.111	-33.494
107	1	238.115	-81.784	227.042	277.726	355.891	-199.561
107	2	48.166	-14.314	44.344	54.243	71.169	-37.317
108	1	183.729	20.039	188.692	205.678	307.562	-103.794
108	2	38.047	6.077	36.854	40.171	62.234	-18.109
109	1	168.936	29.830	134.065	151.033	250.416	-51.650
109	2	35.105	7.936	26.184	29.499	51.019	-7.978
110	1	179.535	0.000	0.000	89.768	179.535	0.000
110	2	36.998	0.000	0.000	18.499	36.998	0.000
111	1	-605.974	0.000	0.000	302.987	0.000	-605.974
111	2	-125.115	0.000	0.000	62.557	0.000	-125.115
112	1	-316.445	-41.476	321.573	349.730	170.770	-528.690
112	2	-65.605	-11.900	62.807	68.307	29.554	-107.059
113	1	-261.235	-40.369	363.255	379.670	228.868	-530.472
113	2	-54.224	-11.086	70.948	74.154	41.499	-106.809
114	1	29.260	832.114	294.240	497.716	928.403	-67.028
114	2	14.858	171.666	57.469	97.210	190.472	-3.948
115	1	65.617	820.068	106.390	391.941	834.784	50.901
115	2	22.217	169.571	20.779	76.551	172.445	19.343
116	1	3.898	438.471	-29.846	219.327	440.511	1.858
116	2	5.457	90.335	-5.829	42.837	90.733	5.059
117	1	-278.408	-897.204	92.000	322.786	-265.020	-910.592
117	2	-66.856	-187.714	17.969	63.044	-64.241	-190.329
118	1	-30.513	13.369	251.021	251.978	243.406	-260.549
118	2	-6.141	2.429	49.027	49.214	47.358	-51.071
119	1	32.721	191.020	195.474	210.890	322.761	-99.019
119	2	8.766	39.684	38.178	41.189	65.414	-16.965
120	1	48.666	144.060	112.237	121.952	218.314	-25.589
120	2	11.551	30.182	21.921	23.819	44.685	-2.952
121	1	93.811	0.000	0.000	46.905	93.811	0.000
121	2	19.355	0.000	0.000	9.677	19.355	0.000
122	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
122	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123	1	0.000	-99.860	271.695	276.245	226.315	-326.174
123	2	0.000	-20.764	53.065	54.071	43.689	-64.454
124	1	0.000	-29.649	351.441	351.754	336.929	-366.579
124	2	0.000	-6.093	68.641	68.708	65.662	-71.755

125	1	0.000	915.094	287.223	540.228	997.775	-82.681
125	2	0.000	188.447	56.098	109.659	203.882	-15.435
126	1	0.000	921.860	100.801	471.823	932.753	-10.893
126	2	0.000	189.870	19.688	96.955	191.890	-2.020
127	1	0.000	472.775	-25.636	237.774	474.161	-1.386
127	2	0.000	97.341	-5.007	48.928	97.598	-0.257
128	1	0.000	-997.238	91.007	506.856	8.237	-1005.475
128	2	0.000	-205.414	17.775	104.234	1.527	-206.940
129	1	0.000	26.069	235.841	236.201	249.236	-223.167
129	2	0.000	5.348	46.063	46.140	48.814	-43.466
130	1	0.000	248.400	192.449	229.047	353.247	-104.847
130	2	0.000	51.187	37.588	45.474	71.067	-19.880
131	1	0.000	183.978	102.118	137.441	229.430	-45.452
131	2	0.000	37.910	19.945	27.515	46.471	-8.560
132	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1005.475 (NODE 128)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -606.0 (NODE 111)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 626.0 (NODE 89)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -997.2 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 921.9 (NODE 126)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -206.940 (NODE 128)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -125.1 (NODE 111)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 128.9 (NODE 89)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -205.4 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 189.9 (NODE 126)

PERIOD 1 LOAD GROUP 2 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.00507	2	-0.00507	3	-0.00507	4	-0.00508	5	-0.00509
6	-0.00512	7	-0.00518	8	-0.00523	9	-0.00525	10	-0.00526
11	-0.00526	12	-0.00488	13	-0.00488	14	-0.00487	15	-0.00488
16	-0.00489	17	-0.00493	18	-0.00499	19	-0.00505	20	-0.00507
21	-0.00507	22	-0.00507	23	-0.00462	24	-0.00459	25	-0.00458
26	-0.00455	27	-0.00456	28	-0.00459	29	-0.00468	30	-0.00475
31	-0.00476	32	-0.00475	33	-0.00473	34	-0.00460	35	-0.00451
36	-0.00445	37	-0.00433	38	-0.00429	39	-0.00431	40	-0.00440
41	-0.00447	42	-0.00445	43	-0.00439	44	-0.00429	45	-0.00543
46	-0.00517	47	-0.00501	48	-0.00463	49	-0.00445	50	-0.00437
51	-0.00439	52	-0.00437	53	-0.00427	54	-0.00407	55	-0.00381
56	-0.00835	57	-0.00768	58	-0.00727	59	-0.00628	60	-0.00576
61	-0.00544	62	-0.00520	63	-0.00490	64	-0.00455	65	-0.00406
66	-0.00346	67	-0.01511	68	-0.01358	69	-0.01264	70	-0.01038
71	-0.00916	72	-0.00840	73	-0.00765	74	-0.00666	75	-0.00579
76	-0.00472	77	-0.00352	78	-0.02759	79	-0.02438	80	-0.02242
81	-0.01770	82	-0.01524	83	-0.01391	84	-0.01267	85	-0.01026
86	-0.00830	87	-0.00622	88	-0.00412	89	-0.04128	90	-0.03608
91	-0.03295	92	-0.02522	93	-0.02144	94	-0.01974	95	-0.01859
96	-0.01427	97	-0.01107	98	-0.00794	99	-0.00494	100	-0.04765
101	-0.04181	102	-0.03827	103	-0.02980	104	-0.02551	105	-0.02336
106	-0.02139	107	-0.01683	108	-0.01319	109	-0.00949	110	-0.00588
111	-0.05449	112	-0.04762	113	-0.04344	114	-0.03322	115	-0.02845
116	-0.02667	117	-0.02577	118	-0.01979	119	-0.01536	120	-0.01121

121	-0.00734	122	-0.05562	123	-0.04862	124	-0.04433	125	-0.03378
126	-0.02894	127	-0.02729	128	-0.02670	129	-0.02043	130	-0.01583
131	-0.01160	132	-0.00771	133	-0.03834	134	-0.03593	135	-0.03427
136	-0.02937	137	-0.02611	138	-0.02369	139	-0.02058	140	-0.01665
141	-0.01408	142	-0.01158	143	-0.00930	144	-0.03442	145	-0.03221
146	-0.03073	147	-0.02644	148	-0.02356	149	-0.02138	150	-0.01854
151	-0.01509	152	-0.01281	153	-0.01056	154	-0.00844	155	-0.01859
156	-0.01741	157	-0.01664	158	-0.01455	159	-0.01314	160	-0.01202
161	-0.01050	162	-0.00887	163	-0.00773	164	-0.00646	165	-0.00508
166	-0.00908	167	-0.00860	168	-0.00828	169	-0.00742	170	-0.00687
171	-0.00644	172	-0.00591	173	-0.00533	174	-0.00484	175	-0.00421
176	-0.00344	177	-0.00502	178	-0.00487	179	-0.00477	180	-0.00449
181	-0.00434	182	-0.00426	183	-0.00420	184	-0.00409	185	-0.00392
186	-0.00364	187	-0.00327	188	-0.00401	189	-0.00399	190	-0.00397
191	-0.00392	192	-0.00392	193	-0.00395	194	-0.00404	195	-0.00408
196	-0.00404	197	-0.00394	198	-0.00379	199	-0.00420	200	-0.00421
201	-0.00421	202	-0.00423	203	-0.00426	204	-0.00431	205	-0.00441
206	-0.00447	207	-0.00447	208	-0.00445	209	-0.00440	210	-0.00463
211	-0.00463	212	-0.00464	213	-0.00466	214	-0.00469	215	-0.00472
216	-0.00478	217	-0.00483	218	-0.00484	219	-0.00484	220	-0.00484
221	-0.00493	222	-0.00493	223	-0.00493	224	-0.00495	225	-0.00496
226	-0.00498	227	-0.00501	228	-0.00504	229	-0.00504	230	-0.00505
231	-0.00506	232	-0.00508	233	-0.00508	234	-0.00508	235	-0.00508
236	-0.00509	237	-0.00510	238	-0.00511	239	-0.00512	240	-0.00512
241	-0.00513	242	-0.00514	243	-0.00513	244	-0.00513	245	-0.00513
246	-0.00513	247	-0.00513	248	-0.00514	249	-0.00514	250	-0.00514
251	-0.00514	252	-0.00514	253	-0.00515	254	-0.00516	255	-0.00516
256	-0.00515	257	-0.00515	258	-0.00515	259	-0.00515	260	-0.00515
261	-0.00514	262	-0.00514	263	-0.00515	264	-0.00515		

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.00507	2	0.00507	3	0.00507	4	0.00508	5	0.00509
6	0.00512	7	0.00518	8	0.00523	9	0.00525	10	0.00526
11	0.00526	12	0.00488	13	0.00488	14	0.00487	15	0.00488
16	0.00489	17	0.00493	18	0.00499	19	0.00505	20	0.00507
21	0.00507	22	0.00507	23	0.00462	24	0.00459	25	0.00458
26	0.00455	27	0.00456	28	0.00459	29	0.00468	30	0.00475
31	0.00476	32	0.00475	33	0.00473	34	0.00460	35	0.00451
36	0.00445	37	0.00433	38	0.00429	39	0.00431	40	0.00440
41	0.00447	42	0.00445	43	0.00439	44	0.00429	45	0.00543
46	0.00517	47	0.00501	48	0.00463	49	0.00445	50	0.00437
51	0.00439	52	0.00437	53	0.00427	54	0.00407	55	0.00381
56	0.00835	57	0.00768	58	0.00727	59	0.00628	60	0.00576
61	0.00544	62	0.00520	63	0.00490	64	0.00455	65	0.00406
66	0.00346	67	0.01511	68	0.01358	69	0.01264	70	0.01038
71	0.00916	72	0.00840	73	0.00765	74	0.00666	75	0.00579
76	0.00472	77	0.00352	78	0.02759	79	0.02438	80	0.02242
81	0.01770	82	0.01524	83	0.01391	84	0.01267	85	0.01026
86	0.00830	87	0.00622	88	0.00412	89	0.04128	90	0.03608
91	0.03295	92	0.02522	93	0.02144	94	0.01974	95	0.01859
96	0.01427	97	0.01107	98	0.00794	99	0.00494	100	0.04765
101	0.04181	102	0.03827	103	0.02980	104	0.02551	105	0.02336
106	0.02139	107	0.01683	108	0.01319	109	0.00949	110	0.00588
111	0.05449	112	0.04762	113	0.04344	114	0.03322	115	0.02845
116	0.02667	117	0.02577	118	0.01979	119	0.01536	120	0.01121
121	0.00734	122	0.05562	123	0.04862	124	0.04433	125	0.03378
126	0.02894	127	0.02729	128	0.02670	129	0.02043	130	0.01583
131	0.01160	132	0.00771	133	0.03834	134	0.03593	135	0.03427

136	0.02937	137	0.02611	138	0.02369	139	0.02058	140	0.01665
141	0.01408	142	0.01158	143	0.00930	144	0.03442	145	0.03221
146	0.03073	147	0.02644	148	0.02356	149	0.02138	150	0.01854
151	0.01509	152	0.01281	153	0.01056	154	0.00844	155	0.01859
156	0.01741	157	0.01664	158	0.01455	159	0.01314	160	0.01202
161	0.01050	162	0.00887	163	0.00773	164	0.00646	165	0.00508
166	0.00908	167	0.00860	168	0.00828	169	0.00742	170	0.00687
171	0.00644	172	0.00591	173	0.00533	174	0.00484	175	0.00421
176	0.00344	177	0.00502	178	0.00487	179	0.00477	180	0.00449
181	0.00434	182	0.00426	183	0.00420	184	0.00409	185	0.00392
186	0.00364	187	0.00327	188	0.00401	189	0.00399	190	0.00397
191	0.00392	192	0.00392	193	0.00395	194	0.00404	195	0.00408
196	0.00404	197	0.00394	198	0.00379	199	0.00420	200	0.00421
201	0.00421	202	0.00423	203	0.00426	204	0.00431	205	0.00441
206	0.00447	207	0.00447	208	0.00445	209	0.00440	210	0.00463
211	0.00463	212	0.00464	213	0.00466	214	0.00469	215	0.00472
216	0.00478	217	0.00483	218	0.00484	219	0.00484	220	0.00484
221	0.00493	222	0.00493	223	0.00493	224	0.00495	225	0.00496
226	0.00498	227	0.00501	228	0.00504	229	0.00504	230	0.00505
231	0.00506	232	0.00508	233	0.00508	234	0.00508	235	0.00508
236	0.00509	237	0.00510	238	0.00511	239	0.00512	240	0.00512
241	0.00513	242	0.00514	243	0.00513	244	0.00513	245	0.00513
246	0.00513	247	0.00513	248	0.00514	249	0.00514	250	0.00514
251	0.00514	252	0.00514	253	0.00515	254	0.00516	255	0.00516
256	0.00515	257	0.00515	258	0.00515	259	0.00515	260	0.00515
261	0.00514	262	0.00514	263	0.00515	264	0.00515		

FOR JOINT NO. 1 SHEAR (FAJ1) AND MOMENT (FAJ2) AT THE NODES ARE:

122	-5.9	0.0	123	-7.1	0.0	124	-8.2	0.0
125	-4.7	0.0	126	-2.7	0.0	127	-4.6	0.0
128	-9.9	0.0	129	-4.9	0.0	130	-1.6	0.0
131	0.0	0.0	132	0.8	0.0			

FOR JOINT NO. 1 SHEAR IN ONE DOWEL BAR (FAJPD) AT THE NODES IS:

122	-15.0	123	-11.1	124	-8.8	125	-3.8	126	-2.5
127	-3.1	128	-5.3	129	-3.3	130	-1.5	131	0.0
132	1.4								

FOR JOINT NO. 1 BEARING STRESS (BEARS) OF CONCRETE AND SHEAR STRESS (SHEARS) OF DOWELS AT THE NODES ARE:

122	-3.5	-3.0	123	-2.6	-2.2	124	-2.0	-1.7
125	-0.9	-0.8	126	-0.6	-0.5	127	-0.7	-0.6
128	-1.2	-1.1	129	-0.8	-0.6	130	-0.4	-0.3
131	0.0	0.0	132	0.3	0.3			

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	7.301	2	7.297	3	7.296	4	7.309	5	7.337
6	7.378	7	7.462	8	7.534	9	7.559	10	7.571
11	7.576	12	7.033	13	7.023	14	7.018	15	7.023
16	7.049	17	7.093	18	7.190	19	7.271	20	7.297
21	7.305	22	7.304	23	6.654	24	6.614	25	6.591
26	6.554	27	6.566	28	6.613	29	6.738	30	6.839
31	6.858	32	6.842	33	6.807	34	6.623	35	6.493
36	6.412	37	6.238	38	6.184	39	6.204	40	6.336
41	6.433	42	6.411	43	6.320	44	6.181	45	7.817
46	7.446	47	7.212	48	6.663	49	6.405	50	6.298
51	6.322	52	6.299	53	6.145	54	5.861	55	5.482
56	12.017	57	11.065	58	10.469	59	9.043	60	8.287

61	7.840	62	7.486	63	7.054	64	6.558	65	5.849
66	4.982	67	21.762	68	19.554	69	18.197	70	14.948
71	13.188	72	12.096	73	11.012	74	9.597	75	8.335
76	6.791	77	5.069	78	39.733	79	35.108	80	32.288
81	25.491	82	21.943	83	20.036	84	18.252	85	14.778
86	11.959	87	8.962	88	5.936	89	59.436	90	51.960
91	47.451	92	36.322	93	30.873	94	28.425	95	26.765
96	20.550	97	15.941	98	11.441	99	7.115	100	68.617
101	60.213	102	55.107	103	42.911	104	36.728	105	33.644
106	30.803	107	24.242	108	18.993	109	13.662	110	8.470
111	78.465	112	68.578	113	62.559	114	47.832	115	40.967
116	38.400	117	37.112	118	28.498	119	22.117	120	16.149
121	10.567	122	80.094	123	70.020	124	63.838	125	48.637
126	41.670	127	39.299	128	38.455	129	29.420	130	22.788
131	16.710	132	11.100	133	55.209	134	51.733	135	49.343
136	42.289	137	37.599	138	34.107	139	29.630	140	23.977
141	20.275	142	16.677	143	13.394	144	49.561	145	46.379
146	44.244	147	38.074	148	33.927	149	30.787	150	26.691
151	21.724	152	18.449	153	15.211	154	12.147	155	26.769
156	25.073	157	23.964	158	20.958	159	18.928	160	17.305
161	15.123	162	12.773	163	11.129	164	9.303	165	7.317
166	13.071	167	12.388	168	11.923	169	10.683	170	9.888
171	9.279	172	8.516	173	7.676	174	6.974	175	6.062
176	4.961	177	7.224	178	7.017	179	6.866	180	6.469
181	6.250	182	6.129	183	6.052	184	5.891	185	5.641
186	5.239	187	4.709	188	5.776	189	5.739	190	5.710
191	5.644	192	5.640	193	5.686	194	5.820	195	5.882
196	5.820	197	5.670	198	5.457	199	6.055	200	6.061
201	6.065	202	6.092	203	6.139	204	6.209	205	6.348
206	6.439	207	6.441	208	6.402	209	6.340	210	6.662
211	6.669	212	6.677	213	6.710	214	6.749	215	6.799
216	6.888	217	6.953	218	6.968	219	6.969	220	6.965
221	7.098	222	7.100	223	7.104	224	7.123	225	7.145
226	7.171	227	7.216	228	7.250	229	7.263	230	7.273
231	7.285	232	7.311	233	7.310	234	7.311	235	7.319
236	7.327	237	7.338	238	7.355	239	7.370	240	7.377
241	7.386	242	7.396	243	7.392	244	7.391	245	7.391
246	7.391	247	7.393	248	7.394	249	7.397	250	7.400
251	7.404	252	7.409	253	7.415	254	7.425	255	7.424
256	7.423	257	7.420	258	7.418	259	7.415	260	7.410
261	7.406	262	7.407	263	7.409	264	7.414		

NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	RORAT.X	ROTAT.Y
1	1.447E-07	-5.105E-06	2	7.898E-08	-5.192E-06	3	-2.121E-08	-5.241E-06
4	-4.198E-07	-5.368E-06	5	-7.386E-07	-5.398E-06	6	-9.642E-07	-5.346E-06
7	-1.031E-06	-5.147E-06	8	-6.632E-07	-4.984E-06	9	-3.858E-07	-4.971E-06
10	-1.565E-07	-5.021E-06	11	-7.371E-08	-5.100E-06	12	3.124E-07	-4.945E-06
13	2.599E-07	-5.161E-06	14	1.534E-07	-5.266E-06	15	-3.282E-07	-5.492E-06
16	-7.551E-07	-5.541E-06	17	-1.079E-06	-5.469E-06	18	-1.185E-06	-5.183E-06
19	-7.245E-07	-4.959E-06	20	-3.406E-07	-4.966E-06	21	-3.723E-08	-5.085E-06
22	5.063E-08	-5.310E-06	23	1.139E-06	-3.292E-06	24	1.150E-06	-3.951E-06
25	9.933E-07	-4.323E-06	26	1.542E-07	-5.174E-06	27	-6.504E-07	-5.518E-06
28	-1.290E-06	-5.567E-06	29	-1.570E-06	-5.250E-06	30	-7.523E-07	-5.053E-06
31	-1.000E-08	-5.251E-06	32	6.130E-07	-5.733E-06	33	7.855E-07	-6.474E-06
34	3.557E-06	4.398E-06	35	3.855E-06	2.561E-06	36	3.615E-06	1.491E-06
37	1.968E-06	-1.096E-06	38	3.012E-07	-2.430E-06	39	-1.057E-06	-3.137E-06
40	-1.770E-06	-3.468E-06	41	-2.697E-07	-3.934E-06	42	1.214E-06	-4.771E-06

43	2.549E-06	-6.150E-06	44	3.055E-06	-8.050E-06	45	1.014E-05	2.719E-05
46	1.103E-05	2.257E-05	47	1.058E-05	1.987E-05	48	7.175E-06	1.329E-05
49	3.730E-06	9.598E-06	50	9.130E-07	7.146E-06	51	-7.309E-07	4.673E-06
52	1.895E-06	2.045E-06	53	4.627E-06	-3.965E-07	54	7.197E-06	-3.683E-06
55	8.400E-06	-7.766E-06	56	2.649E-05	7.624E-05	57	2.805E-05	6.583E-05
58	2.692E-05	5.976E-05	59	1.952E-05	4.517E-05	60	1.240E-05	3.691E-05
61	6.696E-06	3.127E-05	62	3.449E-06	2.479E-05	63	8.153E-06	1.736E-05
64	1.273E-05	1.144E-05	65	1.691E-05	4.508E-06	66	1.901E-05	-3.128E-06
67	6.280E-05	1.550E-04	68	6.410E-05	1.346E-04	69	6.114E-05	1.224E-04
70	4.489E-05	9.325E-05	71	2.938E-05	7.775E-05	72	1.725E-05	6.889E-05
73	1.275E-05	5.950E-05	74	2.301E-05	4.309E-05	75	2.981E-05	3.049E-05
76	3.476E-05	1.771E-05	77	3.708E-05	5.525E-06	78	1.342E-04	2.309E-04
79	1.330E-04	2.005E-04	80	1.274E-04	1.808E-04	81	9.326E-05	1.308E-04
82	5.588E-05	1.077E-04	83	2.691E-05	1.001E-04	84	2.761E-05	9.812E-05
85	5.507E-05	6.757E-05	86	6.200E-05	4.627E-05	87	6.349E-05	2.801E-05
88	6.370E-05	1.291E-05	89	2.226E-04	1.602E-04	90	2.120E-04	1.394E-04
91	2.055E-04	1.269E-04	92	1.500E-04	9.777E-05	93	8.024E-05	8.314E-05
94	2.722E-05	7.569E-05	95	4.158E-05	6.815E-05	96	9.493E-05	5.183E-05
97	9.679E-05	3.884E-05	98	9.242E-05	2.579E-05	99	9.016E-05	1.361E-05
100	2.445E-04	9.655E-05	101	2.411E-04	8.369E-05	102	2.303E-04	7.633E-05
103	1.654E-04	5.928E-05	104	9.443E-05	5.252E-05	105	4.076E-05	5.140E-05
106	4.974E-05	5.205E-05	107	1.044E-04	4.075E-05	108	1.130E-04	3.242E-05
109	1.104E-04	2.511E-05	110	1.086E-04	1.839E-05	111	2.904E-04	9.465E-05
112	2.827E-04	8.173E-05	113	2.743E-04	7.270E-05	114	1.952E-04	4.632E-05
115	9.482E-05	4.033E-05	116	2.036E-05	5.003E-05	117	5.209E-05	7.278E-05
118	1.337E-04	4.988E-05	119	1.312E-04	3.635E-05	120	1.203E-04	3.017E-05
121	1.159E-04	2.770E-05	122	2.951E-04	8.397E-05	123	2.893E-04	7.498E-05
124	2.822E-04	6.636E-05	125	2.004E-04	4.009E-05	126	9.373E-05	3.492E-05
127	1.544E-05	4.657E-05	128	5.195E-05	7.324E-05	129	1.389E-04	4.938E-05
130	1.350E-04	3.566E-05	131	1.216E-04	2.998E-05	132	1.164E-04	2.906E-05
133	9.856E-05	-3.046E-04	134	1.061E-04	-2.895E-04	135	1.148E-04	-2.756E-04
136	1.101E-04	-2.266E-04	137	8.586E-05	-1.972E-04	138	6.201E-05	-1.784E-04
139	5.882E-05	-1.591E-04	140	7.569E-05	-1.217E-04	141	7.776E-05	-9.839E-05
142	7.207E-05	-7.874E-05	143	6.817E-05	-6.745E-05	144	8.988E-05	-2.997E-04
145	9.608E-05	-2.828E-04	146	1.014E-04	-2.693E-04	147	9.690E-05	-2.242E-04
148	7.647E-05	-1.955E-04	149	5.613E-05	-1.766E-04	150	5.230E-05	-1.550E-04
151	6.707E-05	-1.193E-04	152	6.942E-05	-9.689E-05	153	6.602E-05	-7.814E-05
154	6.382E-05	-6.583E-05	155	4.655E-05	-2.144E-04	156	5.106E-05	-1.999E-04
157	5.140E-05	-1.901E-04	158	4.671E-05	-1.618E-04	159	3.833E-05	-1.423E-04
160	2.998E-05	-1.272E-04	161	2.584E-05	-1.069E-04	162	3.234E-05	-8.284E-05
163	3.658E-05	-6.797E-05	164	4.015E-05	-5.437E-05	165	4.316E-05	-4.289E-05
166	1.773E-05	-1.072E-04	167	2.126E-05	-9.874E-05	168	2.158E-05	-9.343E-05
169	1.872E-05	-7.923E-05	170	1.469E-05	-6.935E-05	171	1.099E-05	-6.098E-05
172	8.741E-06	-4.908E-05	173	1.269E-05	-3.715E-05	174	1.692E-05	-2.955E-05
175	2.136E-05	-2.158E-05	176	2.456E-05	-1.321E-05	177	4.885E-06	-3.618E-05
178	6.810E-06	-3.256E-05	179	7.070E-06	-3.028E-05	180	5.658E-06	-2.416E-05
181	3.525E-06	-2.005E-05	182	1.657E-06	-1.668E-05	183	8.181E-07	-1.210E-05
184	3.753E-06	-7.515E-06	185	6.836E-06	-4.152E-06	186	9.999E-06	-7.263E-09
187	1.193E-05	5.025E-06	188	6.441E-07	-3.051E-06	189	1.326E-06	-1.894E-06
190	1.385E-06	-1.146E-06	191	6.108E-07	9.124E-07	192	-4.694E-07	2.162E-06
193	-1.375E-06	3.000E-06	194	-1.555E-06	3.833E-06	195	3.946E-07	4.927E-06
196	2.237E-06	6.186E-06	197	3.972E-06	8.101E-06	198	4.762E-06	1.072E-05
199	-2.052E-07	6.734E-06	200	-1.639E-07	6.949E-06	201	-2.361E-07	7.093E-06
202	-7.228E-07	7.473E-06	203	-1.239E-06	7.582E-06	204	-1.634E-06	7.477E-06
205	-1.589E-06	7.032E-06	206	-4.939E-07	6.882E-06	207	4.195E-07	7.229E-06
208	1.171E-06	7.986E-06	209	1.313E-06	9.145E-06	210	-1.297E-07	6.417E-06
211	-2.903E-07	6.383E-06	212	-3.938E-07	6.356E-06	213	-7.071E-07	6.236E-06
214	-9.432E-07	6.040E-06	215	-1.096E-06	5.743E-06	216	-1.020E-06	5.141E-06

217	-5.072E-07	4.755E-06218	-1.431E-07	4.776E-06219	8.766E-08	5.001E-06
220	-9.731E-09	5.398E-06221	1.211E-08	3.642E-06222	-1.389E-07	3.595E-06
223	-2.188E-07	3.553E-06224	-4.038E-07	3.387E-06225	-5.070E-07	3.199E-06
226	-5.601E-07	2.967E-06227	-5.118E-07	2.546E-06228	-3.231E-07	2.249E-06
229	-2.225E-07	2.190E-06230	-2.013E-07	2.209E-06231	-3.201E-07	2.275E-06
232	5.510E-08	1.503E-06233	-2.704E-08	1.483E-06234	-7.051E-08	1.460E-06
235	-1.626E-07	1.356E-06236	-2.029E-07	1.242E-06237	-2.187E-07	1.109E-06
238	-2.008E-07	8.772E-07239	-1.613E-07	7.033E-07240	-1.610E-07	6.455E-07
241	-1.947E-07	6.084E-07242	-2.635E-07	5.720E-07243	4.671E-08	5.802E-07
244	2.233E-08	5.740E-07245	6.881E-09	5.628E-07246	-2.370E-08	5.063E-07
247	-3.255E-08	4.425E-07248	-3.322E-08	3.684E-07249	-3.241E-08	2.394E-07
250	-5.282E-08	1.341E-07251	-8.436E-08	8.964E-08252	-1.242E-07	5.280E-08
253	-1.513E-07	1.240E-08254	4.669E-08	4.366E-07255	4.498E-08	4.316E-07
256	4.553E-08	4.225E-07257	4.579E-08	3.776E-07258	5.471E-08	3.261E-07
259	6.266E-08	2.650E-07260	5.764E-08	1.556E-07261	1.634E-08	6.078E-08
262	-3.071E-08	1.831E-08263	-8.017E-08	-1.302E-08264	-1.043E-07	-4.026E-08

SUM OF FORCES (FOSUM) = 554.0

SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 553.9

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1	0.000	1.914	0.000	0.957	1.914	0.000
2	2	0.000	0.397	0.000	0.199	0.397	0.000
3	1	0.000	2.668	0.000	1.334	2.668	0.000
3	2	0.000	0.550	0.000	0.275	0.550	0.000
4	1	0.000	3.501	0.000	1.751	3.501	0.000
4	2	0.000	0.722	0.000	0.361	0.722	0.000
5	1	0.000	2.916	0.000	1.458	2.916	0.000
5	2	0.000	0.601	0.000	0.301	0.601	0.000
6	1	0.000	1.616	0.000	0.808	1.616	0.000
6	2	0.000	0.333	0.000	0.166	0.333	0.000
7	1	0.000	-1.082	0.000	0.541	0.000	-1.082
7	2	0.000	-0.223	0.000	0.111	0.000	-0.223
8	1	0.000	-2.849	0.000	1.425	0.000	-2.849
8	2	0.000	-0.587	0.000	0.294	0.000	-0.587
9	1	0.000	-2.796	0.000	1.398	0.000	-2.796
9	2	0.000	-0.576	0.000	0.288	0.000	-0.576
10	1	0.000	-1.808	0.000	0.904	0.000	-1.808
10	2	0.000	-0.375	0.000	0.187	0.000	-0.375
11	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1	2.019	0.000	0.000	1.010	2.019	0.000
12	2	0.416	0.000	0.000	0.208	0.416	0.000
13	1	0.972	1.916	2.371	2.418	3.862	-0.974
13	2	0.220	0.405	0.463	0.472	0.785	-0.160
14	1	0.400	3.037	1.996	2.392	4.110	-0.674
14	2	0.115	0.630	0.390	0.467	0.839	-0.095
15	1	-0.935	4.405	0.982	2.845	4.580	-1.110
15	2	-0.146	0.897	0.192	0.556	0.931	-0.180
16	1	-1.469	3.819	-0.130	2.647	3.822	-1.472
16	2	-0.262	0.771	-0.025	0.517	0.771	-0.263
17	1	-1.548	2.213	-1.078	2.168	2.500	-1.835
17	2	-0.295	0.439	-0.211	0.423	0.495	-0.351
18	1	-1.028	-1.462	-1.578	1.593	0.348	-2.838
18	2	-0.227	-0.312	-0.308	0.311	0.041	-0.581
19	1	-0.697	-4.024	-0.475	1.730	-0.630	-4.091
19	2	-0.186	-0.836	-0.093	0.338	-0.173	-0.849

20	1	-1.040	-3.981	0.579	1.580	-0.930	-4.091
20	2	-0.256	-0.831	0.113	0.309	-0.235	-0.852
21	1	-1.852	-2.508	1.632	1.665	-0.515	-3.845
21	2	-0.408	-0.536	0.319	0.325	-0.147	-0.797
22	1	-3.101	0.000	0.000	1.551	0.000	-3.101
22	2	-0.639	0.000	0.000	0.319	0.000	-0.639
23	1	15.108	0.000	0.000	7.554	15.108	0.000
23	2	3.109	0.000	0.000	1.554	3.109	0.000
24	1	13.274	4.220	7.725	8.954	17.701	-0.207
24	2	2.778	1.010	1.509	1.749	3.643	0.145
25	1	11.448	6.466	6.992	7.423	16.380	1.534
25	2	2.426	1.453	1.366	1.450	3.389	0.490
26	1	6.506	9.334	4.379	4.601	12.521	3.319
26	2	1.439	1.991	0.855	0.899	2.614	0.816
27	1	3.545	8.333	1.636	2.899	8.839	3.040
27	2	0.819	1.754	0.319	0.566	1.852	0.720
28	1	1.582	5.250	-0.638	1.942	5.357	1.474
28	2	0.381	1.098	-0.125	0.379	1.119	0.360
29	1	-0.205	-1.990	-1.974	2.166	1.069	-3.263
29	2	-0.063	-0.412	-0.385	0.423	0.185	-0.661
30	1	-2.001	-7.614	0.492	2.849	-1.958	-7.657
30	2	-0.493	-1.589	0.096	0.557	-0.484	-1.597
31	1	-3.857	-8.201	2.993	3.698	-2.331	-9.727
31	2	-0.881	-1.730	0.585	0.722	-0.583	-2.028
32	1	-6.519	-5.820	5.573	5.584	-0.586	-11.753
32	2	-1.404	-1.268	1.088	1.091	-0.245	-2.427
33	1	-9.453	0.000	0.000	4.726	0.000	-9.453
33	2	-1.947	0.000	0.000	0.974	0.000	-1.947
34	1	66.359	0.000	0.000	33.180	66.359	0.000
34	2	13.661	0.000	0.000	6.830	13.661	0.000
35	1	61.115	11.343	21.803	33.086	69.315	3.143
35	2	12.706	2.985	4.258	6.462	14.307	1.383
36	1	56.492	17.030	20.275	28.291	65.052	8.470
36	2	11.814	4.107	3.960	5.526	13.486	2.435
37	1	43.666	23.729	14.563	17.648	51.346	16.050
37	2	9.244	5.350	2.844	3.447	10.744	3.850
38	1	35.172	21.580	8.705	11.044	39.419	17.332
38	2	7.472	4.817	1.700	2.157	8.302	3.988
39	1	28.375	15.159	3.840	7.642	29.410	14.125
39	2	6.004	3.423	0.750	1.493	6.206	3.221
40	1	19.548	0.000	0.729	9.801	19.575	-0.027
40	2	4.025	0.207	0.142	1.914	4.031	0.202
41	1	11.317	-12.481	5.023	12.916	12.334	-13.498
41	2	2.198	-2.450	0.981	2.523	2.397	-2.649
42	1	5.768	-14.767	9.675	14.108	9.608	-18.608
42	2	1.031	-2.980	1.890	2.755	1.781	-3.730
43	1	-0.598	-11.203	14.658	15.588	9.687	-21.488
43	2	-0.242	-2.313	2.863	3.044	1.767	-4.322
44	1	-7.075	0.000	0.000	3.538	0.000	-7.075
44	2	-1.458	0.000	0.000	0.729	0.000	-1.458
45	1	179.687	0.000	0.000	89.844	179.687	0.000
45	2	36.996	0.000	0.000	18.498	36.996	0.000
46	1	165.846	27.682	54.529	88.009	184.773	8.755
46	2	34.446	7.461	10.650	17.189	38.143	3.764
47	1	155.495	40.663	50.941	76.757	174.836	21.322
47	2	32.452	10.024	9.949	14.992	36.230	6.247
48	1	127.516	54.841	38.227	52.742	143.920	38.436
48	2	26.841	12.647	7.466	10.301	30.045	9.443

49	1	108.845	49.901	26.327	39.518	118.892	39.855
49	2	22.944	11.431	5.142	7.718	24.906	9.469
50	1	93.108	36.767	16.658	32.727	97.664	32.210
50	2	19.564	8.560	3.253	6.392	20.454	7.670
51	1	70.937	6.475	10.573	33.921	72.627	4.785
51	2	14.677	2.086	2.065	6.625	15.007	1.756
52	1	49.909	-18.277	17.808	38.464	54.280	-22.648
52	2	10.084	-3.234	3.478	7.512	10.937	-4.088
53	1	36.971	-23.593	25.067	39.311	46.000	-32.622
53	2	7.363	-4.466	4.896	7.678	9.126	-6.229
54	1	23.707	-18.815	32.608	38.927	41.373	-36.480
54	2	4.682	-3.623	6.369	7.603	8.133	-7.073
55	1	10.960	0.000	0.000	5.480	10.960	0.000
55	2	2.255	0.000	0.000	1.128	2.255	0.000
56	1	357.114	0.000	0.000	178.557	357.114	0.000
56	2	73.536	0.000	0.000	36.768	73.536	0.000
57	1	323.819	59.133	121.922	179.943	371.419	11.533
57	2	67.311	15.614	23.813	35.145	76.608	6.317
58	1	303.791	86.185	113.669	157.349	352.337	37.638
58	2	63.474	20.972	22.201	30.732	72.955	11.491
59	1	251.011	112.311	85.069	109.755	291.416	71.906
59	2	52.882	25.792	16.615	21.437	60.774	17.901
60	1	217.422	101.050	59.397	83.148	242.384	76.087
60	2	45.846	23.117	11.601	16.240	50.721	18.241
61	1	190.574	73.991	39.119	70.202	202.484	62.081
61	2	40.030	17.260	7.641	13.711	42.356	14.933
62	1	151.988	14.576	30.953	75.357	158.639	7.926
62	2	31.453	4.615	6.046	14.718	32.752	3.316
63	1	112.219	-27.995	46.944	84.373	126.485	-42.260
63	2	22.812	-4.574	9.169	16.479	25.598	-7.360
64	1	85.843	-34.629	56.699	82.723	108.330	-57.116
64	2	17.310	-6.220	11.074	16.157	21.702	-10.612
65	1	60.866	-27.233	63.954	77.656	94.473	-60.840
65	2	12.245	-4.962	12.491	15.167	18.809	-11.526
66	1	39.131	0.000	0.000	19.565	39.131	0.000
66	2	8.058	0.000	0.000	4.029	8.058	0.000
67	1	524.720	0.000	0.000	262.360	524.720	0.000
67	2	108.079	0.000	0.000	54.040	108.079	0.000
68	1	455.934	108.987	240.127	296.233	578.694	-13.773
68	2	95.046	27.283	46.900	57.858	119.023	3.307
69	1	419.886	155.347	227.665	263.299	550.915	24.317
69	2	88.115	36.447	44.466	51.426	113.707	10.855
70	1	331.646	210.966	167.522	178.058	449.364	93.248
70	2	70.534	46.964	32.719	34.777	93.526	23.972
71	1	280.323	192.192	103.354	112.356	348.613	123.902
71	2	59.766	42.553	20.186	21.944	73.104	29.215
72	1	257.299	128.193	53.479	83.827	276.574	108.919
72	2	54.346	29.130	10.445	16.373	58.110	25.365
73	1	226.756	-2.066	58.059	128.299	240.644	-15.954
73	2	46.673	1.981	11.340	25.058	49.386	-0.731
74	1	162.405	-53.817	105.491	151.051	205.345	-96.757
74	2	32.872	-9.359	20.604	29.502	41.259	-17.745
75	1	114.545	-43.750	112.489	137.543	172.941	-102.145
75	2	23.124	-7.793	21.970	26.864	34.529	-19.199
76	1	77.182	-27.625	108.487	120.480	145.259	-95.702
76	2	15.601	-4.869	21.189	23.531	28.897	-18.166
77	1	50.900	0.000	0.000	25.450	50.900	0.000
77	2	10.487	0.000	0.000	5.243	10.487	0.000

78	1	351.976	0.000	0.000	175.988	351.976	0.000
78	2	72.558	0.000	0.000	36.279	72.558	0.000
79	1	283.654	118.727	369.278	378.374	579.564	-177.184
79	2	59.672	27.460	72.125	73.901	117.467	-30.335
80	1	252.995	210.279	375.353	375.961	607.598	-144.323
80	2	54.331	45.988	73.311	73.430	123.589	-23.271
81	1	126.054	386.600	274.811	304.125	560.452	-47.798
81	2	30.062	80.949	53.674	59.399	114.905	-3.894
82	1	95.361	393.990	128.810	197.198	441.873	47.478
82	2	23.820	82.146	25.158	38.515	91.498	14.467
83	1	105.894	208.917	20.137	55.308	212.713	102.098
83	2	24.024	44.146	3.933	10.802	44.887	23.283
84	1	183.730	-167.206	73.207	190.127	198.388	-181.865
84	2	36.060	-32.482	14.298	37.134	38.923	-35.345
85	1	62.492	-108.789	187.305	205.954	182.806	-229.103
85	2	11.714	-21.739	36.583	40.225	35.213	-45.238
86	1	30.040	-23.648	174.097	176.154	179.350	-172.958
86	2	5.935	-4.551	34.003	34.405	35.097	-33.713
87	1	20.437	1.767	143.621	143.924	155.026	-132.822
87	2	4.227	0.581	28.051	28.110	30.514	-25.706
88	1	15.959	0.000	0.000	7.980	15.959	0.000
88	2	3.289	0.000	0.000	1.644	3.289	0.000
89	1	-1190.872	0.000	0.000	595.436	0.000	-1190.872
89	2	-245.414	0.000	0.000	122.707	0.000	-245.414
90	1	-936.103	-1.811	245.665	527.804	58.847	-996.761
90	2	-192.788	-10.309	47.982	103.087	1.538	-204.636
91	1	-802.207	22.257	231.597	472.834	82.860	-862.809
91	2	-164.960	-3.932	45.234	92.350	7.904	-176.796
92	1	-292.630	686.610	163.314	516.138	713.128	-319.148
92	2	-52.972	138.286	31.897	100.808	143.465	-58.152
93	1	-174.577	650.091	92.735	422.634	660.391	-184.877
93	2	-29.050	132.018	18.112	82.546	134.030	-31.061
94	1	-268.226	354.306	40.001	313.826	356.865	-270.786
94	2	-51.474	70.114	7.813	61.294	70.614	-51.974
95	1	-665.662	-674.935	53.103	53.305	-616.993	-723.604
95	2	-144.242	-146.054	10.372	10.411	-134.737	-155.559
96	1	-254.191	-101.007	109.443	133.582	-44.017	-311.181
96	2	-53.417	-23.498	21.376	26.090	-12.367	-64.548
97	1	-96.938	28.153	115.575	131.413	97.021	-165.806
97	2	-19.663	4.768	22.573	25.667	18.219	-33.114
98	1	-30.822	40.113	109.077	114.699	119.344	-110.053
98	2	-5.921	7.933	21.304	22.402	23.408	-21.396
99	1	-1.839	0.000	0.000	0.920	0.000	-1.839
99	2	-0.395	0.000	0.000	0.197	0.000	-0.395
100	1	494.331	0.000	0.000	247.165	494.331	0.000
100	2	101.948	0.000	0.000	50.974	101.948	0.000
101	1	379.641	206.440	149.916	173.132	466.172	119.909
101	2	80.370	46.541	29.280	33.815	97.270	29.641
102	1	329.926	380.965	138.624	140.953	496.399	214.492
102	2	71.985	81.953	27.075	27.530	104.499	49.439
103	1	101.501	711.964	89.134	317.980	724.712	88.753
103	2	28.459	147.690	17.409	62.105	150.180	25.969
104	1	65.370	730.708	30.726	334.085	732.124	63.955
104	2	21.218	151.167	6.001	65.251	151.443	20.941
105	1	121.282	352.281	-10.321	115.960	352.742	120.822
105	2	28.715	73.832	-2.016	22.648	73.922	28.625
106	1	335.789	-369.853	22.669	353.548	336.516	-370.580
106	2	65.222	-72.598	4.428	69.052	65.364	-72.741

107	1	93.654	-184.924	77.690	159.491	113.855	-205.126
107	2	17.323	-37.087	15.174	31.150	21.269	-41.032
108	1	36.870	12.995	69.084	70.108	95.040	-45.176
108	2	7.730	3.067	13.493	13.693	19.092	-8.294
109	1	38.154	50.617	59.323	59.649	104.035	-15.263
109	2	8.394	10.828	11.586	11.650	21.262	-2.039
110	1	61.905	0.000	0.000	30.952	61.905	0.000
110	2	12.772	0.000	0.000	6.386	12.772	0.000
111	1	-520.751	0.000	0.000	260.376	0.000	-520.751
111	2	-107.459	0.000	0.000	53.729	0.000	-107.459
112	1	-324.574	112.188	162.459	272.182	165.989	-378.375
112	2	-65.648	19.657	31.730	53.161	30.165	-76.156
113	1	-276.421	165.686	183.828	287.502	232.134	-342.870
113	2	-55.164	31.185	35.904	56.153	44.163	-68.142
114	1	7.486	1040.142	123.055	530.790	1054.604	-6.975
114	2	12.582	214.273	24.034	103.670	217.098	9.758
115	1	37.348	981.196	-20.418	472.365	981.637	36.906
115	2	18.106	202.451	-3.988	92.259	202.538	18.020
116	1	-13.773	518.967	-114.201	289.818	542.416	-37.221
116	2	2.673	106.723	-22.305	56.605	111.303	-1.907
117	1	-280.853	-942.034	-1.290	330.593	-280.851	-942.036
117	2	-67.835	-196.972	-0.252	64.569	-67.834	-196.972
118	1	-39.233	-67.113	128.455	129.209	76.036	-182.382
118	2	-8.792	-14.237	25.089	25.236	13.722	-36.750
119	1	13.594	126.749	85.004	102.112	172.283	-31.940
119	2	4.145	26.245	16.602	19.944	35.139	-4.749
120	1	27.388	96.091	34.687	48.819	110.558	12.921
120	2	6.660	20.079	6.775	9.535	22.904	3.834
121	1	53.410	0.000	0.000	26.705	53.410	0.000
121	2	11.024	0.000	0.000	5.512	11.024	0.000
122	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
122	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123	1	0.000	102.933	137.299	146.628	198.095	-95.161
123	2	0.000	21.087	26.816	28.814	39.358	-18.271
124	1	0.000	195.112	177.164	202.248	299.804	-104.692
124	2	0.000	40.186	34.602	40.013	60.106	-19.920
125	1	0.000	1108.616	118.028	566.735	1121.043	-12.426
125	2	0.000	228.298	23.052	116.454	230.603	-2.304
126	1	0.000	1062.312	-30.592	532.036	1063.193	-0.880
126	2	0.000	218.789	-5.975	109.558	218.952	-0.163
127	1	0.000	543.839	-121.556	297.852	569.771	-25.933
127	2	0.000	111.974	-23.741	60.813	116.800	-4.826
128	1	0.000	-1026.123	-7.171	513.112	0.050	-1026.173
128	2	0.000	-211.359	-1.401	105.689	0.009	-211.368
129	1	0.000	-47.551	120.668	122.988	99.213	-146.764
129	2	0.000	-9.802	23.568	24.072	19.171	-28.973
130	1	0.000	175.566	84.274	121.688	209.471	-33.905
130	2	0.000	36.187	16.460	24.460	42.553	-6.367
131	1	0.000	110.516	27.032	61.516	116.774	-6.258
131	2	0.000	22.769	5.280	12.549	23.934	-1.165
132	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1190.872 (NODE 89)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -1190.9 (NODE 89)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 524.7 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -1026.1 (NODE 128)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 1108.6 (NODE 125)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -245.414 (NODE 89)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -245.4 (NODE 89)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 108.1 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -211.4 (NODE 128)

MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 228.3 (NODE 125)

PERIOD 1 LOAD GROUP 3 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.00362	2	-0.00352	3	-0.00347	4	-0.00341	5	-0.00347
6	-0.00359	7	-0.00389	8	-0.00415	9	-0.00421	10	-0.00420
11	-0.00413	12	-0.00412	13	-0.00398	14	-0.00390	15	-0.00374
16	-0.00372	17	-0.00378	18	-0.00399	19	-0.00416	20	-0.00417
21	-0.00411	22	-0.00400	23	-0.00552	24	-0.00521	25	-0.00501
26	-0.00457	27	-0.00437	28	-0.00429	29	-0.00433	30	-0.00433
31	-0.00423	32	-0.00402	33	-0.00374	34	-0.00894	35	-0.00820
36	-0.00774	37	-0.00664	38	-0.00606	39	-0.00572	40	-0.00544
41	-0.00511	42	-0.00473	43	-0.00421	44	-0.00358	45	-0.01631
46	-0.01464	47	-0.01362	48	-0.01118	49	-0.00986	50	-0.00904
51	-0.00821	52	-0.00713	53	-0.00619	54	-0.00506	55	-0.00382
56	-0.02862	57	-0.02532	58	-0.02330	59	-0.01844	60	-0.01589
61	-0.01450	62	-0.01319	63	-0.01069	64	-0.00869	65	-0.00658
66	-0.00447	67	-0.04194	68	-0.03670	69	-0.03355	70	-0.02573
71	-0.02185	72	-0.02005	73	-0.01875	74	-0.01436	75	-0.01115
76	-0.00804	77	-0.00507	78	-0.04764	79	-0.04183	80	-0.03830
81	-0.02977	82	-0.02530	83	-0.02290	84	-0.02057	85	-0.01601
86	-0.01243	87	-0.00876	88	-0.00517	89	-0.05184	90	-0.04527
91	-0.04131	92	-0.03157	93	-0.02667	94	-0.02424	95	-0.02226
96	-0.01693	97	-0.01294	98	-0.00892	99	-0.00497	100	-0.05152
101	-0.04504	102	-0.04109	103	-0.03167	104	-0.02687	105	-0.02441
106	-0.02213	107	-0.01725	108	-0.01329	109	-0.00917	110	-0.00506
111	-0.05433	112	-0.04712	113	-0.04274	114	-0.03213	115	-0.02724
116	-0.02545	117	-0.02470	118	-0.01881	119	-0.01434	120	-0.01003
121	-0.00591	122	-0.05475	123	-0.04744	124	-0.04298	125	-0.03214
126	-0.02725	127	-0.02566	128	-0.02530	129	-0.01921	130	-0.01460
131	-0.01027	132	-0.00616	133	-0.03740	134	-0.03491	135	-0.03320
136	-0.02818	137	-0.02488	138	-0.02246	139	-0.01945	140	-0.01561
141	-0.01305	142	-0.01054	143	-0.00824	144	-0.03361	145	-0.03132
146	-0.02979	147	-0.02540	148	-0.02248	149	-0.02031	150	-0.01755
151	-0.01417	152	-0.01191	153	-0.00966	154	-0.00752	155	-0.01830
156	-0.01707	157	-0.01627	158	-0.01412	159	-0.01269	160	-0.01156
161	-0.01008	162	-0.00848	163	-0.00735	164	-0.00609	165	-0.00472
166	-0.00908	167	-0.00857	168	-0.00823	169	-0.00734	170	-0.00677
171	-0.00634	172	-0.00582	173	-0.00526	174	-0.00478	175	-0.00415
176	-0.00340	177	-0.00512	178	-0.00495	179	-0.00484	180	-0.00454
181	-0.00438	182	-0.00429	183	-0.00424	184	-0.00414	185	-0.00397
186	-0.00370	187	-0.00334	188	-0.00411	189	-0.00407	190	-0.00405
191	-0.00399	192	-0.00398	193	-0.00401	194	-0.00410	195	-0.00415
196	-0.00411	197	-0.00401	198	-0.00387	199	-0.00426	200	-0.00426
201	-0.00426	202	-0.00428	203	-0.00431	204	-0.00435	205	-0.00445
206	-0.00451	207	-0.00452	208	-0.00449	209	-0.00445	210	-0.00465
211	-0.00466	212	-0.00466	213	-0.00468	214	-0.00471	215	-0.00474
216	-0.00480	217	-0.00485	218	-0.00486	219	-0.00486	220	-0.00486
221	-0.00494	222	-0.00494	223	-0.00494	224	-0.00495	225	-0.00497
226	-0.00498	227	-0.00501	228	-0.00504	229	-0.00505	230	-0.00506

231	-0.00506	232	-0.00508	233	-0.00507	234	-0.00508	235	-0.00508
236	-0.00509	237	-0.00509	238	-0.00510	239	-0.00512	240	-0.00512
241	-0.00513	242	-0.00513	243	-0.00513	244	-0.00513	245	-0.00513
246	-0.00513	247	-0.00513	248	-0.00513	249	-0.00513	250	-0.00513
251	-0.00514	252	-0.00514	253	-0.00515	254	-0.00515	255	-0.00515
256	-0.00515	257	-0.00515	258	-0.00515	259	-0.00514	260	-0.00514
261	-0.00514	262	-0.00514	263	-0.00514	264	-0.00514		

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.00362	2	0.00352	3	0.00347	4	0.00341	5	0.00347
6	0.00359	7	0.00389	8	0.00415	9	0.00421	10	0.00420
11	0.00413	12	0.00412	13	0.00398	14	0.00390	15	0.00374
16	0.00372	17	0.00378	18	0.00399	19	0.00416	20	0.00417
21	0.00411	22	0.00400	23	0.00552	24	0.00521	25	0.00501
26	0.00457	27	0.00437	28	0.00429	29	0.00433	30	0.00433
31	0.00423	32	0.00402	33	0.00374	34	0.00894	35	0.00820
36	0.00774	37	0.00664	38	0.00606	39	0.00572	40	0.00544
41	0.00511	42	0.00473	43	0.00421	44	0.00358	45	0.01631
46	0.01464	47	0.01362	48	0.01118	49	0.00986	50	0.00904
51	0.00821	52	0.00713	53	0.00619	54	0.00506	55	0.00382
56	0.02862	57	0.02532	58	0.02330	59	0.01844	60	0.01589
61	0.01450	62	0.01319	63	0.01069	64	0.00869	65	0.00658
66	0.00447	67	0.04194	68	0.03670	69	0.03355	70	0.02573
71	0.02185	72	0.02005	73	0.01875	74	0.01436	75	0.01115
76	0.00804	77	0.00507	78	0.04764	79	0.04183	80	0.03830
81	0.02977	82	0.02530	83	0.02290	84	0.02057	85	0.01601
86	0.01243	87	0.00876	88	0.00517	89	0.05184	90	0.04527
91	0.04131	92	0.03157	93	0.02667	94	0.02424	95	0.02226
96	0.01693	97	0.01294	98	0.00892	99	0.00497	100	0.05152
101	0.04504	102	0.04109	103	0.03167	104	0.02687	105	0.02441
106	0.02213	107	0.01725	108	0.01329	109	0.00917	110	0.00506
111	0.05433	112	0.04712	113	0.04274	114	0.03213	115	0.02724
116	0.02545	117	0.02470	118	0.01881	119	0.01434	120	0.01003
121	0.00591	122	0.05475	123	0.04744	124	0.04298	125	0.03214
126	0.02725	127	0.02566	128	0.02530	129	0.01921	130	0.01460
131	0.01027	132	0.00616	133	0.03740	134	0.03491	135	0.03320
136	0.02818	137	0.02488	138	0.02246	139	0.01945	140	0.01561
141	0.01305	142	0.01054	143	0.00824	144	0.03361	145	0.03132
146	0.02979	147	0.02540	148	0.02248	149	0.02031	150	0.01755
151	0.01417	152	0.01191	153	0.00966	154	0.00752	155	0.01830
156	0.01707	157	0.01627	158	0.01412	159	0.01269	160	0.01156
161	0.01008	162	0.00848	163	0.00735	164	0.00609	165	0.00472
166	0.00908	167	0.00857	168	0.00823	169	0.00734	170	0.00677
171	0.00634	172	0.00582	173	0.00526	174	0.00478	175	0.00415
176	0.00340	177	0.00512	178	0.00495	179	0.00484	180	0.00454
181	0.00438	182	0.00429	183	0.00424	184	0.00414	185	0.00397
186	0.00370	187	0.00334	188	0.00411	189	0.00407	190	0.00405
191	0.00399	192	0.00398	193	0.00401	194	0.00410	195	0.00415
196	0.00411	197	0.00401	198	0.00387	199	0.00426	200	0.00426
201	0.00426	202	0.00428	203	0.00431	204	0.00435	205	0.00445
206	0.00451	207	0.00452	208	0.00449	209	0.00445	210	0.00465
211	0.00466	212	0.00466	213	0.00468	214	0.00471	215	0.00474
216	0.00480	217	0.00485	218	0.00486	219	0.00486	220	0.00486
221	0.00494	222	0.00494	223	0.00494	224	0.00495	225	0.00497
226	0.00498	227	0.00501	228	0.00504	229	0.00505	230	0.00506
231	0.00506	232	0.00508	233	0.00507	234	0.00508	235	0.00508
236	0.00509	237	0.00509	238	0.00510	239	0.00512	240	0.00512
241	0.00513	242	0.00513	243	0.00513	244	0.00513	245	0.00513

246	0.00513	247	0.00513	248	0.00513	249	0.00513	250	0.00513
251	0.00514	252	0.00514	253	0.00515	254	0.00515	255	0.00515
256	0.00515	257	0.00515	258	0.00515	259	0.00514	260	0.00514
261	0.00514	262	0.00514	263	0.00514	264	0.00514		

FOR JOINT NO. 1 SHEAR (FAJ1) AND MOMENT (FAJ2) AT THE NODES ARE:

122	-5.9	0.0	123	-7.0	0.0	124	-8.0	0.0
125	-4.2	0.0	126	-2.2	0.0	127	-4.1	0.0
128	-9.5	0.0	129	-4.6	0.0	130	-1.5	0.0
131	0.3	0.0	132	1.0	0.0			

FOR JOINT NO. 1 SHEAR IN ONE DOWEL BAR (FAJPD) AT THE NODES IS:

122	-15.1	123	-10.9	124	-8.5	125	-3.4	126	-2.1
127	-2.8	128	-5.1	129	-3.1	130	-1.4	131	0.2
132	1.8								

FOR JOINT NO. 1 BEARING STRESS (BEARS) OF CONCRETE AND SHEAR STRESS (SHEARS) OF DOWELS AT THE NODES ARE:

122	-3.5	-3.0	123	-2.5	-2.2	124	-2.0	-1.7
125	-0.8	-0.7	126	-0.5	-0.4	127	-0.6	-0.5
128	-1.2	-1.0	129	-0.7	-0.6	130	-0.3	-0.3
131	0.1	0.0	132	0.4	0.4			

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	5.211	2	5.069	3	4.997	4	4.915	5	4.991
6	5.174	7	5.607	8	5.970	9	6.061	10	6.046
11	5.953	12	5.934	13	5.732	14	5.615	15	5.392
16	5.361	17	5.449	18	5.749	19	5.991	20	6.010
21	5.922	22	5.763	23	7.944	24	7.498	25	7.220
26	6.581	27	6.289	28	6.178	29	6.234	30	6.240
31	6.084	32	5.784	33	5.380	34	12.871	35	11.809
36	11.148	37	9.568	38	8.731	39	8.233	40	7.833
41	7.352	42	6.818	43	6.065	44	5.152	45	23.481
46	21.088	47	19.620	48	16.103	49	14.195	50	13.011
51	11.822	52	10.271	53	8.918	54	7.289	55	5.494
56	41.218	57	36.457	58	33.555	59	26.548	60	22.874
61	20.881	62	18.993	63	15.388	64	12.507	65	9.476
66	6.442	67	60.391	68	52.855	69	48.311	70	37.056
71	31.470	72	28.870	73	26.995	74	20.675	75	16.058
76	11.580	77	7.304	78	68.605	79	60.234	80	55.146
81	42.864	82	36.434	83	32.975	84	29.625	85	23.047
86	17.893	87	12.613	88	7.449	89	74.647	90	65.194
91	59.482	92	45.464	93	38.407	94	34.901	95	32.053
96	24.384	97	18.632	98	12.841	99	7.152	100	74.195
101	64.852	102	59.169	103	45.608	104	38.692	105	35.146
106	31.873	107	24.842	108	19.139	109	13.199	110	7.288
111	78.231	112	67.846	113	61.546	114	46.268	115	39.221
116	36.650	117	35.561	118	27.093	119	20.644	120	14.449
121	8.516	122	78.835	123	68.314	124	61.895	125	46.280
126	39.233	127	36.947	128	36.429	129	27.657	130	21.027
131	14.788	132	8.876	133	53.861	134	50.265	135	47.801
136	40.573	137	35.821	138	32.343	139	28.002	140	22.476
141	18.793	142	15.180	143	11.872	144	48.399	145	45.106
146	42.904	147	36.580	148	32.377	149	29.247	150	25.267
151	20.409	152	17.153	153	13.907	154	10.826	155	26.348
156	24.578	157	23.428	158	20.337	159	18.274	160	16.650
161	14.512	162	12.214	163	10.588	164	8.771	165	6.798
166	13.072	167	12.343	168	11.854	169	10.565	170	9.750

171	9.135	172	8.386	173	7.568	174	6.879	175	5.982
176	4.901	177	7.368	178	7.134	179	6.969	180	6.542
181	6.311	182	6.185	183	6.111	184	5.960	185	5.718
186	5.328	187	4.815	188	5.913	189	5.863	190	5.825
191	5.742	192	5.731	193	5.773	194	5.907	195	5.974
196	5.918	197	5.776	198	5.573	199	6.140	200	6.139
201	6.139	202	6.158	203	6.200	204	6.267	205	6.406
206	6.501	207	6.506	208	6.471	209	6.413	210	6.700
211	6.704	212	6.710	213	6.739	214	6.776	215	6.824
216	6.913	217	6.980	218	6.997	219	6.999	220	6.998
221	7.108	222	7.109	223	7.112	224	7.130	225	7.150
226	7.175	227	7.220	228	7.256	229	7.270	230	7.280
231	7.292	232	7.308	233	7.308	234	7.308	235	7.315
236	7.323	237	7.333	238	7.351	239	7.366	240	7.374
241	7.382	242	7.393	243	7.386	244	7.385	245	7.384
246	7.385	247	7.386	248	7.388	249	7.390	250	7.394
251	7.397	252	7.402	253	7.409	254	7.418	255	7.416
256	7.415	257	7.412	258	7.410	259	7.407	260	7.402
261	7.399	262	7.399	263	7.402	264	7.406		

NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	ROTAT.X	ROTAT.Y	NODE	RORAT.X	ROTAT.Y
1	4.315E-06	1.288E-05	2	3.763E-06	1.198E-05	3	2.858E-06	1.131E-05
4	-2.789E-07	8.895E-06	5	-2.822E-06	6.936E-06	6	-4.649E-06	5.131E-06
7	-5.394E-06	2.483E-06	8	-3.028E-06	1.102E-07	9	-7.732E-07	-1.227E-06
10	1.341E-06	-2.419E-06	11	2.243E-06	-3.409E-06	12	5.809E-06	1.562E-05
13	5.706E-06	1.374E-05	14	5.091E-06	1.264E-05	15	2.048E-06	9.495E-06
16	-6.949E-07	7.308E-06	17	-2.840E-06	5.490E-06	18	-3.885E-06	3.060E-06
19	-1.524E-06	8.151E-07	20	7.668E-07	-6.616E-07	21	2.803E-06	-2.276E-06
22	3.572E-06	-4.174E-06	23	1.240E-05	3.557E-05	24	1.312E-05	3.074E-05
25	1.247E-05	2.790E-05	26	8.236E-06	2.079E-05	27	4.103E-06	1.656E-05
28	7.463E-07	1.348E-05	29	-1.220E-06	9.864E-06	30	1.771E-06	6.218E-06
31	4.836E-06	3.363E-06	32	7.660E-06	-1.741E-07	33	8.927E-06	-4.400E-06
34	2.967E-05	8.526E-05	35	3.117E-05	7.422E-05	36	2.985E-05	6.776E-05
37	2.161E-05	5.217E-05	38	1.376E-05	4.328E-05	39	7.485E-06	3.715E-05
40	3.928E-06	2.993E-05	41	8.888E-06	2.161E-05	42	1.361E-05	1.520E-05
43	1.786E-05	7.875E-06	44	1.999E-05	-5.026E-08	45	6.816E-05	1.657E-04
46	6.936E-05	1.444E-04	47	6.614E-05	1.315E-04	48	4.864E-05	1.007E-04
49	3.186E-05	8.428E-05	50	1.874E-05	7.494E-05	51	1.409E-05	6.497E-05
52	2.492E-05	4.733E-05	53	3.169E-05	3.399E-05	54	3.639E-05	2.068E-05
55	3.853E-05	8.273E-06	56	1.383E-04	2.359E-04	57	1.368E-04	2.049E-04
58	1.311E-04	1.847E-04	59	9.634E-05	1.337E-04	60	5.808E-05	1.099E-04
61	2.837E-05	1.017E-04	62	2.902E-05	9.913E-05	63	5.659E-05	6.758E-05
64	6.303E-05	4.595E-05	65	6.391E-05	2.762E-05	66	6.366E-05	1.260E-05
67	2.246E-04	1.580E-04	68	2.136E-04	1.375E-04	69	2.072E-04	1.251E-04
70	1.526E-04	9.525E-05	71	8.335E-05	7.944E-05	72	3.033E-05	7.053E-05
73	4.361E-05	6.121E-05	74	9.546E-05	4.431E-05	75	9.661E-05	3.148E-05
76	9.168E-05	1.858E-05	77	8.874E-05	6.423E-06	78	2.440E-04	7.332E-05
79	2.400E-04	6.290E-05	80	2.299E-04	5.688E-05	81	1.689E-04	4.265E-05
82	1.013E-04	3.495E-05	83	4.903E-05	3.003E-05	84	5.300E-05	2.471E-05
85	1.024E-04	1.788E-05	86	1.113E-04	1.215E-05	87	1.098E-04	5.317E-06
88	1.077E-04	-2.351E-06	89	2.794E-04	2.606E-05	90	2.690E-04	2.080E-05
91	2.596E-04	1.790E-05	92	1.903E-04	1.167E-05	93	1.077E-04	9.274E-06
94	4.481E-05	8.732E-06	95	5.586E-05	9.040E-06	96	1.168E-04	7.257E-06
97	1.227E-04	4.715E-06	98	1.205E-04	1.347E-06	99	1.192E-04	-2.712E-06
100	2.712E-04	1.511E-05	101	2.683E-04	1.026E-05	102	2.562E-04	7.644E-06
103	1.841E-04	2.564E-06	104	1.067E-04	3.270E-06	105	4.810E-05	7.898E-06
106	5.417E-05	1.627E-05	107	1.123E-04	1.319E-05	108	1.242E-04	1.031E-05

2	1	0.000	17.000	0.000	8.500	17.000	0.000
2	2	0.000	3.523	0.000	1.762	3.523	0.000
3	1	0.000	22.676	0.000	11.338	22.676	0.000
3	2	0.000	4.677	0.000	2.338	4.677	0.000
4	1	0.000	27.797	0.000	13.899	27.797	0.000
4	2	0.000	5.728	0.000	2.864	5.728	0.000
5	1	0.000	23.078	0.000	11.539	23.078	0.000
5	2	0.000	4.755	0.000	2.378	4.755	0.000
6	1	0.000	13.661	0.000	6.831	13.661	0.000
6	2	0.000	2.814	0.000	1.407	2.814	0.000
7	1	0.000	-5.887	0.000	2.943	0.000	-5.887
7	2	0.000	-1.213	0.000	0.606	0.000	-1.213
8	1	0.000	-21.217	0.000	10.608	0.000	-21.217
8	2	0.000	-4.372	0.000	2.186	0.000	-4.372
9	1	0.000	-23.801	0.000	11.900	0.000	-23.801
9	2	0.000	-4.903	0.000	2.452	0.000	-4.903
10	1	0.000	-18.991	0.000	9.495	0.000	-18.991
10	2	0.000	-3.928	0.000	1.964	0.000	-3.928
11	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1	44.562	0.000	0.000	22.281	44.562	0.000
12	2	9.178	0.000	0.000	4.589	9.178	0.000
13	1	35.306	14.650	22.419	24.684	49.662	0.294
13	2	7.426	3.392	4.379	4.821	10.230	0.588
14	1	30.925	22.912	21.963	22.325	49.243	4.594
14	2	6.611	5.047	4.290	4.360	10.189	1.469
15	1	20.366	32.076	20.464	21.286	47.506	4.935
15	2	4.534	6.821	3.997	4.157	9.835	1.521
16	1	14.960	28.399	17.420	18.671	40.351	3.008
16	2	3.382	6.007	3.402	3.647	8.341	1.048
17	1	11.681	18.543	14.107	14.518	29.630	0.594
17	2	2.602	3.943	2.755	2.836	6.108	0.437
18	1	8.971	-3.609	11.024	12.692	15.373	-10.012
18	2	1.809	-0.648	2.153	2.479	3.059	-1.898
19	1	6.144	-21.107	12.174	18.272	10.791	-25.753
19	2	1.041	-4.281	2.378	3.569	1.949	-5.189
20	1	2.855	-23.703	13.527	18.956	8.532	-29.380
20	2	0.336	-4.851	2.642	3.702	1.445	-5.960
21	1	-2.231	-16.873	15.459	17.105	7.552	-26.657
21	2	-0.639	-3.498	3.019	3.341	1.272	-5.409
22	1	-12.026	0.000	0.000	6.013	0.000	-12.026
22	2	-2.484	0.000	0.000	1.242	0.000	-2.484
23	1	174.612	0.000	0.000	87.306	174.612	0.000
23	2	35.952	0.000	0.000	17.976	35.952	0.000
24	1	158.758	30.532	57.242	85.948	180.593	8.697
24	2	33.017	7.973	11.180	16.787	37.281	3.708
25	1	147.651	44.929	53.894	74.448	170.738	21.842
25	2	30.882	10.819	10.526	14.541	35.391	6.310
26	1	118.260	60.813	42.490	51.288	140.824	38.248
26	2	24.998	13.778	8.299	10.017	29.406	9.371
27	1	99.810	55.048	31.432	38.586	116.015	38.843
27	2	21.138	12.395	6.139	7.536	24.303	9.230
28	1	85.248	39.833	22.334	31.850	94.391	30.690
28	2	17.978	9.108	4.362	6.221	19.763	7.322
29	1	66.019	5.155	16.309	34.526	70.114	1.061
29	2	13.650	1.762	3.185	6.743	14.450	0.963
30	1	47.272	-22.129	22.123	41.153	53.725	-28.581
30	2	9.500	-4.055	4.321	8.038	10.760	-5.315

31	1	34.714	-27.200	27.953	41.710	45.467	-37.953
31	2	6.860	-5.233	5.460	8.146	8.960	-7.333
32	1	21.089	-21.043	34.167	40.139	40.163	-40.116
32	2	4.120	-4.109	6.673	7.840	7.845	-7.835
33	1	6.902	0.000	0.000	3.451	6.902	0.000
33	2	1.419	0.000	0.000	0.710	1.419	0.000
34	1	370.900	0.000	0.000	185.450	370.900	0.000
34	2	76.378	0.000	0.000	38.189	76.378	0.000
35	1	334.232	63.834	129.542	187.243	386.276	11.790
35	2	69.505	16.693	25.301	36.571	79.670	6.528
36	1	312.853	92.867	121.094	163.592	366.451	39.268
36	2	65.411	22.445	23.651	31.951	75.879	11.976
37	1	256.916	120.986	91.295	113.815	302.767	75.136
37	2	54.190	27.641	17.831	22.230	63.145	18.686
38	1	221.796	108.682	64.221	85.575	250.814	79.664
38	2	46.828	24.735	12.543	16.714	52.495	19.067
39	1	194.544	78.954	42.884	71.967	208.716	64.782
39	2	40.900	18.324	8.376	14.056	43.668	15.556
40	1	156.035	14.380	35.057	79.028	164.236	6.179
40	2	32.284	4.618	6.847	15.435	33.886	3.016
41	1	115.018	-29.546	51.542	88.776	131.512	-46.040
41	2	23.372	-4.863	10.067	17.339	26.593	-8.085
42	1	87.484	-35.466	60.624	86.339	112.348	-60.330
42	2	17.639	-6.375	11.841	16.863	22.495	-11.231
43	1	61.666	-27.486	66.837	80.338	97.428	-63.248
43	2	12.407	-5.006	13.054	15.691	19.392	-11.990
44	1	39.462	0.000	0.000	19.731	39.462	0.000
44	2	8.127	0.000	0.000	4.063	8.127	0.000
45	1	534.716	0.000	0.000	267.358	534.716	0.000
45	2	110.138	0.000	0.000	55.069	110.138	0.000
46	1	463.230	114.309	251.597	306.166	594.936	-17.396
46	2	96.605	28.457	49.140	59.798	122.329	2.733
47	1	425.825	163.523	239.873	273.386	568.059	21.288
47	2	89.425	38.194	46.850	53.396	117.205	10.414
48	1	332.982	223.740	177.464	185.679	464.040	92.682
48	2	70.945	49.609	34.661	36.265	96.542	24.011
49	1	279.465	204.756	109.436	115.636	357.746	126.474
49	2	59.723	45.131	21.374	22.585	75.012	29.842
50	1	256.495	134.773	56.543	83.073	278.707	112.561
50	2	54.250	30.476	11.044	16.225	58.588	26.138
51	1	226.803	-6.665	62.550	132.436	242.505	-22.367
51	2	46.634	1.035	12.217	25.866	49.701	-2.032
52	1	159.066	-56.028	112.348	155.526	207.045	-104.007
52	2	32.161	-9.849	21.943	30.376	41.532	-19.220
53	1	109.407	-42.470	118.099	140.407	173.876	-106.938
53	2	22.079	-7.584	23.066	27.423	34.671	-20.176
54	1	71.593	-25.586	111.632	121.748	144.751	-98.744
54	2	14.471	-4.509	21.803	23.779	28.760	-18.798
55	1	46.149	0.000	0.000	23.074	46.149	0.000
55	2	9.510	0.000	0.000	4.755	9.510	0.000
56	1	318.892	0.000	0.000	159.446	318.892	0.000
56	2	65.747	0.000	0.000	32.874	65.747	0.000
57	1	252.750	116.551	376.501	382.610	567.260	-197.960
57	2	53.285	26.684	73.535	74.729	114.713	-34.744
58	1	224.235	208.018	382.430	382.516	598.642	-166.389
58	2	48.384	45.217	74.693	74.710	121.511	-27.910
59	1	100.691	391.127	281.960	317.159	563.068	-71.250
59	2	24.887	81.613	55.070	61.945	115.195	-8.696

60	1	70.492	399.520	134.454	212.468	447.474	22.538
60	2	18.757	83.020	26.261	41.498	92.386	9.391
61	1	78.616	210.704	24.099	70.304	214.964	74.356
61	2	18.426	44.224	4.707	13.731	45.056	17.594
62	1	153.573	-177.322	77.386	182.651	170.777	-194.525
62	2	29.743	-34.885	15.114	35.674	33.103	-38.245
63	1	32.740	-109.406	191.263	204.041	165.709	-242.374
63	2	5.581	-22.182	37.356	39.852	31.551	-48.152
64	1	3.286	-21.291	175.759	176.188	167.185	-185.191
64	2	0.451	-4.350	34.328	34.412	32.462	-36.361
65	1	-3.801	4.039	143.578	143.632	143.750	-143.513
65	2	-0.740	0.791	28.043	28.053	28.079	-28.027
66	1	-5.934	0.000	0.000	2.967	0.000	-5.934
66	2	-1.218	0.000	0.000	0.609	0.000	-1.218
67	1	-1254.109	0.000	0.000	627.054	0.000	-1254.109
67	2	-258.432	0.000	0.000	129.216	0.000	-258.432
68	1	-993.726	-10.443	242.657	548.264	46.180	-1050.349
68	2	-204.746	-12.699	47.394	107.083	-1.640	-215.805
69	1	-856.601	9.483	232.069	491.306	67.747	-914.865
69	2	-176.297	-7.140	45.326	95.958	4.240	-187.677
70	1	-344.174	670.982	171.175	535.664	699.069	-372.260
70	2	-63.752	134.520	33.433	104.622	140.006	-69.238
71	1	-228.332	638.562	104.926	445.966	651.081	-240.851
71	2	-40.242	129.074	20.493	87.103	131.519	-42.687
72	1	-327.509	349.173	53.528	342.549	353.381	-331.717
72	2	-63.737	68.428	10.455	66.904	69.250	-64.559
73	1	-729.474	-676.251	59.108	64.822	-638.040	-767.685
73	2	-157.397	-147.002	11.545	12.661	-139.539	-164.860
74	1	-315.143	-101.332	107.764	151.796	-56.442	-360.033
74	2	-65.972	-24.212	21.048	29.648	-15.445	-74.740
75	1	-152.991	25.548	113.972	144.771	81.049	-208.492
75	2	-31.234	3.637	22.260	28.276	14.477	-42.074
76	1	-84.317	37.723	108.872	124.806	101.509	-148.103
76	2	-16.963	6.873	21.264	24.376	19.331	-29.421
77	1	-55.089	0.000	0.000	27.545	0.000	-55.089
77	2	-11.361	0.000	0.000	5.680	0.000	-11.361
78	1	345.014	0.000	0.000	172.507	345.014	0.000
78	2	71.195	0.000	0.000	35.598	71.195	0.000
79	1	242.684	180.722	121.574	125.460	337.163	86.243
79	2	51.894	39.792	23.745	24.504	70.347	21.339
80	1	199.737	336.845	112.483	131.727	400.018	136.564
80	2	44.707	71.486	21.969	25.728	83.824	32.368
81	1	-6.786	658.815	81.171	342.556	668.571	-16.542
81	2	5.596	135.596	15.854	66.905	137.501	3.690
82	1	-38.511	684.489	53.584	365.450	688.438	-42.461
82	2	-0.665	140.546	10.466	71.377	141.318	-1.436
83	1	6.916	342.898	32.607	171.126	346.033	3.781
83	2	5.064	70.685	6.369	33.423	71.298	4.452
84	1	198.384	-345.096	26.376	273.017	199.661	-346.373
84	2	37.190	-68.959	5.152	53.324	37.439	-69.208
85	1	-7.431	-189.304	44.990	101.457	3.090	-199.824
85	2	-3.540	-39.062	8.787	19.816	-1.485	-41.116
86	1	-47.817	-12.647	55.479	58.199	27.967	-88.431
86	2	-9.981	-3.112	10.836	11.367	4.820	-17.914
87	1	-43.267	31.081	63.597	73.665	67.572	-79.758
87	2	-8.580	5.941	12.421	14.388	13.068	-15.707
88	1	-29.385	0.000	0.000	14.692	0.000	-29.385
88	2	-6.042	0.000	0.000	3.021	0.000	-6.042

89	1	-848.562	0.000	0.000	424.281	0.000	-848.562
89	2	-174.887	0.000	0.000	87.444	0.000	-174.887
90	1	-651.634	84.025	60.572	372.783	88.979	-656.588
90	2	-133.297	10.386	11.830	72.809	11.354	-134.265
91	1	-544.649	143.096	53.817	348.058	147.282	-548.834
91	2	-110.639	23.686	10.511	67.980	24.504	-111.457
92	1	-97.921	849.697	30.806	474.809	850.697	-98.921
92	2	-11.145	173.936	6.017	92.736	174.132	-11.341
93	1	-13.824	797.821	11.485	405.985	797.984	-13.987
93	2	5.622	164.146	2.243	79.294	164.178	5.590
94	1	-115.406	448.740	-1.583	282.077	448.744	-115.411
94	2	-19.002	91.183	-0.309	55.093	91.184	-19.003
95	1	-521.842	-684.722	1.133	81.448	-521.835	-684.730
95	2	-114.730	-146.542	0.221	15.908	-114.728	-146.544
96	1	-153.632	-138.236	18.724	20.245	-125.689	-166.179
96	2	-33.104	-30.097	3.657	3.954	-27.647	-35.555
97	1	-31.905	7.285	26.113	32.648	20.337	-44.958
97	2	-6.493	1.162	5.100	6.376	3.711	-9.042
98	1	9.417	31.381	32.443	34.252	54.651	-13.853
98	2	2.272	6.562	6.337	6.690	11.107	-2.273
99	1	24.822	0.000	0.000	12.411	24.822	0.000
99	2	5.103	0.000	0.000	2.551	5.103	0.000
100	1	732.951	0.000	0.000	366.476	732.951	0.000
100	2	151.094	0.000	0.000	75.547	151.094	0.000
101	1	586.056	255.781	55.329	174.160	595.079	246.759
101	2	123.400	58.893	10.806	34.016	125.162	57.131
102	1	520.771	452.826	48.796	59.458	546.256	427.341
102	2	112.048	98.777	9.531	11.613	117.025	93.800
103	1	255.335	803.695	15.730	274.631	804.146	254.885
103	2	61.112	168.213	3.072	53.639	168.301	61.024
104	1	198.507	810.676	-26.156	307.200	811.792	197.392
104	2	49.483	169.048	-5.109	60.000	169.265	49.265
105	1	239.157	408.988	-53.383	100.302	424.374	223.771
105	2	53.590	86.760	-10.426	19.590	89.766	50.585
106	1	432.074	-360.693	-15.158	396.673	432.364	-360.983
106	2	85.147	-69.690	-2.961	77.475	85.204	-69.747
107	1	166.280	-207.460	31.148	189.448	168.858	-210.038
107	2	32.039	-40.957	6.084	37.002	32.543	-41.460
108	1	92.290	-13.376	20.201	56.563	96.020	-17.106
108	2	18.863	-1.775	3.945	11.047	19.592	-2.503
109	1	76.396	31.149	11.177	25.233	79.006	28.539
109	2	16.063	7.225	2.183	4.928	16.572	6.716
110	1	82.214	0.000	0.000	41.107	82.214	0.000
110	2	16.950	0.000	0.000	8.475	16.950	0.000
111	1	-473.480	0.000	0.000	236.740	0.000	-473.480
111	2	-97.706	0.000	0.000	48.853	0.000	-97.706
112	1	-301.092	146.587	117.972	253.025	175.772	-330.277
112	2	-60.447	26.990	23.041	49.419	32.690	-66.147
113	1	-253.021	214.639	135.133	270.069	250.878	-289.260
113	2	-49.826	41.514	26.393	52.748	48.592	-56.904
114	1	26.355	1091.972	73.491	537.853	1097.017	21.311
114	2	17.018	225.147	14.354	105.049	226.132	16.033
115	1	53.153	1021.619	-65.026	488.580	1025.966	48.806
115	2	21.790	210.944	-12.700	95.426	211.793	20.941
116	1	-0.214	543.287	-151.755	311.252	582.788	-39.716
116	2	5.723	111.875	-29.640	60.791	119.590	-1.992
117	1	-270.351	-945.061	-33.467	339.011	-268.695	-946.717
117	2	-65.704	-197.484	-6.536	66.213	-65.381	-197.807

118	1	-31.411	-93.351	96.032	100.902	38.521	-163.283
118	2	-7.459	-19.557	18.756	19.707	6.199	-33.215
119	1	19.495	92.465	53.291	64.585	120.565	-8.604
119	2	4.996	19.248	10.408	12.614	24.736	-0.492
120	1	33.059	66.090	6.075	17.597	67.171	31.977
120	2	7.509	13.961	1.186	3.437	14.172	7.298
121	1	44.728	0.000	0.000	22.364	44.728	0.000
121	2	9.222	0.000	0.000	4.611	9.222	0.000
122	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
122	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123	1	0.000	146.334	101.073	124.776	197.943	-51.609
123	2	0.000	30.057	19.741	24.810	39.839	-9.782
124	1	0.000	244.963	129.466	178.222	300.704	-55.740
124	2	0.000	50.448	25.286	35.716	60.940	-10.492
125	1	0.000	1155.987	68.714	582.064	1160.057	-4.070
125	2	0.000	238.055	13.421	119.782	238.809	-0.754
126	1	0.000	1097.366	-75.592	553.866	1102.549	-5.183
126	2	0.000	226.008	-14.764	113.964	226.968	-0.960
127	1	0.000	562.577	-159.502	323.364	604.653	-42.075
127	2	0.000	115.831	-31.153	65.763	123.678	-7.847
128	1	0.000	-1031.310	-40.541	517.246	1.591	-1032.901
128	2	0.000	-212.427	-7.918	106.508	0.295	-212.722
129	1	0.000	-73.958	88.211	95.649	58.670	-132.628
129	2	0.000	-15.239	17.229	18.838	11.219	-26.458
130	1	0.000	140.253	52.617	87.671	157.798	-17.545
130	2	0.000	28.917	10.277	17.739	32.197	-3.280
131	1	0.000	73.658	1.220	36.849	73.678	-0.020
131	2	0.000	15.169	0.238	7.588	15.173	-0.004
132	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1254.109 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -1254.1 (NODE 67)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 733.0 (NODE 100)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -1031.3 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 1156.0 (NODE 125)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -258.432 (NODE 67)

MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN X DIRECTION = -258.4 (NODE 67)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN X DIRECTION = 151.1 (NODE 100)
 MAXIMUM NEGATIVE STRESS IN Y DIRECTION = -212.4 (NODE 128)
 MAXIMUM POSITIVE STRESS IN Y DIRECTION = 238.1 (NODE 125)

INPUT FILE NAME -C:\KENPAVE\minuta da tese fadiga\mod hip 2 fadiga - REL
1.TXT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MODELO HIPOTÉTICO 2 - FADIGA - CCP (24) CCR(7.5) BARRA - REL 1

TYPE OF FOUNDATION (NFOUND) = 0
TYPE OF DAMAGE ANALYSIS (NDAMA) = 1
NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 3
TOTAL NUMBER OF SLABS (NSLAB) = 1
TOTAL NUMBER OF JOINTS (NJOINT) = 0

ARRANGEMENT OF SLABS

SLAB NO.	NO. NODES (NX) IN X DIRECTION	NO. NODES (NY) IN Y DIRECTION	JOINT NO. AT FOUR SIDES (JONO)			
			LEFT	RIGHT	BOTTOM	TOP
1	12	14	0	0	0	0

NUMBER OF LAYERS (NLAYER)-----= 2
NODAL NUMBER USED TO CHECK CONVERGENCE (NNCK)-----= 1
NUMBER OF NODES NOT IN CONTACT (NOTCON)-----= 0
NUMBER OF GAPS (NGAP)-----= 0
NUMBER OF POINTS FOR PRINTOUT (NPRINT)-----= 3
CODE FOR INPUT OF GAPS OR PRECOMPRESSIONS (INPUT)- -----= 0
BOND BETWEEN TWO LAYERS (NBOND)-----= 0
CONDITION OF WARPING (NTEMP)-----= 0
CODE INDICATING WHETHER SLAB WEIGHT IS CONSIDERED (NWT)-----= 1
MAX NO. OF CYCLES FOR CHECKING CONTACT (NCYCLE)-----= 1
NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 1 (NAT1)-----= 0
NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 2 (NAT2)-----= 0
NUMBER OF POINTS ON X AXIS OF SYMMETRY (NSX)-----= 0
NUMBER OF POINTS ON Y AXIS OF SYMMETRY (NSY)-----= 14
MORE DETAILED PRINTOUT FOR EACH CONTACT CYCLE (MDPO)-----= 0
TOLERANCE FOR ITERATIONS (DEL)-----= 0.001
MAXIMUM ALLOWABLE VERTICAL DISPLACEMENT (FMAX)-----= 2.54

SYSTEM OF UNITS (NUNIT)-----= 1
Length in cm, force in kN, stress in kPa, unit weight in kN/m³
subgrade and dowel K value in MN/m³, and temperature in C

UNIT WEIGHT OF LAYER 1 (GAMA(1))-----= 23.58
UNIT WEIGHT OF LAYER 2 (GAMA(2))-----= 21.8

MODULUS OF RUPTURE OF LAYER 1 (PMR(1))-----= 4500
MODULUS OF RUPTURE OF LAYER 2 (PMR(2))-----= 1800

FOR SLAB NO. 1 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 0 12.94 31.87 62.5 94.37 125 156.87 188.12 219.37 250 282.9
300
Y = 0 8.91 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 188.91 203.91 218.91
260.86 293.91 326.95 360

LAYER NO.	THICKNESS (T)	POISSON'S RATIO (PR)	YOUNG'S MODULUS (YM)
1	24.00000	0.15000	2.758E+07
2	7.50000	0.20000	1.800E+07

NO. OF LOADED AREAS (NUDL) FOR EACH LOAD GROUP ARE: 4 4 8
 NO. OF NODAL FORCES (NCNF) AND MOMENTS (NCMX AND NCMY) ARE: 0 0 0

FOR LOAD GROUP NO. 1 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 2 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	48.30000	74.17000	0.00000	17.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	17.81000	47.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	180.20000	198.01000	648.00000
1	48.30000	74.17000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 3 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO. (LS)	X COORDINATES (XL1) (XL2)		Y COORDINATES (YL1) (YL2)		INTENSITY (QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	112.94000	137.94000	210.00000	227.81000	648.00000

NODES FOR STRESS PRINTOUT (NP) ARE: 1 43 71

NODES ON Y AXIS OF SYMMETRY (NODSY) ARE: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
 12 13 14

FOUNDATION ADJUSTMENT FACTOR (FSAF) FOR EACH PERIOD ARE: 1

NUMBER OF ADDITIONAL SUBGRADE MODULI (NAS) TO BE READ IN-----= 0
 SUBGRADE MODULUS (SUBMOD)-----= 144

NODAL COORDINATES (XN AND YN) OF INDIVIDUAL SLAB ARE:

1	0.000	0.000	2	0.000	8.910	3	0.000	23.910
4	0.000	38.910	5	0.000	80.910	6	0.000	113.910
7	0.000	147.100	8	0.000	188.910	9	0.000	203.910
10	0.000	218.910	11	0.000	260.860	12	0.000	293.910
13	0.000	326.950	14	0.000	360.000	15	12.940	0.000
16	12.940	8.910	17	12.940	23.910	18	12.940	38.910
19	12.940	80.910	20	12.940	113.910	21	12.940	147.100
22	12.940	188.910	23	12.940	203.910	24	12.940	218.910
25	12.940	260.860	26	12.940	293.910	27	12.940	326.950
28	12.940	360.000	29	31.870	0.000	30	31.870	8.910
31	31.870	23.910	32	31.870	38.910	33	31.870	80.910
34	31.870	113.910	35	31.870	147.100	36	31.870	188.910
37	31.870	203.910	38	31.870	218.910	39	31.870	260.860
40	31.870	293.910	41	31.870	326.950	42	31.870	360.000
43	62.500	0.000	44	62.500	8.910	45	62.500	23.910

46	62.500	38.910	47	62.500	80.910	48	62.500	113.910
49	62.500	147.100	50	62.500	188.910	51	62.500	203.910
52	62.500	218.910	53	62.500	260.860	54	62.500	293.910
55	62.500	326.950	56	62.500	360.000	57	94.370	0.000
58	94.370	8.910	59	94.370	23.910	60	94.370	38.910
61	94.370	80.910	62	94.370	113.910	63	94.370	147.100
64	94.370	188.910	65	94.370	203.910	66	94.370	218.910
67	94.370	260.860	68	94.370	293.910	69	94.370	326.950
70	94.370	360.000	71	125.000	0.000	72	125.000	8.910
73	125.000	23.910	74	125.000	38.910	75	125.000	80.910
76	125.000	113.910	77	125.000	147.100	78	125.000	188.910
79	125.000	203.910	80	125.000	218.910	81	125.000	260.860
82	125.000	293.910	83	125.000	326.950	84	125.000	360.000
85	156.870	0.000	86	156.870	8.910	87	156.870	23.910
88	156.870	38.910	89	156.870	80.910	90	156.870	113.910
91	156.870	147.100	92	156.870	188.910	93	156.870	203.910
94	156.870	218.910	95	156.870	260.860	96	156.870	293.910
97	156.870	326.950	98	156.870	360.000	99	188.120	0.000
100	188.120	8.910	101	188.120	23.910	102	188.120	38.910
103	188.120	80.910	104	188.120	113.910	105	188.120	147.100
106	188.120	188.910	107	188.120	203.910	108	188.120	218.910
109	188.120	260.860	110	188.120	293.910	111	188.120	326.950
112	188.120	360.000	113	219.370	0.000	114	219.370	8.910
115	219.370	23.910	116	219.370	38.910	117	219.370	80.910
118	219.370	113.910	119	219.370	147.100	120	219.370	188.910
121	219.370	203.910	122	219.370	218.910	123	219.370	260.860
124	219.370	293.910	125	219.370	326.950	126	219.370	360.000
127	250.000	0.000	128	250.000	8.910	129	250.000	23.910
130	250.000	38.910	131	250.000	80.910	132	250.000	113.910
133	250.000	147.100	134	250.000	188.910	135	250.000	203.910
136	250.000	218.910	137	250.000	260.860	138	250.000	293.910
139	250.000	326.950	140	250.000	360.000	141	282.900	0.000
142	282.900	8.910	143	282.900	23.910	144	282.900	38.910
145	282.900	80.910	146	282.900	113.910	147	282.900	147.100
148	282.900	188.910	149	282.900	203.910	150	282.900	218.910
151	282.900	260.860	152	282.900	293.910	153	282.900	326.950
154	282.900	360.000	155	300.000	0.000	156	300.000	8.910
157	300.000	23.910	158	300.000	38.910	159	300.000	80.910
160	300.000	113.910	161	300.000	147.100	162	300.000	188.910
163	300.000	203.910	164	300.000	218.910	165	300.000	260.860
166	300.000	293.910	167	300.000	326.950	168	300.000	360.000

FOR PERIOD 1 TOTAL NO. OF LOAD REPETITIONS (TNLR) FOR EACH LOAD GROUP ARE:
 636254 189523 161320

HALF BAND WIDTH (NB) = 48

PERIOD 1 LOAD GROUP 1 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.03226	2	-0.03083	3	-0.02850	4	-0.02625	5	-0.02063
6	-0.01796	7	-0.01695	8	-0.01682	9	-0.01649	10	-0.01586
11	-0.01286	12	-0.01041	13	-0.00830	14	-0.00644	15	-0.03181
16	-0.03042	17	-0.02814	18	-0.02593	19	-0.02045	20	-0.01783
21	-0.01681	22	-0.01661	23	-0.01627	24	-0.01565	25	-0.01276
26	-0.01035	27	-0.00826	28	-0.00642	29	-0.02986	30	-0.02861
31	-0.02654	32	-0.02452	33	-0.01960	34	-0.01716	35	-0.01612
36	-0.01568	37	-0.01533	38	-0.01476	39	-0.01224	40	-0.01004

41	-0.00807	42	-0.00630	43	-0.02513	44	-0.02415	45	-0.02253
46	-0.02096	47	-0.01717	48	-0.01520	49	-0.01417	50	-0.01347
51	-0.01313	52	-0.01268	53	-0.01084	54	-0.00913	55	-0.00748
56	-0.00594	57	-0.01983	58	-0.01913	59	-0.01795	60	-0.01682
61	-0.01408	62	-0.01260	63	-0.01172	64	-0.01101	65	-0.01073
66	-0.01040	67	-0.00915	68	-0.00794	69	-0.00668	70	-0.00544
71	-0.01529	72	-0.01480	73	-0.01397	74	-0.01316	75	-0.01122
76	-0.01016	77	-0.00947	78	-0.00890	79	-0.00870	80	-0.00847
81	-0.00765	82	-0.00682	83	-0.00591	84	-0.00494	85	-0.01149
86	-0.01116	87	-0.01059	88	-0.01004	89	-0.00872	90	-0.00799
91	-0.00752	92	-0.00713	93	-0.00701	94	-0.00687	95	-0.00637
96	-0.00584	97	-0.00520	98	-0.00450	99	-0.00867	100	-0.00844
101	-0.00806	102	-0.00768	103	-0.00679	104	-0.00631	105	-0.00602
106	-0.00581	107	-0.00575	108	-0.00568	109	-0.00540	110	-0.00507
111	-0.00465	112	-0.00415	113	-0.00658	114	-0.00642	115	-0.00616
116	-0.00591	117	-0.00531	118	-0.00502	119	-0.00487	120	-0.00481
121	-0.00479	122	-0.00478	123	-0.00467	124	-0.00448	125	-0.00421
126	-0.00387	127	-0.00503	128	-0.00491	129	-0.00473	130	-0.00455
131	-0.00416	132	-0.00400	133	-0.00396	134	-0.00402	135	-0.00405
136	-0.00407	137	-0.00408	138	-0.00400	139	-0.00383	140	-0.00360
141	-0.00366	142	-0.00357	143	-0.00343	144	-0.00330	145	-0.00306
146	-0.00302	147	-0.00309	148	-0.00327	149	-0.00334	150	-0.00341
151	-0.00353	152	-0.00354	153	-0.00345	154	-0.00329	155	-0.00300
156	-0.00292	157	-0.00279	158	-0.00268	159	-0.00251	160	-0.00252
161	-0.00264	162	-0.00289	163	-0.00298	164	-0.00307	165	-0.00326
166	-0.00330	167	-0.00325	168	-0.00311				

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-1894.461	0.000	0.000	947.231	0.000	-1894.461
1	2	-390.429	0.000	0.000	195.215	0.000	-390.429
43	1	-65.646	0.000	0.000	32.823	0.000	-65.646
43	2	-13.521	0.000	0.000	6.761	0.000	-13.521
71	1	323.197	0.000	0.000	161.599	323.197	0.000
71	2	66.604	0.000	0.000	33.302	66.604	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1894.461 (NODE 1)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -390.429 (NODE 1)

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 1 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 1 IS .00000E+00

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 1 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 2 IS .00000E+00

PERIOD 1 LOAD GROUP 2 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.05955	2	-0.05670	3	-0.05194	4	-0.04730	5	-0.03574
6	-0.02930	7	-0.02544	8	-0.02268	9	-0.02169	10	-0.02054
11	-0.01643	12	-0.01287	13	-0.00952	14	-0.00642	15	-0.05946
16	-0.05661	17	-0.05186	18	-0.04721	19	-0.03562	20	-0.02918
21	-0.02536	22	-0.02265	23	-0.02168	24	-0.02052	25	-0.01639
26	-0.01283	27	-0.00949	28	-0.00640	29	-0.05891	30	-0.05607
31	-0.05133	32	-0.04667	33	-0.03500	34	-0.02861	35	-0.02492
36	-0.02246	37	-0.02153	38	-0.02039	39	-0.01617	40	-0.01262
41	-0.00934	42	-0.00631	43	-0.05564	44	-0.05293	45	-0.04842
46	-0.04394	47	-0.03260	48	-0.02657	49	-0.02324	50	-0.02129
51	-0.02047	52	-0.01940	53	-0.01523	54	-0.01187	55	-0.00882
56	-0.00601	57	-0.04747	58	-0.04519	59	-0.04137	60	-0.03762

61	-0.02822	62	-0.02309	63	-0.02016	64	-0.01826	65	-0.01754
66	-0.01665	67	-0.01336	68	-0.01057	69	-0.00796	70	-0.00552
71	-0.03772	72	-0.03595	73	-0.03298	74	-0.03008	75	-0.02292
76	-0.01891	77	-0.01644	78	-0.01465	79	-0.01406	80	-0.01339
81	-0.01107	82	-0.00900	83	-0.00694	84	-0.00493	85	-0.02812
86	-0.02683	87	-0.02465	88	-0.02253	89	-0.01734	90	-0.01441
91	-0.01251	92	-0.01108	93	-0.01065	94	-0.01019	95	-0.00869
96	-0.00729	97	-0.00580	98	-0.00427	99	-0.02020	100	-0.01926
101	-0.01768	102	-0.01615	103	-0.01244	104	-0.01037	105	-0.00902
106	-0.00804	107	-0.00777	108	-0.00749	109	-0.00661	110	-0.00573
111	-0.00471	112	-0.00360	113	-0.01385	114	-0.01317	115	-0.01201
116	-0.01090	117	-0.00826	118	-0.00685	119	-0.00599	120	-0.00546
121	-0.00533	122	-0.00522	123	-0.00481	124	-0.00431	125	-0.00366
126	-0.00290	127	-0.00886	128	-0.00834	129	-0.00746	130	-0.00663
131	-0.00473	132	-0.00380	133	-0.00335	134	-0.00323	135	-0.00324
136	-0.00326	137	-0.00323	138	-0.00303	139	-0.00264	140	-0.00214
141	-0.00436	142	-0.00393	143	-0.00323	144	-0.00258	145	-0.00124
146	-0.00074	147	-0.00067	148	-0.00099	149	-0.00115	150	-0.00130
151	-0.00163	152	-0.00169	153	-0.00152	154	-0.00120	155	-0.00218
156	-0.00177	157	-0.00113	158	-0.00055	159	0.00055	160	0.00085
161	0.00071	162	0.00017	163	-0.00007	164	-0.00030	165	-0.00082
166	-0.00100	167	-0.00093	168	-0.00067				

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-289.264	0.000	0.000	144.632	0.000	-289.264
1	2	-59.586	0.000	0.000	29.793	0.000	-59.586
43	1	-2064.491	0.000	0.000	1032.246	0.000	-2064.491
43	2	-425.534	0.000	0.000	212.767	0.000	-425.534
71	1	277.412	0.000	0.000	138.706	277.412	0.000
71	2	57.197	0.000	0.000	28.599	57.197	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -2064.491 (NODE 43)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -425.534 (NODE 43)

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 2 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 1 IS .11393E-01
 FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 2 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 2 IS .00000E+00

PERIOD 1 LOAD GROUP 3 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.04378	2	-0.04241	3	-0.04013	4	-0.03782	5	-0.03138
6	-0.02779	7	-0.02596	8	-0.02485	9	-0.02410	10	-0.02298
11	-0.01822	12	-0.01402	13	-0.00998	14	-0.00612	15	-0.04377
16	-0.04240	17	-0.04009	18	-0.03776	19	-0.03134	20	-0.02775
21	-0.02589	22	-0.02472	23	-0.02396	24	-0.02285	25	-0.01817
26	-0.01400	27	-0.00997	28	-0.00611	29	-0.04378	30	-0.04236
31	-0.03998	32	-0.03758	33	-0.03116	34	-0.02755	35	-0.02560
36	-0.02419	37	-0.02342	38	-0.02234	39	-0.01793	40	-0.01387
41	-0.00990	42	-0.00609	43	-0.04383	44	-0.04231	45	-0.03976
46	-0.03723	47	-0.03055	48	-0.02683	49	-0.02477	50	-0.02319
51	-0.02242	52	-0.02140	53	-0.01731	54	-0.01348	55	-0.00967
56	-0.00601	57	-0.04351	58	-0.04184	59	-0.03905	60	-0.03629
61	-0.02925	62	-0.02547	63	-0.02351	64	-0.02223	65	-0.02153
66	-0.02055	67	-0.01651	68	-0.01281	69	-0.00923	70	-0.00580
71	-0.04142	72	-0.03969	73	-0.03682	74	-0.03403	75	-0.02694
76	-0.02332	77	-0.02159	78	-0.02074	79	-0.02015	80	-0.01924

81	-0.01527	82	-0.01183	83	-0.00855	84	-0.00545	85	-0.03566
86	-0.03416	87	-0.03166	88	-0.02922	89	-0.02320	90	-0.02008
91	-0.01853	92	-0.01761	93	-0.01710	94	-0.01635	95	-0.01320
96	-0.01033	97	-0.00754	98	-0.00486	99	-0.02838	100	-0.02719
101	-0.02520	102	-0.02328	103	-0.01861	104	-0.01614	105	-0.01478
106	-0.01381	107	-0.01339	108	-0.01284	109	-0.01063	110	-0.00847
111	-0.00624	112	-0.00402	113	-0.02121	114	-0.02028	115	-0.01874
116	-0.01726	117	-0.01374	118	-0.01189	119	-0.01081	120	-0.01001
121	-0.00971	122	-0.00935	123	-0.00791	124	-0.00639	125	-0.00469
126	-0.00292	127	-0.01484	128	-0.01411	129	-0.01289	130	-0.01172
131	-0.00904	132	-0.00768	133	-0.00694	134	-0.00647	135	-0.00632
136	-0.00612	137	-0.00528	138	-0.00426	139	-0.00298	140	-0.00157
141	-0.00870	142	-0.00809	143	-0.00707	144	-0.00613	145	-0.00409
146	-0.00320	147	-0.00284	148	-0.00282	149	-0.00284	150	-0.00282
151	-0.00252	152	-0.00192	153	-0.00100	154	0.00014	155	-0.00567
156	-0.00508	157	-0.00414	158	-0.00328	159	-0.00151	160	-0.00085
161	-0.00071	162	-0.00095	163	-0.00106	164	-0.00114	165	-0.00111
166	-0.00071	167	0.00007	168	0.00111				

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-22.568	0.000	0.000	11.284	0.000	-22.568
1	2	-4.668	0.000	0.000	2.334	0.000	-4.668
43	1	-47.530	0.000	0.000	23.765	0.000	-47.530
43	2	-9.775	0.000	0.000	4.888	0.000	-9.775
71	1	-1561.038	0.000	0.000	780.519	0.000	-1561.038
71	2	-321.762	0.000	0.000	160.881	0.000	-321.762

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1561.038 (NODE 71)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -321.762 (NODE 71)

FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 3 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 1 IS .00000E+00
 FOR PERIOD 1 LOAD GROUP 3 CRACKING INDEX (CI) FOR LAYER 2 IS .00000E+00

FOR LAYER 1 SUM OF CRACKING INDEX (SUMCI) = .11393E-01
 DESIGN LIFE (DL) IN YEARS = 87.77

FOR LAYER 2 SUM OF CRACKING INDEX (SUMCI) = .00000E+00
 DESIGN LIFE (DL) IN YEARS = 1000.00

INPUT FILE NAME -C:\KENPAVE\minuta da tese fadiga\mod hip 2 fadiga - REL 2.TXT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -MODELO HIPOTÉTICO 2 - FADIGA - CCP (24) CCR(7.5) BARRA - REL 1

TYPE OF FOUNDATION (NFOUND) = 0
 TYPE OF DAMAGE ANALYSIS (NDAMA) = 0
 NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
 NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 3
 TOTAL NUMBER OF SLABS (NSLAB) = 1
 TOTAL NUMBER OF JOINTS (NJOINT) = 0

ARRANGEMENT OF SLABS

SLAB NO.	NO. NODES (NX) IN X DIRECTION	NO. NODES (NY) IN Y DIRECTION	JOINT NO. AT FOUR SIDES (JONO)			
			LEFT	RIGHT	BOTTOM	TOP
1	12	14	0	0	0	0

NUMBER OF LAYERS (NLAYER)-----= 2
 NODAL NUMBER USED TO CHECK CONVERGENCE (NNCK)-----= 1
 NUMBER OF NODES NOT IN CONTACT (NOTCON)-----= 0
 NUMBER OF GAPS (NGAP)-----= 0
 NUMBER OF POINTS FOR PRINTOUT (NPRINT)-----= 3
 CODE FOR INPUT OF GAPS OR PRECOMPRESSIONS (INPUT)- -----= 0
 BOND BETWEEN TWO LAYERS (NBOND)-----= 0
 CONDITION OF WARPING (NTEMP)-----= 0
 CODE INDICATING WHETHER SLAB WEIGHT IS CONSIDERED (NWT)-----= 1
 MAX NO. OF CYCLES FOR CHECKING CONTACT (NCYCLE)-----= 1
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 1 (NAT1)-----= 0
 NUMBER OF ADDITIONAL THICKNESSES FOR SLAB LAYER 2 (NAT2)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON X AXIS OF SYMMETRY (NSX)-----= 0
 NUMBER OF POINTS ON Y AXIS OF SYMMETRY (NSY)-----= 14
 MORE DETAILED PRINTOUT FOR EACH CONTACT CYCLE (MDPO)-----= 0
 TOLERANCE FOR ITERATIONS (DEL)-----= 0.001
 MAXIMUM ALLOWABLE VERTICAL DISPLACEMENT (FMAX)-----= 2.54

SYSTEM OF UNITS (NUNIT)-----= 1
 Length in cm, force in kN, stress in kPa, unit weight in kN/m³
 subgrade and dowel K value in MN/m³, and temperature in C

UNIT WEIGHT OF LAYER 1 (GAMA(1))-----= 23.58
 UNIT WEIGHT OF LAYER 2 (GAMA(2))-----= 21.8

FOR SLAB NO. 1 COORDINATES OF FINITE ELEMENT GRID ARE:

X = 0 12.94 31.87 62.5 94.37 125 156.87 188.12 219.37 250 282.9
 300
 Y = 0 8.91 23.91 38.91 80.91 113.91 147.1 188.91 203.91 218.91
 260.86 293.91 326.95 360

LAYER NO.	THICKNESS (T)	POISSON'S RATIO (PR)	YOUNG'S MODULUS (YM)
1	24.00000	0.15000	2.758E+07
2	7.50000	0.20000	1.800E+07

No. OF LOADED AREAS (NUDL) FOR EACH LOAD GROUP ARE: 4 4 8
 NO. OF NODAL FORCES (NCNF) AND MOMENTS (NCMX AND NCMY) ARE: 0 0 0

FOR LOAD GROUP NO. 1 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO.	X COORDINATES		Y COORDINATES		INTENSITY
(LS)	(XL1)	(XL2)	(YL1)	(YL2)	(QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 2 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO.	X COORDINATES		Y COORDINATES		INTENSITY
(LS)	(XL1)	(XL2)	(YL1)	(YL2)	(QQ)
1	48.30000	74.17000	0.00000	17.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	17.81000	47.81000	648.00000
1	48.30000	74.17000	180.20000	198.01000	648.00000
1	48.30000	74.17000	210.00000	227.81000	648.00000

FOR LOAD GROUP NO. 3 LOADS ARE APPLIED AS FOLLOWS:

SLAB NO.	X COORDINATES		Y COORDINATES		INTENSITY
(LS)	(XL1)	(XL2)	(YL1)	(YL2)	(QQ)
1	0.00000	12.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	0.00000	12.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	0.00000	12.94000	210.00000	227.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	0.00000	17.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	30.00000	47.81000	648.00000
1	112.94000	137.94000	180.20000	198.01000	648.00000
1	112.94000	137.94000	210.00000	227.81000	648.00000

NODES FOR STRESS PRINTOUT (NP) ARE: 1 43 71

NODES ON Y AXIS OF SYMMETRY (NODSY) ARE: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
12 13 14

FOUNDATION ADJUSTMENT FACTOR (FSAF) FOR EACH PERIOD ARE: 1

NUMBER OF ADDITIONAL SUBGRADE MODULI (NAS) TO BE READ IN-----= 0
SUBGRADE MODULUS (SUBMOD)-----= 144

NODAL COORDINATES (XN AND YN) OF INDIVIDUAL SLAB ARE:

1	0.000	0.000	2	0.000	8.910	3	0.000	23.910
4	0.000	38.910	5	0.000	80.910	6	0.000	113.910
7	0.000	147.100	8	0.000	188.910	9	0.000	203.910
10	0.000	218.910	11	0.000	260.860	12	0.000	293.910
13	0.000	326.950	14	0.000	360.000	15	12.940	0.000
16	12.940	8.910	17	12.940	23.910	18	12.940	38.910
19	12.940	80.910	20	12.940	113.910	21	12.940	147.100
22	12.940	188.910	23	12.940	203.910	24	12.940	218.910
25	12.940	260.860	26	12.940	293.910	27	12.940	326.950
28	12.940	360.000	29	31.870	0.000	30	31.870	8.910
31	31.870	23.910	32	31.870	38.910	33	31.870	80.910
34	31.870	113.910	35	31.870	147.100	36	31.870	188.910
37	31.870	203.910	38	31.870	218.910	39	31.870	260.860
40	31.870	293.910	41	31.870	326.950	42	31.870	360.000
43	62.500	0.000	44	62.500	8.910	45	62.500	23.910
46	62.500	38.910	47	62.500	80.910	48	62.500	113.910
49	62.500	147.100	50	62.500	188.910	51	62.500	203.910
52	62.500	218.910	53	62.500	260.860	54	62.500	293.910

55	62.500	326.950	56	62.500	360.000	57	94.370	0.000
58	94.370	8.910	59	94.370	23.910	60	94.370	38.910
61	94.370	80.910	62	94.370	113.910	63	94.370	147.100
64	94.370	188.910	65	94.370	203.910	66	94.370	218.910
67	94.370	260.860	68	94.370	293.910	69	94.370	326.950
70	94.370	360.000	71	125.000	0.000	72	125.000	8.910
73	125.000	23.910	74	125.000	38.910	75	125.000	80.910
76	125.000	113.910	77	125.000	147.100	78	125.000	188.910
79	125.000	203.910	80	125.000	218.910	81	125.000	260.860
82	125.000	293.910	83	125.000	326.950	84	125.000	360.000
85	156.870	0.000	86	156.870	8.910	87	156.870	23.910
88	156.870	38.910	89	156.870	80.910	90	156.870	113.910
91	156.870	147.100	92	156.870	188.910	93	156.870	203.910
94	156.870	218.910	95	156.870	260.860	96	156.870	293.910
97	156.870	326.950	98	156.870	360.000	99	188.120	0.000
100	188.120	8.910	101	188.120	23.910	102	188.120	38.910
103	188.120	80.910	104	188.120	113.910	105	188.120	147.100
106	188.120	188.910	107	188.120	203.910	108	188.120	218.910
109	188.120	260.860	110	188.120	293.910	111	188.120	326.950
112	188.120	360.000	113	219.370	0.000	114	219.370	8.910
115	219.370	23.910	116	219.370	38.910	117	219.370	80.910
118	219.370	113.910	119	219.370	147.100	120	219.370	188.910
121	219.370	203.910	122	219.370	218.910	123	219.370	260.860
124	219.370	293.910	125	219.370	326.950	126	219.370	360.000
127	250.000	0.000	128	250.000	8.910	129	250.000	23.910
130	250.000	38.910	131	250.000	80.910	132	250.000	113.910
133	250.000	147.100	134	250.000	188.910	135	250.000	203.910
136	250.000	218.910	137	250.000	260.860	138	250.000	293.910
139	250.000	326.950	140	250.000	360.000	141	282.900	0.000
142	282.900	8.910	143	282.900	23.910	144	282.900	38.910
145	282.900	80.910	146	282.900	113.910	147	282.900	147.100
148	282.900	188.910	149	282.900	203.910	150	282.900	218.910
151	282.900	260.860	152	282.900	293.910	153	282.900	326.950
154	282.900	360.000	155	300.000	0.000	156	300.000	8.910
157	300.000	23.910	158	300.000	38.910	159	300.000	80.910
160	300.000	113.910	161	300.000	147.100	162	300.000	188.910
163	300.000	203.910	164	300.000	218.910	165	300.000	260.860
166	300.000	293.910	167	300.000	326.950	168	300.000	360.000

HALF BAND WIDTH (NB) = 48

PERIOD 1 LOAD GROUP 1 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.03226	2	-0.03083	3	-0.02850	4	-0.02625	5	-0.02063
6	-0.01796	7	-0.01695	8	-0.01682	9	-0.01649	10	-0.01586
11	-0.01286	12	-0.01041	13	-0.00830	14	-0.00644	15	-0.03181
16	-0.03042	17	-0.02814	18	-0.02593	19	-0.02045	20	-0.01783
21	-0.01681	22	-0.01661	23	-0.01627	24	-0.01565	25	-0.01276
26	-0.01035	27	-0.00826	28	-0.00642	29	-0.02986	30	-0.02861
31	-0.02654	32	-0.02452	33	-0.01960	34	-0.01716	35	-0.01612
36	-0.01568	37	-0.01533	38	-0.01476	39	-0.01224	40	-0.01004
41	-0.00807	42	-0.00630	43	-0.02513	44	-0.02415	45	-0.02253
46	-0.02096	47	-0.01717	48	-0.01520	49	-0.01417	50	-0.01347
51	-0.01313	52	-0.01268	53	-0.01084	54	-0.00913	55	-0.00748
56	-0.00594	57	-0.01983	58	-0.01913	59	-0.01795	60	-0.01682
61	-0.01408	62	-0.01260	63	-0.01172	64	-0.01101	65	-0.01073
66	-0.01040	67	-0.00915	68	-0.00794	69	-0.00668	70	-0.00544

71	-0.01529	72	-0.01480	73	-0.01397	74	-0.01316	75	-0.01122
76	-0.01016	77	-0.00947	78	-0.00890	79	-0.00870	80	-0.00847
81	-0.00765	82	-0.00682	83	-0.00591	84	-0.00494	85	-0.01149
86	-0.01116	87	-0.01059	88	-0.01004	89	-0.00872	90	-0.00799
91	-0.00752	92	-0.00713	93	-0.00701	94	-0.00687	95	-0.00637
96	-0.00584	97	-0.00520	98	-0.00450	99	-0.00867	100	-0.00844
101	-0.00806	102	-0.00768	103	-0.00679	104	-0.00631	105	-0.00602
106	-0.00581	107	-0.00575	108	-0.00568	109	-0.00540	110	-0.00507
111	-0.00465	112	-0.00415	113	-0.00658	114	-0.00642	115	-0.00616
116	-0.00591	117	-0.00531	118	-0.00502	119	-0.00487	120	-0.00481
121	-0.00479	122	-0.00478	123	-0.00467	124	-0.00448	125	-0.00421
126	-0.00387	127	-0.00503	128	-0.00491	129	-0.00473	130	-0.00455
131	-0.00416	132	-0.00400	133	-0.00396	134	-0.00402	135	-0.00405
136	-0.00407	137	-0.00408	138	-0.00400	139	-0.00383	140	-0.00360
141	-0.00366	142	-0.00357	143	-0.00343	144	-0.00330	145	-0.00306
146	-0.00302	147	-0.00309	148	-0.00327	149	-0.00334	150	-0.00341
151	-0.00353	152	-0.00354	153	-0.00345	154	-0.00329	155	-0.00300
156	-0.00292	157	-0.00279	158	-0.00268	159	-0.00251	160	-0.00252
161	-0.00264	162	-0.00289	163	-0.00298	164	-0.00307	165	-0.00326
166	-0.00330	167	-0.00325	168	-0.00311				

DEFLECTIONS OF SLABS (F) ARE: (DOWNWARD POSITIVE)

1	0.03226	2	0.03083	3	0.02850	4	0.02625	5	0.02063
6	0.01796	7	0.01695	8	0.01682	9	0.01649	10	0.01586
11	0.01286	12	0.01041	13	0.00830	14	0.00644	15	0.03181
16	0.03042	17	0.02814	18	0.02593	19	0.02045	20	0.01783
21	0.01681	22	0.01661	23	0.01627	24	0.01565	25	0.01276
26	0.01035	27	0.00826	28	0.00642	29	0.02986	30	0.02861
31	0.02654	32	0.02452	33	0.01960	34	0.01716	35	0.01612
36	0.01568	37	0.01533	38	0.01476	39	0.01224	40	0.01004
41	0.00807	42	0.00630	43	0.02513	44	0.02415	45	0.02253
46	0.02096	47	0.01717	48	0.01520	49	0.01417	50	0.01347
51	0.01313	52	0.01268	53	0.01084	54	0.00913	55	0.00748
56	0.00594	57	0.01983	58	0.01913	59	0.01795	60	0.01682
61	0.01408	62	0.01260	63	0.01172	64	0.01101	65	0.01073
66	0.01040	67	0.00915	68	0.00794	69	0.00668	70	0.00544
71	0.01529	72	0.01480	73	0.01397	74	0.01316	75	0.01122
76	0.01016	77	0.00947	78	0.00890	79	0.00870	80	0.00847
81	0.00765	82	0.00682	83	0.00591	84	0.00494	85	0.01149
86	0.01116	87	0.01059	88	0.01004	89	0.00872	90	0.00799
91	0.00752	92	0.00713	93	0.00701	94	0.00687	95	0.00637
96	0.00584	97	0.00520	98	0.00450	99	0.00867	100	0.00844
101	0.00806	102	0.00768	103	0.00679	104	0.00631	105	0.00602
106	0.00581	107	0.00575	108	0.00568	109	0.00540	110	0.00507
111	0.00465	112	0.00415	113	0.00658	114	0.00642	115	0.00616
116	0.00591	117	0.00531	118	0.00502	119	0.00487	120	0.00481
121	0.00479	122	0.00478	123	0.00467	124	0.00448	125	0.00421
126	0.00387	127	0.00503	128	0.00491	129	0.00473	130	0.00455
131	0.00416	132	0.00400	133	0.00396	134	0.00402	135	0.00405
136	0.00407	137	0.00408	138	0.00400	139	0.00383	140	0.00360
141	0.00366	142	0.00357	143	0.00343	144	0.00330	145	0.00306
146	0.00302	147	0.00309	148	0.00327	149	0.00334	150	0.00341
151	0.00353	152	0.00354	153	0.00345	154	0.00329	155	0.00300
156	0.00292	157	0.00279	158	0.00268	159	0.00251	160	0.00252
161	0.00264	162	0.00289	163	0.00298	164	0.00307	165	0.00326
166	0.00330	167	0.00325	168	0.00311				

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	46.451	2	44.398	3	41.037	4	37.798	5	29.703
6	25.867	7	24.411	8	24.226	9	23.744	10	22.840
11	18.523	12	14.997	13	11.947	14	9.280	15	45.805
16	43.801	17	40.518	18	37.341	19	29.448	20	25.671
21	24.204	22	23.914	23	23.429	24	22.540	25	18.368
26	14.905	27	11.891	28	9.246	29	43.000	30	41.192
31	38.213	32	35.316	33	28.222	34	24.716	35	23.209
36	22.578	37	22.081	38	21.261	39	17.632	40	14.462
41	11.616	42	9.079	43	36.186	44	34.782	45	32.448
46	30.187	47	24.720	48	21.882	49	20.398	50	19.390
51	18.908	52	18.254	53	15.610	54	13.151	55	10.777
56	8.559	57	28.556	58	27.546	59	25.853	60	24.214
61	20.271	62	18.146	63	16.871	64	15.850	65	15.449
66	14.970	67	13.171	68	11.433	69	9.625	70	7.831
71	22.023	72	21.316	73	20.119	74	18.957	75	16.162
76	14.626	77	13.642	78	12.820	79	12.527	80	12.197
81	11.010	82	9.823	83	8.504	84	7.118	85	16.547
86	16.069	87	15.254	88	14.460	89	12.552	90	11.503
91	10.825	92	10.273	93	10.090	94	9.889	95	9.168
96	8.402	97	7.489	98	6.477	99	12.481	100	12.158
101	11.605	102	11.065	103	9.780	104	9.092	105	8.670
106	8.367	107	8.275	108	8.173	109	7.779	110	7.307
111	6.692	112	5.977	113	9.473	114	9.252	115	8.873
116	8.505	117	7.652	118	7.231	119	7.014	120	6.921
121	6.902	122	6.877	123	6.719	124	6.454	125	6.056
126	5.566	127	7.238	128	7.077	129	6.806	130	6.548
131	5.985	132	5.757	133	5.703	134	5.785	135	5.827
136	5.864	137	5.882	138	5.764	139	5.518	140	5.185
141	5.272	142	5.147	143	4.942	144	4.756	145	4.410
146	4.347	147	4.447	148	4.707	149	4.809	150	4.906
151	5.089	152	5.095	153	4.964	154	4.736	155	4.325
156	4.208	157	4.023	158	3.865	159	3.612	160	3.629
161	3.807	162	4.162	163	4.297	164	4.425	165	4.692
166	4.758	167	4.676	168	4.482				

SUM OF FORCES (FOSUM) = 138.5 SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 138.5

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-1894.461	0.000	0.000	947.231	0.000	-1894.461
1	2	-390.429	0.000	0.000	195.215	0.000	-390.429
43	1	-65.646	0.000	0.000	32.823	0.000	-65.646
43	2	-13.521	0.000	0.000	6.761	0.000	-13.521
71	1	323.197	0.000	0.000	161.599	323.197	0.000
71	2	66.604	0.000	0.000	33.302	66.604	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1894.461 (NODE 1)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -390.429 (NODE 1)

PERIOD 1 LOAD GROUP 2 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.05955	2	-0.05670	3	-0.05194	4	-0.04730	5	-0.03574
6	-0.02930	7	-0.02544	8	-0.02268	9	-0.02169	10	-0.02054
11	-0.01643	12	-0.01287	13	-0.00952	14	-0.00642	15	-0.05946
16	-0.05661	17	-0.05186	18	-0.04721	19	-0.03562	20	-0.02918

21	-0.02536	22	-0.02265	23	-0.02168	24	-0.02052	25	-0.01639
26	-0.01283	27	-0.00949	28	-0.00640	29	-0.05891	30	-0.05607
31	-0.05133	32	-0.04667	33	-0.03500	34	-0.02861	35	-0.02492
36	-0.02246	37	-0.02153	38	-0.02039	39	-0.01617	40	-0.01262
41	-0.00934	42	-0.00631	43	-0.05564	44	-0.05293	45	-0.04842
46	-0.04394	47	-0.03260	48	-0.02657	49	-0.02324	50	-0.02129
51	-0.02047	52	-0.01940	53	-0.01523	54	-0.01187	55	-0.00882
56	-0.00601	57	-0.04747	58	-0.04519	59	-0.04137	60	-0.03762
61	-0.02822	62	-0.02309	63	-0.02016	64	-0.01826	65	-0.01754
66	-0.01665	67	-0.01336	68	-0.01057	69	-0.00796	70	-0.00552
71	-0.03772	72	-0.03595	73	-0.03298	74	-0.03008	75	-0.02292
76	-0.01891	77	-0.01644	78	-0.01465	79	-0.01406	80	-0.01339
81	-0.01107	82	-0.00900	83	-0.00694	84	-0.00493	85	-0.02812
86	-0.02683	87	-0.02465	88	-0.02253	89	-0.01734	90	-0.01441
91	-0.01251	92	-0.01108	93	-0.01065	94	-0.01019	95	-0.00869
96	-0.00729	97	-0.00580	98	-0.00427	99	-0.02020	100	-0.01926
101	-0.01768	102	-0.01615	103	-0.01244	104	-0.01037	105	-0.00902
106	-0.00804	107	-0.00777	108	-0.00749	109	-0.00661	110	-0.00573
111	-0.00471	112	-0.00360	113	-0.01385	114	-0.01317	115	-0.01201
116	-0.01090	117	-0.00826	118	-0.00685	119	-0.00599	120	-0.00546
121	-0.00533	122	-0.00522	123	-0.00481	124	-0.00431	125	-0.00366
126	-0.00290	127	-0.00886	128	-0.00834	129	-0.00746	130	-0.00663
131	-0.00473	132	-0.00380	133	-0.00335	134	-0.00323	135	-0.00324
136	-0.00326	137	-0.00323	138	-0.00303	139	-0.00264	140	-0.00214
141	-0.00436	142	-0.00393	143	-0.00323	144	-0.00258	145	-0.00124
146	-0.00074	147	-0.00067	148	-0.00099	149	-0.00115	150	-0.00130
151	-0.00163	152	-0.00169	153	-0.00152	154	-0.00120	155	-0.00218
156	-0.00177	157	-0.00113	158	-0.00055	159	0.00055	160	0.00085
161	0.00071	162	0.00017	163	-0.00007	164	-0.00030	165	-0.00082
166	-0.00100	167	-0.00093	168	-0.00067				

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	85.746	2	81.642	3	74.799	4	68.111	5	51.465
6	42.187	7	36.633	8	32.657	9	31.239	10	29.573
11	23.655	12	18.532	13	13.710	14	9.239	15	85.627
16	81.522	17	74.678	18	67.982	19	51.296	20	42.025
21	36.515	22	32.616	23	31.213	24	29.548	25	23.600
26	18.474	27	13.666	28	9.214	29	84.832	30	80.738
31	73.917	32	67.207	33	50.395	34	41.194	35	35.885
36	32.344	37	31.008	38	29.356	39	23.288	40	18.172
41	13.445	42	9.087	43	80.122	44	76.221	45	69.727
46	63.271	47	46.942	48	38.262	49	33.467	50	30.662
51	29.480	52	27.935	53	21.937	54	17.092	55	12.698
56	8.655	57	68.356	58	65.069	59	59.580	60	54.174
61	40.633	62	33.252	63	29.035	64	26.288	65	25.260
66	23.978	67	19.242	68	15.223	69	11.467	70	7.949
71	54.318	72	51.768	73	47.494	74	43.321	75	33.003
76	27.226	77	23.679	78	21.103	79	20.247	80	19.283
81	15.941	82	12.957	83	9.991	84	7.104	85	40.495
86	38.631	87	35.492	88	32.439	89	24.972	90	20.746
91	18.021	92	15.957	93	15.330	94	14.674	95	12.513
96	10.500	97	8.349	98	6.148	99	29.085	100	27.737
101	25.463	102	23.255	103	17.917	104	14.926	105	12.994
106	11.578	107	11.185	108	10.792	109	9.518	110	8.249
111	6.776	112	5.184	113	19.943	114	18.960	115	17.301
116	15.699	117	11.901	118	9.860	119	8.624	120	7.857
121	7.682	122	7.515	123	6.924	124	6.213	125	5.269
126	4.179	127	12.759	128	12.007	129	10.747	130	9.545

131	6.807	132	5.476	133	4.821	134	4.650	135	4.673
136	4.701	137	4.654	138	4.361	139	3.807	140	3.084
141	6.272	142	5.657	143	4.647	144	3.716	145	1.783
146	1.065	147	0.970	148	1.422	149	1.650	150	1.877
151	2.354	152	2.429	153	2.188	154	1.727	155	3.135
156	2.554	157	1.621	158	0.791	159	-0.793	160	-1.217
161	-1.024	162	-0.240	163	0.100	164	0.432	165	1.178
166	1.433	167	1.332	168	0.960				

SUM OF FORCES (FOSUM) = 218.6 SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 218.6

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-289.264	0.000	0.000	144.632	0.000	-289.264
1	2	-59.586	0.000	0.000	29.793	0.000	-59.586
43	1	-2064.491	0.000	0.000	1032.246	0.000	-2064.491
43	2	-425.534	0.000	0.000	212.767	0.000	-425.534
71	1	277.412	0.000	0.000	138.706	277.412	0.000
71	2	57.197	0.000	0.000	28.599	57.197	0.000

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -2064.491 (NODE 43)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -425.534 (NODE 43)

PERIOD 1 LOAD GROUP 3 AND CYCLE NO. 1

THE GAP (GAP) AT EACH NODE IS: (GAP IS POSITIVE, PRECOMPRESSION NEGATIVE)

1	-0.04378	2	-0.04241	3	-0.04013	4	-0.03782	5	-0.03138
6	-0.02779	7	-0.02596	8	-0.02485	9	-0.02410	10	-0.02298
11	-0.01822	12	-0.01402	13	-0.00998	14	-0.00612	15	-0.04377
16	-0.04240	17	-0.04009	18	-0.03776	19	-0.03134	20	-0.02775
21	-0.02589	22	-0.02472	23	-0.02396	24	-0.02285	25	-0.01817
26	-0.01400	27	-0.00997	28	-0.00611	29	-0.04378	30	-0.04236
31	-0.03998	32	-0.03758	33	-0.03116	34	-0.02755	35	-0.02560
36	-0.02419	37	-0.02342	38	-0.02234	39	-0.01793	40	-0.01387
41	-0.00990	42	-0.00609	43	-0.04383	44	-0.04231	45	-0.03976
46	-0.03723	47	-0.03055	48	-0.02683	49	-0.02477	50	-0.02319
51	-0.02242	52	-0.02140	53	-0.01731	54	-0.01348	55	-0.00967
56	-0.00601	57	-0.04351	58	-0.04184	59	-0.03905	60	-0.03629
61	-0.02925	62	-0.02547	63	-0.02351	64	-0.02223	65	-0.02153
66	-0.02055	67	-0.01651	68	-0.01281	69	-0.00923	70	-0.00580
71	-0.04142	72	-0.03969	73	-0.03682	74	-0.03403	75	-0.02694
76	-0.02332	77	-0.02159	78	-0.02074	79	-0.02015	80	-0.01924
81	-0.01527	82	-0.01183	83	-0.00855	84	-0.00545	85	-0.03566
86	-0.03416	87	-0.03166	88	-0.02922	89	-0.02320	90	-0.02008
91	-0.01853	92	-0.01761	93	-0.01710	94	-0.01635	95	-0.01320
96	-0.01033	97	-0.00754	98	-0.00486	99	-0.02838	100	-0.02719
101	-0.02520	102	-0.02328	103	-0.01861	104	-0.01614	105	-0.01478
106	-0.01381	107	-0.01339	108	-0.01284	109	-0.01063	110	-0.00847
111	-0.00624	112	-0.00402	113	-0.02121	114	-0.02028	115	-0.01874
116	-0.01726	117	-0.01374	118	-0.01189	119	-0.01081	120	-0.01001
121	-0.00971	122	-0.00935	123	-0.00791	124	-0.00639	125	-0.00469
126	-0.00292	127	-0.01484	128	-0.01411	129	-0.01289	130	-0.01172
131	-0.00904	132	-0.00768	133	-0.00694	134	-0.00647	135	-0.00632
136	-0.00612	137	-0.00528	138	-0.00426	139	-0.00298	140	-0.00157
141	-0.00870	142	-0.00809	143	-0.00707	144	-0.00613	145	-0.00409
146	-0.00320	147	-0.00284	148	-0.00282	149	-0.00284	150	-0.00282

151	-0.00252	152	-0.00192	153	-0.00100	154	0.00014	155	-0.00567
156	-0.00508	157	-0.00414	158	-0.00328	159	-0.00151	160	-0.00085
161	-0.00071	162	-0.00095	163	-0.00106	164	-0.00114	165	-0.00111
166	-0.00071	167	0.00007	168	0.00111				

NODAL NUMBER AND REACTIVE PRESSURE (SUBR) ARE: (COMPRESSION POSITIVE)

1	63.040	2	61.076	3	57.788	4	54.458	5	45.182
6	40.023	7	37.376	8	35.786	9	34.701	10	33.097
11	26.233	12	20.193	13	14.376	14	8.808	15	63.035
16	61.057	17	57.737	18	54.378	19	45.131	20	39.964
21	37.286	22	35.592	23	34.503	24	32.906	25	26.158
26	20.156	27	14.357	28	8.803	29	63.040	30	60.999
31	57.566	32	54.115	33	44.875	34	39.665	35	36.859
36	34.835	37	33.724	38	32.171	39	25.813	40	19.976
41	14.261	42	8.774	43	63.119	44	60.923	45	57.254
46	53.617	47	43.991	48	38.633	49	35.666	50	33.393
51	32.285	52	30.813	53	24.933	54	19.407	55	13.923
56	8.647	57	62.660	58	60.246	59	56.228	60	52.259
61	42.119	62	36.679	63	33.861	64	32.006	65	31.006
66	29.592	67	23.769	68	18.453	69	13.286	70	8.356
71	59.638	72	57.148	73	53.024	74	49.004	75	38.798
76	33.583	77	31.085	78	29.871	79	29.016	80	27.709
81	21.989	82	17.030	83	12.315	84	7.846	85	51.352
86	49.187	87	45.594	88	42.084	89	33.409	90	28.918
91	26.678	92	25.356	93	24.620	94	23.544	95	19.013
96	14.882	97	10.855	98	6.995	99	40.874	100	39.158
101	36.295	102	33.518	103	26.799	104	23.248	105	21.286
106	19.888	107	19.279	108	18.486	109	15.305	110	12.203
111	8.983	112	5.792	113	30.535	114	29.209	115	26.992
116	24.858	117	19.790	118	17.116	119	15.561	120	14.417
121	13.986	122	13.462	123	11.386	124	9.204	125	6.751
126	4.203	127	21.370	128	20.315	129	18.558	130	16.882
131	13.015	132	11.065	133	9.992	134	9.319	135	9.094
136	8.817	137	7.600	138	6.129	139	4.293	140	2.265
141	12.529	142	11.643	143	10.185	144	8.828	145	5.889
146	4.603	147	4.095	148	4.066	149	4.085	150	4.066
151	3.634	152	2.766	153	1.433	154	-0.204	155	8.167
156	7.322	157	5.956	158	4.718	159	0.000	160	0.000
161	0.000	162	0.000	163	1.524	164	1.644	165	1.601
166	1.015	167	-0.096	168	-1.597				

SUM OF FORCES (FOSUM) = 253.9 SUM OF REACTIONS (SUBSUM) = 253.7

NODE	LAYER	STRESS X	STRESS Y	STRESS XY	MAX.SHEAR	MAJOR	MINOR
1	1	-22.568	0.000	0.000	11.284	0.000	-22.568
1	2	-4.668	0.000	0.000	2.334	0.000	-4.668
43	1	-47.530	0.000	0.000	23.765	0.000	-47.530
43	2	-9.775	0.000	0.000	4.888	0.000	-9.775
71	1	-1561.038	0.000	0.000	780.519	0.000	-1561.038
71	2	-321.762	0.000	0.000	160.881	0.000	-321.762

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 1 IS -1561.038 (NODE 71)

MAXIMUM STRESS (SMAX) IN LAYER 2 IS -321.762 (NODE 71)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)