

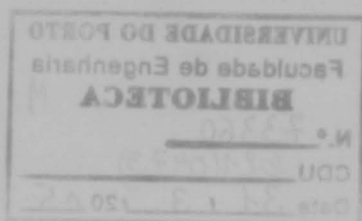
Este relatório tem como objectivo a apresentação do trabalho realizado por Nuno Magalhães Aguiar Vieira na empresa SOFTCAD, Aplicações de CAD, Lda., no âmbito de um estágio profissional ocorrido entre 16/2/98 e 16/8/98.

O estágio teve como tema a utilização de técnicas de Projecto Assistido por Computador (CAD/CAE/CAM), com recurso a software de CAE de topo de gama.

Os supervisores foram o Prof. Carlos Reis Gomes (pela FEUP) e o Eng. Carlos Bragança de Oliveira (pela SOFTCAD).

O trabalho descrito consistiu na análise do projeto de uma greja de um sistema de porta contenedores realizado para a empresa VALART, recorrendo ao método dos elementos finitos, tendo sido utilizado o programa comercial I-Deas.

## Relatório de estágio profissional no âmbito do programa prodep II



Estagiário: Nuno Magalhães Aguiar Vieira  
Empresa: SOFTCAD, Aplicações de CAD, Lda.  
Supervisor(FEUP): Prof. Carlos Reis Gomes  
Supervisor(Empresa): Eng. Carlos Bragança de Oliveira  
Período de estágio: 16/2/98 a 16/8/98

621(047.3)  
LEM 1997/VIEn

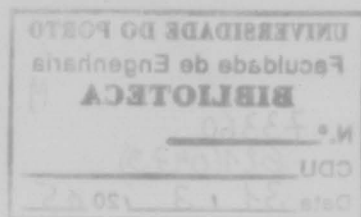
Este relatório tem como objectivo a apresentação do trabalho realizado por Nuno Magalhães Aguiar Vieira na empresa SOFTCAD, Aplicações de CAD, Lda., no âmbito de um estágio profissional ocorrido entre 16/2/98 e 16/8/98.

O estágio teve como tema a utilização de técnicas de Projecto Assistido por Computador (CAD/CAE/CAM), com recurso a software de CAE de topo de gama.

Os supervisores foram o Prof. Carlos Reis Gomes (pela FEUP) e o Eng. Carlos Bragança de Oliveira (pela SOFTCAD).

O trabalho descrito consistiu na análise do projeto de uma grua de um sistema de porta contêineres realizado pela empresa VALART, recorrendo ao método dos elementos finitos, tendo sido utilizado o programa comercial I-Deas.

## **Relatório de estágio profissional no âmbito do programa prodep II**



Estagiário: Nuno Magalhães Aguiar Vieira  
Empresa: SOFTCAD, Aplicações de CAD, Lda.  
Supervisor(FEUP): Prof. Carlos Reis Gomes  
Supervisor(Empresa): Eng. Carlos Bragança de Oliveira  
Período de estágio: 16/2/98 a 16/8/98

**UNIVERSIDADE DO PORTO**  
Faculdade de Engenharia  
**BIBLIOTECA M**  
N.º 73360  
CDU 621(047.3)  
Data 31.3.2005

## INDICE

Este relatório tem como objectivo a apresentação do trabalho realizado por Nuno Magalhães Aguiar Vieira na empresa SOFTCAD, Aplicações de CAD, Lda., no âmbito de um estágio profissional ocorrido entre 16/2/98 e 16/8/98.

O estágio teve como tema a utilização de técnicas de Projecto Assistido por Computador (CAD/CAE/CAM), com recurso a software de CAE de topo da gama.

Os supervisores foram o Prof. Carlos Reis Gomes (pela FEUP) e o Eng. Carlos Bragança de Oliveira (pela SOFTCAD).

O trabalho descrito consistiu na análise do projecto de uma grua de um sistema de porta contentores, realizado para a empresa VALART, recorrendo ao método dos elementos finitos, tendo sido utilizado o programa comercial I-Deas.

### 3. Solicitações

#### 3.1. Solicitações principais

#### 3.2. Acção do vento

#### 3.3. Carga do teste

### 4. Casos de carga

### 5. Verificação da estabilidade

#### 5.1. Segunda Lança

#### 5.2. Primeira Lança

#### 5.3. Estabilizador

#### 5.4. Base

### 6. Conclusões

### 7. Figuras

## INDICE

### 1 - Objectivo

**1. Objectivo** O objectivo deste estudo foi a análise da grua Valart de um sistema de porta contentores em termos de estabilidade estrutural.

Trata-se de uma grua cujos elementos estruturais são constituídos em aço St 52.3 e WELDOX 700.

**2. Descrição da grua** O estudo foi realizado ao método dos elementos finitos. O modelo criado foi submetido às solicitações definidas pela norma DIN 15018, sendo os valores máximos das tensões calculadas comparados com as tensões admissíveis definidas por esta norma.

A modelização foi feita utilizando o programa I-DEAS. Os componentes foram divididos em elementos de casca lineares de 4 nós.

### 3. Solicitações

#### 3.1. Solicitações principais

#### 3.2. Acção do vento

#### 3.3. Carga de teste

### 4. Casos de carga

### 5. Verificação da estabilidade

#### 5.1. Segunda Lança

#### 5.2. Primeira Lança

#### 5.3. Estabilizador

#### 5.4. Base

### 6. Conclusões

### 7. Figuras

## Análise de projecto de porta contentores

### 1 - Objectivo

O objectivo deste estudo foi a análise da grua Valart de um sistema de porta contentores em termos de estabilidade estrutural.

Trata-se de uma grua cujos elementos estruturais são construídos em aço St 52.3 e WELDOX 700.

A análise foi efectuada recorrendo ao método dos elementos finitos. O modelo criado foi submetido às solicitações definidas pela norma DIN 15018, sendo os valores máximos das tensões calculadas comparados com as tensões admissíveis definidas por esta norma.

A modelização foi feita utilizando o programa I-DEAS. Os componentes foram modelizados com elementos de casca lineares de 4 nós.

### 2 – Descrição da grua

#### Características Gerais:

Alcance:	2,5 m
Capacidade de elevação:	250 KN.m

Velocidade de rotação da 1ª Lança	15° /min
Velocidade de rotação da 2ª Lança	15° /min

#### Componentes:

Segunda Lança  
Primeira Lança  
Estabilizador  
Base

#### Características dos materiais:

##### Em geral:

aço St 52.3 (DIN 17100)	
tensão de cedência:	360 MPa
coeficiente poisson:	0.29
módulo de elasticidade:	$2.068 \times 10^{11}$ N/m <sup>2</sup>

aço WELDOX 700 (EN 10137-2)	
tensão de cedência:	300 MPa
coeficiente poisson:	0.29
módulo de elasticidade:	$2.068 \times 10^{11}$ N/m <sup>2</sup>

### 3 – Solicitações

As solicitações consideradas foram as definidas na norma DIN 15018 e que se descrevem em seguida.

#### 3.1. Solicitações principais

##### 3.1.1. Peso próprio dos componentes da grua (G)

As ações do peso próprio são calculadas automaticamente em função da densidade dos materiais definidos no modelo e da definição do vector aceleração da gravidade. A resultante do peso próprio de cada elemento é distribuída pelos nós do mesmo distribuindo-se assim as forças por todos os nós, aproximando o peso real.

##### 3.1.2. Carga movimentada (P)

A carga movimentada é composta pela carga útil e pelo peso próprio dos componentes utilizados para a transportar (garras, ganchos, etc.).

##### 3.1.3. Efeitos dinâmicos devidos ao movimento da carga

Os efeitos dinâmicos devidos ao movimento da carga bem como às acelerações dos sistemas hidráulicos e à elevada elasticidade da estrutura são tidos em conta através de um factor de carga nominal  $\psi$  e da aceleração transversa  $\varepsilon$  a aplicar aos componentes da grua.

###### 3.1.3.1. Factor de carga nominal ( $\psi$ )

A carga máxima a transportar (P) é multiplicada por este factor  $\psi$  de forma a considerar os efeitos dinâmicos acima referidos.

Incluindo a grua na classe H2 (gruas em veículos para levantamento e manipulação de cargas) a norma define o cálculo deste factor pela seguinte expressão:

$$\psi = 1.2 + .0044 \times VH \quad \text{para} \quad VH \leq 90\text{m/min}$$

$$\psi = 1.6 \quad \text{para} \quad VH > 90\text{m/min}$$

VH – velocidade de movimentação da carga

###### 3.1.3.2. Aceleração transversa $\varepsilon$

A aceleração transversa a aplicar aos componentes da grua será definida por um vector perpendicular aos seus eixos longitudinais, no plano definido pelos mesmos. As forças (de

inércia) resultantes desta aceleração serão igualmente distribuídas por todos os nós tal como no cálculo do peso próprio.

O valor desta aceleração é definido por:

$$\varepsilon = \pm 3.(\psi - 1) \quad m/s^2$$

### 3.1.3.3. Queda súbita da carga útil

Nos casos em que esta queda repentina da carga corresponde a uma situação normal de funcionamento, os efeitos das forças de inércia resultantes devem ser tidos em conta através da introdução de uma sollicitação vertical no ponto de aplicação da carga, de valor  $-0.25x \psi x P$ .

### 3.1.4. Forças de inércia resultantes do accionamento (Dr)

Estas forças são calculadas pelo programa em função dos vectores aceleração definidos para os movimentos a considerar. Tal como anteriormente, as forças resultantes destas acelerações são distribuídas por todos os nós de cada componente.

A norma especifica que em lugar de um cálculo mais exacto das vibrações ou da realização de ensaios se pode multiplicar estas forças de inércia por um coeficiente de 1,5 de modo a tomar em consideração estes efeitos dinâmicos.

### 3.1.5. Forças centrífugas (Z)

As forças centrífugas são de igual modo calculadas automaticamente para cada componente após a definição dos vectores velocidade para os movimentos a considerar.

A força centrífuga devido ao movimento da carga deve também ser considerada, não entrando para este cálculo o factor de carga nominal.

## 3.2. Acção do vento (Wi)

As sollicitações devidas ao vento (DIN 1055-4) são aplicadas aos componentes móveis da grua considerando uma pressão dinâmica de  $125 N/m^2$  (multiplicada por um factor de forma de valor 2.31), actuando perpendicularmente às superfícies laterais, com o sentido a que corresponde a situação mais desfavorável.

## 3.3. Carga de teste (Pg)

Para a classe considerada (H2) a carga de teste (aplicada estaticamente) é definida por:

$$Pg = 1,25 P + 0,1 A$$

A - peso dos braços da grua

P - Carga a movimentar



## 5. Verificação da estabilidade

A verificação da estabilidade dos componentes é feita de acordo com o método das tensões admissíveis, admitindo um comportamento linear da grua para a gama de variação das acções aplicadas.

De acordo com a norma DIN 15018 - Part 3, as tensões admissíveis (MPa) para os diferentes casos de carga e para os materiais utilizados são:

	Caso de carga H	Caso de carga HZ	Caso de carga HS
St 52-3	240	270	297
WELDOX700	465	525	575

### 5.1. Segunda Lança

O modelo deste componente é constituído por 10132 elementos e 8214 nós, estando a respectiva malha representada na fig. 2.

#### 5.1.1. Cargas aplicadas

1. Peso próprio: valor calculado  $G = 2280 \text{ N}$

2. Carga a movimentar:  $P \cdot \psi = 160000 \times 1.3 = 208 \text{ KN}$

#### 5.1.2. Tensões e deformações

Os resultados obtidos para as alterações propostas de redução de espessura de alguns dos componentes da segunda lança, substituindo o aço St 52.3 por WELDOX 700 apresentam tensões de cálculo superiores às tensões admissíveis deste último aço (465 MPa, 525 MPa e 575 MPa para os casos de carga H, HZ e HS, respectivamente).

Deste modo, estas alterações não podem ser aceites sugerindo-se: a manutenção das espessuras iniciais das chapas, passando a utilizar-se o aço WELDOX 700 nalguns dos componentes; a alteração do desenho dos olhais (ref. Y3.60.03.04) e a utilização de chapa WELDOX 700 de 10mm nas tampas grande e pequena.

Assim, os resultados apresentados nas figuras 3 e 4 correspondem a esta última sugestão (indicada em 6. Conclusões) a que correspondem tensões máximas da ordem de 460 MPa e que ocorrem na chapa superior (WELDOX 700 de 10mm)

### 5.2. Primeira Lança

O modelo deste componente é constituído por 8729 elementos e 7647 nós, estando a respectiva malha representada na fig. 5.

#### 4. Combinações de acções

Na norma são considerados três tipos de combinações de acções, designados por H, HZ e HS. As acções características a considerar são : o peso próprio (G), a carga a movimentar (P), e as acções dinâmicas resultantes da movimentação da grua, de que resultam uma acção transversal ( $\epsilon$ ), forças de inércia (Dr) e uma força centrífuga (Z). São ainda considerados os efeitos da queda de carga e a acção o vento (W). Como se indica na tabela seguinte são definidas duas combinações de acção tipo H conforme se considera o efeito da carga a movimentar ou o efeito da queda de carga. Às combinações de acção anteriores se adicionarmos o efeito da acção do vento definimos acções tipo HZ. Por último na combinação de acções tipo HS são só considerados o peso próprio, e a carga de teste.

O valores e método de cálculo dos valores característicos para cada uma das acções encontra-se explicitado para cada um dos componentes da grua em 5. Verificação da estabilidade.

As solicitações para cada caso são apresentadas na tabela seguinte:

Carga	H		HZ		HS
	G	G	G	G	G
Peso próprio	G	G	G	G	G
Carga a movimentar	P	---	P	---	---
Factor de carga nominal	$\psi$	$\psi$	$\psi$	$\psi$	1
Aceleração transversa	$\epsilon$	$\epsilon$	$\epsilon$	$\epsilon$	---
Queda súbita de carga	---	$-0.25\psi P$	---	$-0.25\psi P$	---
Forças de inércia	Dr	Dr	Dr	Dr	---
Forças centrífugas	Z	Z	Z	Z	---
Acção do vento	---	---	Wi	Wi	---
Carga de teste	---	---	---	---	Pg

A posição da grua considerada foi a mais desfavorável em carga, tal como indicado na Fig.1. Embora o alcance máximo seja de aproximadamente 2,5m a utilização de limitadores de pressão nos circuitos hidráulicos da primeira e segunda lanças reduz esta distância para os 1,55m para uma carga de 16000 Kg, justificando assim a opção desta posição como a mais desfavorável.

As reduzidas velocidades de rotação das primeira e segunda lanças bem como a geometria e capacidade de carga da grua tornam os efeitos destes movimentos desprezáveis. Assim, estes efeitos são considerados na definição do factor de carga não se justificando uma análise isolada destes movimentos.

### 5.2.1. Cargas aplicadas

1. Peso próprio: valor calculado  $G = 2024 \text{ N}$
2. Acções introduzidas por contacto com a segunda lança para cada caso de carga

### 5.2.2 Tensões e deformações

Para este componente verificam-se tensões máximas da ordem de 360 MPa para um modelo com as alterações propostas de redução da espessura de algumas das chapas (de acordo com o indicado em 6. Conclusões). Estas tensões estão abaixo das respectivas tensões admissíveis e ocorrem nos banzos do tubo (em WELDOX 700 de 6mm), tal como se pode verificar nas figuras 6, 7 e 8.

## 5.3. Estabilizador

Para a análise deste componente, foi considerada a posição de equilíbrio representada na fig. 9 a que corresponde uma carga mínima de contrapeso de 2500 Kg. Deve tomar-se em atenção a introdução de esforços de torção no chassis que a distribuição da tara (1200 Kg à frente e 4000 Kg à retaguarda) pode originar.

Para este componente apresenta-se em separado a análise do grupo extensão (ref. Y1.10.02) e estabilizador (ref. Y1.10.08).

### 5.3.1. Extensão

#### 5.3.1.1. Cargas aplicadas

1. Reacção vertical introduzida por contacto com a sapata de valor = 240 KN

#### 5.3.1.2. Tensões

Considerando as alterações propostas de redução da espessura dos componentes desta peça (de acordo com o indicado em 6. Conclusões), verificam-se tensões normais máximas da ordem de 420 MPa na zona de contacto da extensão com o estabilizador.

Este componente apresenta assim tensões inferiores às respectivas tensões admissíveis para o aço WELDOX 700.

### 5.3.2. Estabilizador

O modelo deste componente é constituído por 5925 elementos e 5097 nós, estando a respectiva malha representada na fig. 10.

### 5.3.2.1. Cargas aplicadas

1. Peso próprio:  $G = 3210 \text{ N}$
2. Acções introduzidas por contacto com a extensão para os casos de carga considerados.

### 5.3.1.2. Tensões e deformações

Nesta peça, considerando a proposta de redução da espessura de alguns componentes, verificam-se tensões muito elevadas na zona de contacto da caixa com a extensão, tal como se pode observar na fig. 11. Sugere-se assim o reforço desta zona. Na restante extensão da caixa as tensões são inferiores às respectivas tensões admissíveis.

Os restantes componentes apresentam também tensões inferiores às tensões admissíveis para o aço WELDOX 700 excepto os olhais duplos que apresentam tensões mais elevadas, sugerindo a alteração das concordâncias nas duas zonas mais solicitadas bem como a utilização de chapa WELDOX de 10mm (ver fig. 12.)

## 5.4. Base

O modelo deste componente é constituído por 24507 elementos e 20832 nós, estando a respectiva malha representada na fig. 13.

### 5.4.1. Cargas aplicadas

1. Peso próprio:  $G = 5120 \text{ N}$
2. Acções introduzidas pelo contacto com a primeira lança, estabilizador e cilindros hidráulicos para cada caso de carga.

### 5.4.2. Tensões e deformações

Considerando a fixação da base em 6 pontos para cada uma das superfícies superior e lateral das calhas (ref. Y3.90.01.41) e para as alterações propostas de redução da espessura de algumas das chapas, este componente apresenta tensões superiores às respectivas tensões admissíveis nestas mesmas calhas assim como na caixa (ref. Y3.90.01.21).

Na fig. 14 pode ver-se o andamento das tensões para as alterações propostas e na fig. 15 apresentam-se as tensões nestas zonas mais solicitadas, mantendo-se os 8mm de espessura iniciais da caixa. Verifica-se ainda assim a necessidade de reforçar as duas zonas mais solicitadas da caixa, bem como de estudar o melhor modo de fixação da base ao chassis.

## 6. Conclusões

Para as solicitações definidas na norma DIN 15018, considerando uma carga máxima vertical de 160 KN a 1,55 m do eixo de rotação da primeira lança, verificamos que alguns componentes apresentam tensões superiores às respectivas tensões admissíveis.

Para estes componentes são sugeridas algumas alterações no sentido de reduzir o nível das tensões.

### 6.1. Segunda Lança

Para este componente foram testadas as propostas de redução de espessura de algumas das chapas em aço St 52.3 passando a utilizar-se o aço WELDOX 700, no sentido de reduzir o peso total da grua. Verificou-se que estas alterações não garantiam os coeficientes mínimos de segurança especificados pela norma. Assim, para garantir estes coeficientes de segurança fazem-se as seguintes sugestões:

- Manter as espessuras iniciais de todas as chapas passando a utilizar-se o aço WELDOX 700 nos seguintes componentes:
  - chapas superior e inferior (ref. Y3.110.03.05 e Y3.110.03.07) de 10mm
  - chapas laterais (ref. Y3.60.03.06 e Y3.60.03.11) de 8mm
  - reforços (ref. Y3.110.03.13 e Y3.110.03.14) de 6mm
- Alterar a geometria dos olhais (ref. Y3.60.03.04) de acordo com o desenho da fig. 16
- Utilizar chapa WELDOX 700 de 10mm nas tampas grande e pequena (ref. Y3.60.03.08 e Y3.60.03.09)
- Retirar reforço (ref. Y3.60.03.12)

Os resultados obtidos após estas alterações garantem a satisfação das tensões admissíveis para o aço WELDOX 700.

### 6.2. Primeira Lança

Para este componente foram testadas as alterações abaixo indicadas e de acordo com os resultados obtidos pode concluir-se que com estas alterações este componente está bem dimensionado, suportando as solicitações a que está sujeito.

Alterações:

Utilizar chapa WELDOX 700 de 10mm nos seguintes componentes:

- Ref. Y3.50.04.04 e Y3.50.04.07

Utilizar chapa WELDOX 700 de 6mm nos seguintes componentes:

- Ref. Y3.50.04.08.02.01, Y3.50.04.08.01 e Y3.50.04.08.03

### 6.3. Estabilizador

#### 6.3.1. Extensão

Para este componente foram testadas as alterações abaixo indicadas e de acordo com os resultados obtidos pode concluir-se que com estas alterações este componente está bem dimensionado, suportando as solicitações a que está sujeito.

Alterações:

Utilizar chapa WELDOX 700 de 8mm nos seguintes componentes:

- Ref. Y1.10.02.04.01 e Y1.10.02.05.01

Utilizar chapa WELDOX 700 de 6mm nos seguintes componentes:

- Ref. Y1.10.02.04.02, e Y1.10.02.05.02

#### 6.3.2. Estabilizador

Para esta peça sugere-se o reforço da caixa na zona de contacto com a extensão. (ver fig. 11).

Em relação à redução da espessura dos componentes do estabilizador, podem aceitar-se as alterações propostas excepto para os olhais duplos (ref. Y1.10.08.03) que devem manter os 10mm de espessura e utilizar o aço WELDOX 700. Assim, podem fazer-se as seguintes alterações:

Utilizar chapa WELDOX 700 de 10mm nos seguintes componentes:

- Ref. Y1.10.08.07, Y1.10.08.03 e Y1.10.08.16

Utilizar chapa WELDOX 700 de 6mm nos seguintes componentes:

- Ref. Y1.10.08.02, Y1.10.08.12, Y1.10.08.04 e Y1.10.08.11

Alterar as concordâncias nos olhais duplos (ref. Y1.10.08.03). (ver fig.12)

### 6.4. Base

Para este componente sugere-se o reforço das zonas mais solicitadas da caixa (ref. Y3.90.01.21) que deve manter a sua espessura inicial de 8mm, passando a WELDOX 700.

A ligação da base ao chassis deve também ser estudada de modo a garantir uma uniforme distribuição das tensões ao longo das calhas (ref. Y3.90.01.41).

Assim, podem fazer-se as seguintes alterações:

fig. 1 - Cruz de porta estabilizadora - posição mais desfavorável

fig. 2 - Utilizar chapa WELDOX 700 de 16mm nos seguintes componentes:

fig. 3 - - Ref. Y3.90.01.02 (chapa (1))

fig. 4 - Utilizar chapa WELDOX 700 de 10mm nos seguintes componentes:

fig. 5 - - Ref. Y3.90.01.22

fig. 6 - Utilizar chapa WELDOX 700 de 8mm nos seguintes componentes:

fig. 7 - - Ref. Y3.90.01.21 (chapa (2))

fig. 8 - Utilizar chapa WELDOX 700 de 6mm nos seguintes componentes:

fig. 9 - - Ref. Y3.90.01.14, Y3.90.01.29, Y3.90.01.30 e Y3.90.01.31

fig. 10 - Malha do estabilizador

fig. 11 - Tensões no estabilizador

fig. 12 - Tensões nos eixos duplos do estabilizador

fig. 13 - Malha da base

fig. 14 - Tensões na base

fig. 15 - Tensões na caixa Y3.90.01.21 (com 8mm)

fig. 16 - Novo desenho eixos ref. Y3.90.01.04

## 7. Figuras

fig.1 – Grua de porta contentores - posição mais desfavorável

fig.2 – Malha da segunda lança

fig.3 – Tensões na segunda lança (1)

fig.4 – Tensões na segunda lança (2)

fig.5 – Malha da primeira lança

fig.6 – Tensões na primeira lança (1)

fig.7 – Tensões na primeira lança (2)

fig.8 – Tensões na primeira lança (3)

fig.9 – Posição considerada para a análise do estabilizador

fig.10 – Malha do estabilizador

fig.11 – Tensões no estabilizador

fig.12 – Tensões nos olhais duplos do estabilizador

fig.13 – Malha da base

fig.14 – Tensões na base

fig.15 – Tensões na caixa Y3.90.01.21 (com 8mm)

fig.16 – Novo desenho olhais ref. Y3.60.03.04



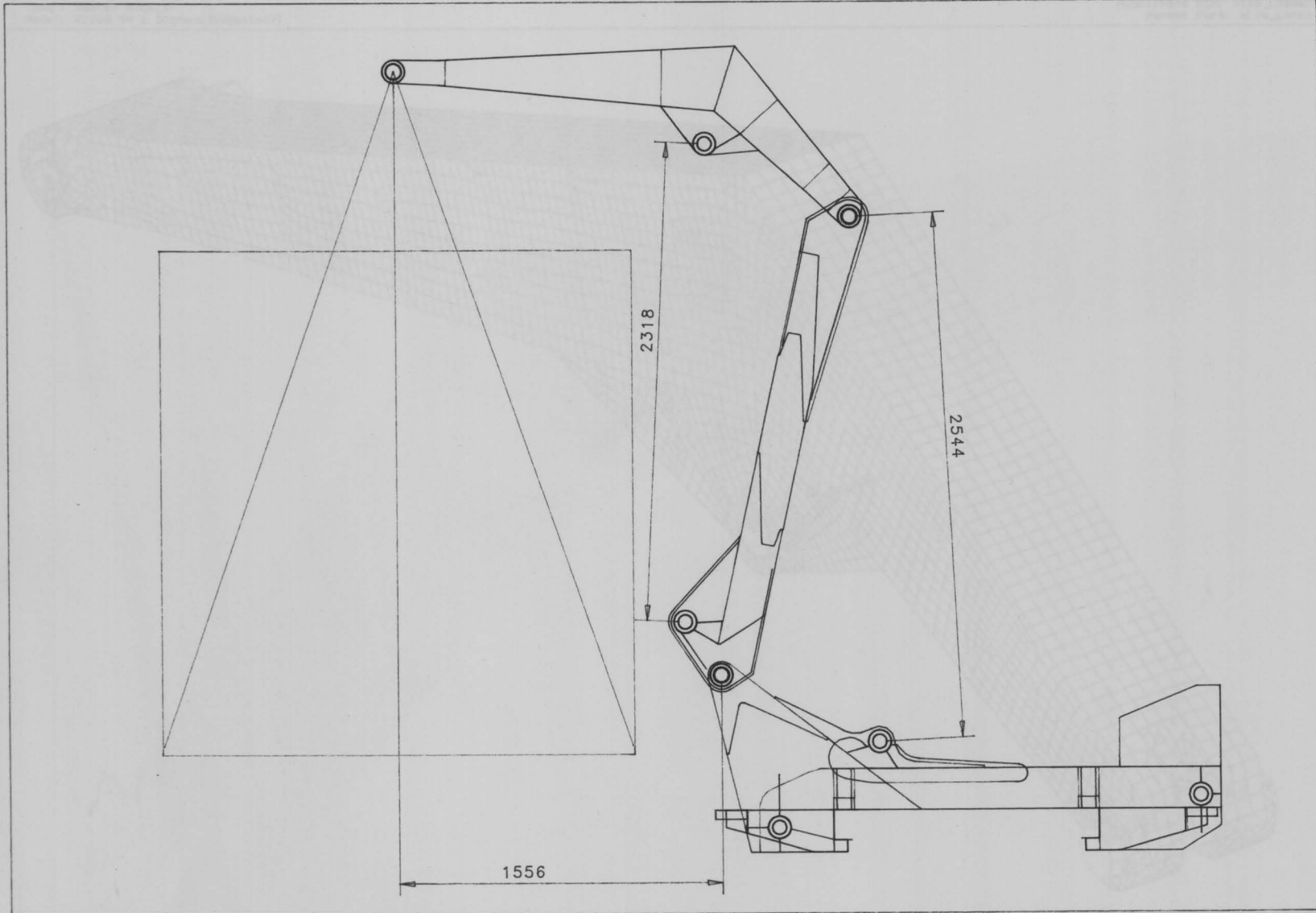


Fig. 1. Grua de porta contentores  
posição + desfavorável

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_2a\_Lanca\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Master Modeler  
Model: 8) 208 KN a 30graus (Sugestao7)

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_loader  
Parent Part: a) 2a\_Lanca

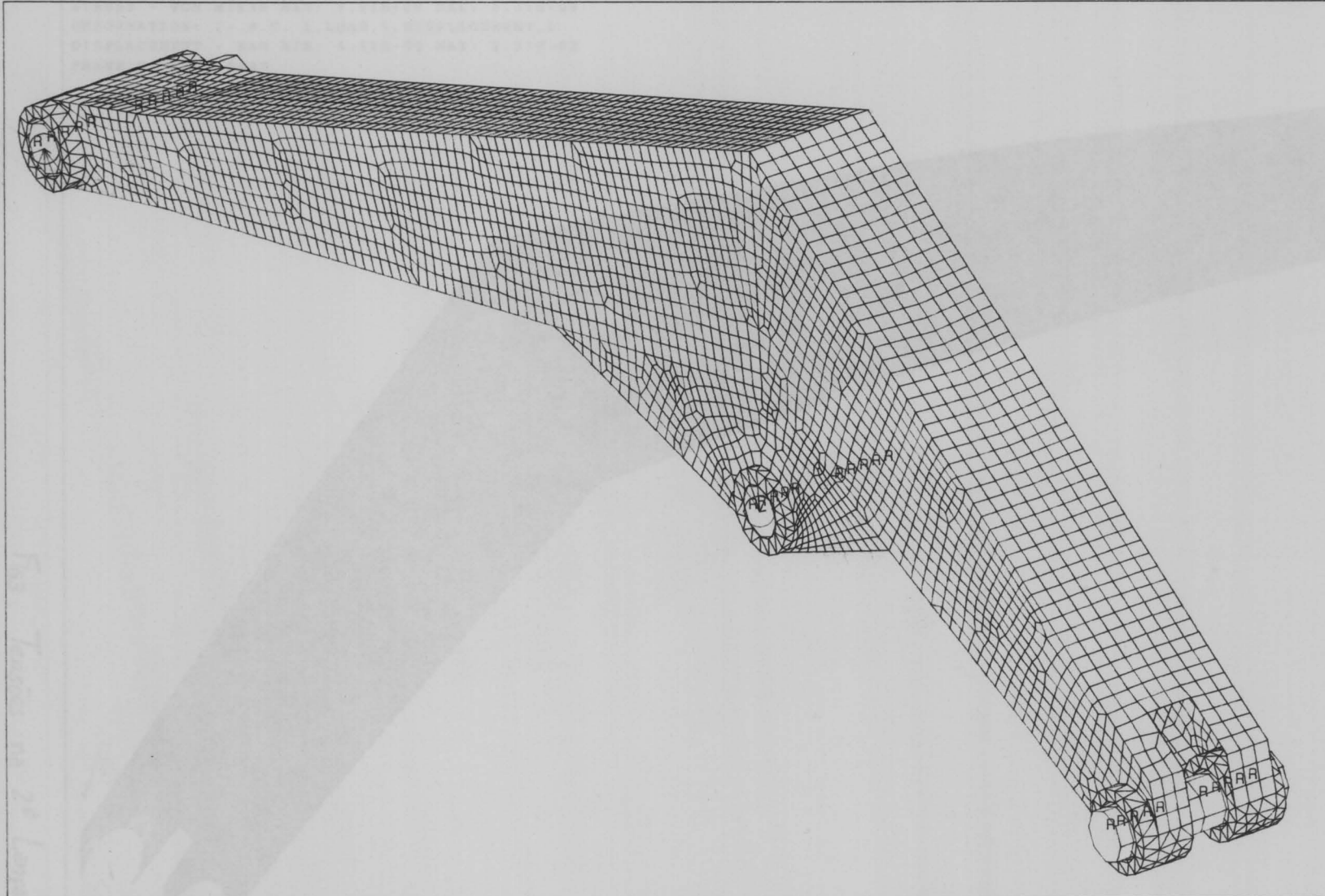


Fig. 2. malha da 2ª Lanca

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_2a\_Lanca\_FEM.mfl  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: 7)Sugestao(6 c/ 208KN)

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side Loader  
Parent Part: a)2a\_Lanca

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_2a\_Lanca\_FEM.mfl

RESULTS: 3- B.C. 1, LOAD 1, STRESS\_3  
STRESS - VON MISES MIN: 9.93E+06 MAX: 6.31E+08  
DEFORMATION: 1- B.C. 1, LOAD 1, DISPLACEMENT\_1  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 4.81E-05 MAX: 2.37E-02  
FRAME OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM

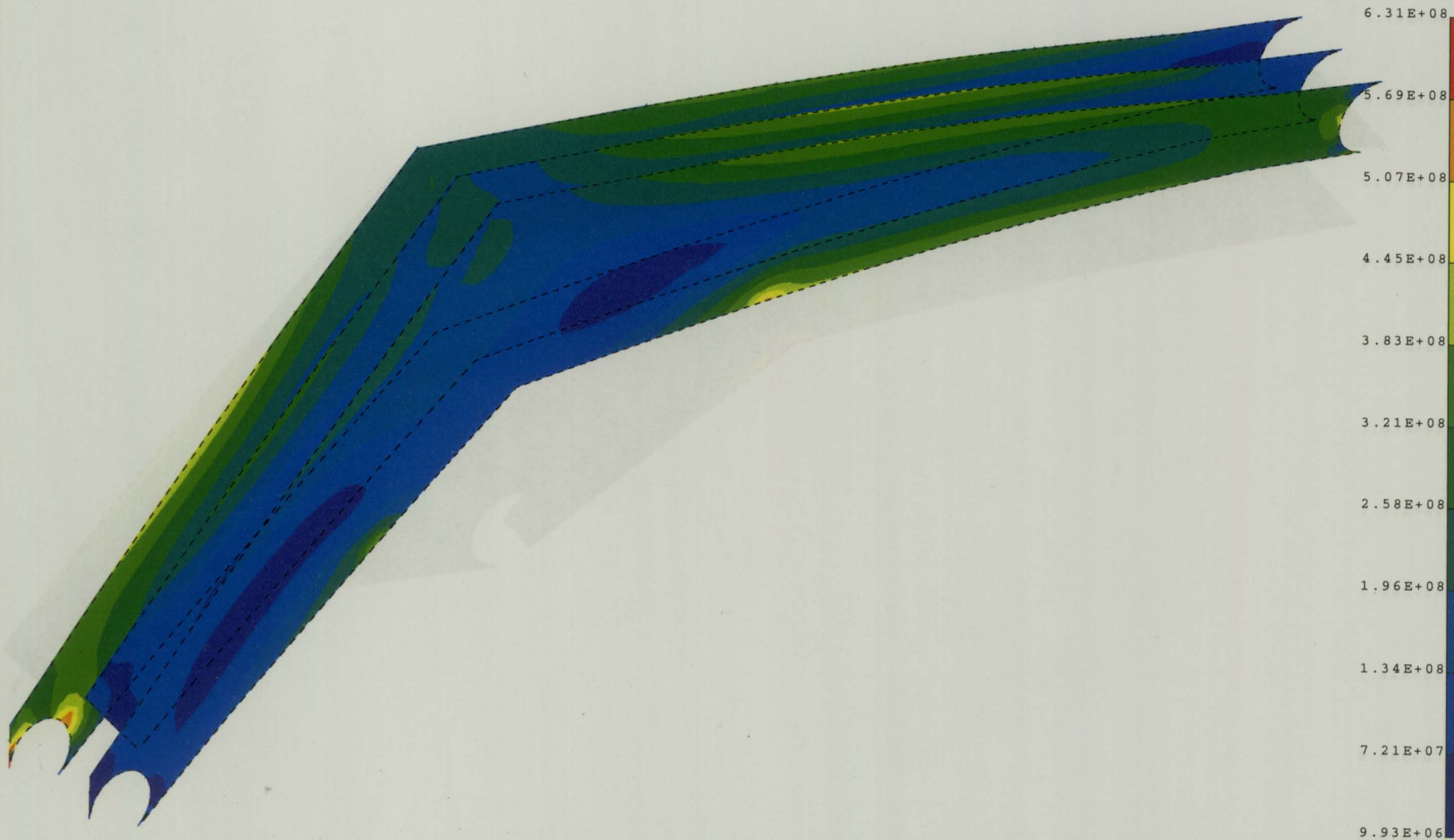


Fig3. Tensões na 2ª Lança (A)

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_2a\_Lanca\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: 7)Sugestao(6 c/ 208KN)

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_Loader  
Parent Part: a)2a\_Lanca

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_2a\_Lanca\_FEM.mf1

RESULTS: 3- B.C. 1,LOAD 1,STRESS\_3  
STRESS - VON MISES MIN: 3.53E+07 MAX: 5.79E+08  
DEFORMATION: 1- B.C. 1,LOAD 1,DISPLACEMENT\_1  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 5.03E-04 MAX: 1.82E-02  
FRAME OF REF: PART

VALUE OPTION:ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM

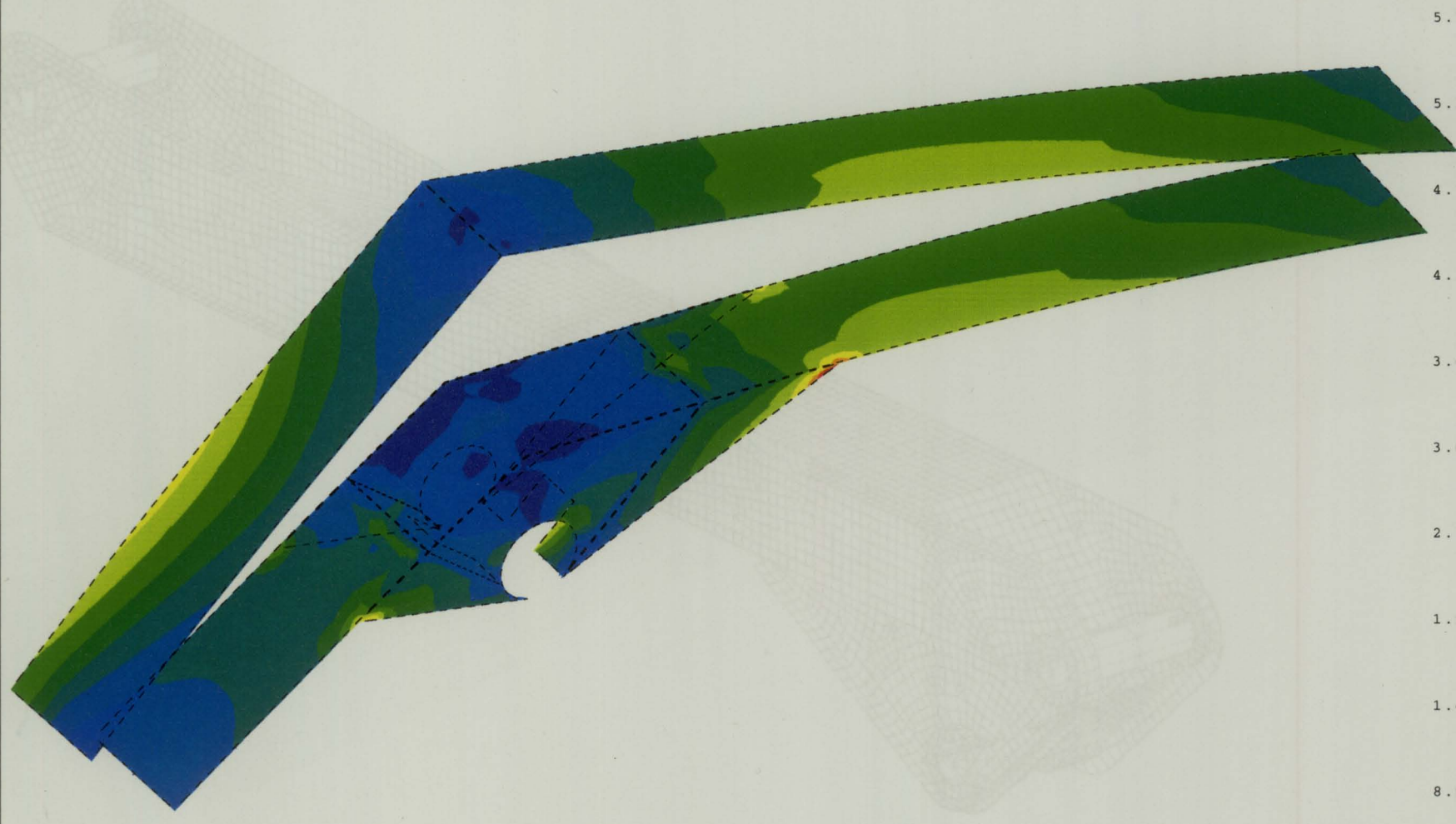
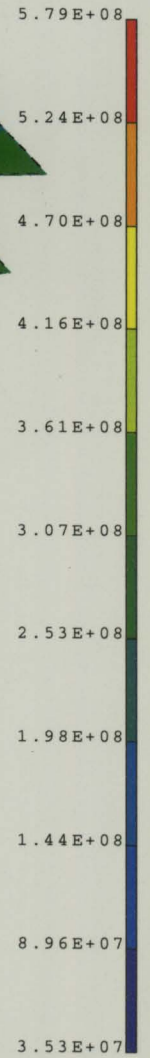


Fig 4. Tensoes na 2ª Lanca (2)

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_1a\_Lanca\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Master Modeler  
Model: 1) Alteracoes propostas (208KN em yy)

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_loader  
Parent Part: b) 1a\_Lanca

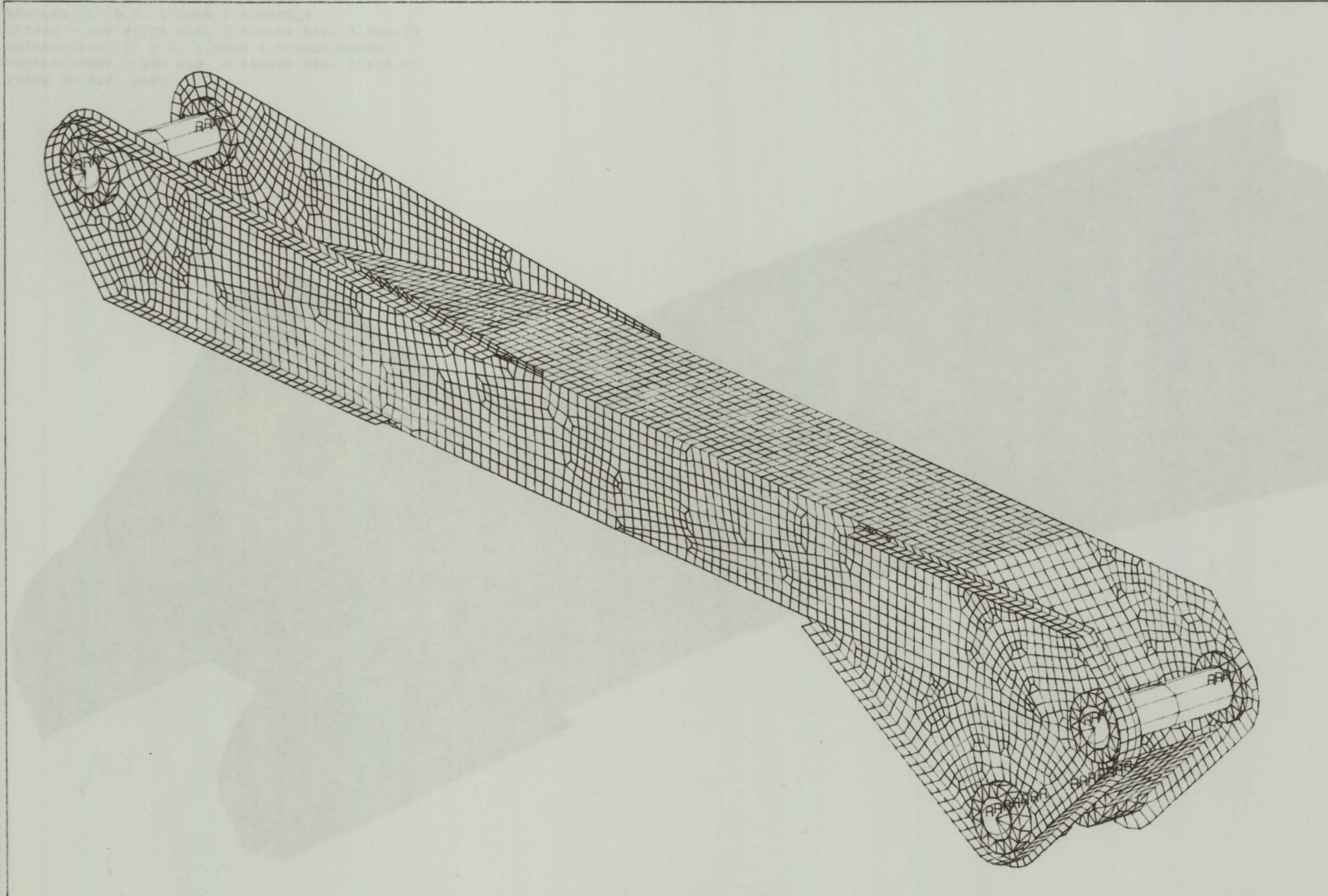


Fig. 5. malha da 1ª Lança

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_la\_Lanca\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: 1)Alteracoes propostas(208KN em yy)

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_Loader  
Parent Part: b)la\_Lanca

RESULTS: 3- B.C. 1,LOAD 1,STRESS\_3  
STRESS - VON MISES MIN: 1.37E+06 MAX: 5.00E+08  
DEFORMATION: 1- B.C. 1,LOAD 1,DISPLACEMENT\_1  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 0.00E+00 MAX: 8.42E-03  
FRAME OF REF: PART

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_la\_Lanca\_FEM.mf1

VALUE OPTION:ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM

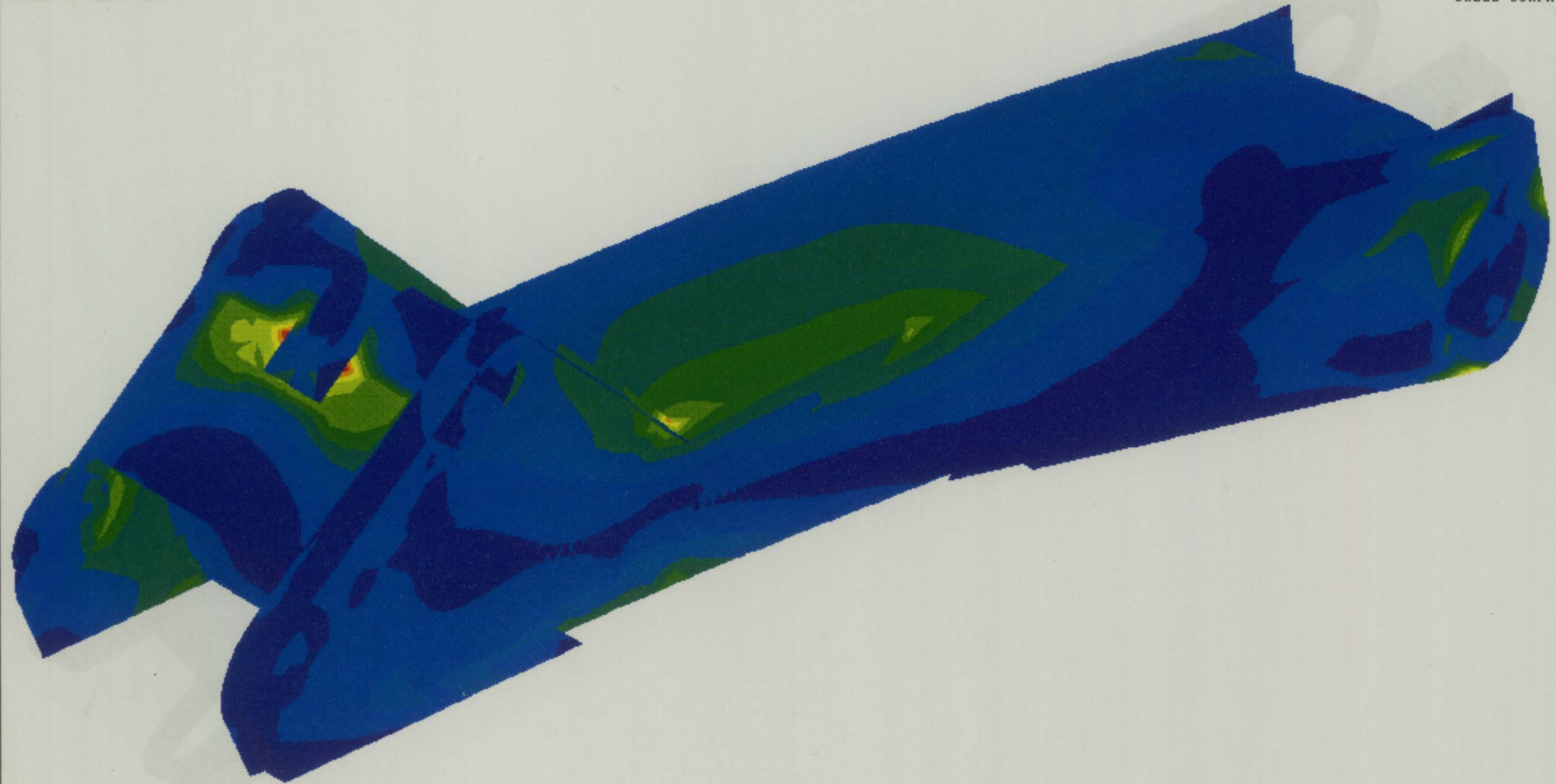
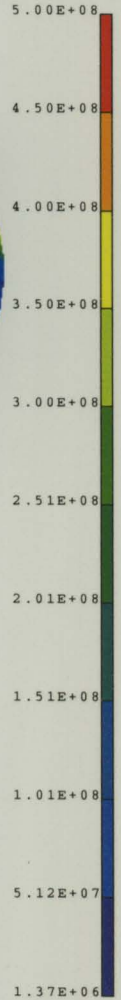


Fig.6. Tensões na 1ª Lança (1)

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_la\_Lanca\_FEM.mfl  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: 1)Alteracoes propostas(208KN em yy)

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_Loader  
Parent Part: b)la\_Lanca

RESULTS: 3- B.C. 1,LOAD 1,STRESS\_3  
STRESS - VON MISES MIN: 1.37E+06 MAX: 5.79E+08  
DEFORMATION: 1- B.C. 1,LOAD 1,DISPLACEMENT\_1  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 3.79E-04 MAX: 8.42E-03  
FRAME OF REF: PART

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_la\_Lanca\_FEM.mfl

VALUE OPTION:ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM

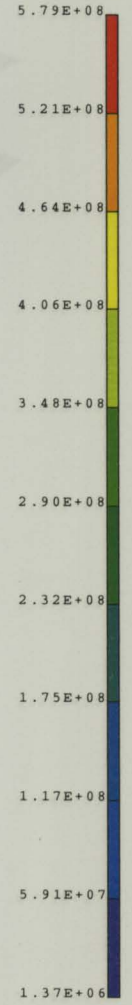


Fig. 7 Tensões na 1ª Lança (2)

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_la\_Lanca\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: 1)Alteracoes propostas(208KN em yy)

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_Loader  
Parent Part: b)la\_Lanca

RESULTS: 3- B.C. 1,LOAD 1,STRESS\_3  
STRESS - VON MISES MIN: 7.78E+06 MAX: 4.03E+08  
DEFORMATION: 1- B.C. 1,LOAD 1,DISPLACEMENT\_1  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 1.22E-03 MAX: 6.87E-03  
FRAME OF REF: PART

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_la\_Lanca\_FEM.mf1

VALUE OPTION:ACTUAL



Fig. 8 Tensões na 1ª Lança (3)



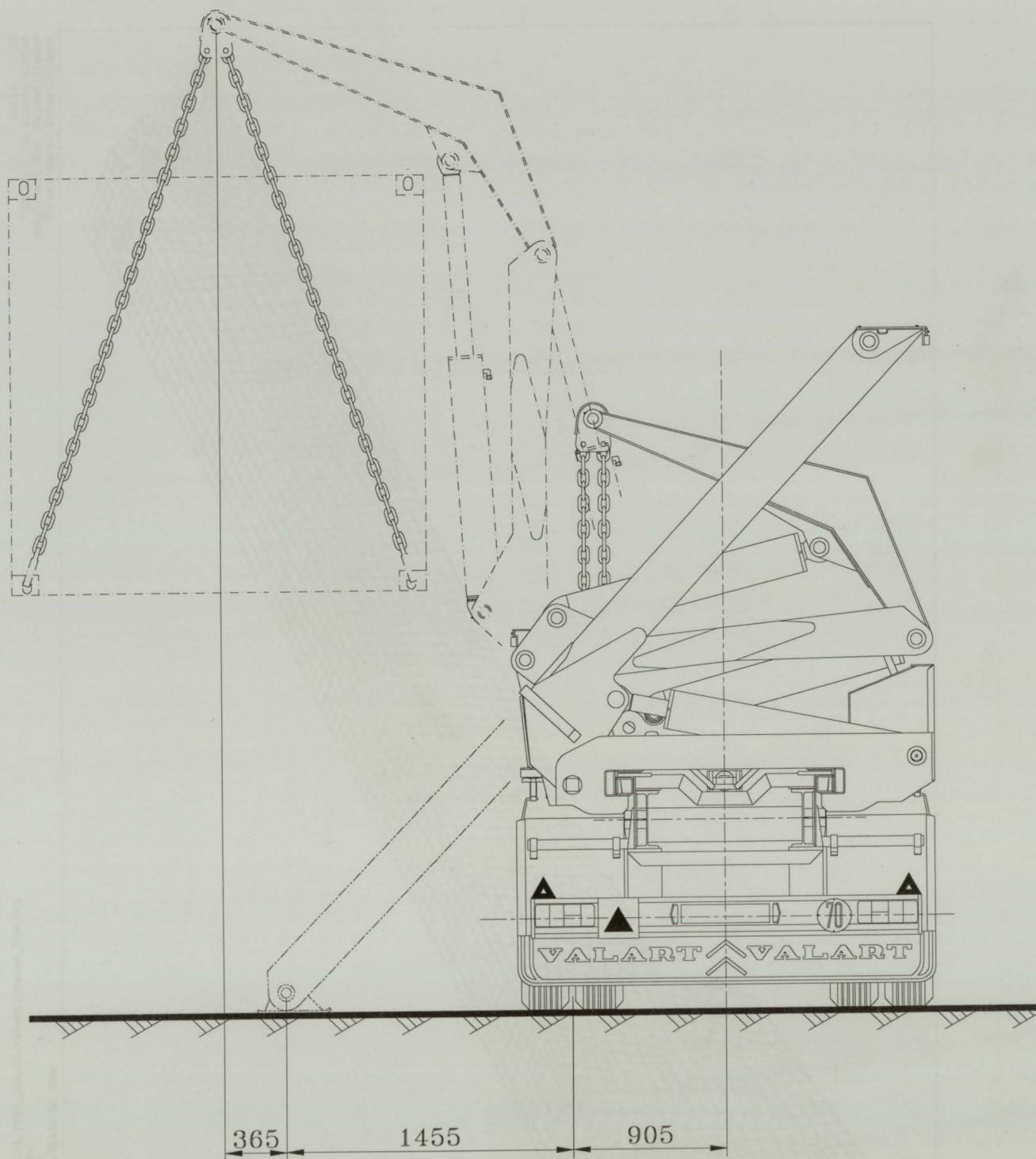


Fig. 9. Posição considerada p/ análise de estabilizador

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Estabilizador\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Master Modeler  
Model: caixa (4)\_8mm\_olhais (3)\_8mm

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Estabilizador  
Parent Part: Estabilizador

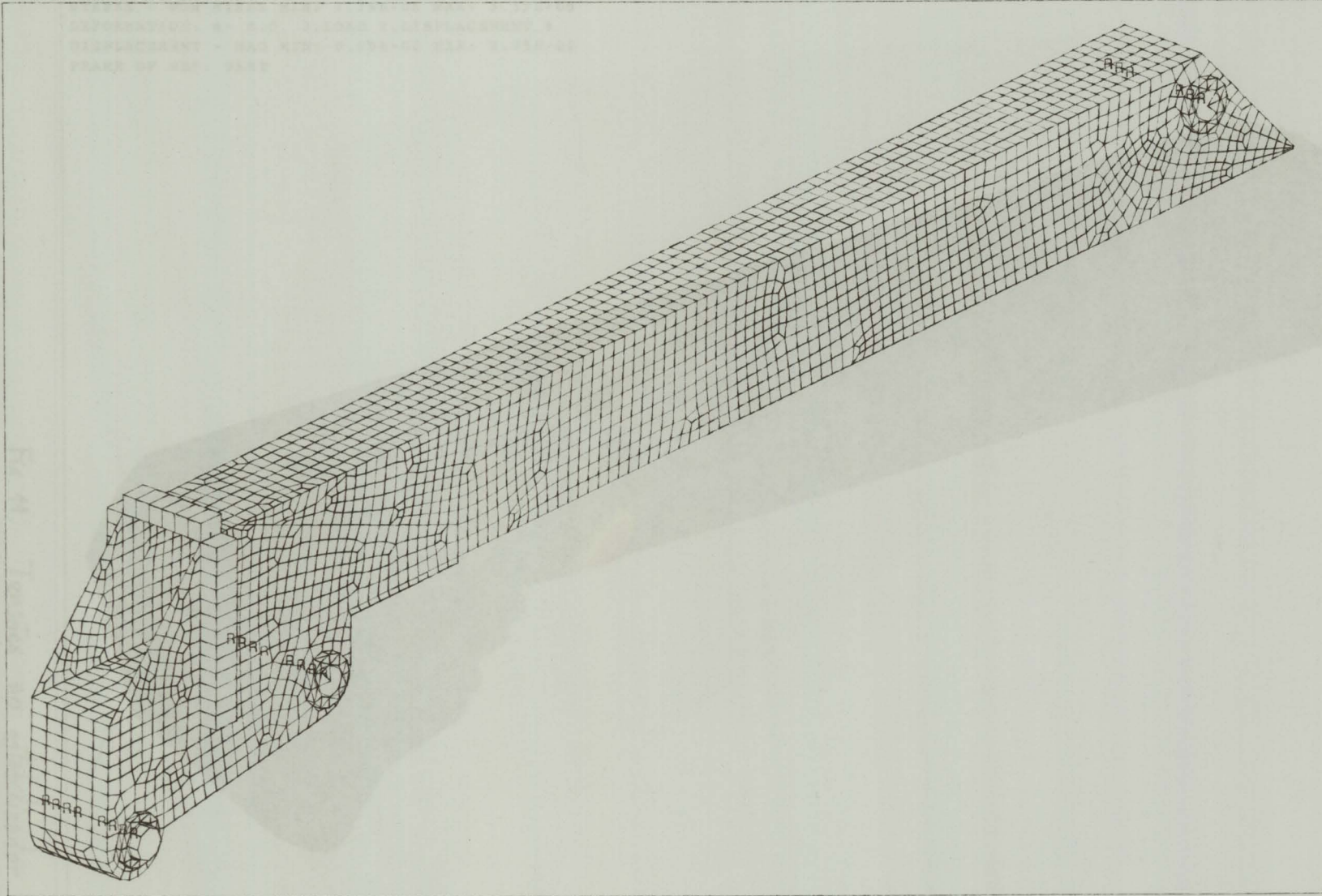


Fig. 10. malha do estabilizador

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Estabilizador\_FEM.mfl  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: caixa\_6mm

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Estabilizador  
Parent Part: Estabilizador

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Estabilizador.mfl

RESULTS: 6- B.C. 2,LOAD 2,STRESS\_6  
STRESS - VON MISES MIN: 1.24E+06 MAX: 3.53E+09  
DEFORMATION: 4- B.C. 2,LOAD 2,DISPLACEMENT\_4  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 0.00E+00 MAX: 2.75E-02  
FRAME OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL

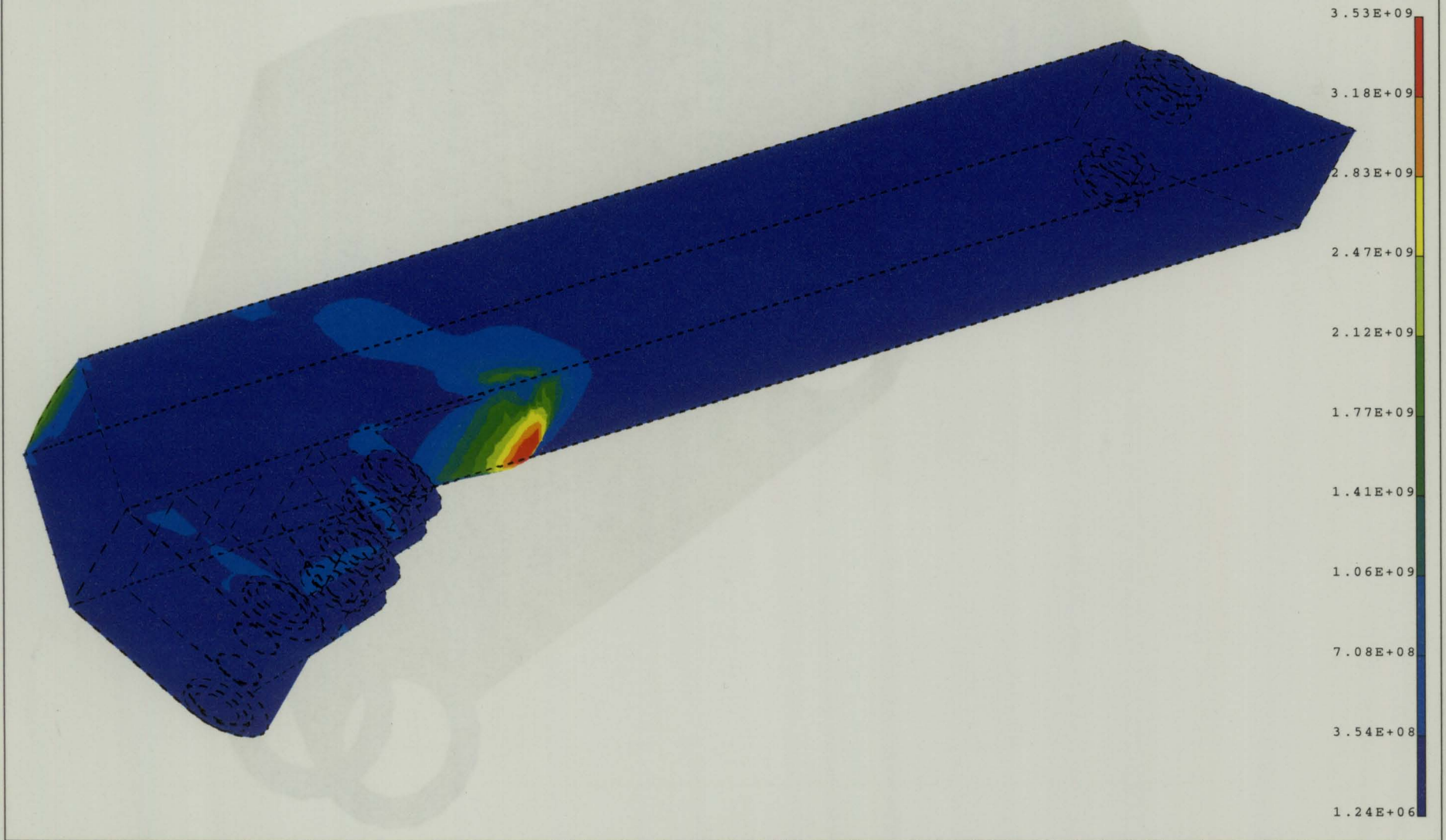


Fig. 11. Tensões no estabilizador

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Estabilizador\_FEM.mfl  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: caixa\_6mm

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Estabilizador  
Parent Part: Estabilizador

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Estabilizador.mfl

RESULTS: 6- B.C. 2, LOAD 2, STRESS\_6  
STRESS - VON MISES MIN: 2.55E+07 MAX: 9.79E+08  
DEFORMATION: 4- B.C. 2, LOAD 2, DISPLACEMENT\_4  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 3.88E-05 MAX: 5.97E-03  
FRAME OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM

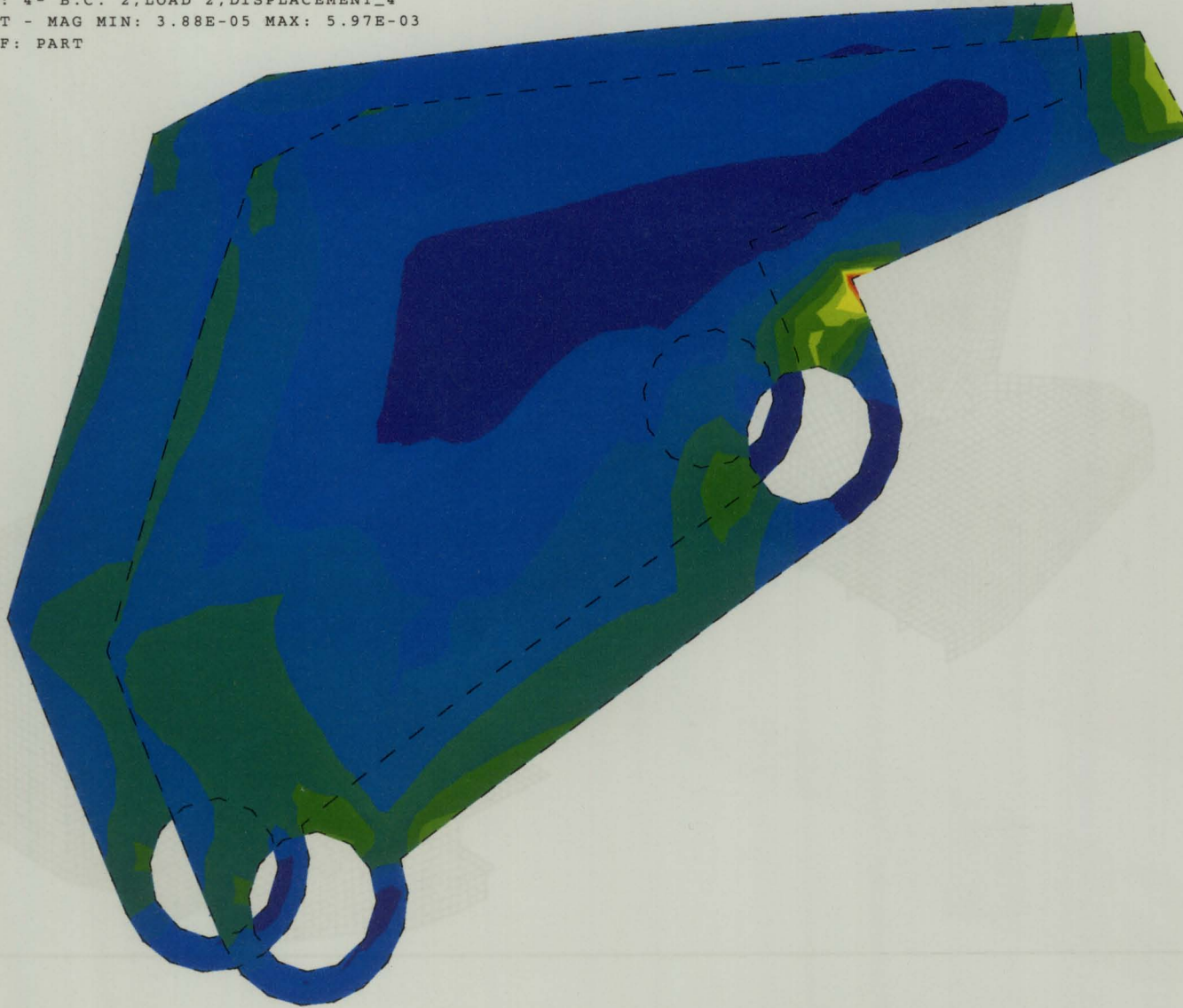
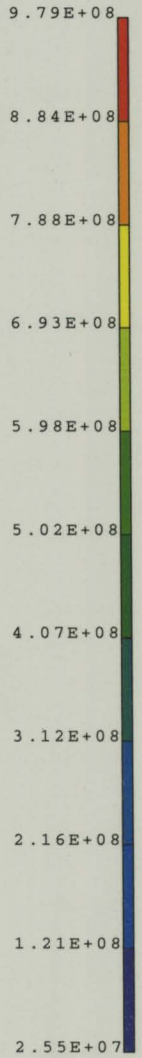


Fig. 12. Tensões no chassis do estabilizador

Database: /users/nvieira/SIDE\_LOADER/Base\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Meshing  
Model: Femi

Units : MM  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_loader  
Parent Part: c) Base

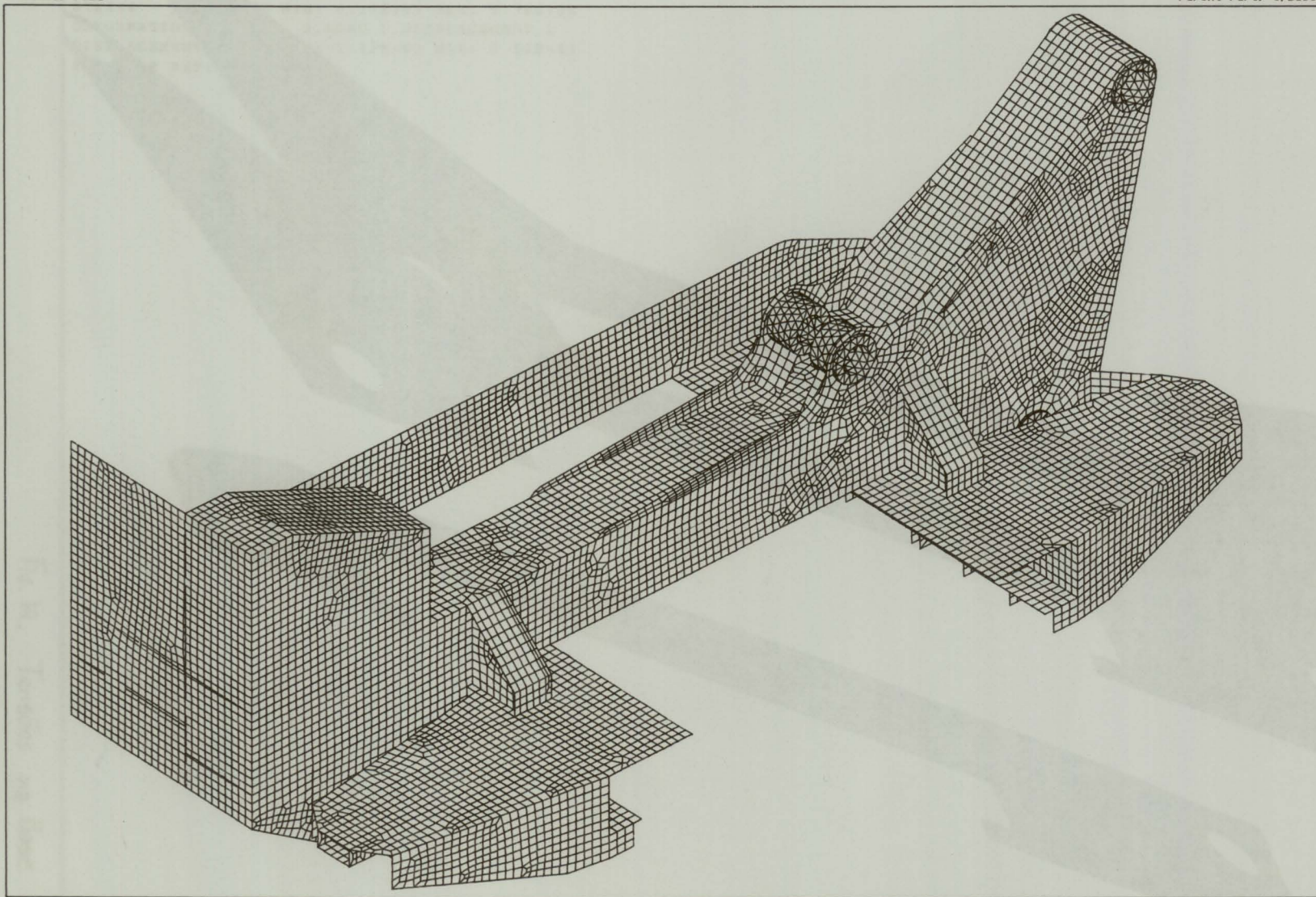


Fig. 13. malha do Base

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Base\_FEM\_1.mf1  
View : No stored View  
Task : Post Processing  
Model: Fem1

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side Loader  
Parent Part: c)Base

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Base\_FEM\_1.mf1  
RESULTS: 3- B.C. 2, LOAD 1, STRESS\_3  
STRESS - VON MISES MIN: 6.13E+05 MAX: 6.76E+08  
DEFORMATION: 1- B.C. 2, LOAD 1, DISPLACEMENT\_1  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 1.23E-05 MAX: 6.56E-03  
FRAME OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM

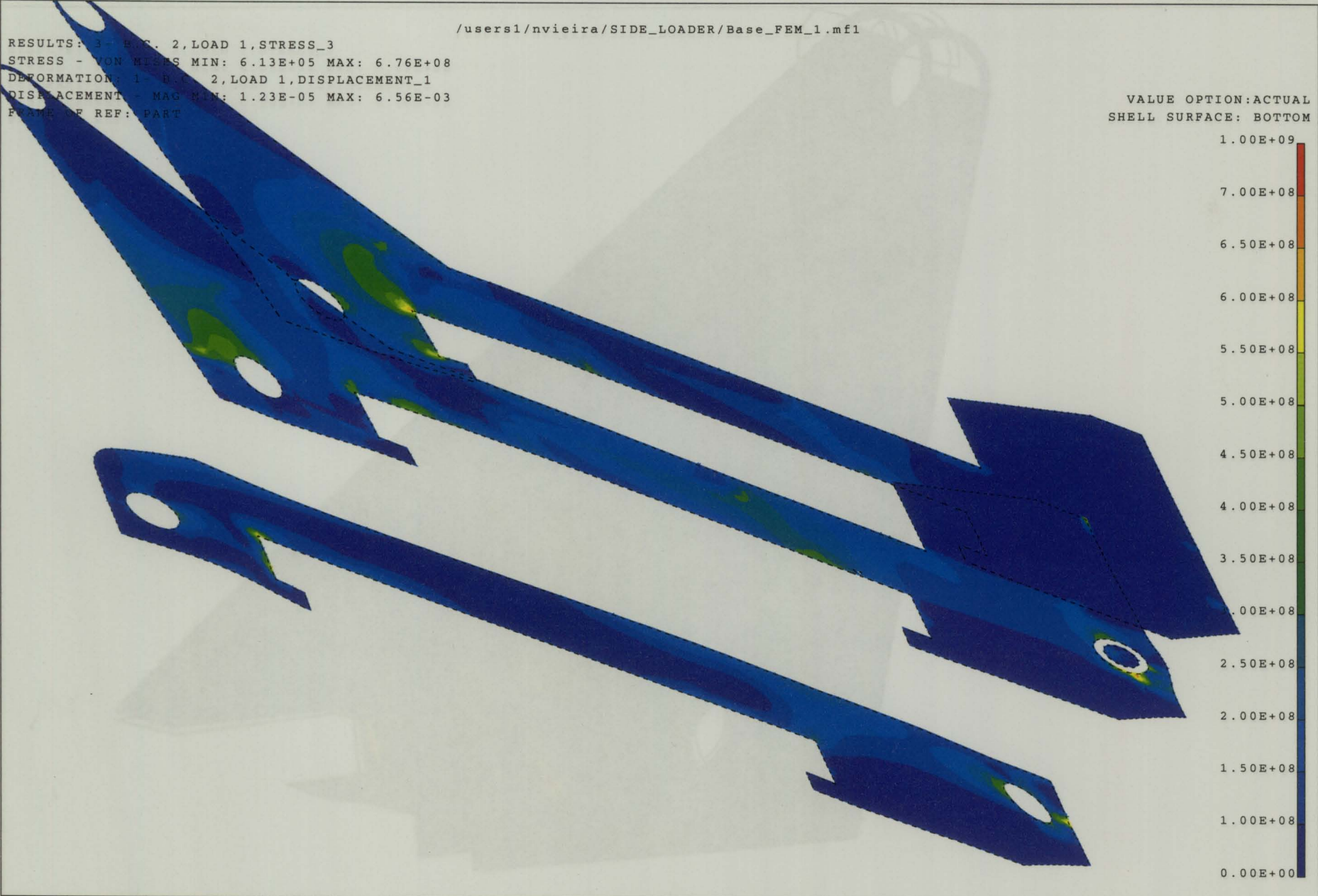
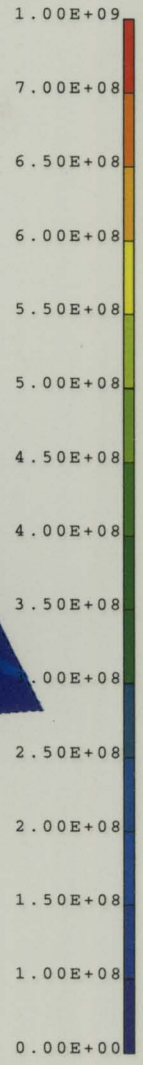


Fig. 14. Tensões na Base

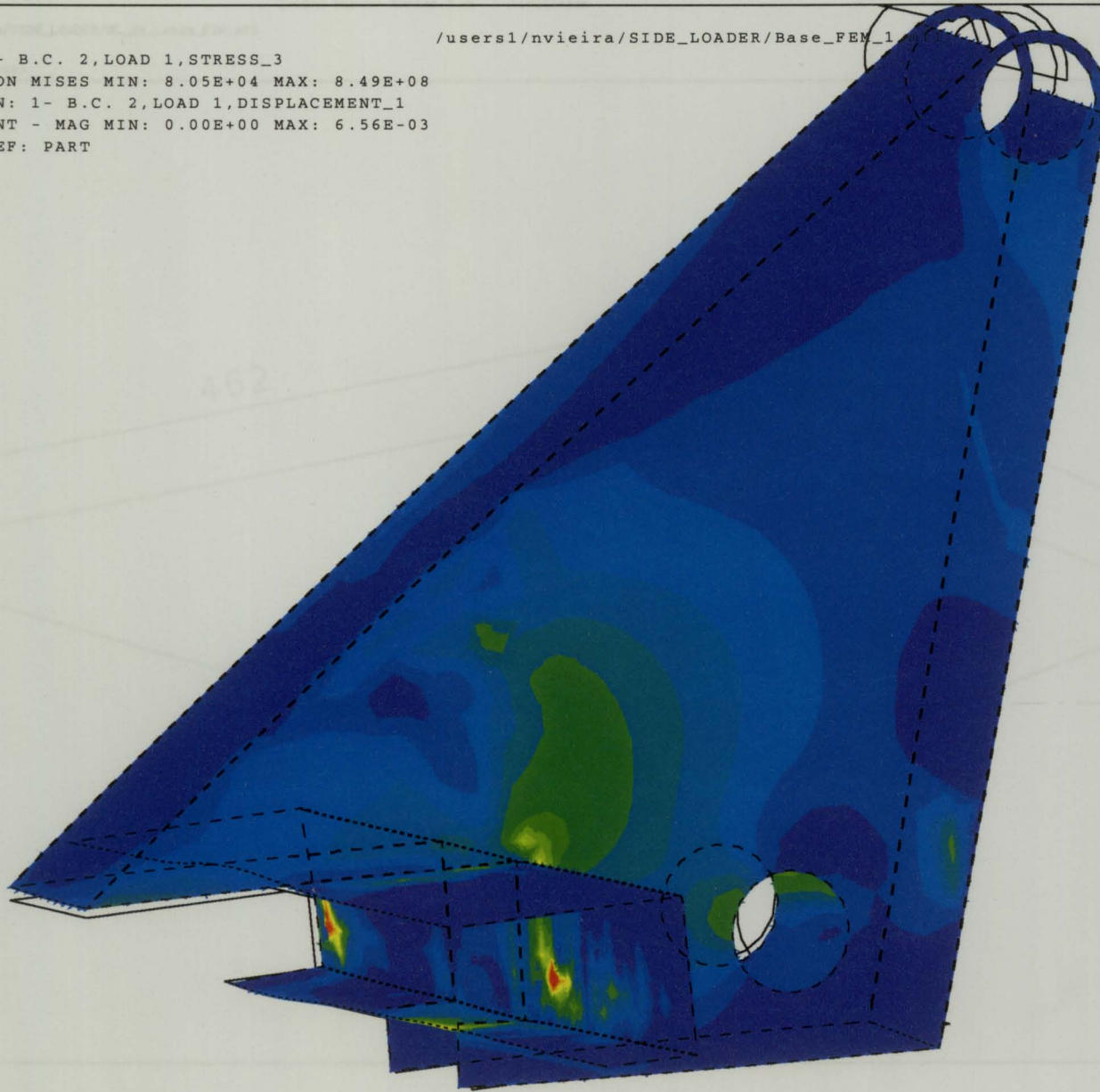
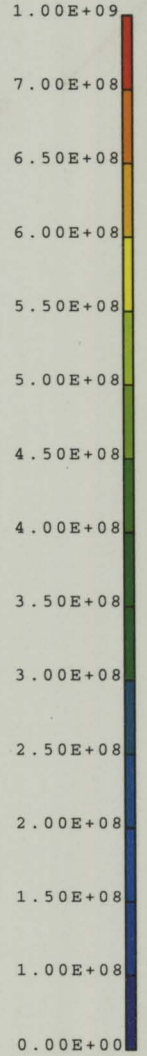
Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Base\_FEM\_1.mf1  
View : Y3.90.01.21 (modified)  
Task : Post Processing  
Model: Y3.90.01.21\_8mm

Units : SI  
Display : No stored Option  
Model/Part Bin: Side\_Loader  
Parent Part: c)Base

/users1/nvieira/SIDE\_LOADER/Base\_FEM\_1

RESULTS: 3- B.C. 2, LOAD 1, STRESS\_3  
STRESS - VON MISES MIN: 8.05E+04 MAX: 8.49E+08  
DEFORMATION: 1- B.C. 2, LOAD 1, DISPLACEMENT\_1  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 0.00E+00 MAX: 6.56E-03  
FRAME OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM



462



Fig. 15. Tensões na caixa Y3.90.01.21 (8mm)

Database: /users1/nvieira/SIDE\_LOADER/SL\_2a\_lanca\_FEM.mf1  
View : No stored View  
Task : Master Modeler  
Model: <none on workbench>

Units : MM  
Display : No stored Option

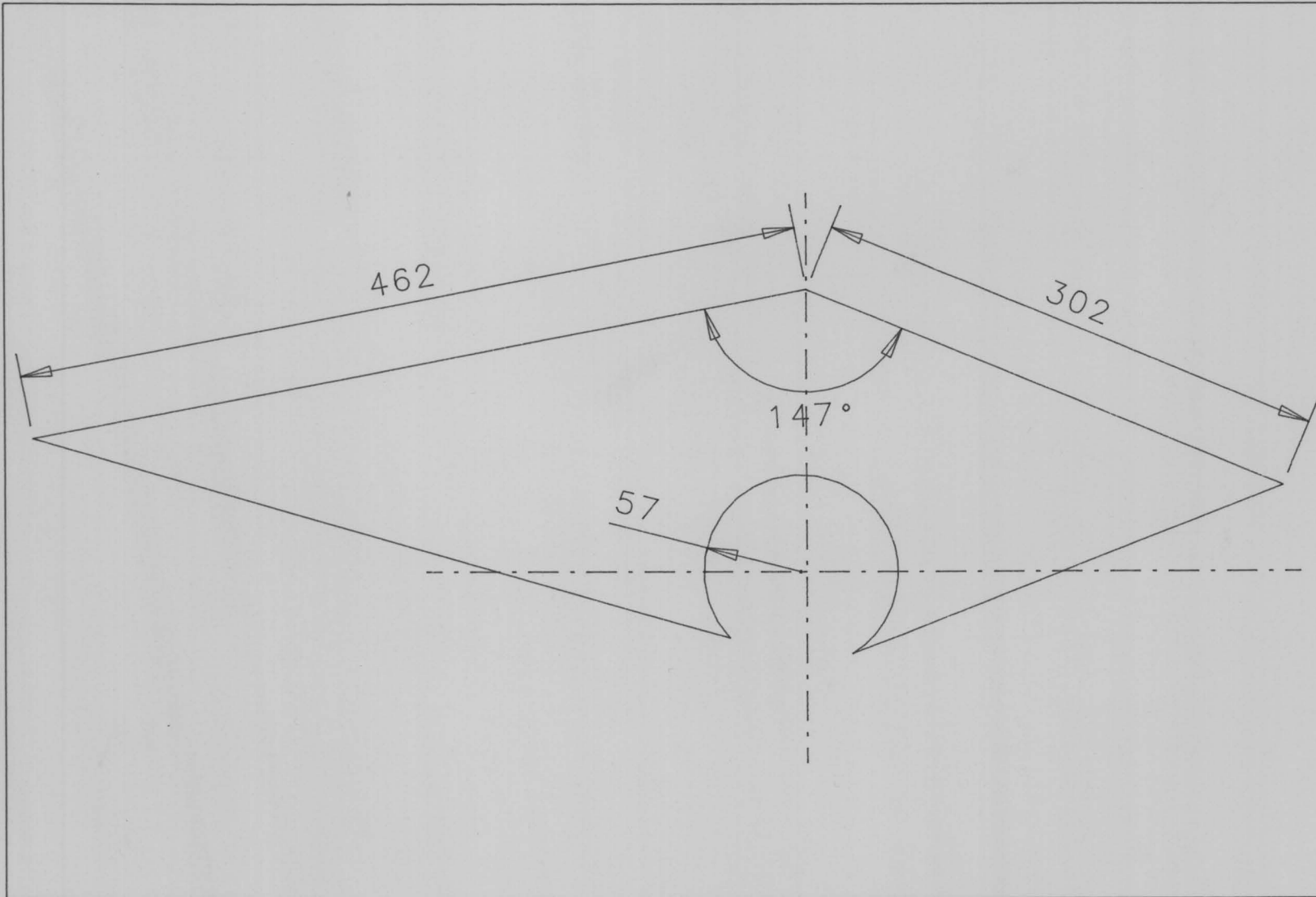


Fig. 16. novo desenho do hais

req. Y3.60.03.04





FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO  
BIBLIOTECA



000073360

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DEPGEF

**prodepII**

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCATIVO PARA PORTUGAL



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Social Europeu

**Nome: Nuno Magalhães Aguiar Vieira**

**Curso: Eng<sup>a</sup> Mecânica**

**Datas: 1998/02/16 a 1998/08/16**

**Tema: Utilização de técnicas de projecto assistido por computador (CAD/CAE/CAM), com recurso a software de CAE de topo de gama**

**Empresa: SOFTCAD**

**Concurso: 306/010-98 – PRODEPII – Medida 5/Ação 5.2 - Estágios**