

# Índex d'Annexos

<b>ANNEX A. CÀLCULS I MACROS .....</b>	<b>3</b>
A.1 Càlcul de la corba material.....	3
A.2 Macros per les simulacions de l'embotició .....	4
<b>ANNEX B. RESULTATS SIMULACIONS DEL PLEGAT DE XAPA...9</b>	
B.1 Deformacions elementals a la làmina mitja. Malla 1mm (Ajust 6).....	9
B.2 Resultats del Ajust 1 del plegat de xapa per ajustar la deformada.....	10
B.3 Resultats del Ajust 2 del plegat de xapa per ajustar la deformada.....	14
B.4 Resultats del Ajust 3 del plegat de xapa per ajustar la deformada.....	18
B.5 Resultats del Ajust 4 del plegat de xapa per ajustar la deformada.....	22
B.6 Resultats del Ajust 5 del plegat de xapa per ajustar la deformada.....	26
<b>ANNEX C. RESULTATS SIMULACIONS DE L'ARC .....</b>	<b>31</b>
C.1 Resultats Simulació de Mig Arc sense tensions residuals al punt de càrrega màxima .....	31
C.2 Resultats Simulació de Mig Arc amb tensions residuals al centre de l'Arc. Càrrega màxima	35
C.3 Resultats de la sensibilitat de la profunditat d'embotició $p_{emb}$ . (amb tensions) .....	38
C.4 Resultats de la sensibilitat de la distància entre emboticions $d_{emb}$ . (amb tensions) .....	47
<b>ANNEX D. PRESSUPOST.....</b>	<b>57</b>
<b>ANNEX E. ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL.....</b>	<b>59</b>





## ANNEX A. CÀLCULS I MACROS

### A.1 Càlcul de la corba material

Al límit elàstic de  $f_y=220$  MPa, tenim un factor  $K=1,363$ .

Al límit elàstic de  $f_y=350$  MPa, tenim un factor  $K=1,2$ .

$$f_u = K \cdot f_y$$

Interpolació lineal:

$$y = a + bx$$

$$1,363 = a + b \cdot 220$$

$$1,2 = a + b \cdot 350$$

$$a=1,6388 \text{ i } b=-0,0012538$$

Obtenim la següent recta d'interpolació:

$$y = 1,6388 - 0,0012538x$$

Per tant si  $f_y=401$ MPa= $x$ , tenim un factor  $K=y=1,1372$

Així doncs, la tensió de ruptura d'aquest acer és:

$$f_u = K \cdot f_y = 1,1372 \cdot 401 = \mathbf{456,01 \text{ N/mm}^2}$$



## A.2 Macros per les simulacions de l'embotició

/prep7	Entrem en el Preprocessador
ddele,all	Esborrem tots els desplaçaments que hi pugui haver
et,12,14	Posem com a tipus d'element la molla
r,7,0.1e-5	Definim les real constants de la molla
n,nou_node,0,-49.61,54.006	Situem l'extrem a encastar de la molla
type,12	Creem l'element molla
real,7	
e,nou_node,node_xapa	
asel,s,area,,1,6	Seleccionem les àrees de la xapa
asel,a,area,,90,95	
asel,a,area,,106,111	
lsel,s,line,,221	Seleccionem les línies de la xapa que imposarem
simetria	
lsel,a,line,,7	
lsel,a,line,,263	
lsel,a,line,,262	
lsel,a,line,,264	
lsel,a,line,,290	
lsel,a,line,,268	
lsel,a,line,,270	
lsel,a,line,,272	
lsel,a,line,,274	
lsel,a,line,,2	
lsel,a,line,,232	
lplot	
vclear,3,4,1	Esborrem els elements sòlids de les matrius



```
vdele,3,4,1,1
vplot

/solu7
dl,all,,symm
seleccionades
d,nou_node,all

nset,s,node,,428015,428015
nset,a,node,,430458,430458
nset,a,node,,432849,432896
nset,a,node,,447945,447945
nset,a,node,,448017,448063
nplot
d,all,UY,0,0

nset,s,node,,432849,432849
nset,a,node,,432897,432936
nset,a,node,,434337,434444
nset,a,node,,438225,438246
nset,a,node,,439017,439242
nset,a,node,,447153,447174
nset,a,node,,447945,448016
nplot
d,all,UX,0,0

esel,s,type,,10
nset,s
nplot
d,all,UZ,-8.8665,,
superior
```

Esborrem el volum de les matrius (per agilitzar el càlcul)

Entrem al solucionador

Imposem condicions de simetria a les línies

Encastem l'extrem de la molla

Seleccionem els nodes de la perifèria en la direcció X dels elements de contacte de la xapa

Impedim els desplaçament en la direcció UY

Seleccionem els nodes de la perifèria en la direcció Y dels elements de contacte de la xapa

Impedim el desplaçament en la direcció UX

Seleccionem els elements de la matrius superior

Seleccionem els nodes vinculats a aquests elements

Imposem el desplaçament vertical de la matriu superior



d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ      Restringim tots els altres graus de llibertat de la matriu

esel,s,type,,8      Seleccionem els nodes vinculats a aquests elements

nsle,s      Seleccionem els nodes vinculats a aquests elements

nplot

d,all,UZ,6.425,,      Imposem el desplaçament vertical de la matriu inferior

d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ      Restringim tots els altres graus de llibertat de la matriu

//correcció 1      Imposem el moviment de les matrius segons l'Ajust 1

esel,s,type,,10

nsle,s

nplot

d,all,UZ,-8.3243,,

d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ

esel,s,type,,8

nsle,s

nplot

d,all,UZ,6.0321,,

d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ

//correcció 2      Imposem el moviment de les matrius segons l'Ajust 2

esel,s,type,,10

nsle,s

nplot

d,all,UZ,-8.59,,

d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ



```
esel,s,type,,8
```

```
nsle,s
```

```
nplot
```

```
d,all,UZ,6.23,,
```

```
d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ
```

```
//correcció 3
```

Imposem el moviment de les matrius segons l'Ajust 3

```
esel,s,type,,10
```

```
nsle,s
```

```
nplot
```

```
d,all,UZ,-8.4465,,
```

```
d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ
```

```
esel,s,type,,8
```

```
nsle,s
```

```
nplot
```

```
d,all,UZ,6.425,,
```

```
d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ
```

```
//correcció 4
```

Imposem el moviment de les matrius segons l'Ajust 4

```
esel,s,type,,10
```

```
nsle,s
```

```
nplot
```

```
d,all,UZ,-8.8665,,
```

```
d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ
```

```
esel,s,type,,8
```

```
nsle,s
```

```
nplot
```

```
d,all,UZ,6.20,,
```



d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ

//correcció 5

Imposem el moviment de les matrius segons l'Ajust 5

esel,s,type,,10

nsle,s

nplot

d,all,UZ,-9.5,,

d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ

esel,s,type,,8

nsle,s

nplot

d,all,UZ,6,,

d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ

//correcció 6

Imposem el moviment de les matrius segons l'Ajust 6

esel,s,type,,10

nsle,s

nplot

d,all,UZ,-8.45,,

d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ

esel,s,type,,8

nsle,s

nplot

d,all,UZ,6.13,,

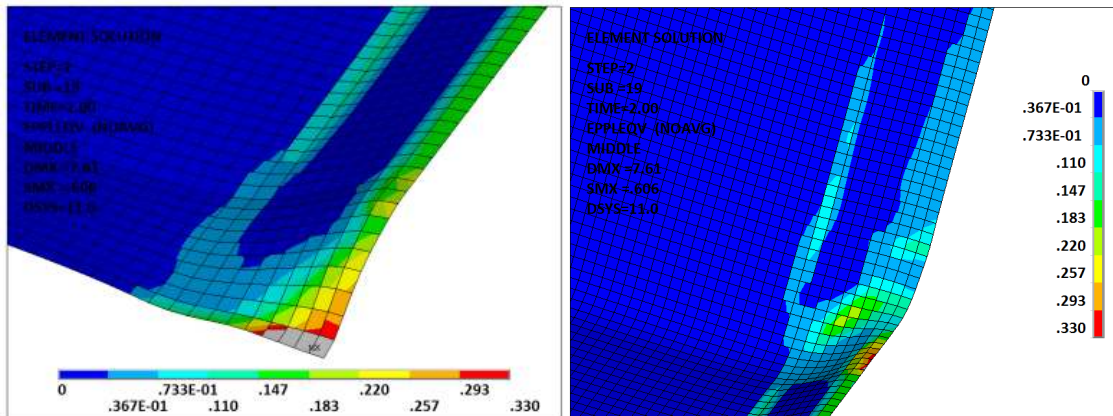
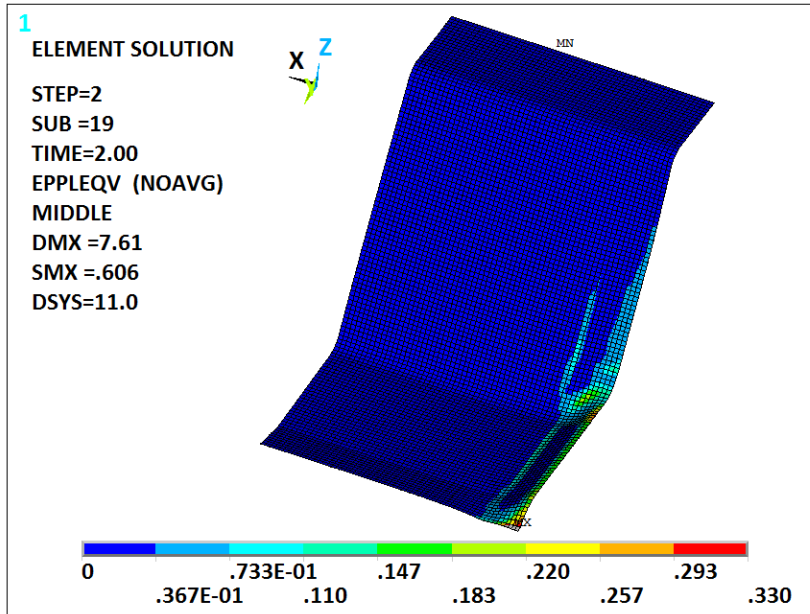
d,all,UX,0,,UY,ROTX,ROTY,ROTZ





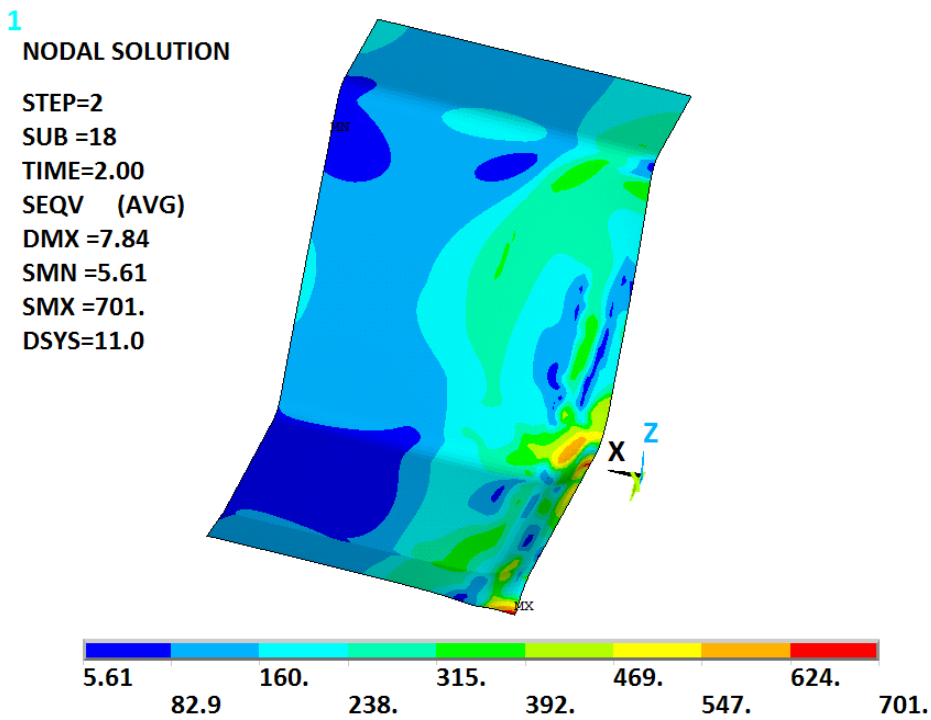
## ANNEX B. RESULTATS SIMULACIONS DEL PLEGAT DE XAPA

### B.1 Deformacions elementals a la làmina mitja. Malla 1mm (Ajust 6).

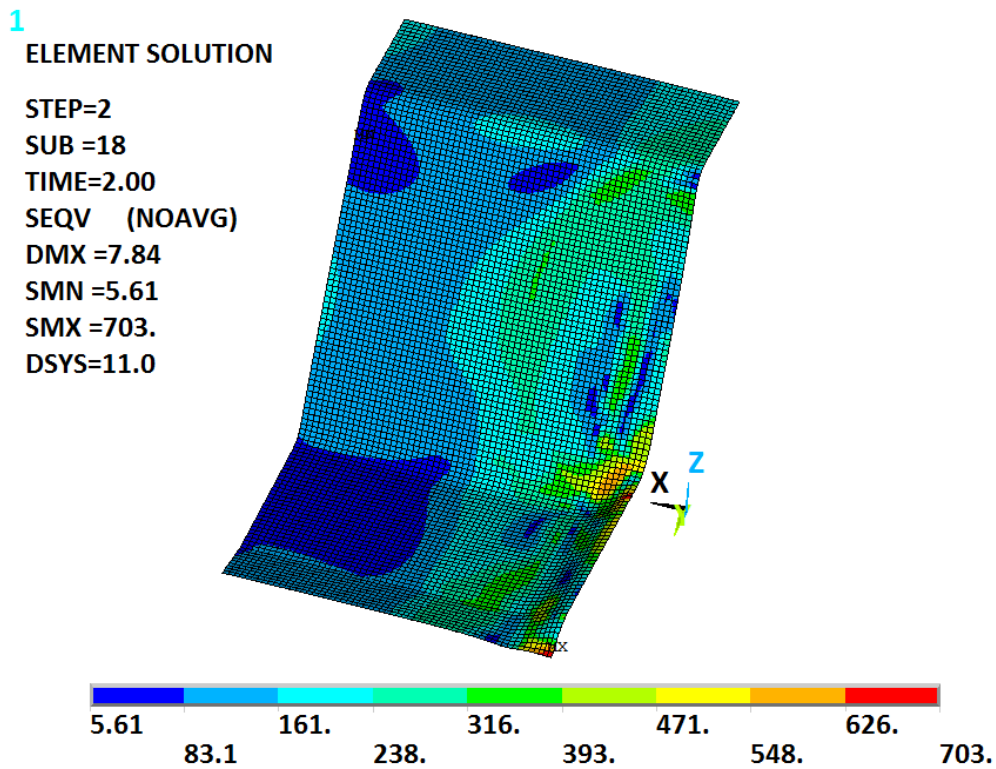


## B.2 Resultats del Ajust 1 del plegat de xapa per ajustar la deformada

### Ajust 1 - Tensions nodals exteriors:



### Ajust 1 - Tensions elementals exteriors:

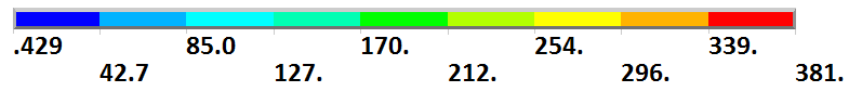
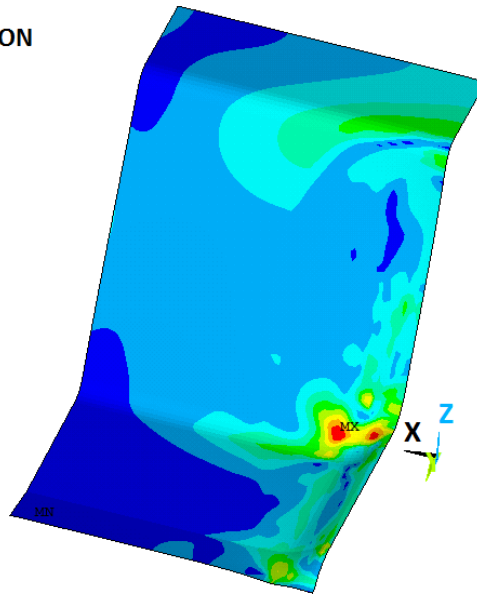


**Ajust 1 - Tensions nodals a la superfície mitja:**

1

NODAL SOLUTION

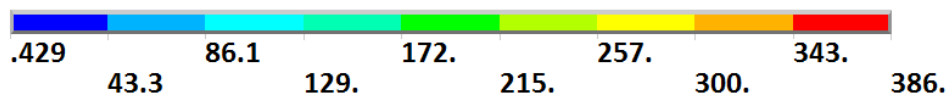
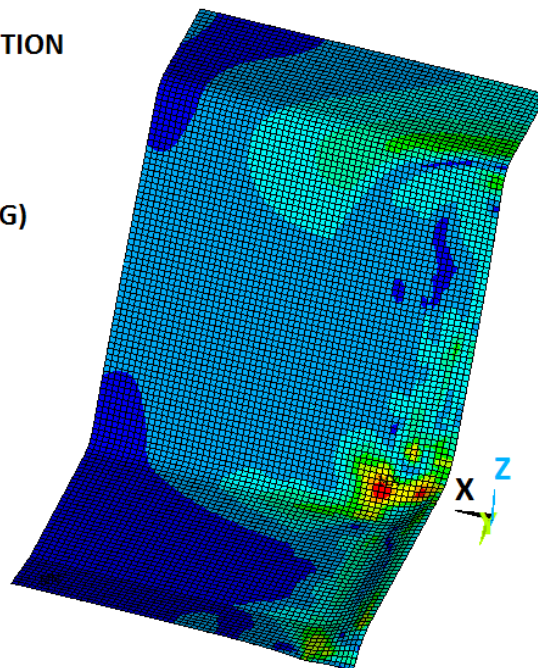
STEP=2  
 SUB =18  
 TIME=2.00  
 SEQV (AVG)  
 MIDDLE  
 DMX =7.84  
 SMN =.429  
 SMX =381.  
 DSYS=11.0

**Ajust 1 - Tensions elementals a la superfície mitja:**

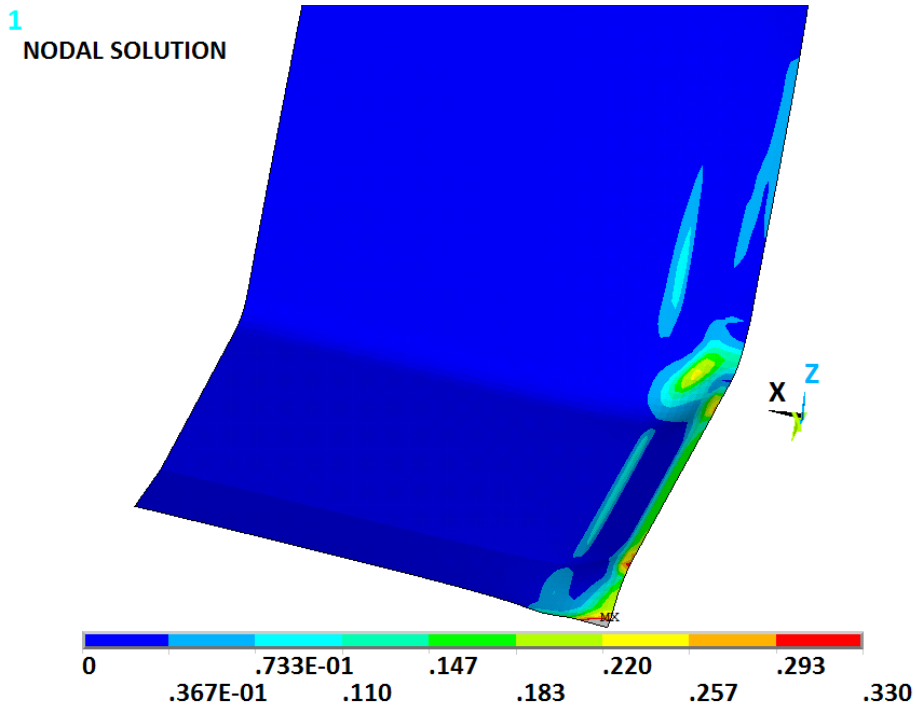
1

ELEMENT SOLUTION

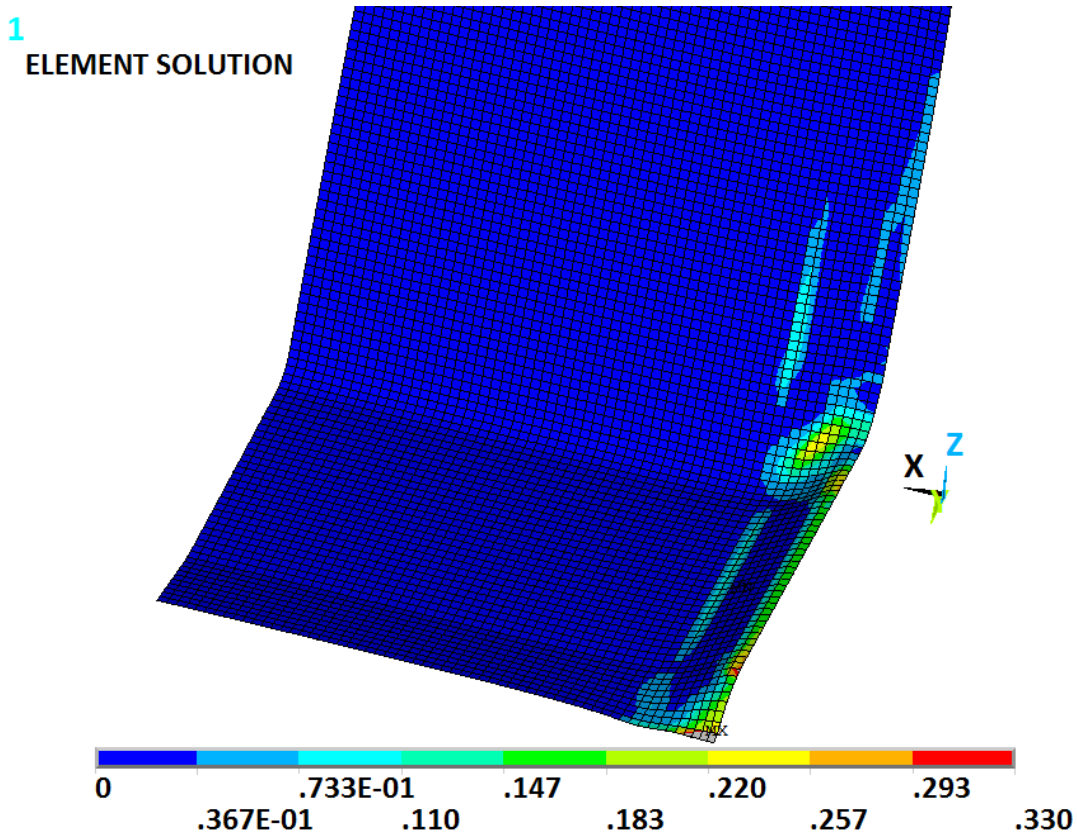
STEP=2  
 SUB =18  
 TIME=2.00  
 SEQV (NOAVG)  
 MIDDLE  
 DMX =7.84  
 SMN =.429  
 SMX =386.  
 DSYS=11.0

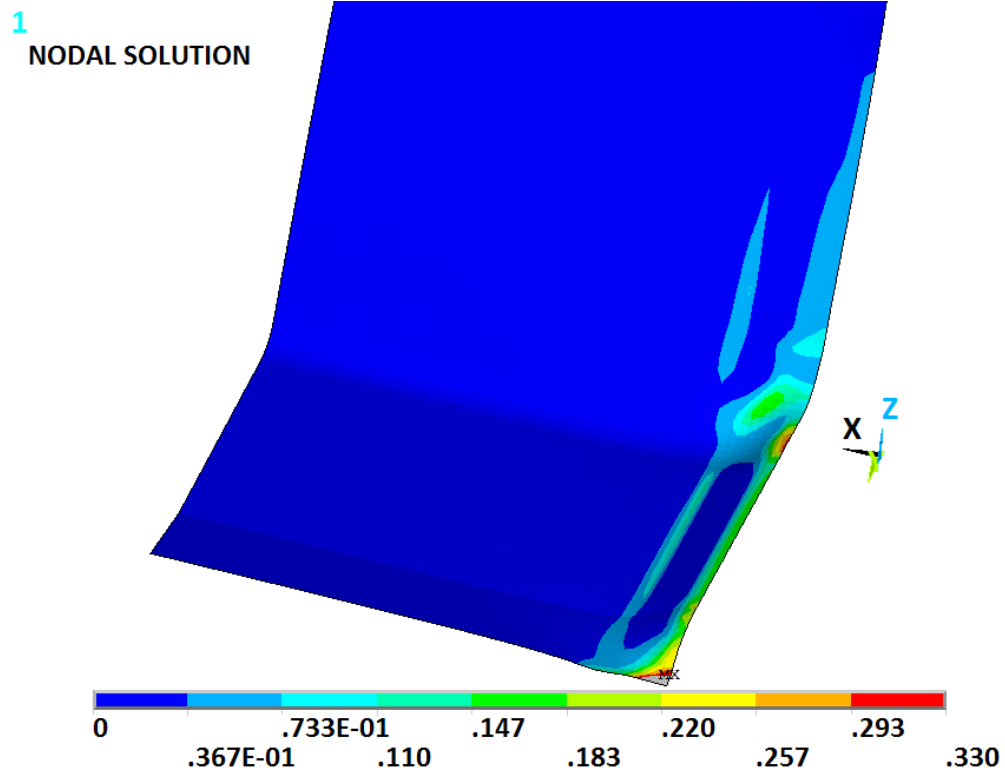
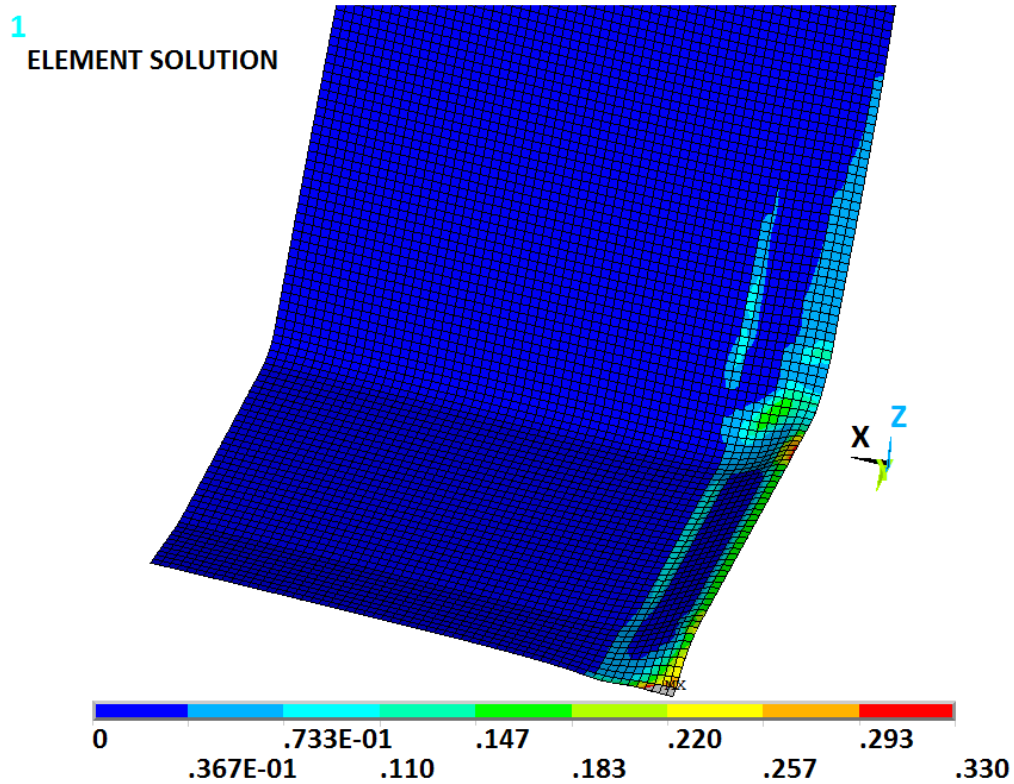


**Ajust 1 - Deformacions nodals exteriors:**



**Ajust 1 - Deformacions elementals exteriors:**



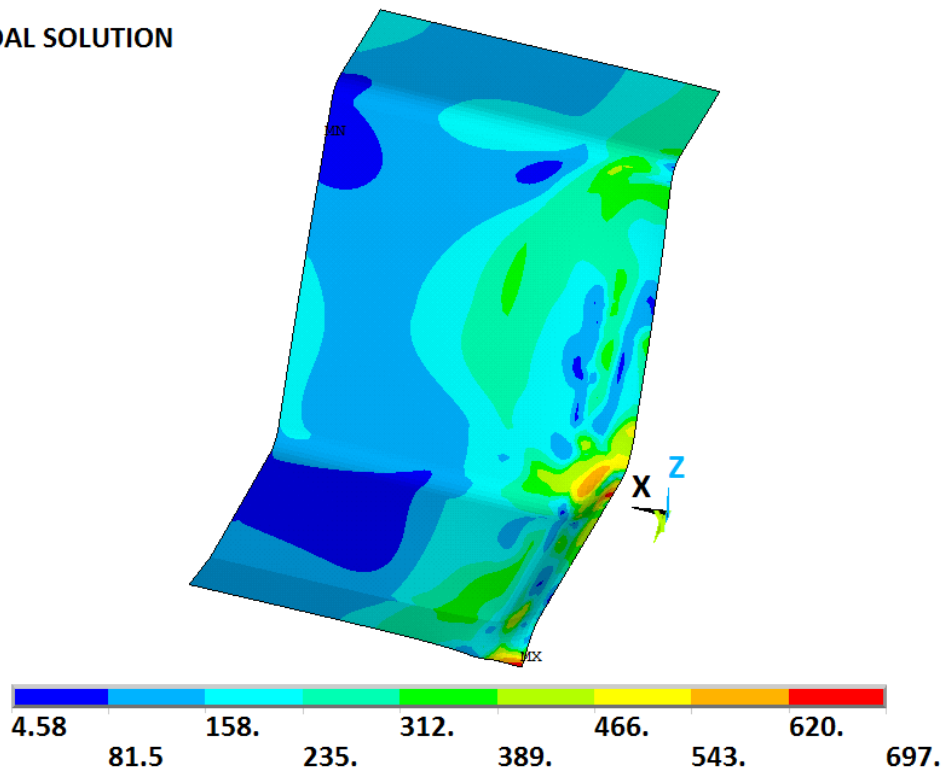
**Ajust 1 - Deformacions nodals a la superfície mitja:****Ajust 1 - Deformacions elementals a la superfície mitja:**

### B.3 Resultats del Ajust 2 del plegat de xapa per ajustar la deformada

Ajust 2 - Tensions nodals exteriors:

1

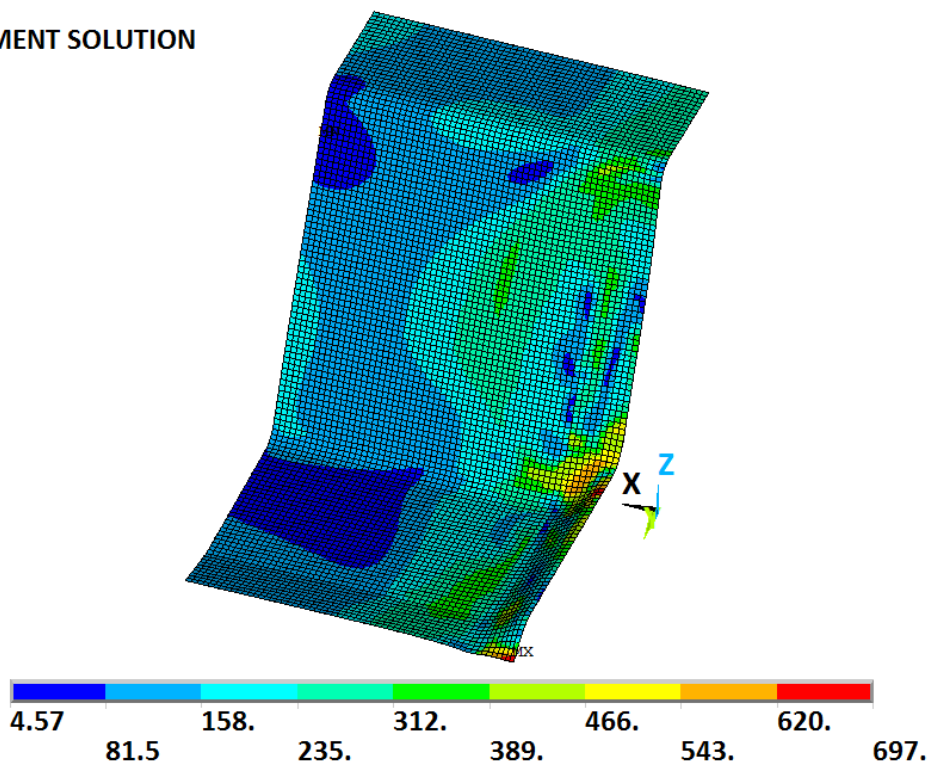
NODAL SOLUTION



Ajust 2 – Tensions elementals exteriors:

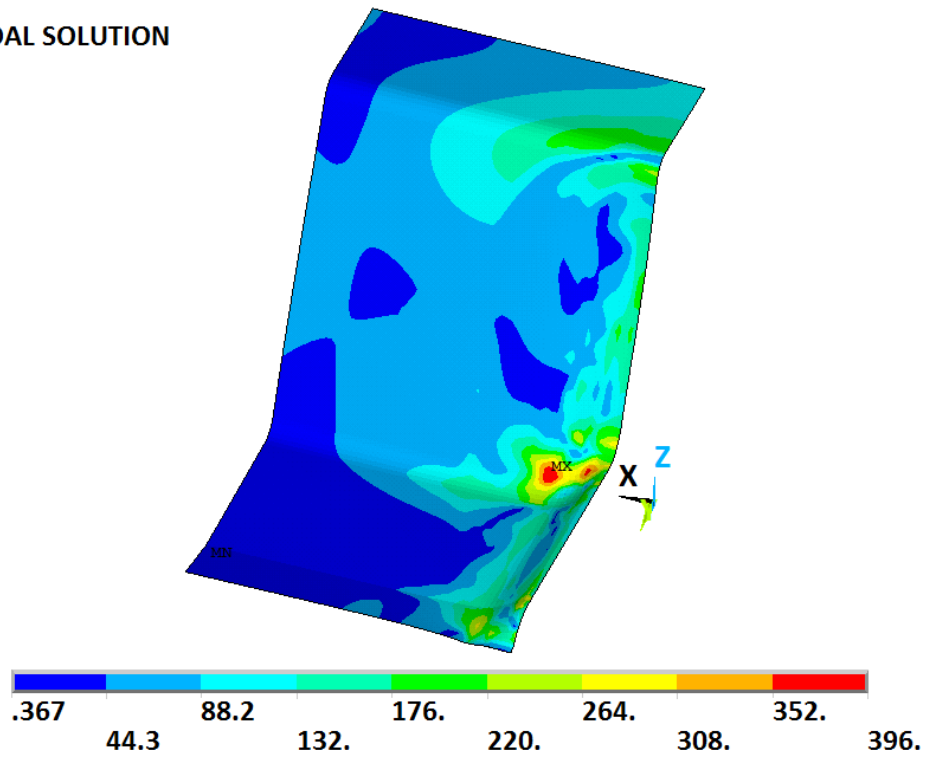
1

ELEMENT SOLUTION



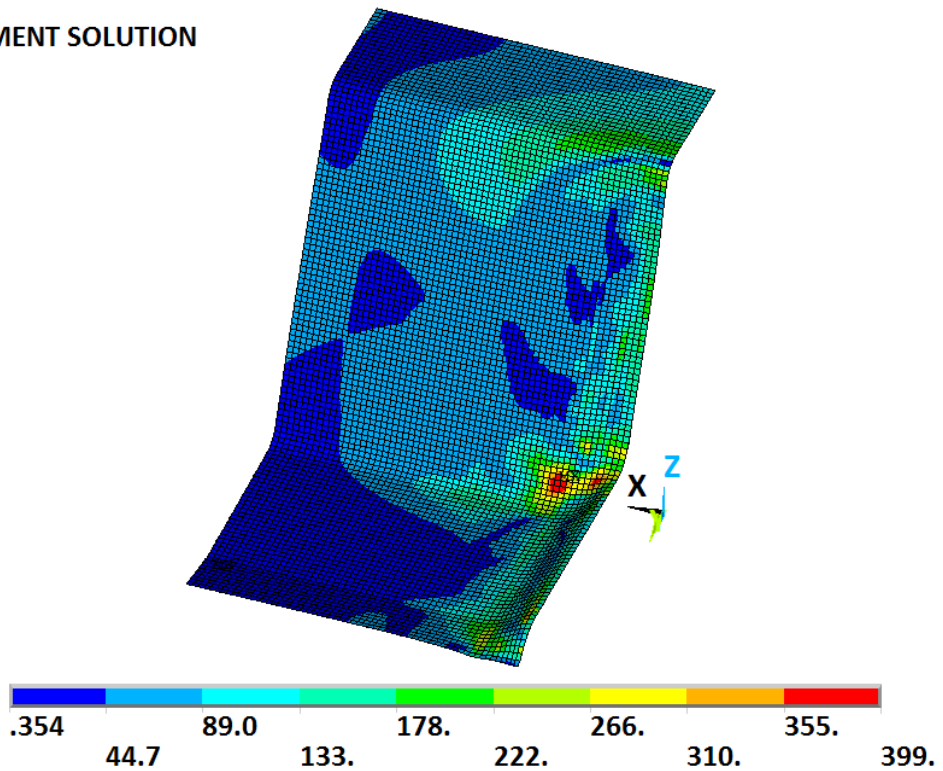
### Ajust 2 - Tensions nodals a la superfície mitja:

1  
NODAL SOLUTION

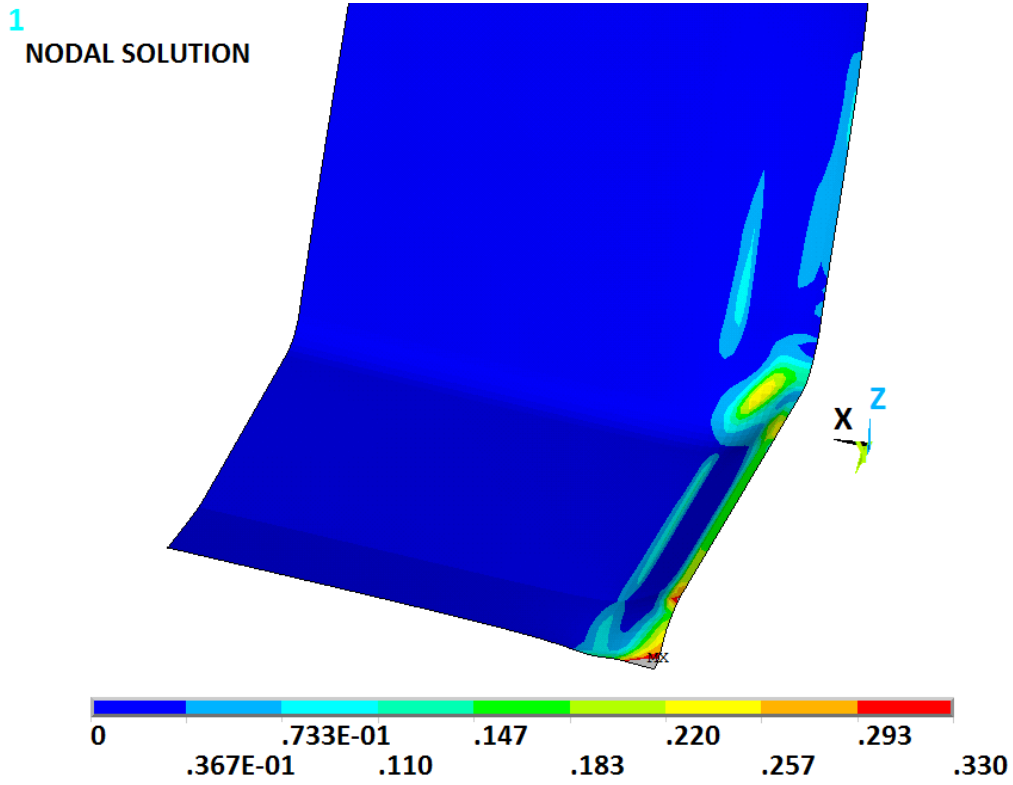


### Ajust 2 - Tensions elementals a la superfície mitja:

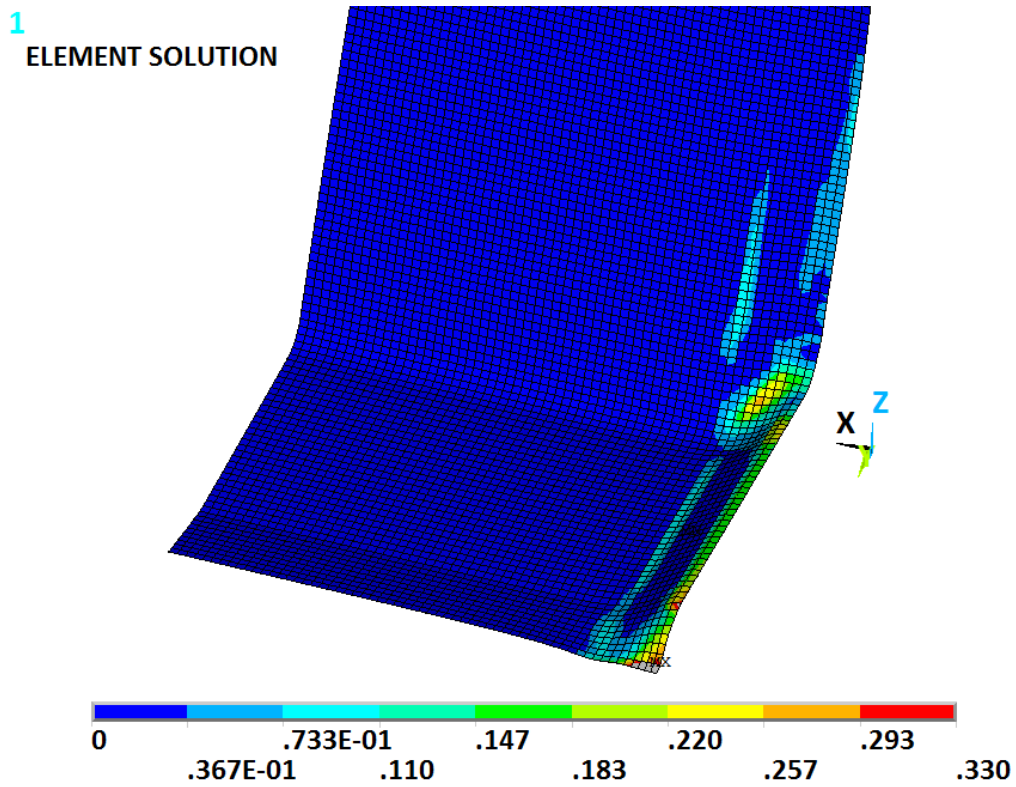
1  
ELEMENT SOLUTION



**Ajust 2 - Deformacions nodals exteriors:**

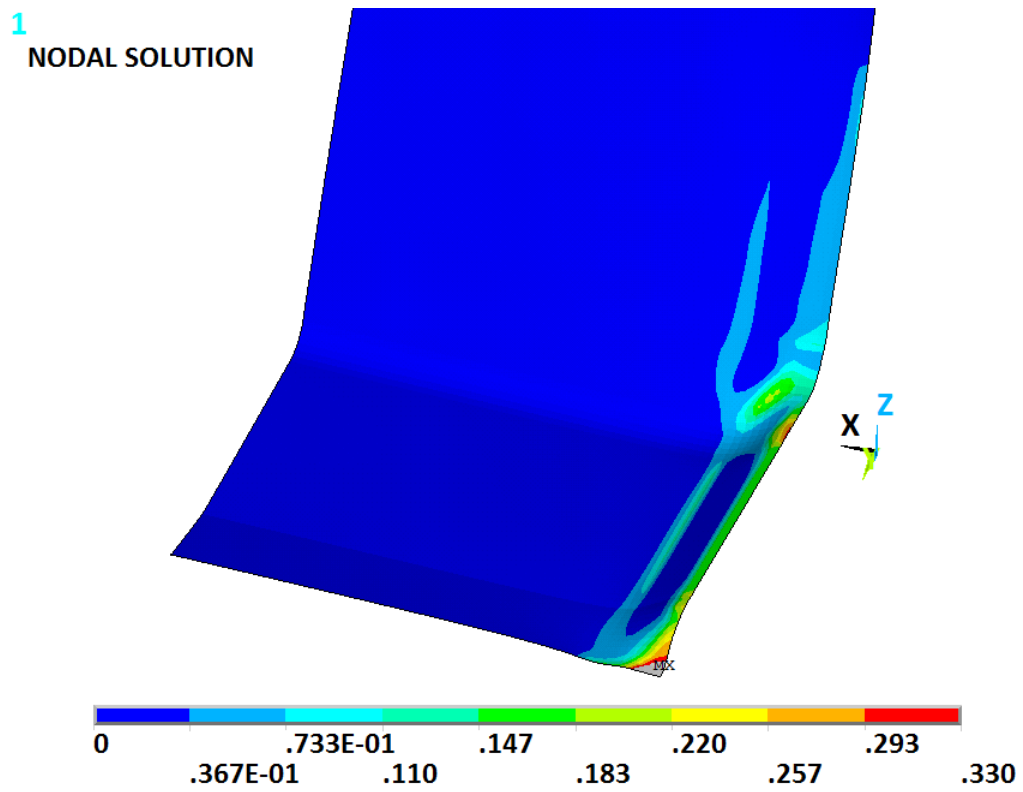


**Ajust 2 – Deformacions elementals exteriors:**

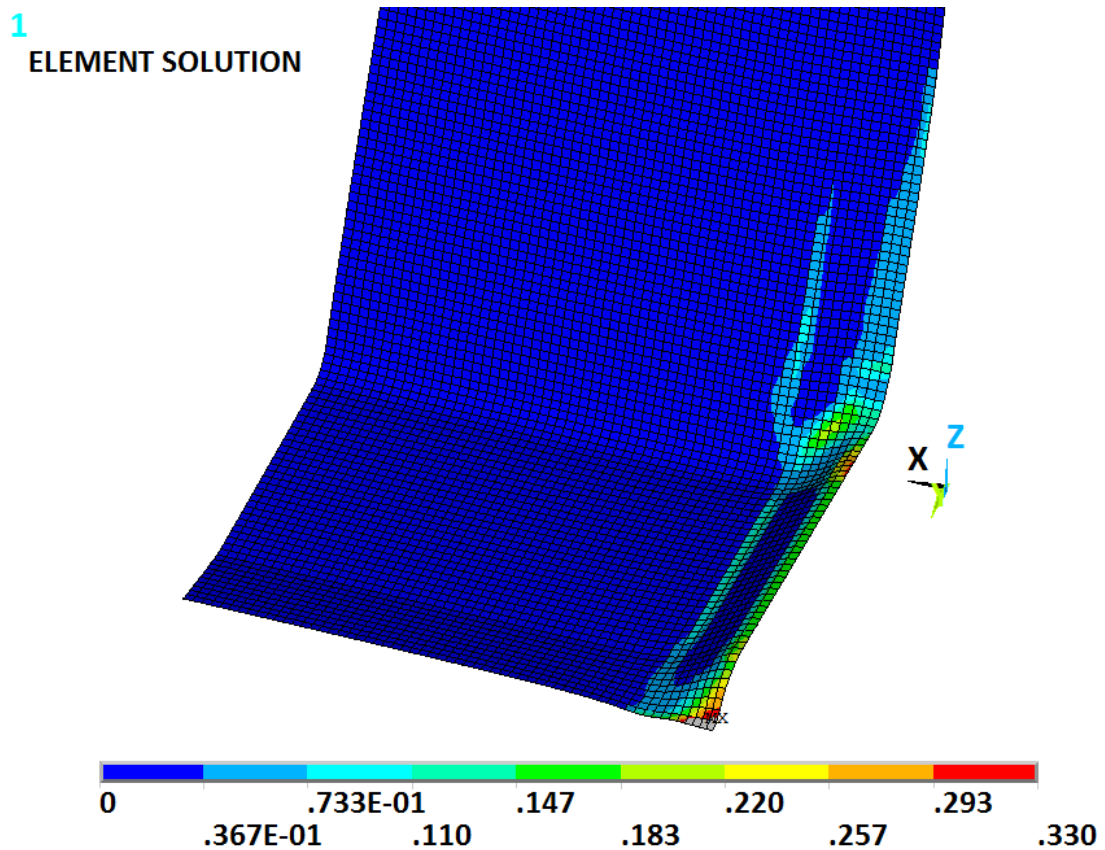




### Ajust 2 - Deformacions nodals a la superfície mitja:

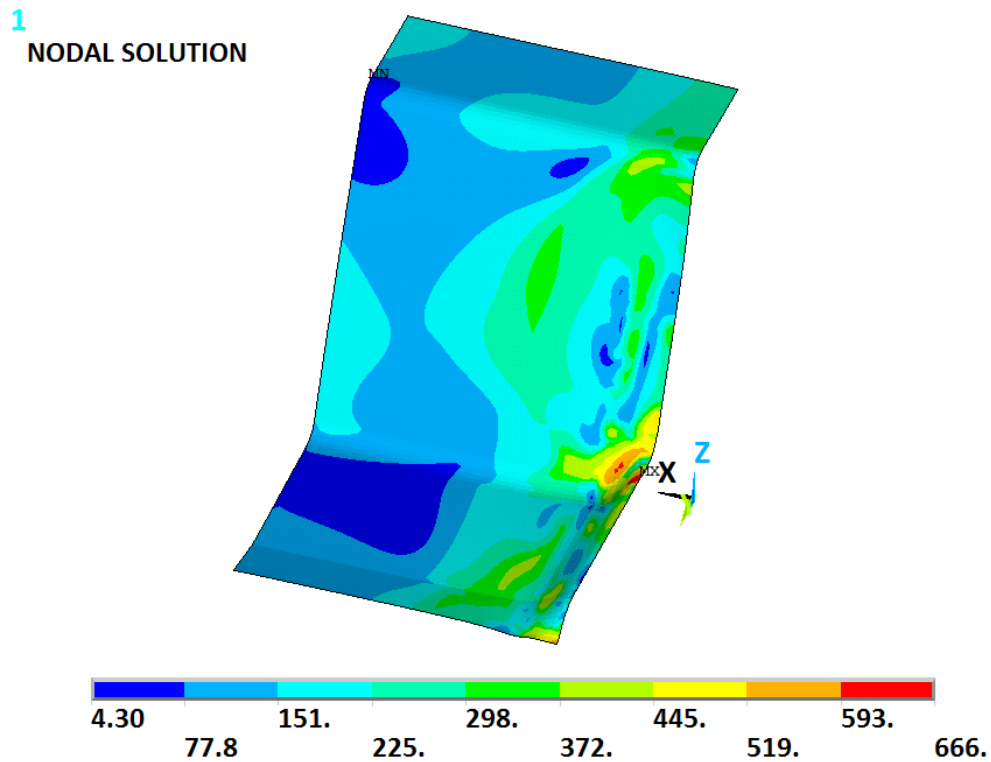


### Ajust 2 – Deformacions elementals a la superfície mitja:

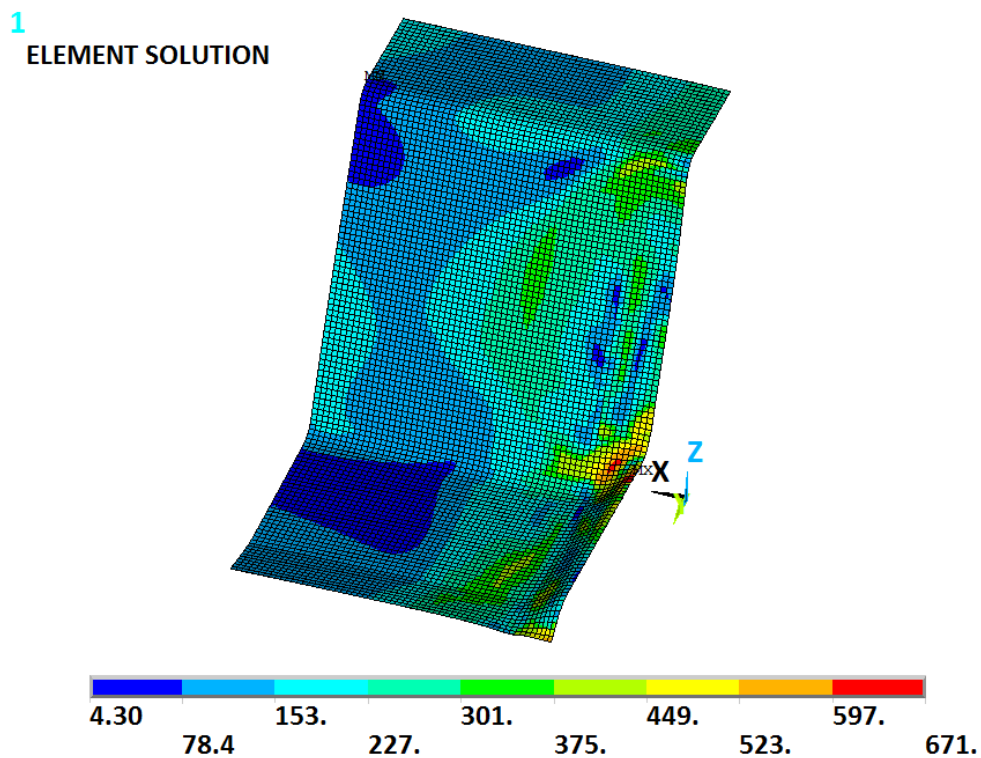


## B.4 Resultats del Ajust 3 del plegat de xapa per ajustar la deformada

### Ajust 3 - Tensions nodals exteriors:

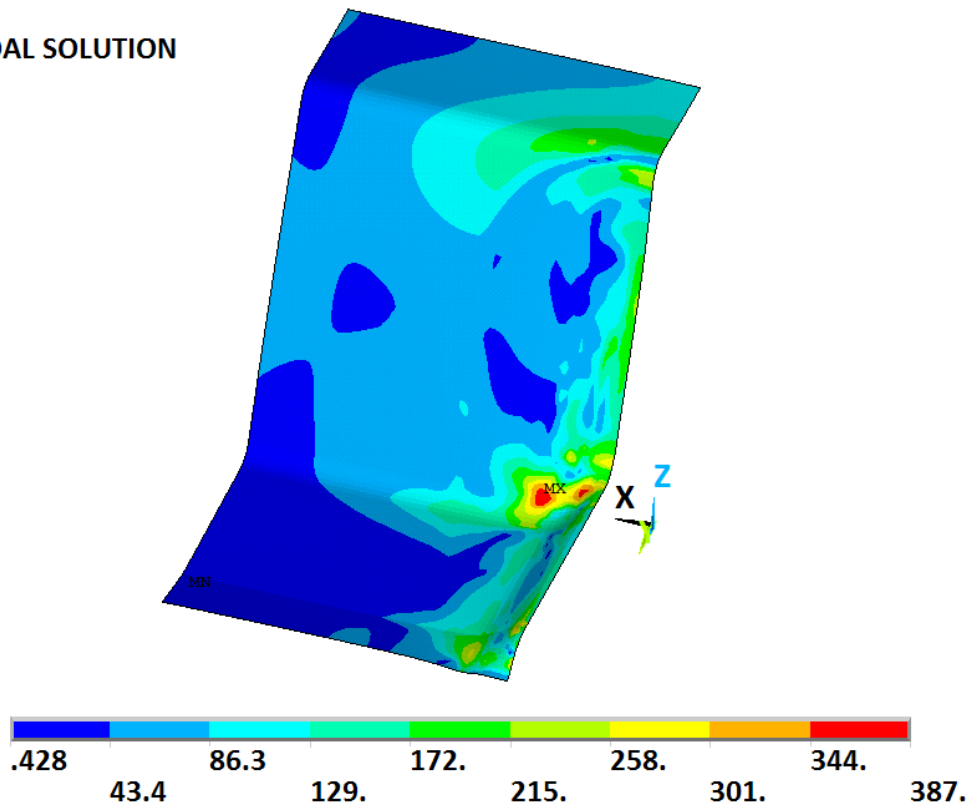


### Ajust 3 – Tensions elementals exteriors:



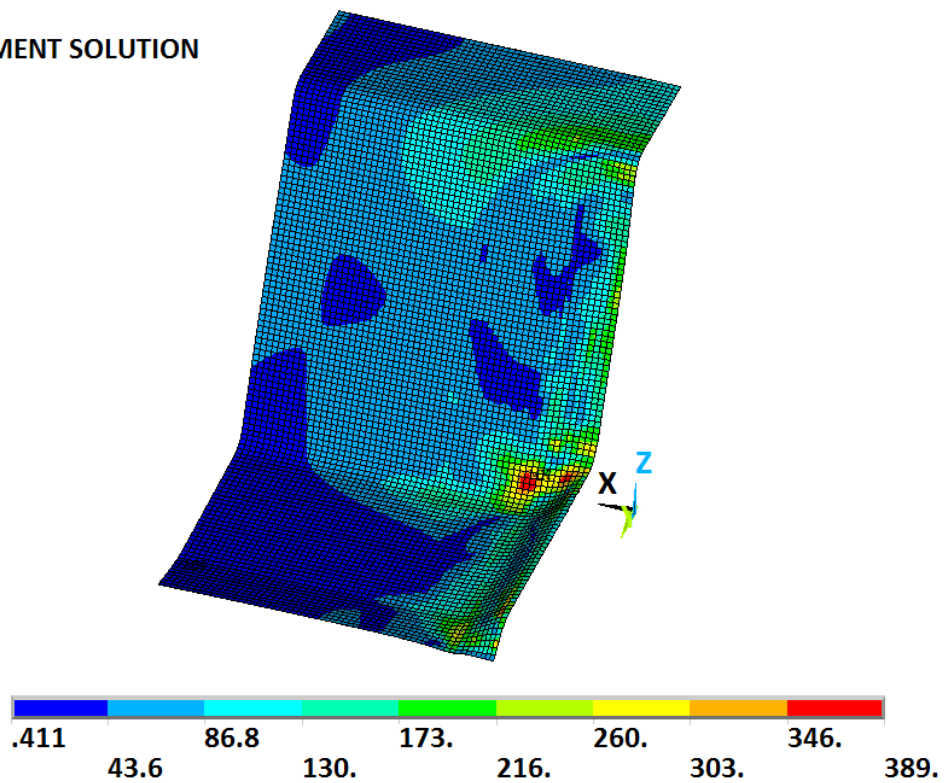
### Ajust 3 - Tensions nodals a la superfície mitja:

1  
NODAL SOLUTION



### Ajust 3 - Tensions elementals a la superfície mitja:

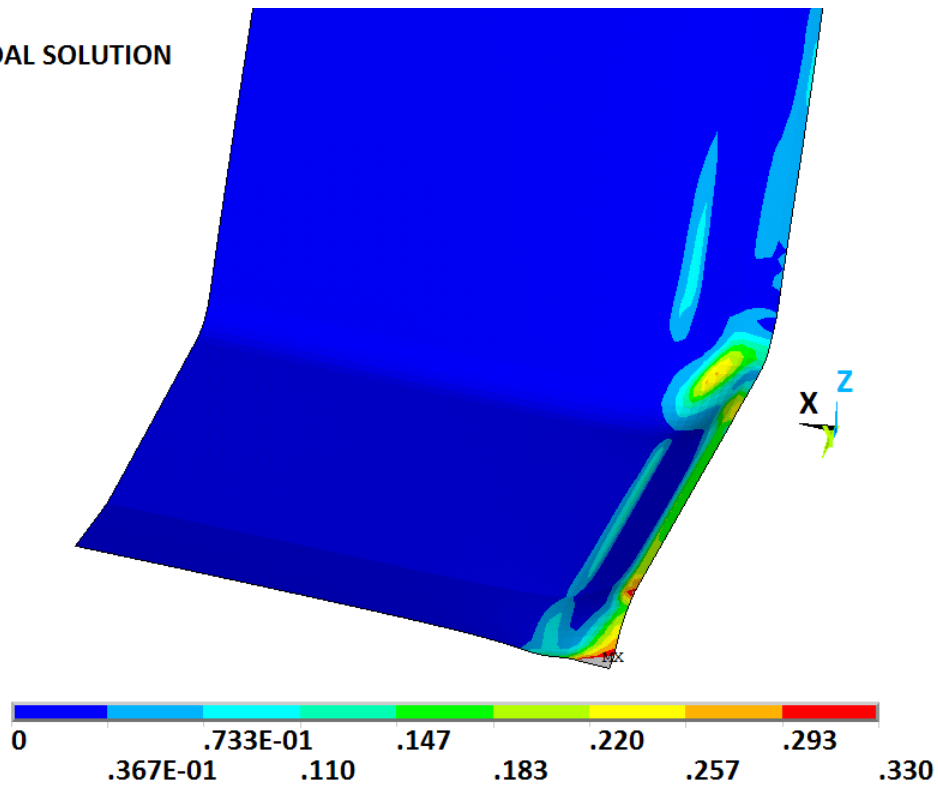
1  
ELEMENT SOLUTION



**Ajust 3 - Deformacions nodals exteriors:**

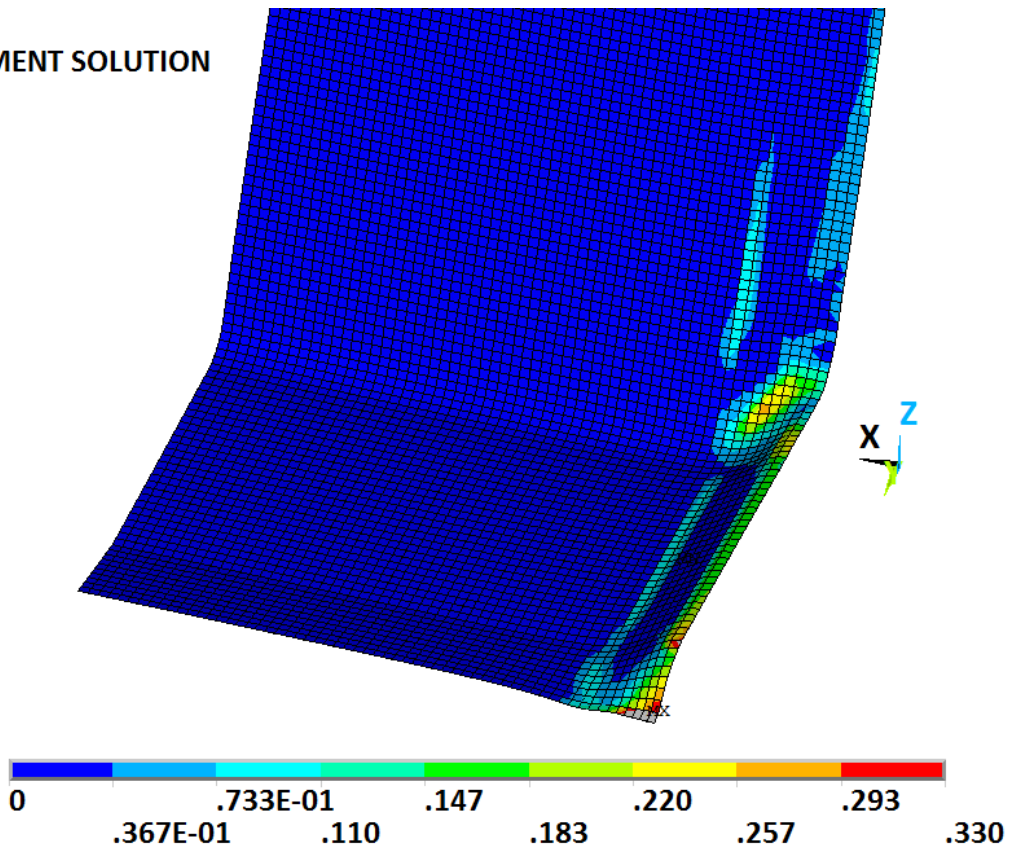
1

NODAL SOLUTION

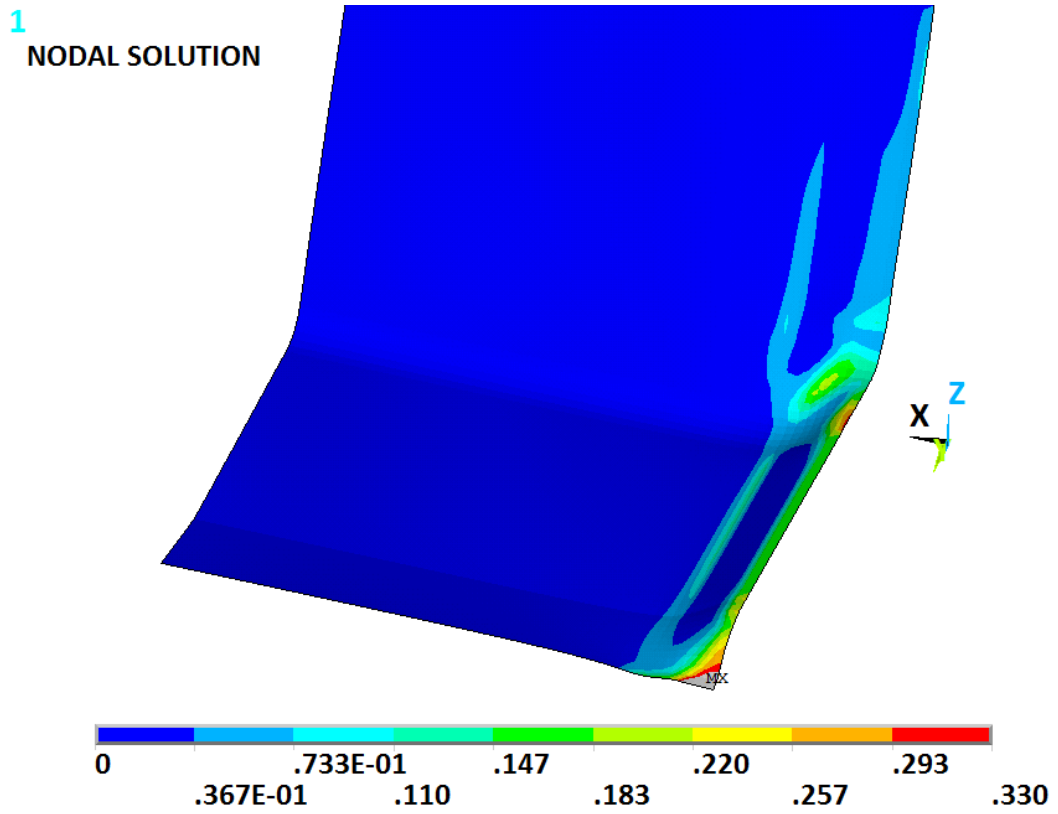
**Ajust 3 – Deformacions elementals exteriors:**

1

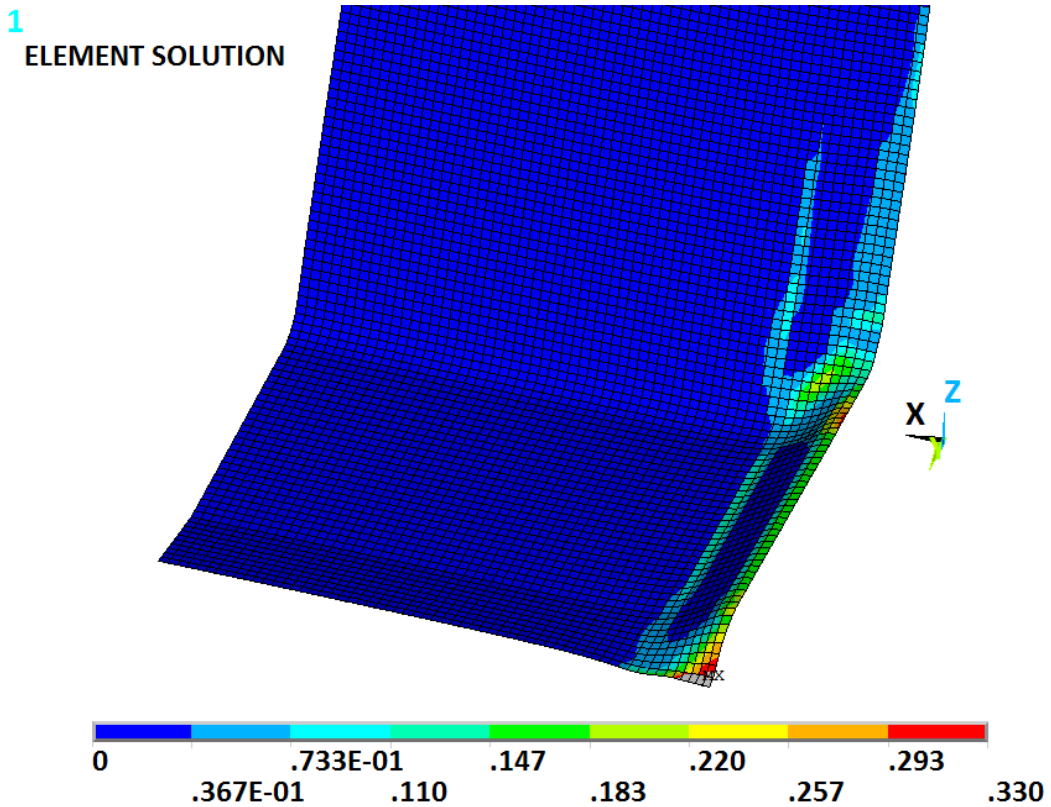
ELEMENT SOLUTION



### Ajust 3 - Deformacions nodals a la superfície mitja:

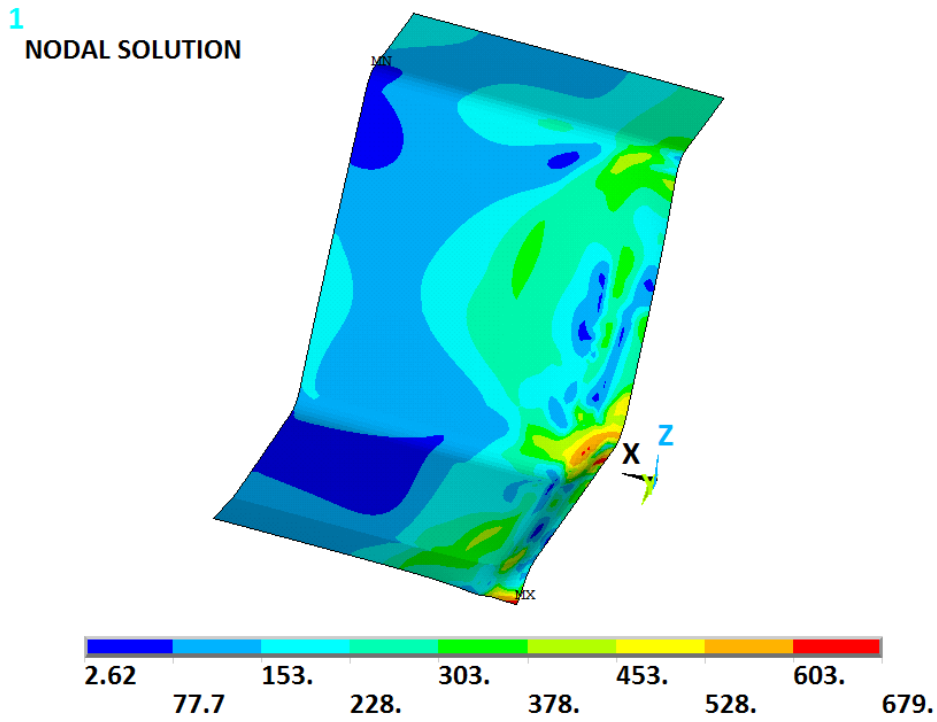


### Ajust 3 – Deformacions elementals a la superfície mitja:

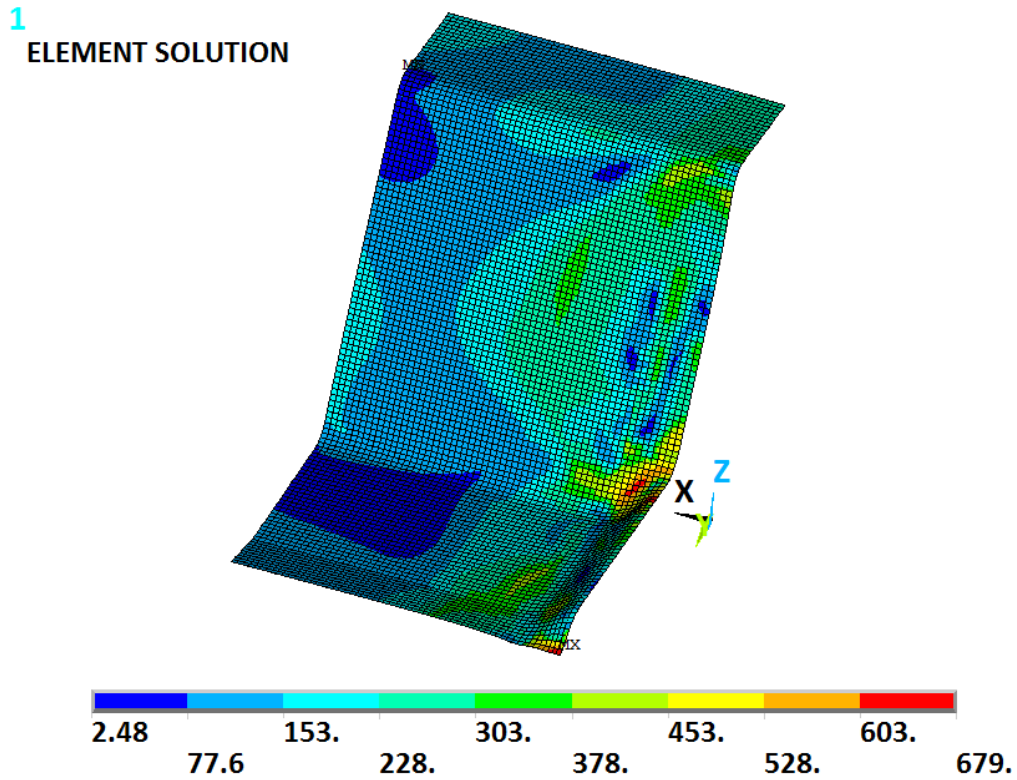


### B.5 Resultats del Ajust 4 del plegat de xapa per ajustar la deformada

Ajust 4 - Tensions nodals exteriors:

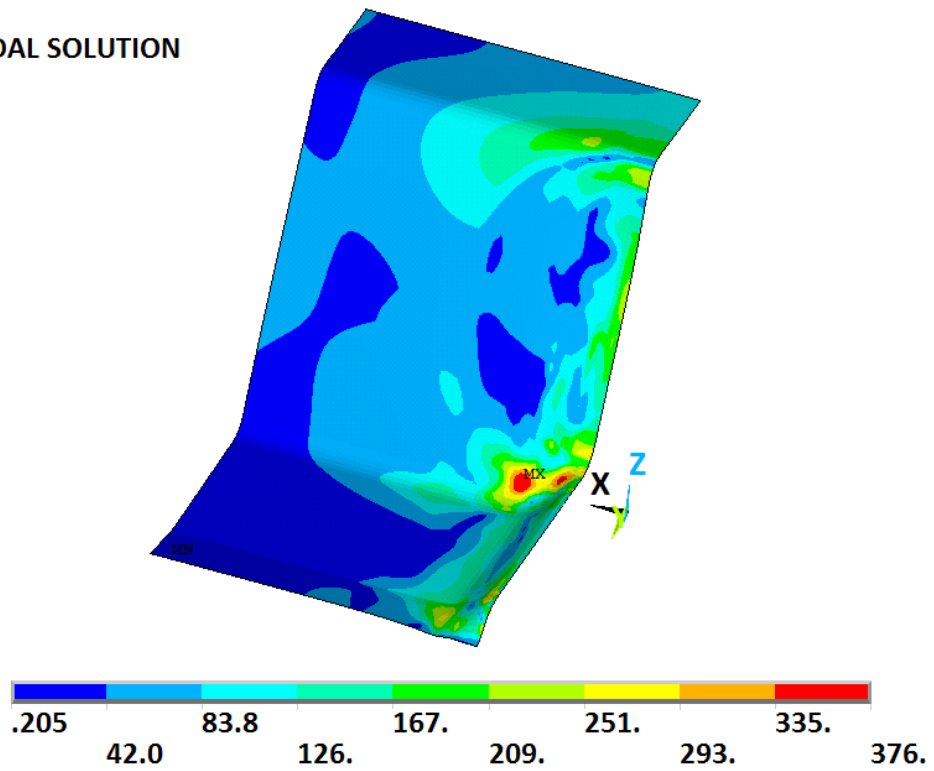


Ajust 4 – Tensions elementals exteriors:



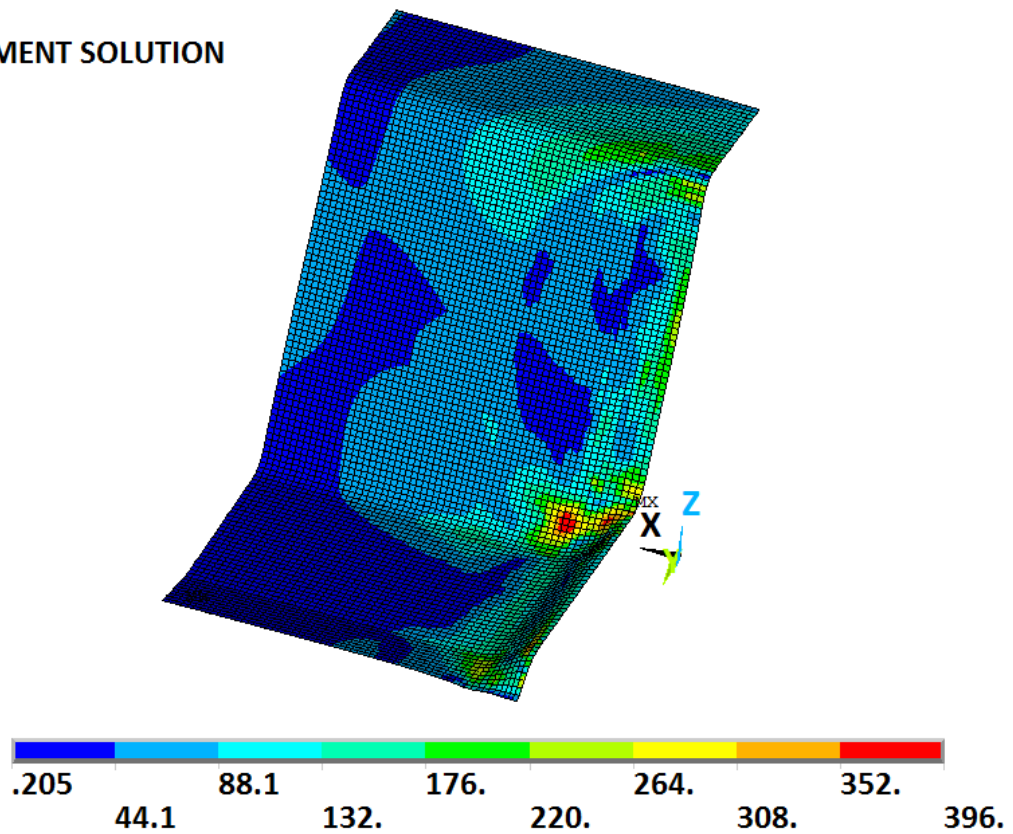
### Ajust 4 - Tensions nodals a la superfície mitja:

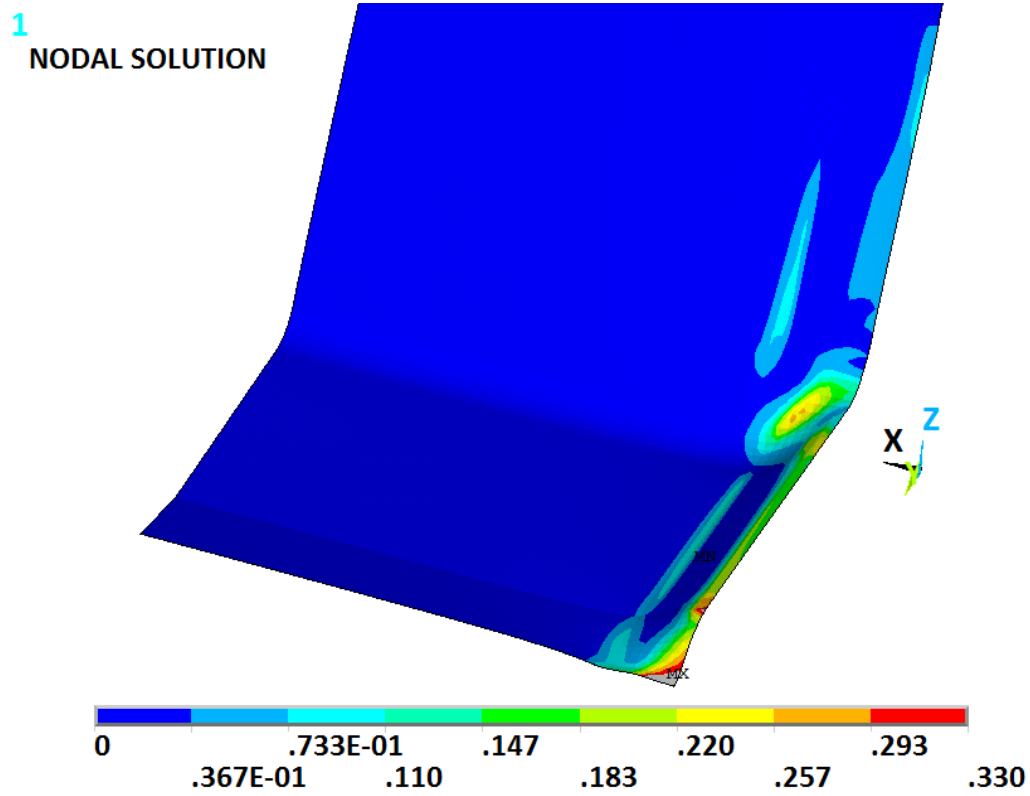
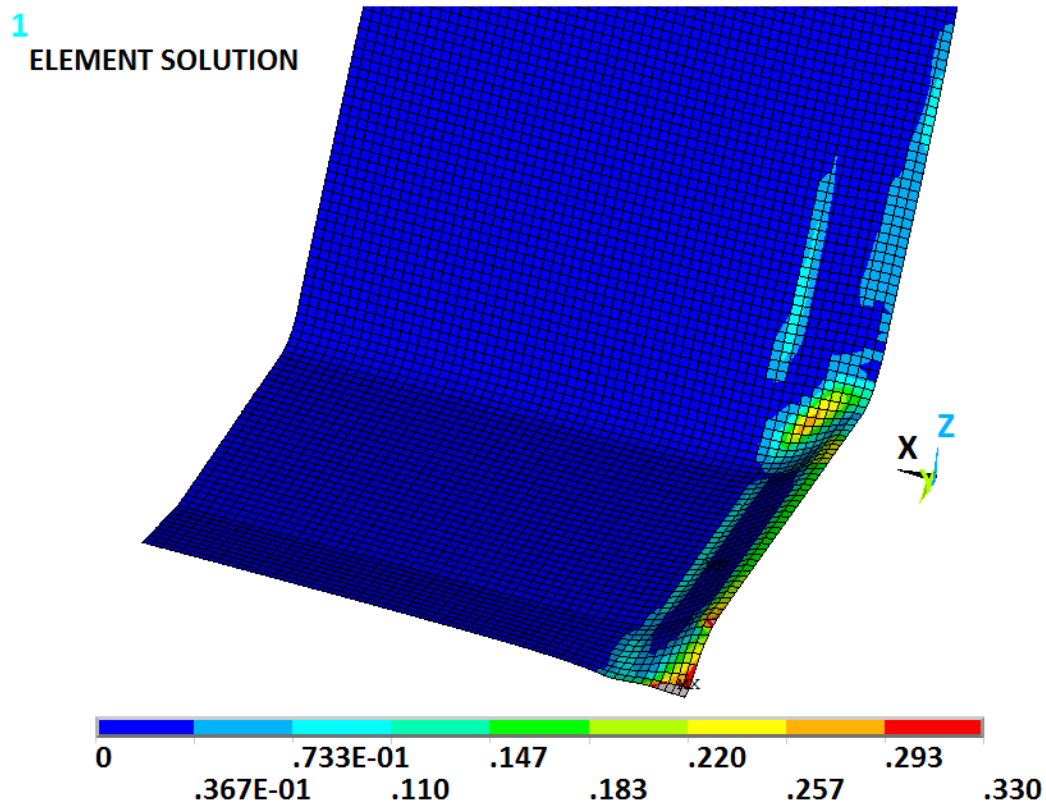
1  
NODAL SOLUTION



### Ajust 4 - Tensions elementals a la superfície mitja:

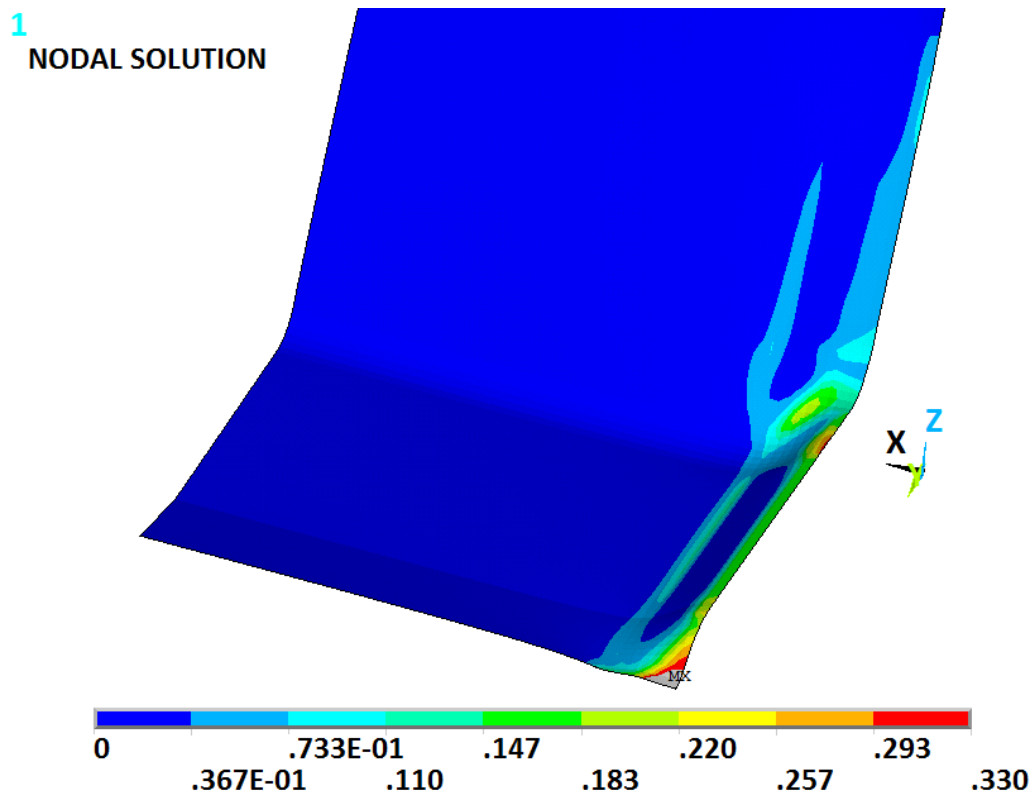
1  
ELEMENT SOLUTION



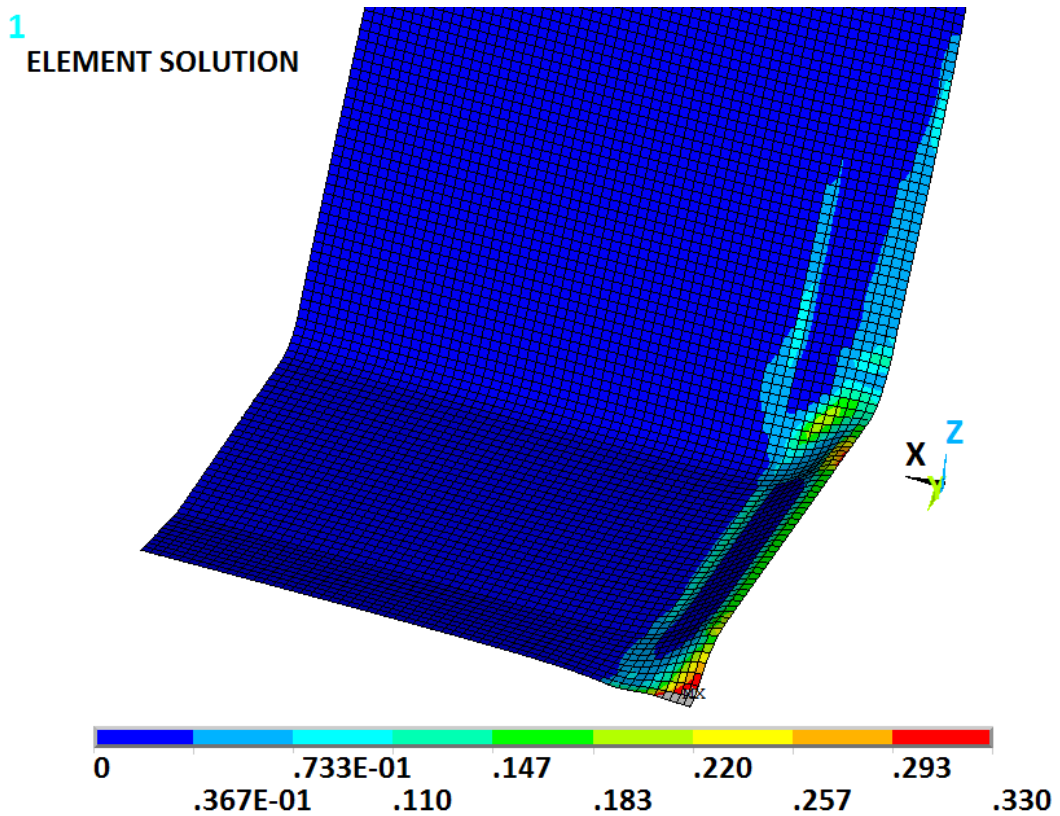
**Ajust 4 - Deformacions nodals exteriors:****Ajust 4 – Deformacions elementals exteriors:**



### Ajust 4 - Deformacions nodals a la superfície mitja:



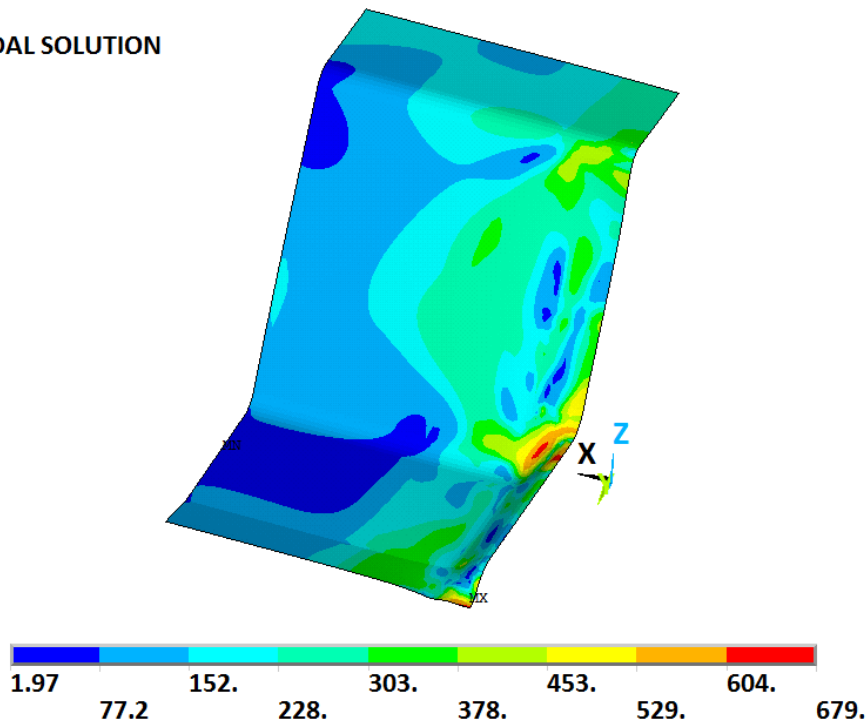
### Ajust 4 – Deformacions elementals a la superfície mitja:



### B.6 Resultats del Ajust 5 del plegat de xapa per ajustar la deformada

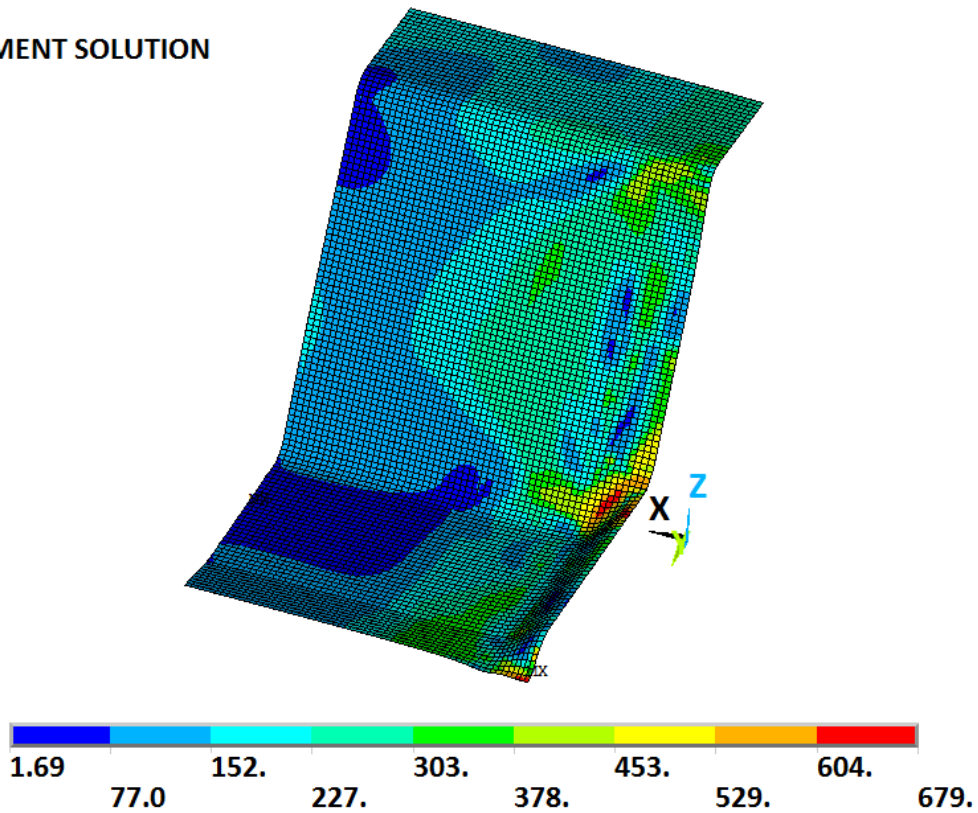
Ajust 5 - Tensions nodals exteriors:

1  
NODAL SOLUTION



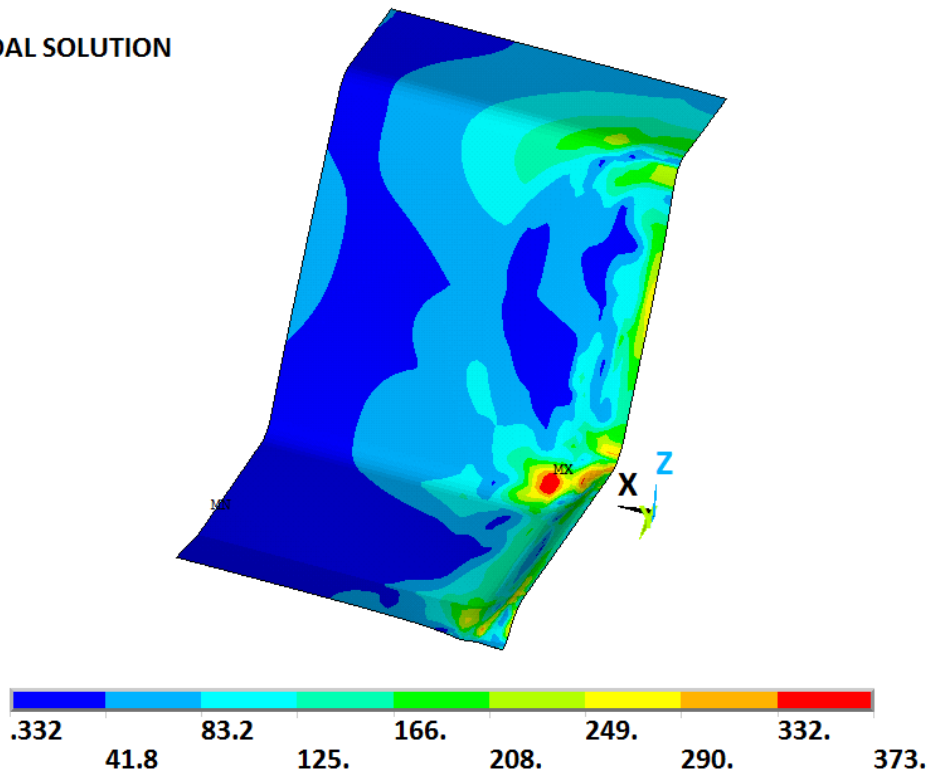
Ajust 5 – Tensions elementals exteriors:

1  
ELEMENT SOLUTION



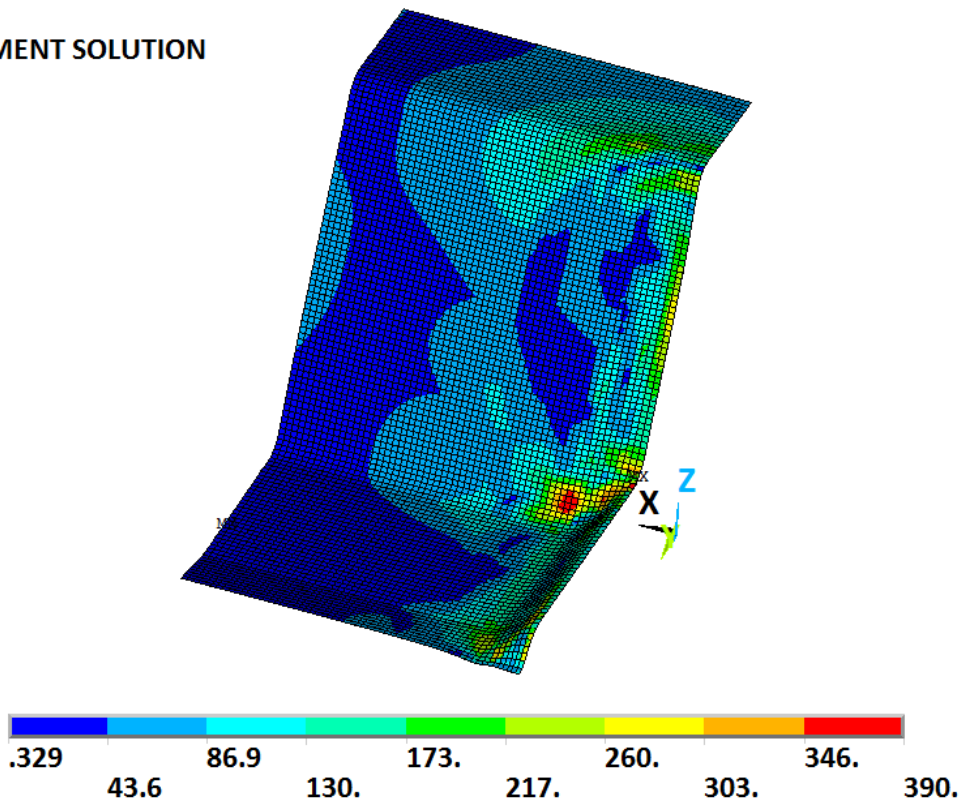
### Ajust 5 - Tensions nodals a la superfície mitja:

1  
NODAL SOLUTION

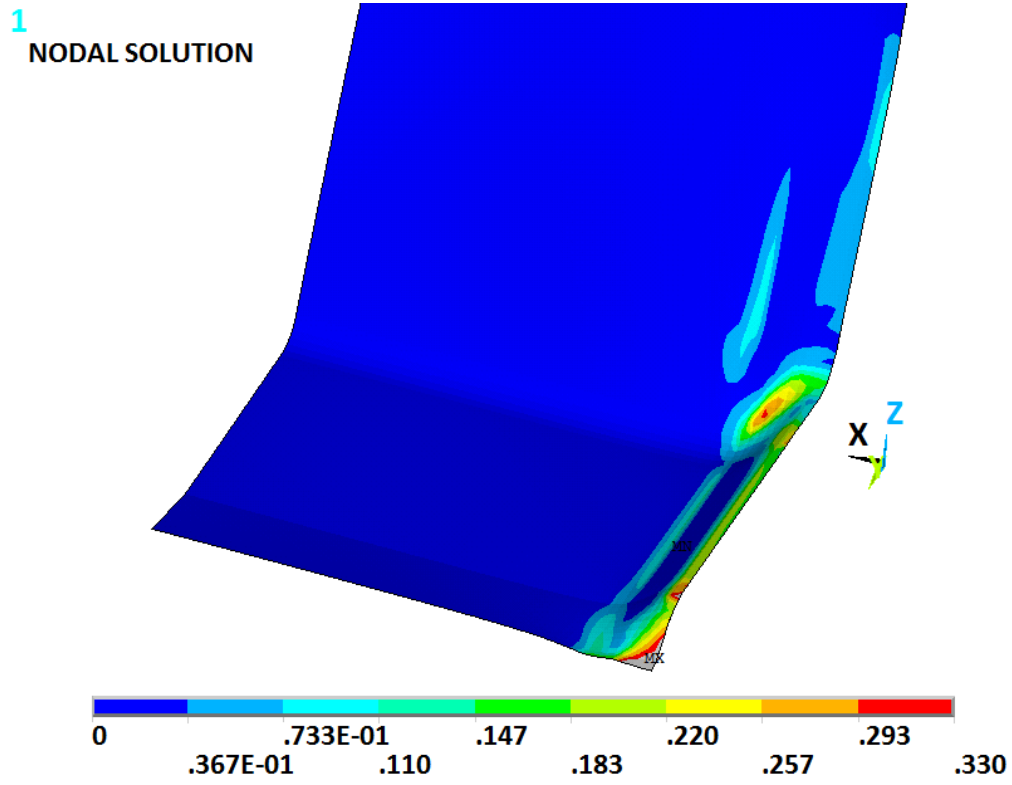


### Ajust 5 - Tensions elementals a la superfície mitja:

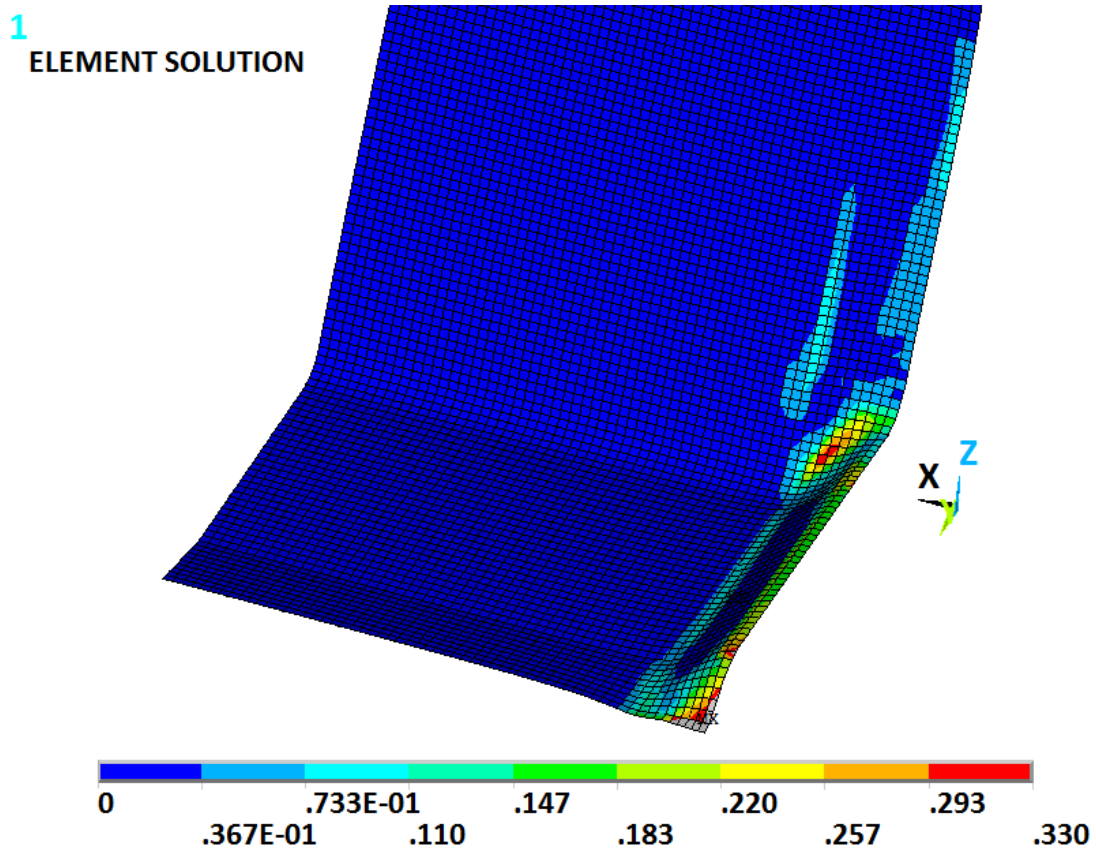
1  
ELEMENT SOLUTION



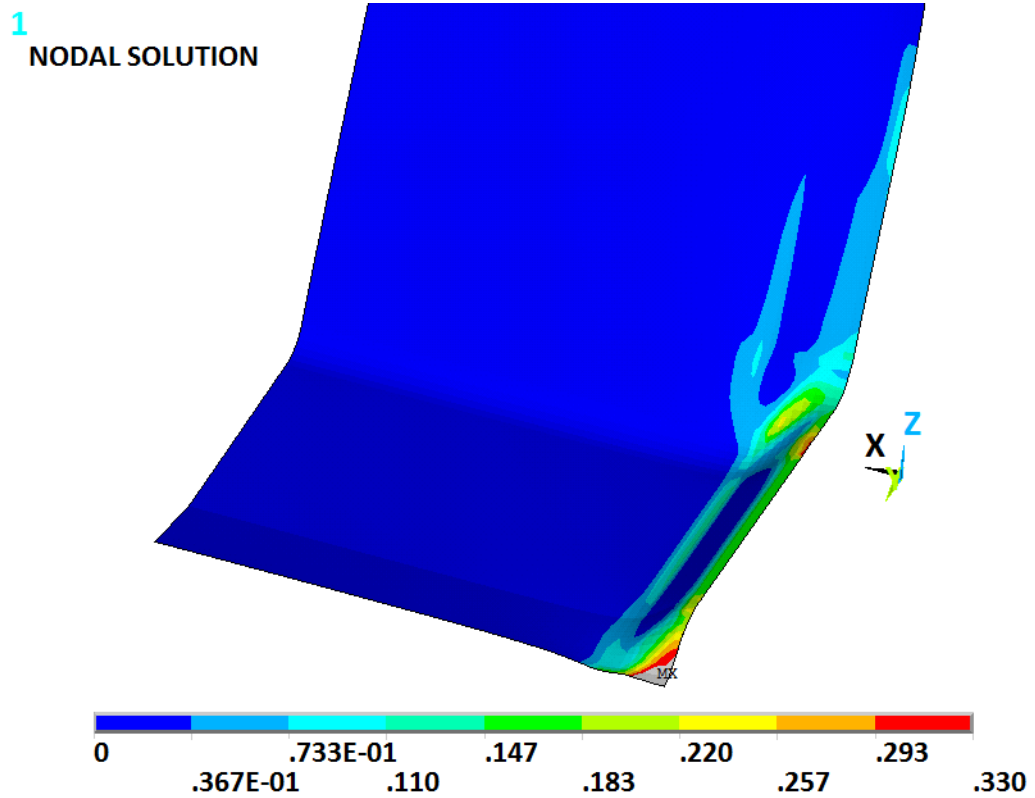
**Ajust 5 - Deformacions nodals exteriors:**



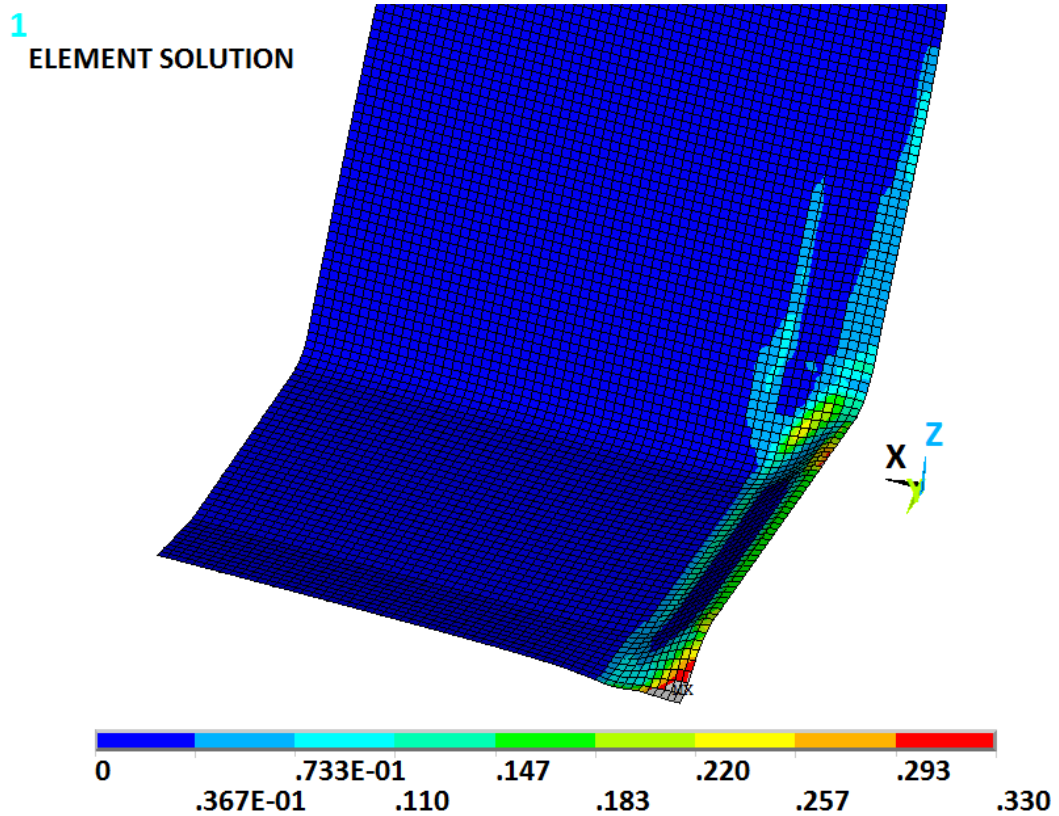
**Ajust 5 – Deformacions elementals exteriors:**



### Ajust 5 - Deformacions nodals a la superfície mitja:



### Ajust 5 – Deformacions elementals a la superfície mitja:





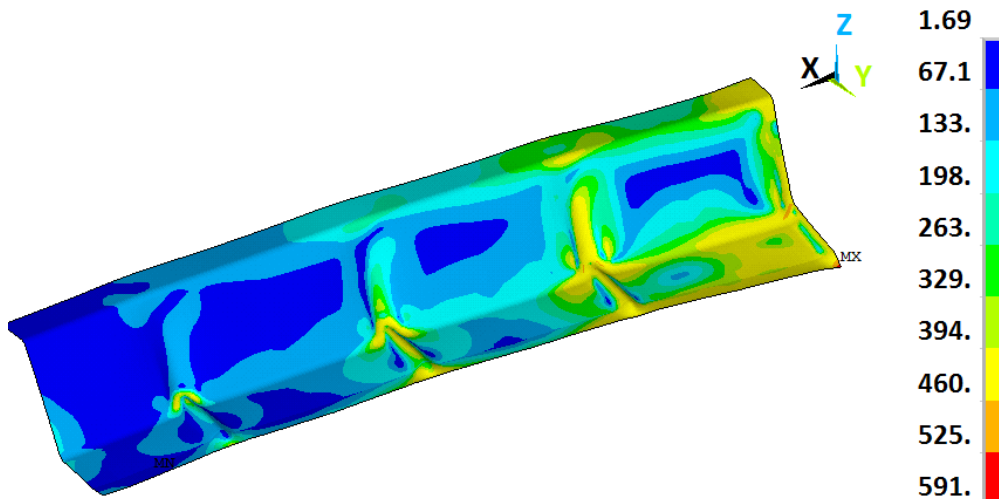
## ANNEX C. RESULTATS SIMULACIONS DE L'ARC

### C.1 Resultats Simulació de Mig Arc sense tensions residuals al punt de càrrega màxima

Tensions nodals:

1

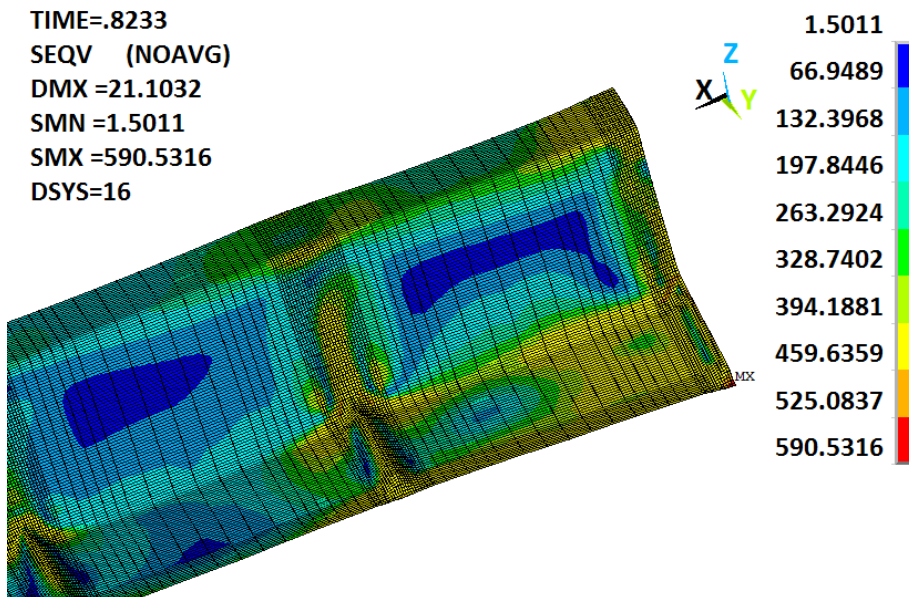
NODAL SOLUTION



Tensions elementals:

1

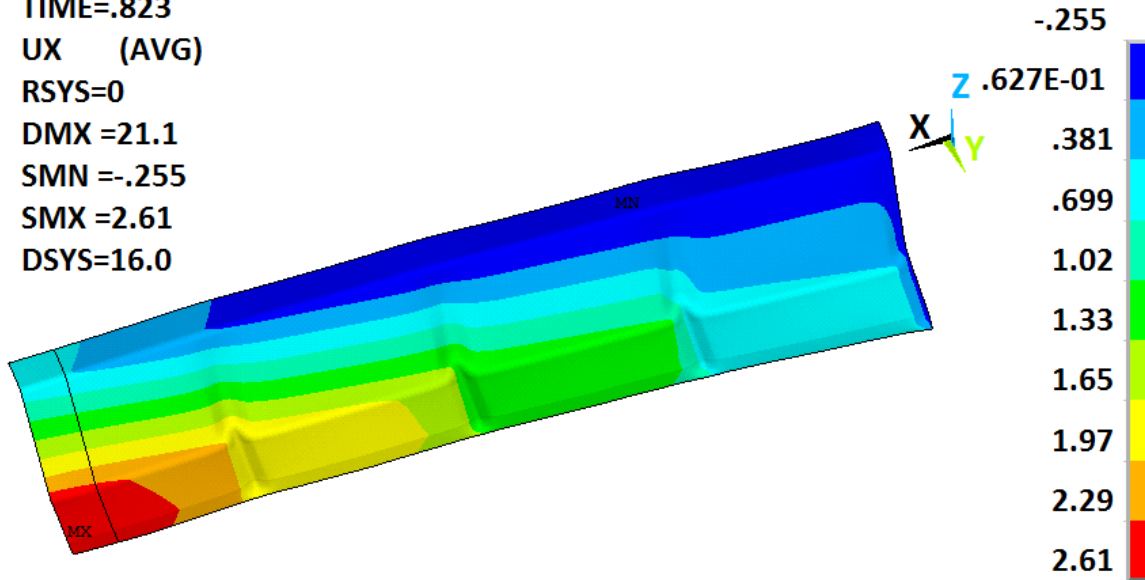
STEP=1  
SUB =17  
TIME=.8233  
SEQV (NOAVG)  
DMX =21.1032  
SMN =1.5011  
SMX =590.5316  
DSYS=16



### Desplaçament en la direcció UX:

1

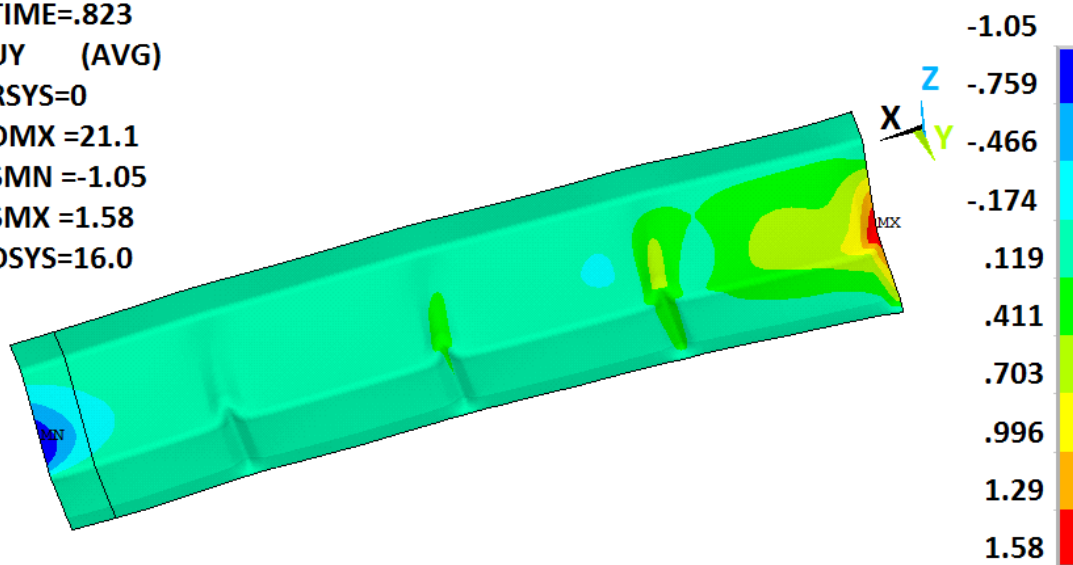
STEP=1  
 SUB =17  
 TIME=.823  
 UX (AVG)  
 RSYS=0  
 DMX =21.1  
 SMN =-.255  
 SMX =2.61  
 DSYS=16.0



### Desplaçament en la direcció UY:

1

STEP=1  
 SUB =17  
 TIME=.823  
 UY (AVG)  
 RSYS=0  
 DMX =21.1  
 SMN =-1.05  
 SMX =1.58  
 DSYS=16.0





### Desplaçament vertical UZ:

1

STEP=1

SUB =17

TIME=.823

UZ (AVG)

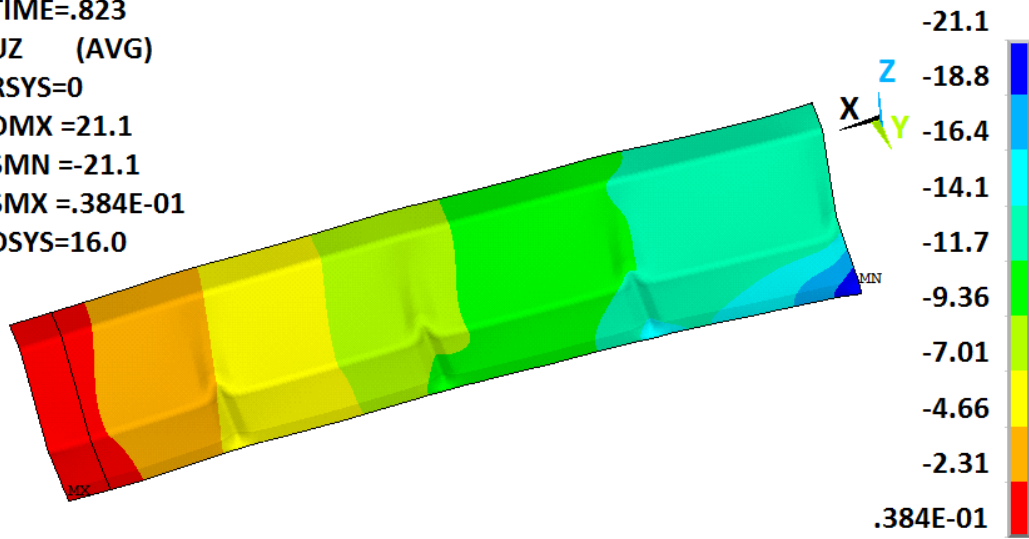
RSYS=0

DMX =21.1

SMN =-21.1

SMX =.384E-01

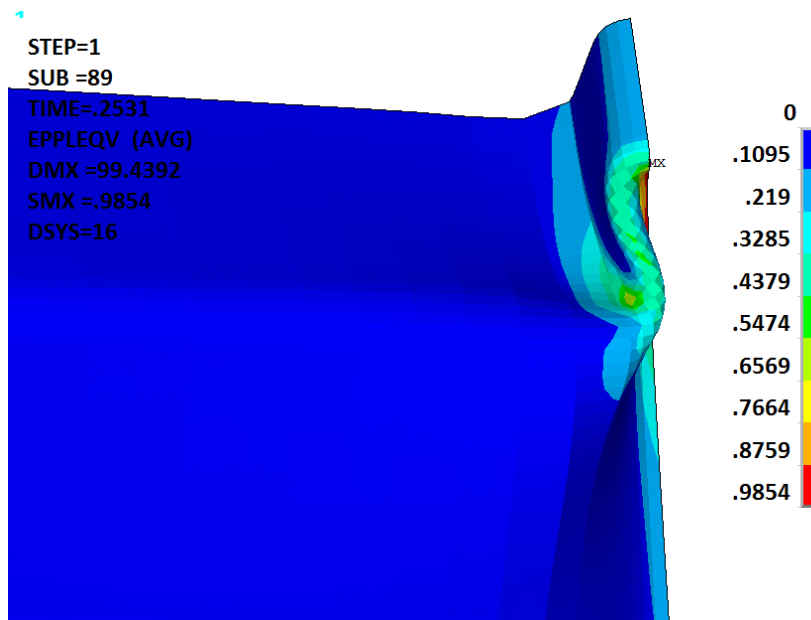
DSYS=16.0



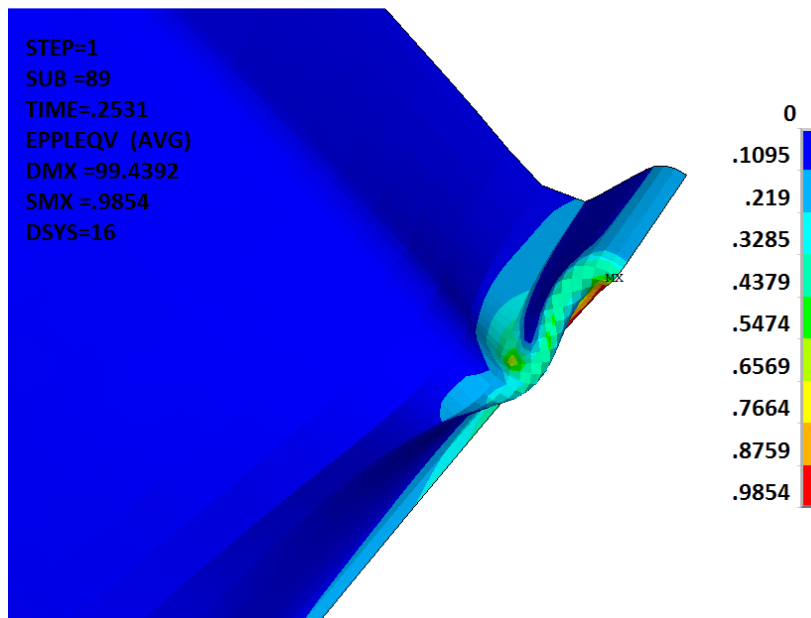
## Deformacions plàstiques i mecanisme de plastificació:

S'observa el mecanisme de plastificació al centre de l'arc quan la xapa s'abonyega cap a munt, i com les deformacions es dispersen en aquesta zona.

### Vista1:



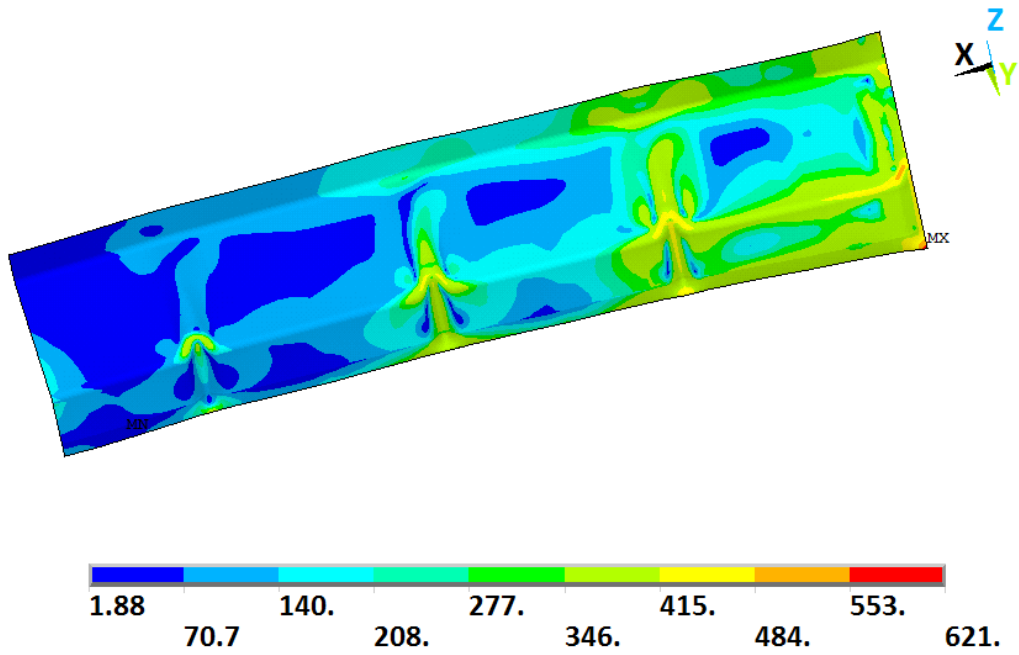
### Vista 2:



## C.2 Resultats Simulació de Mig Arc amb tensions residuals al centre de l'Arc. Càrrega màxima

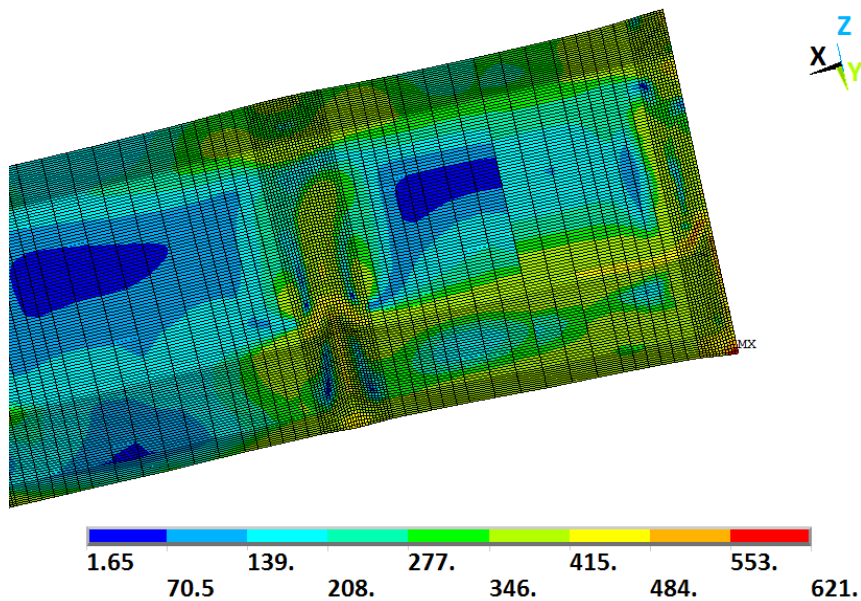
Tensions nodals:

NODAL SOLUTION



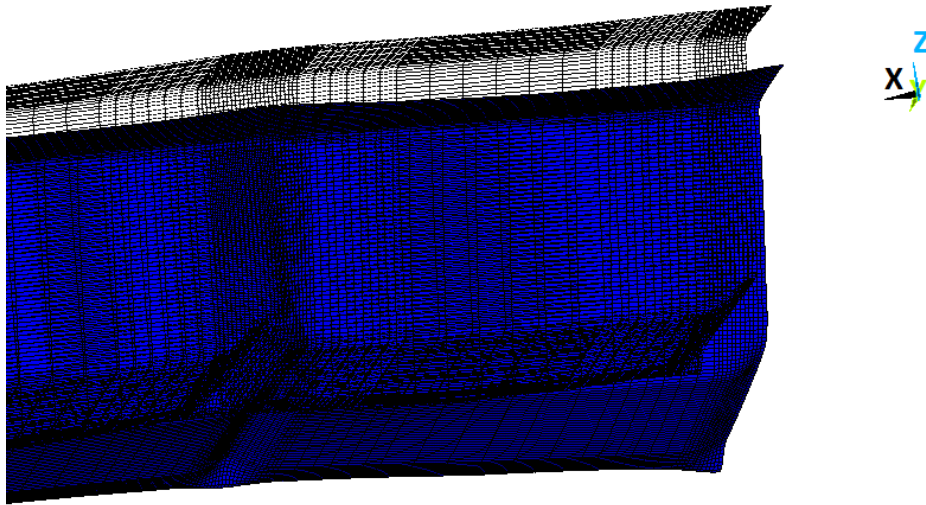
Tensions elementals:

1  
ELEMENT SOLUTION



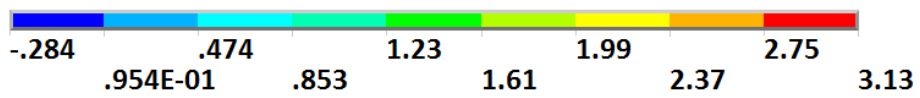
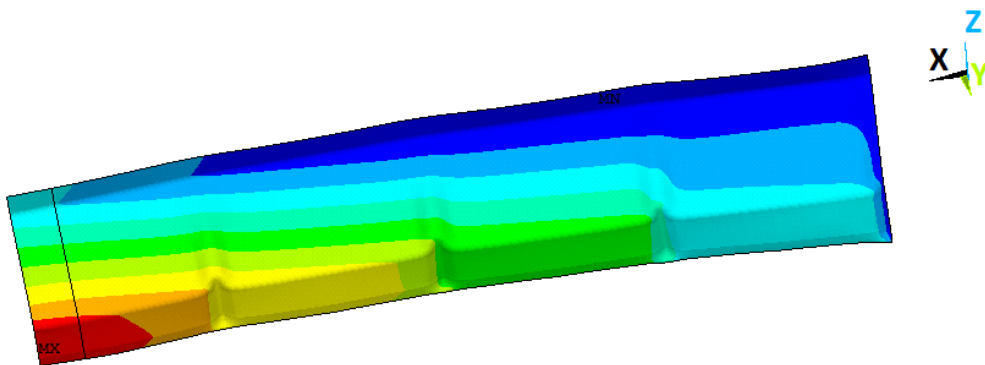
**Deformada:**

**1**  
DISPLACEMENT



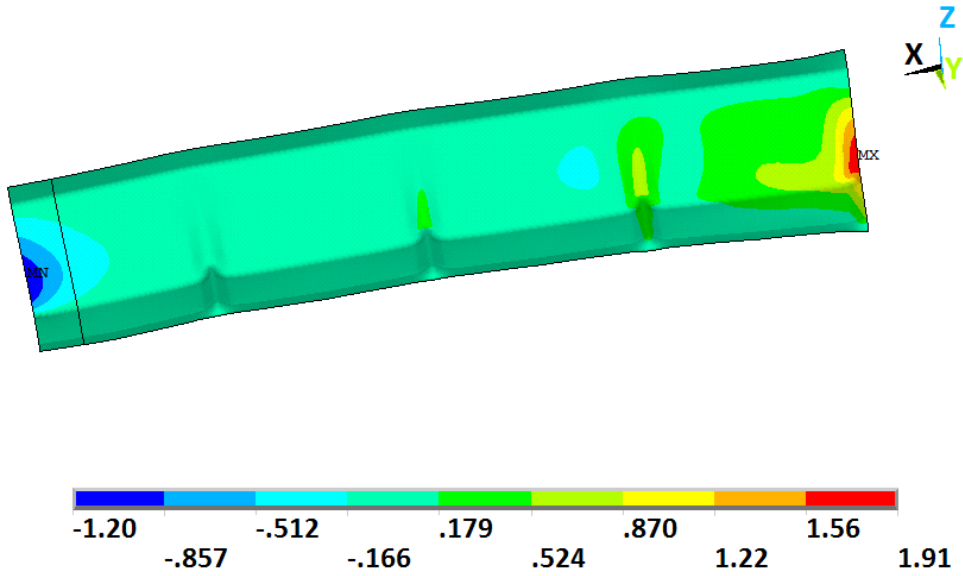
**Desplaçament UX:**

**1**  
NODAL SOLUTION



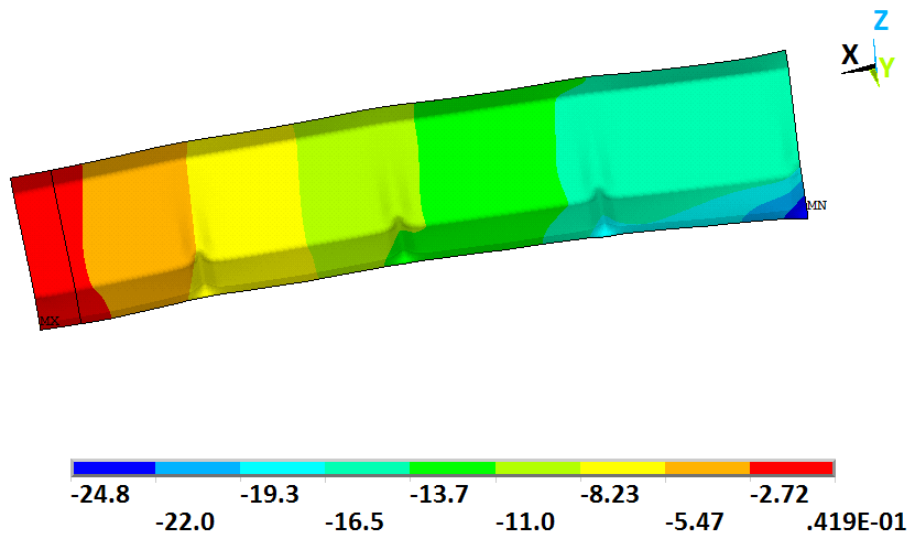
### Desplaçament UY:

NODAL SOLUTION



### Desplaçament UZ:

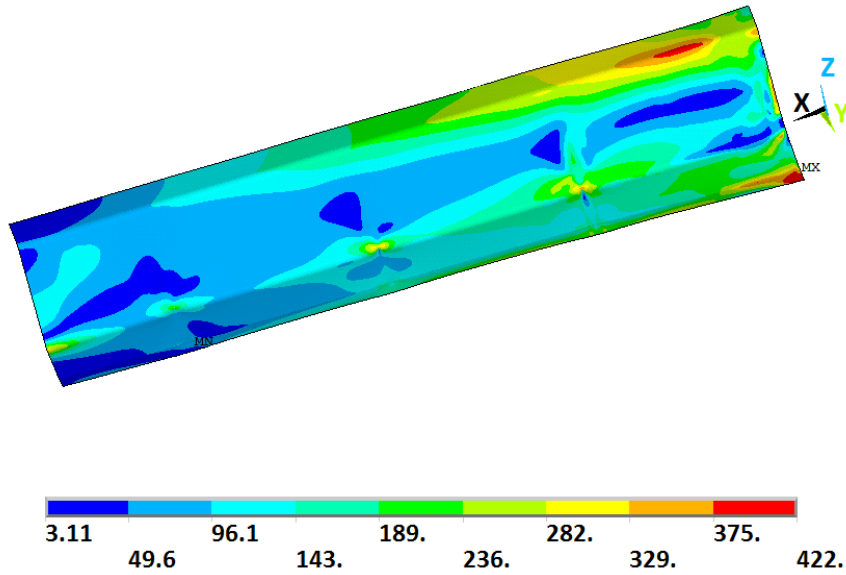
1  
NODAL SOLUTION



### C.3 Resultats de la sensibilitat de la profunditat d'embotició $p_{emb.}$ (amb tensions)

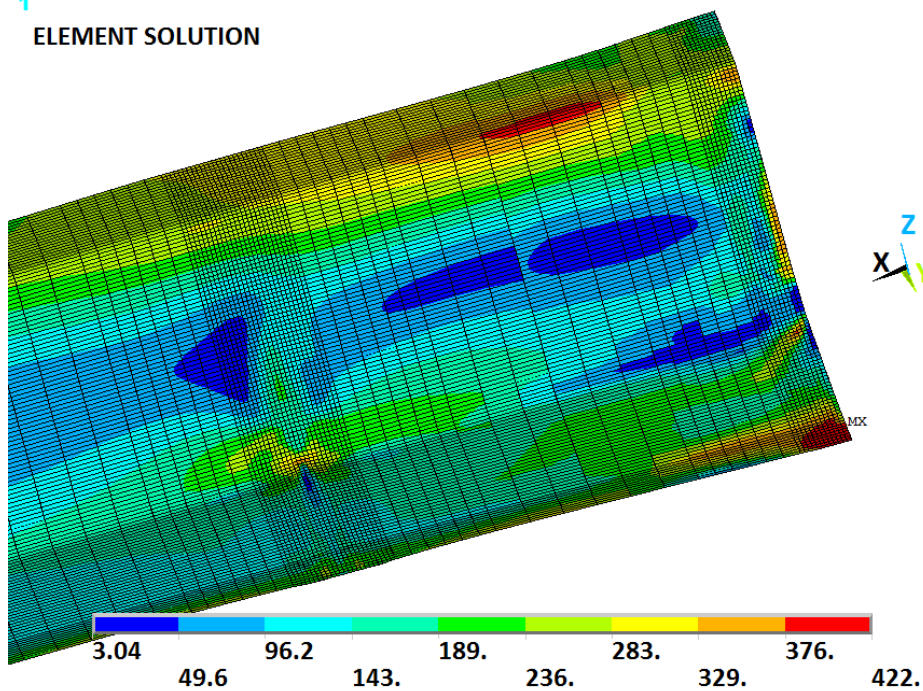
75%. Tensions nodals de von Mises (punt de càrrega màxima):

1  
NODAL SOLUTION



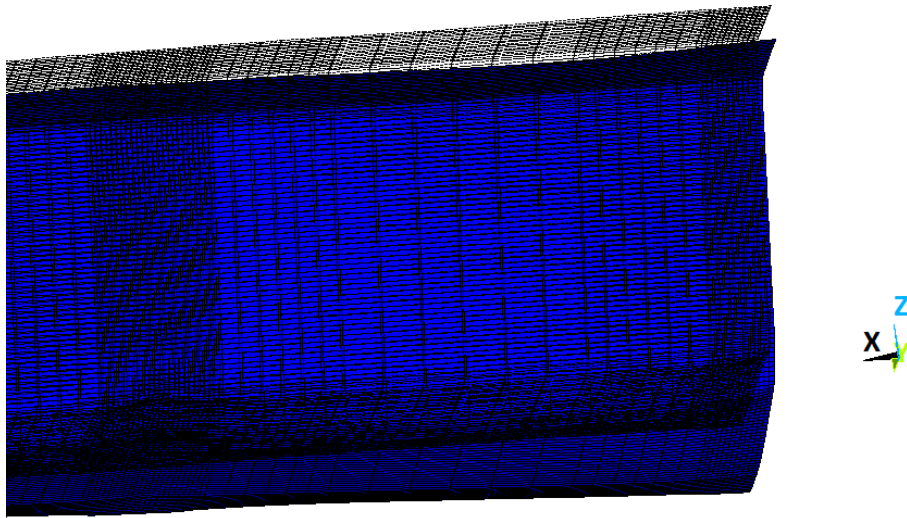
75%. Tensions elementals de von Mises (punt de càrrega màxima):

1  
ELEMENT SOLUTION



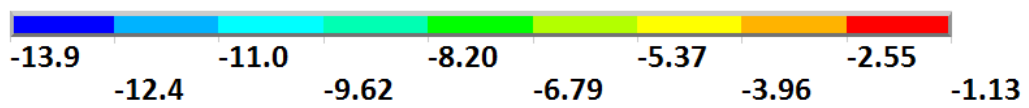
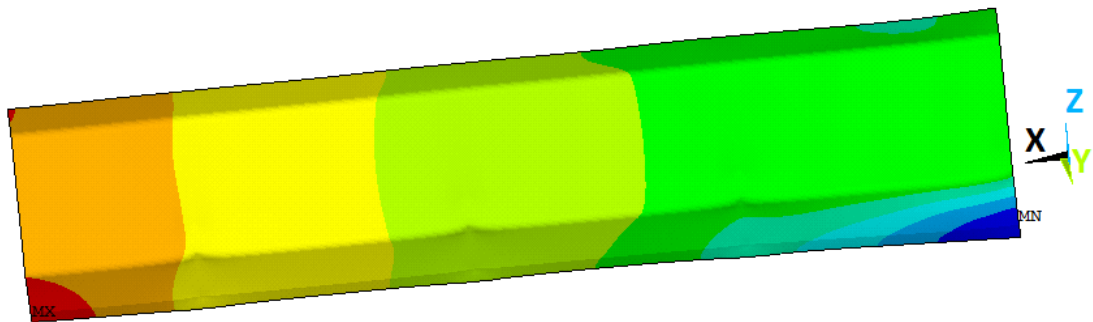
**75%. Deformada (punt de càrrega màxima):**

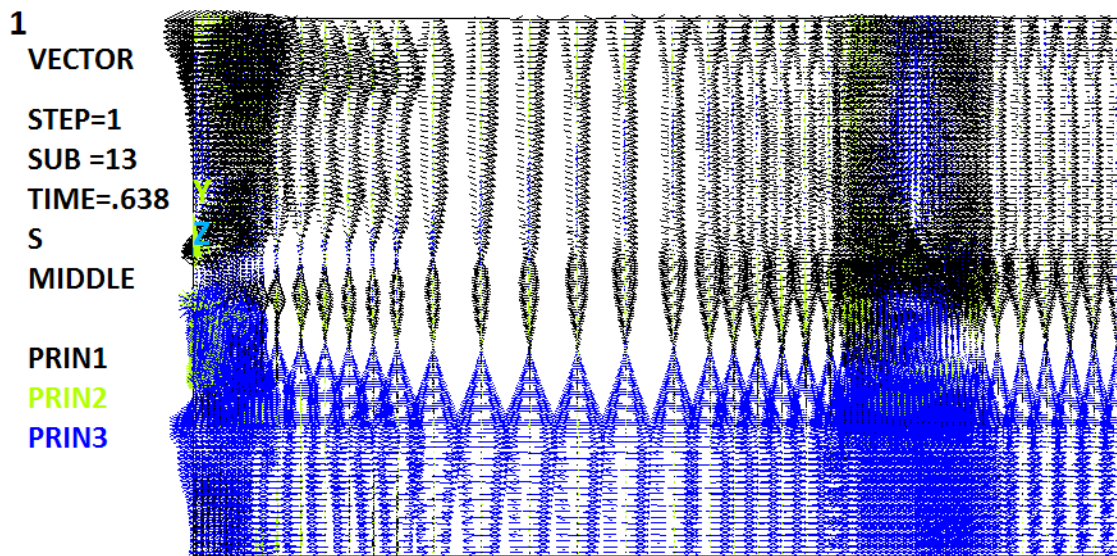
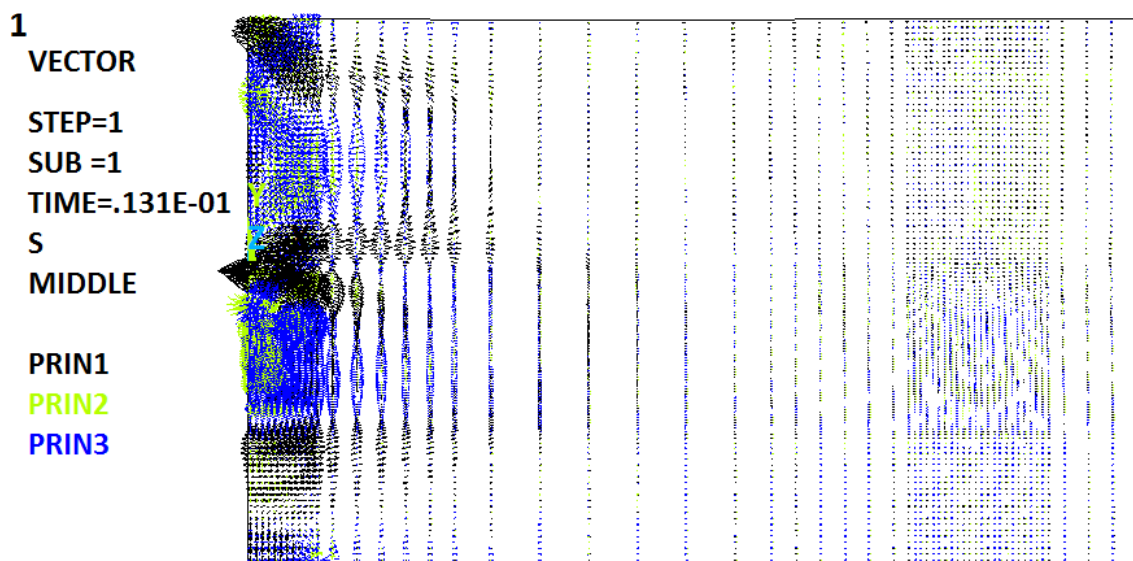
1  
DISPLACEMENT



**75%. Desplaçament UZ:**

1  
NODAL SOLUTION

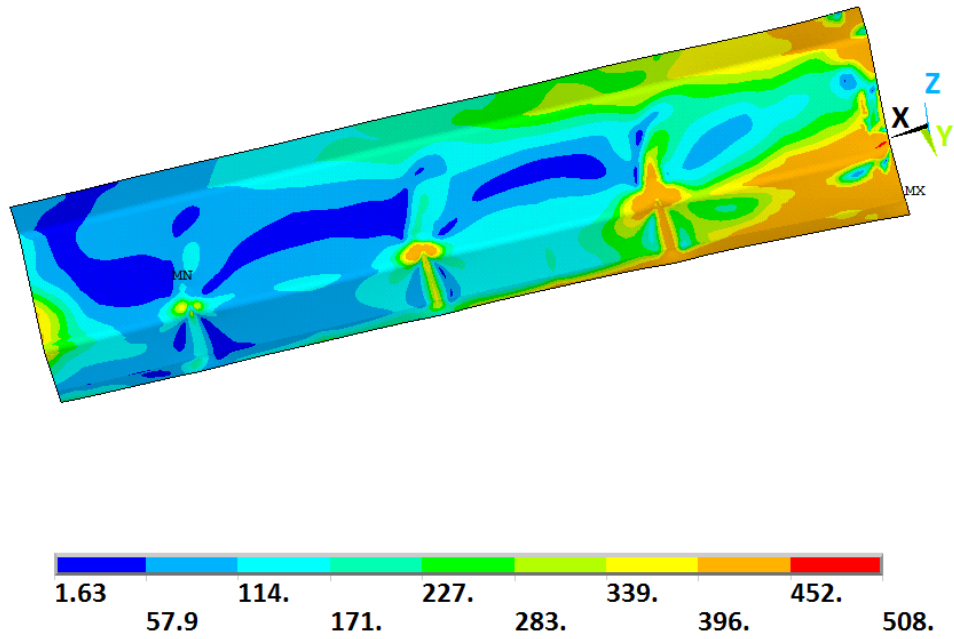


**75%. Flux de tensions (punt de càrrega màxima):****75%. Flux de tensions (1r substep):**



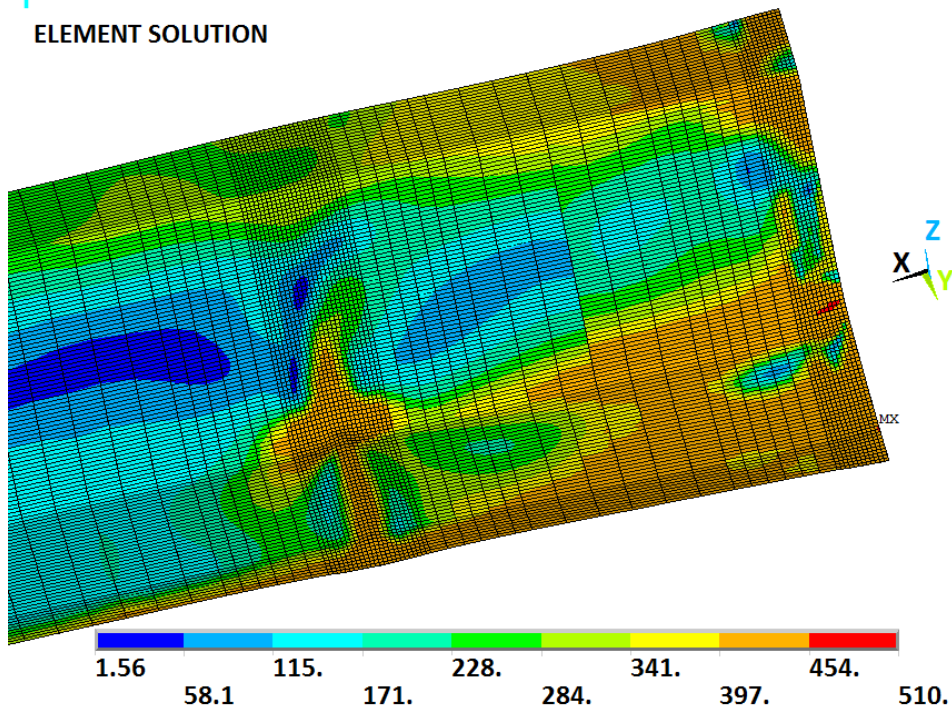
**80%. Tensions nodals de von Mises (punt de càrrega màxima):**

1  
NODAL SOLUTION



**80%. Tensions elementals de von Mises (punt de càrrega màxima):**

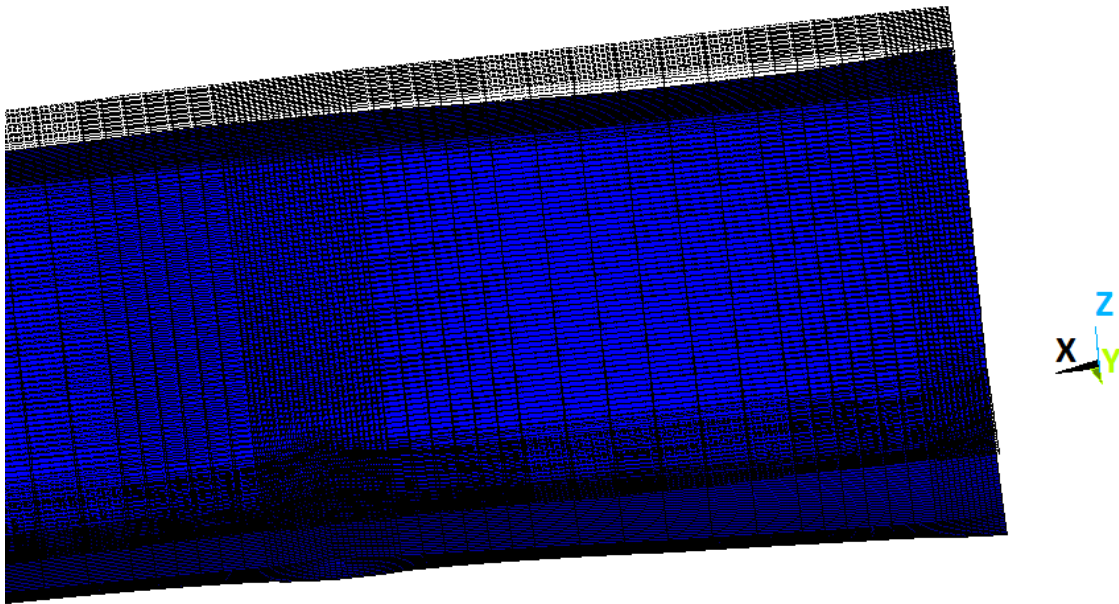
1  
ELEMENT SOLUTION



80%. Deformada (punt de càrrega màxima):

1

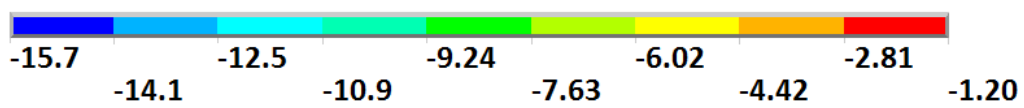
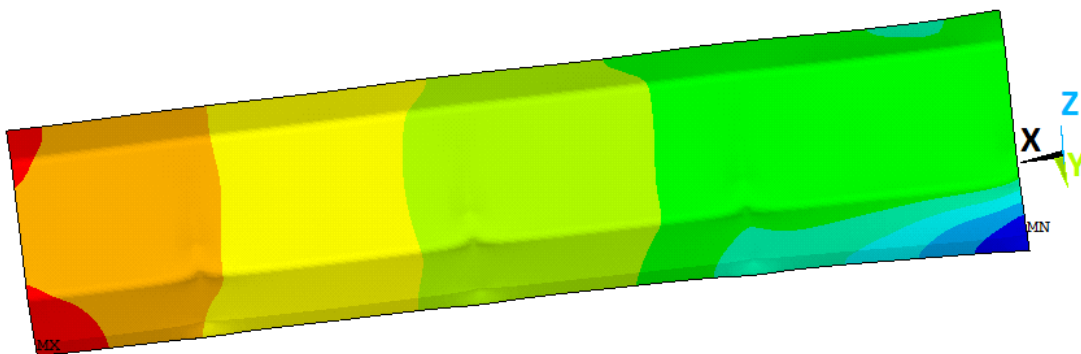
DISPLACEMENT



80%. Desplaçament UZ:

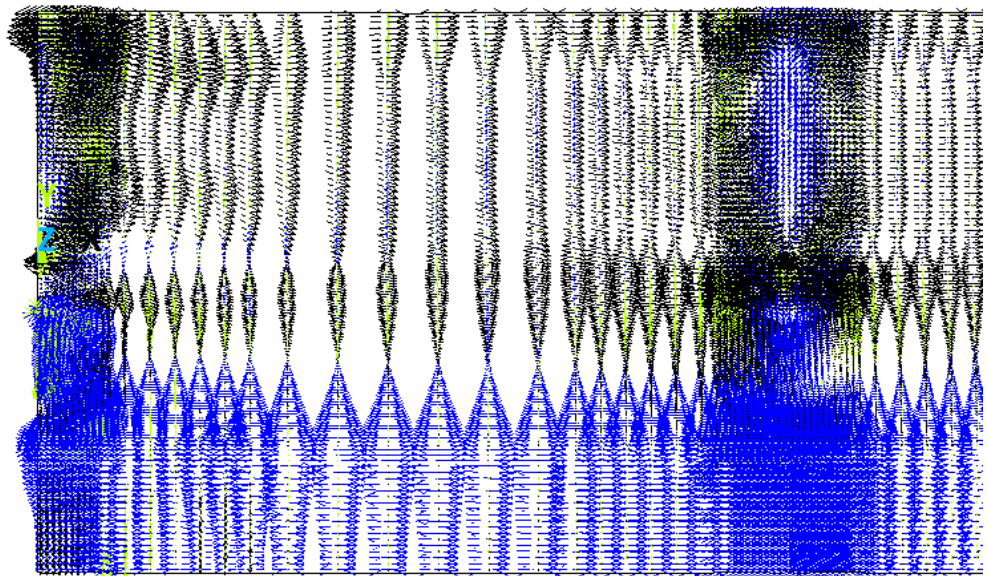
1

NODAL SOLUTION



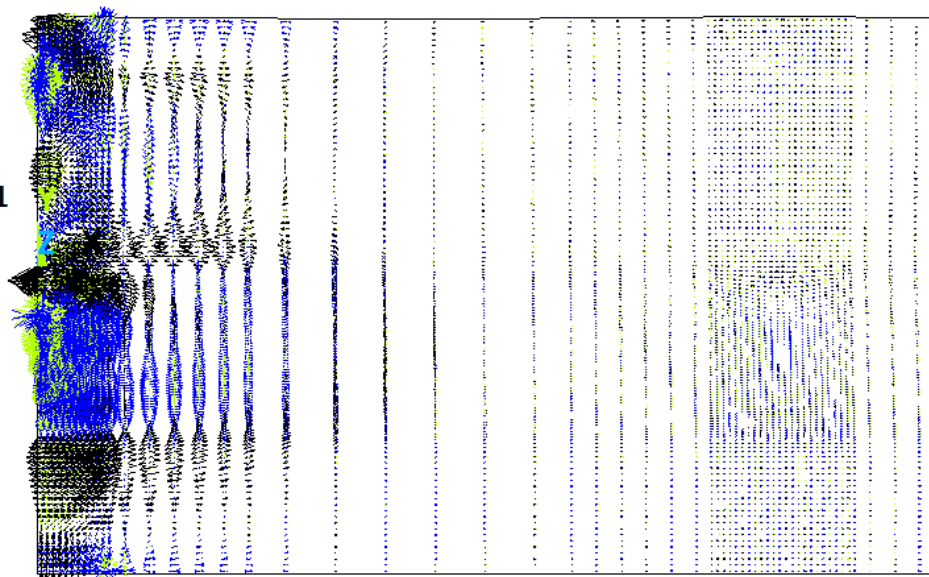
**80%. Flux de tensions (punt de càrrega màxima):**

1  
VECTOR  
STEP=1  
SUB =15  
TIME=.751  
S  
MIDDLE  
PRIN1  
PRIN2  
PRIN3



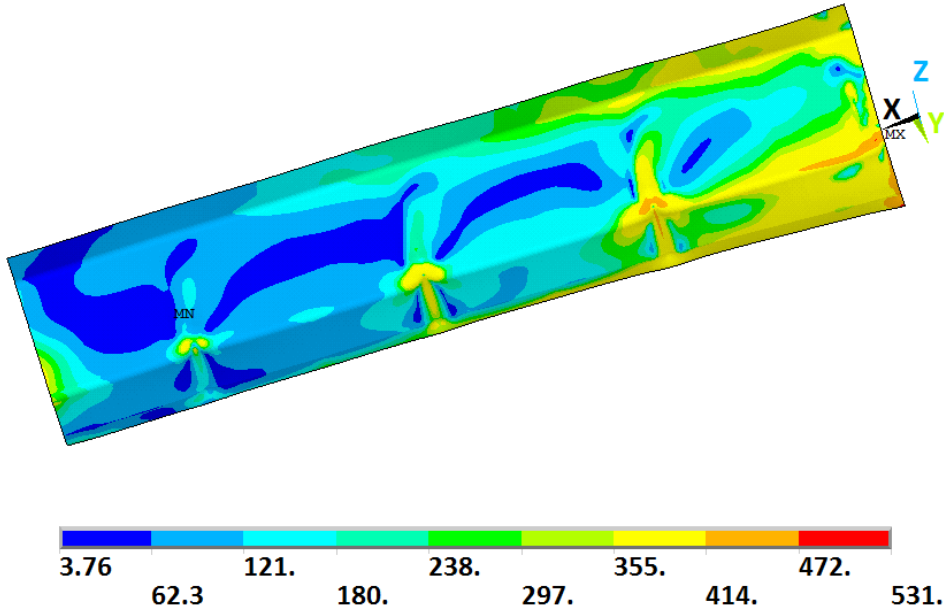
**80%. Flux de tensions (1r substep):**

1  
VECTOR  
STEP=1  
SUB =1  
TIME=.129E-01  
S  
MIDDLE  
PRIN1  
PRIN2  
PRIN3

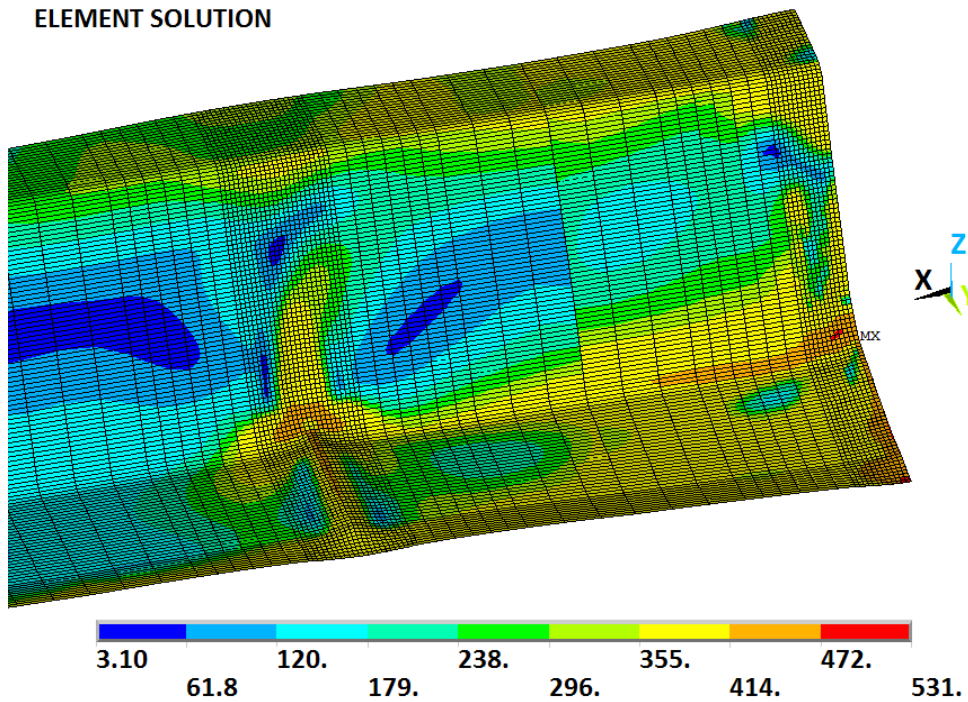


**85%. Tensions nodals de von Mises (punt de càrrega màxima):**

1  
NODAL SOLUTION

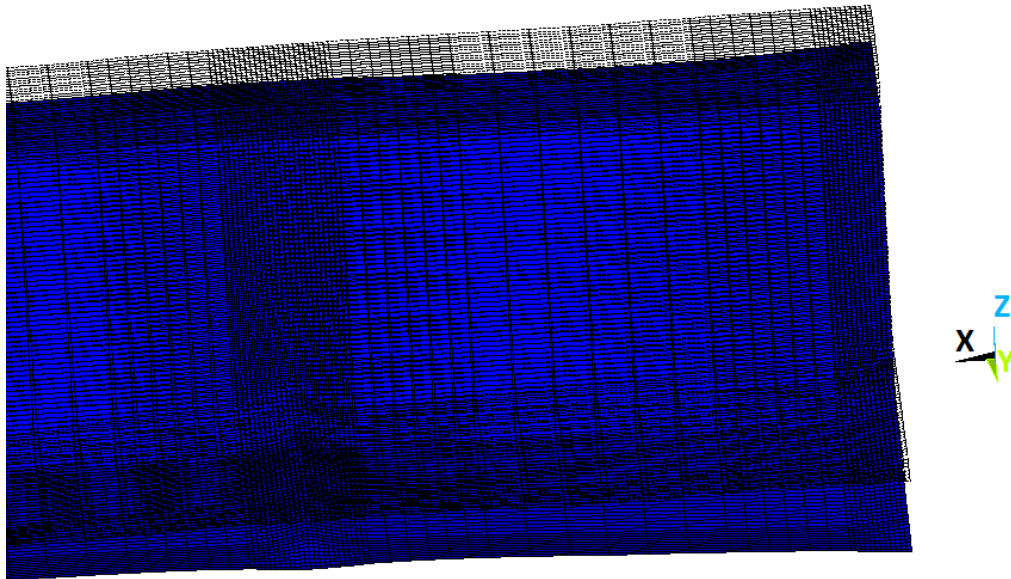
**85%. Tensions elementals de von Mises (punt de càrrega màxima):**

1  
ELEMENT SOLUTION



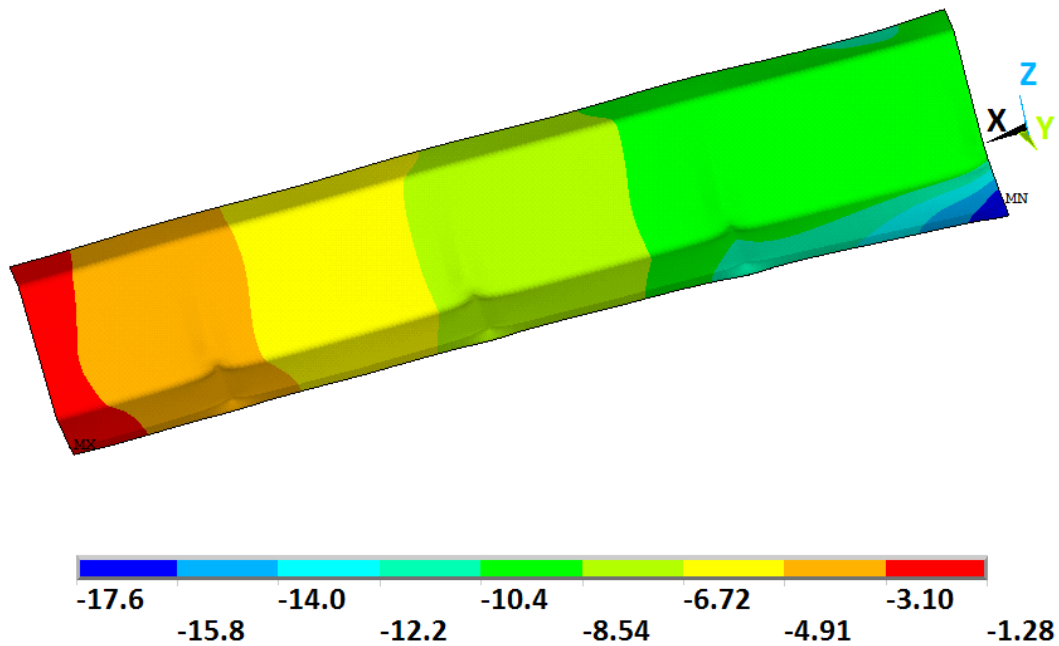
**85%. Deformada (punt de càrrega màxima):**

1  
DISPLACEMENT



**85%. Desplaçament UZ:**

1  
NODAL SOLUTION



**85%. Flux de tensions (punt de càrrega màxima):**

1

VECTOR

STEP=1

SUB =17

TIME=.812

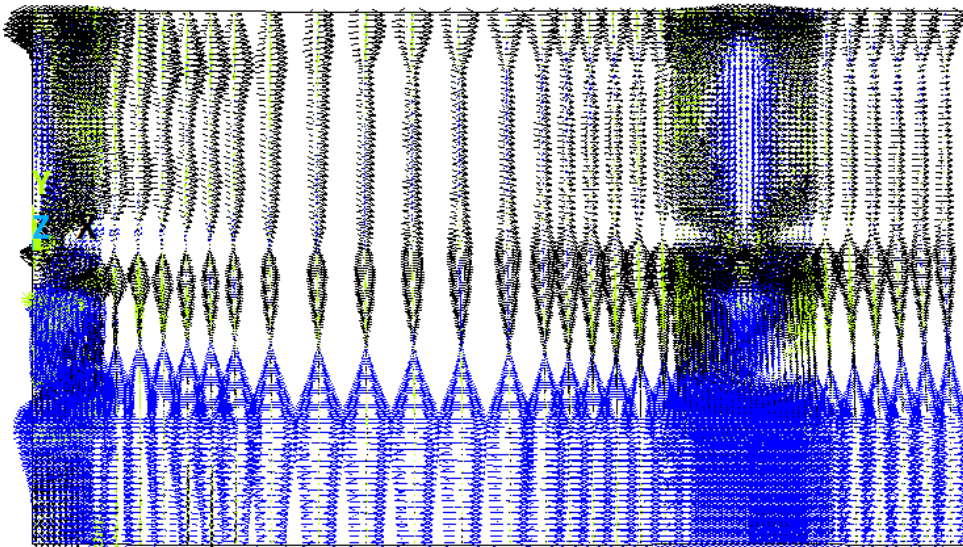
S

MIDDLE

PRIN1

PRIN2

PRIN3

**85%. Flux de tensions (1r substep):**

1

VECTOR

STEP=1

SUB =1

TIME=.127E-01

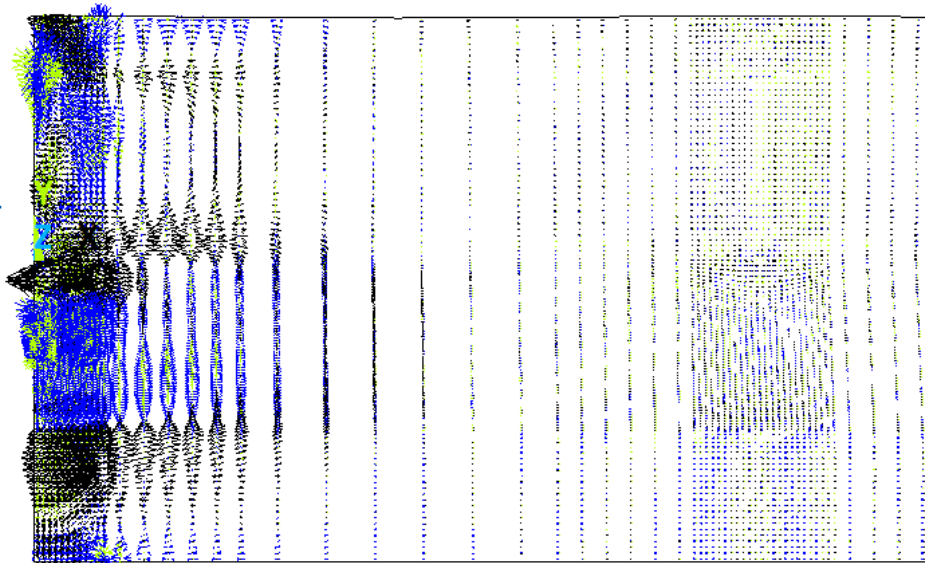
S

MIDDLE

PRIN1

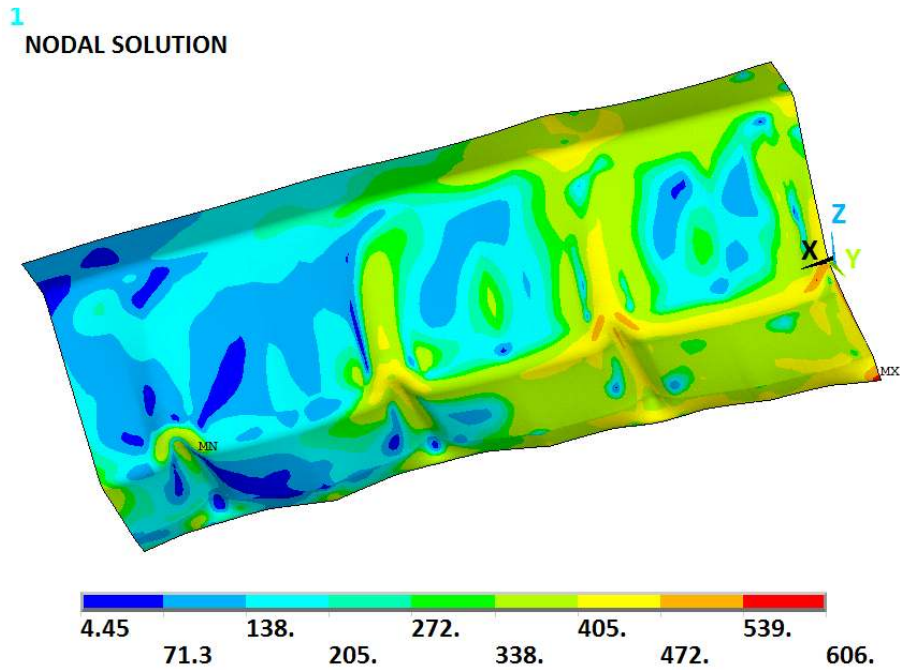
PRIN2

PRIN3

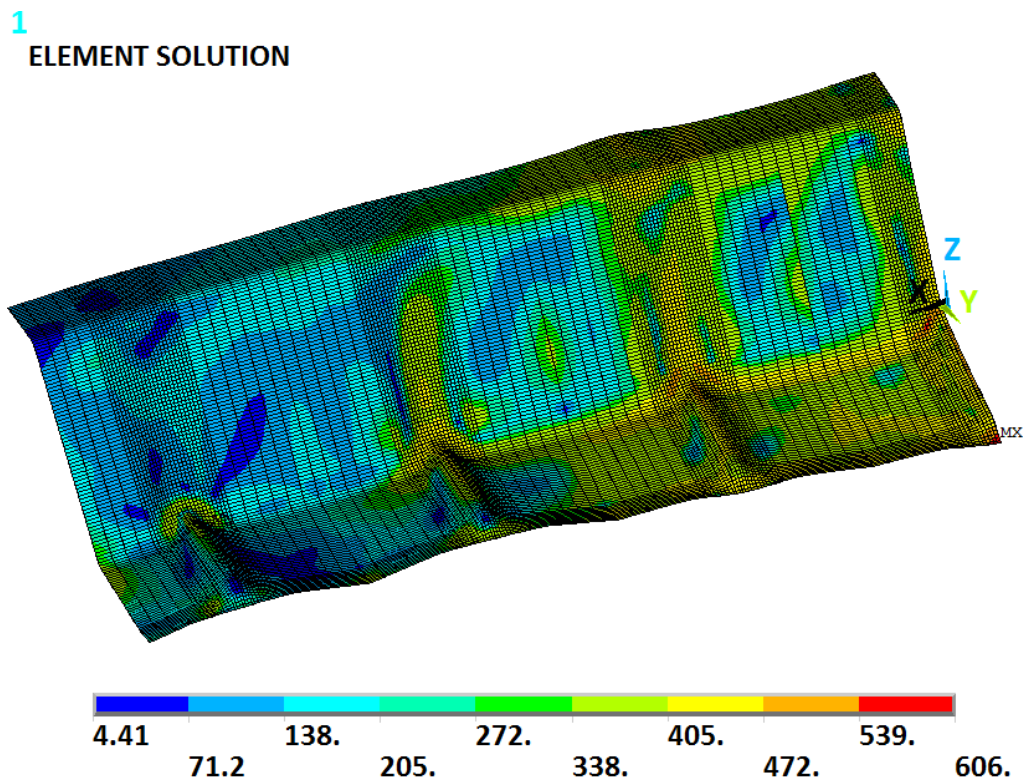


#### C.4 Resultats de la sensibilitat de la distància entre emboticions $d_{emb}$ . (amb tensions)

d-24.  $d_{emb}=70\text{mm}$ . Tensions nodals de von Mises (càrrega màxima):

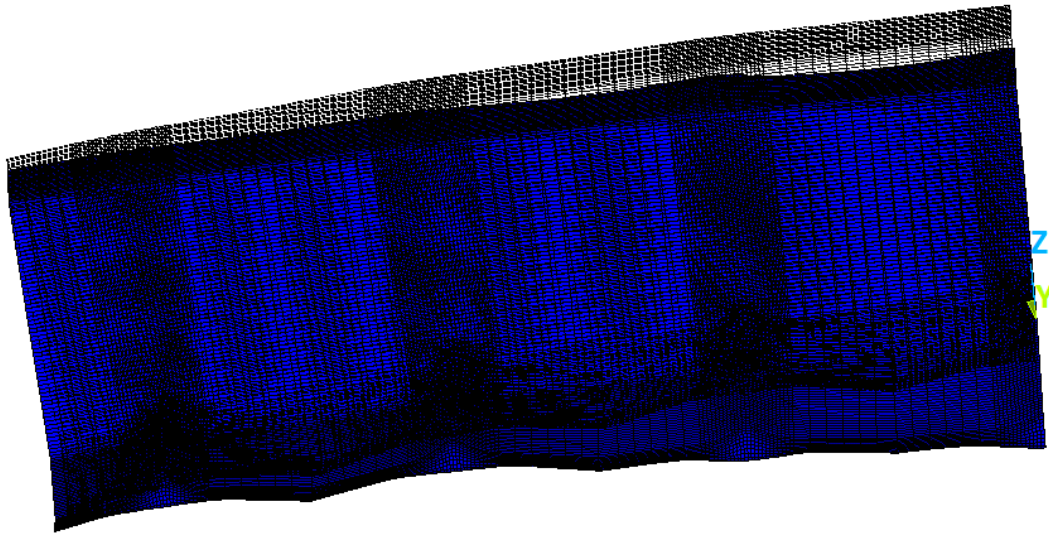


d-24.  $d_{emb}=70\text{mm}$ . Tensions elementals de von Mises (càrrega màxima):



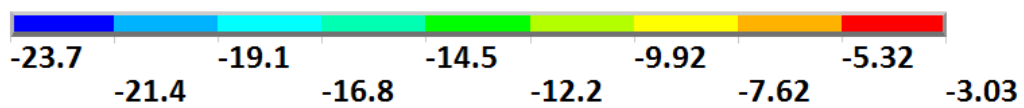
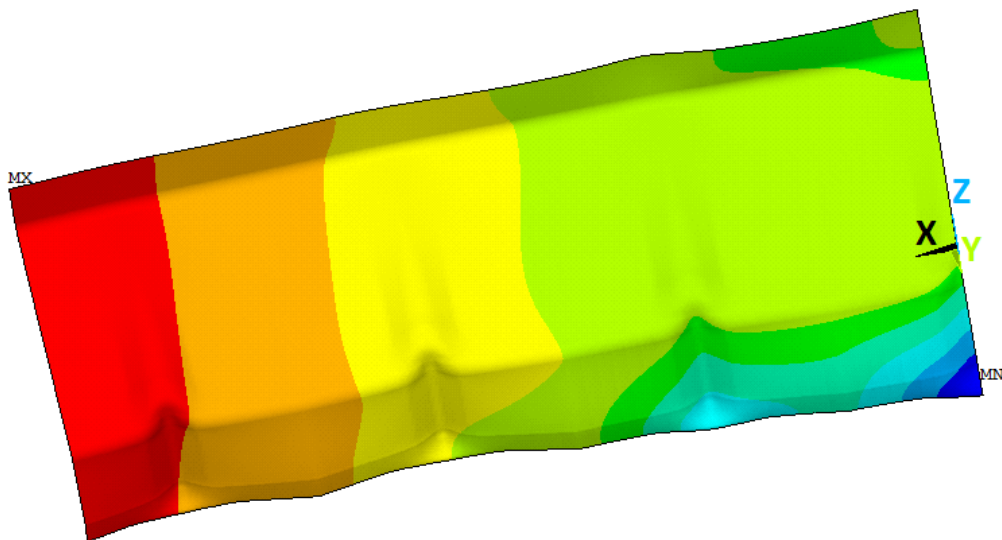
d-24.  $d_{emb}=70\text{mm}$ . Deformada (càrrega màxima):

1  
DISPLACEMENT



d-24.  $d_{emb}=70\text{mm}$ . Desplaçament UZ:

1  
NODAL SOLUTION





**d-24.  $d_{emb}=70\text{mm}$ . Flux de tensions (punt de càrrega màxima):****1**  
VECTOR

STEP=1

SUB =16

TIME=.520

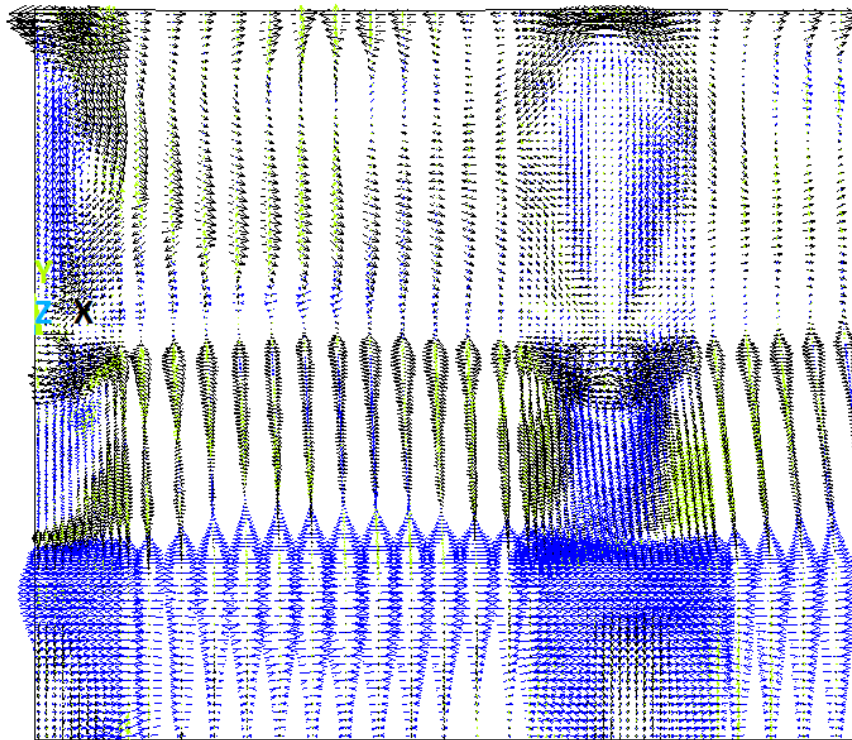
S

MIDDLE

PRIN1

PRIN2

PRIN3

**d-24.  $d_{emb}=70\text{mm}$ . Flux de tensions (1r substep):****1**  
VECTOR

STEP=1

SUB =1

TIME=.126E-01

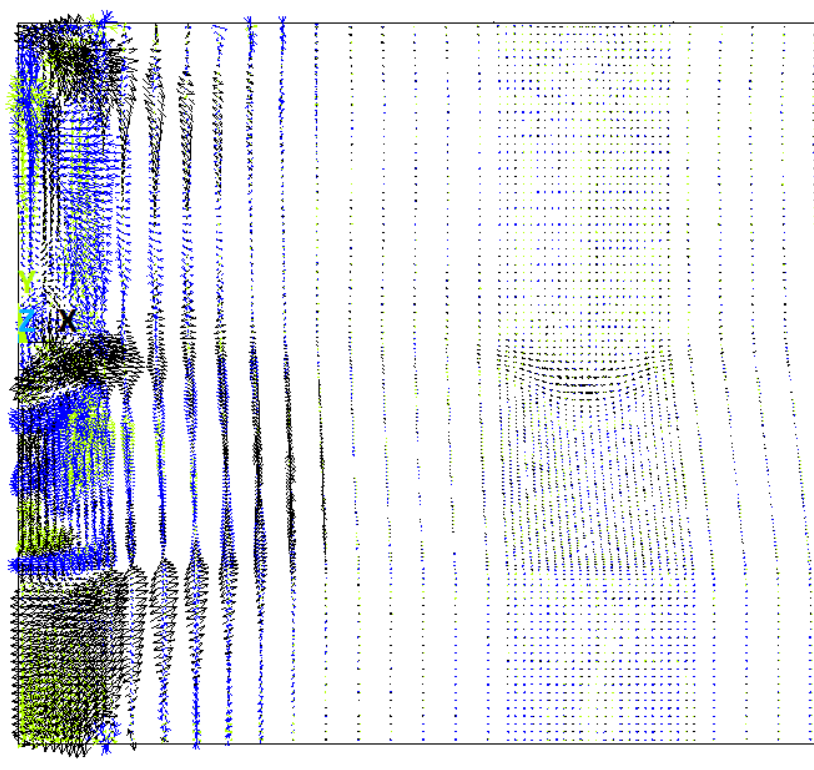
S

MIDDLE

PRIN1

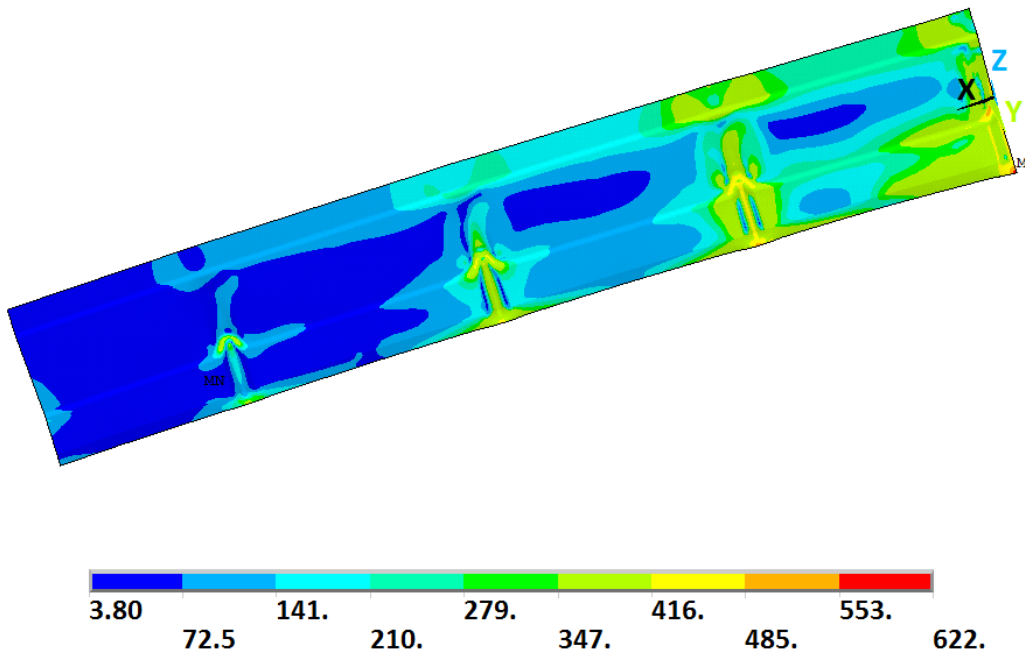
PRIN2

PRIN3



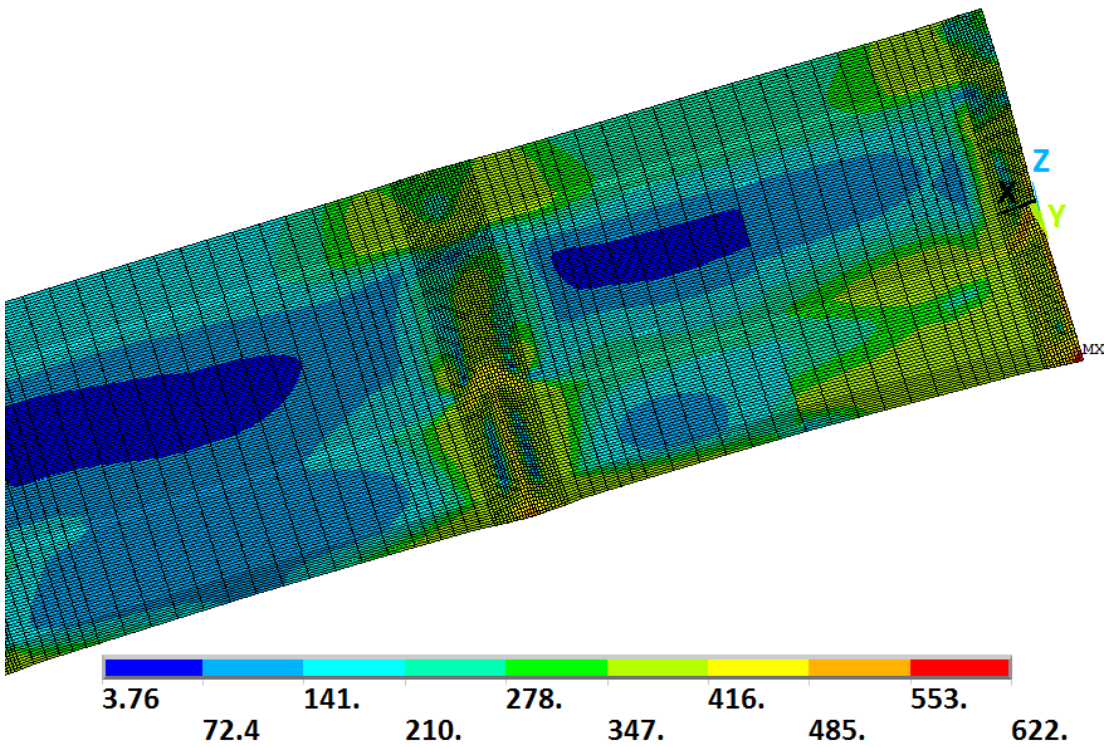
**d+24.  $d_{emb}=166\text{mm}$ . Tensions nodals de von Mises (càrrega màxima):**

1  
NODAL SOLUTION



**d+24.  $d_{emb}=166\text{mm}$ . Tensions elementals de von Mises (càrrega màxima):**

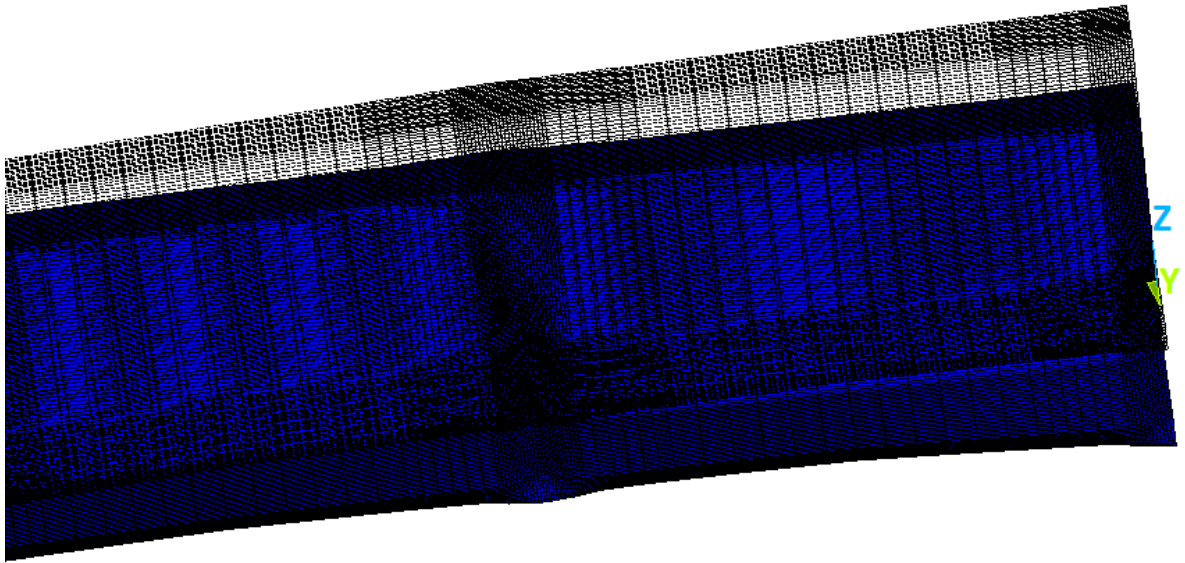
1  
ELEMENT SOLUTION



**d+24.  $d_{emb}=166\text{mm}$ . Deformada (càrrega màxima):**

1

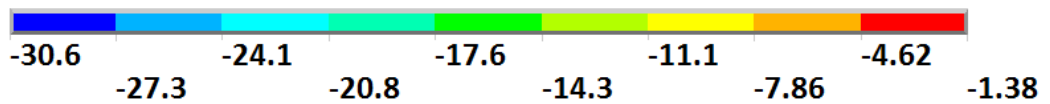
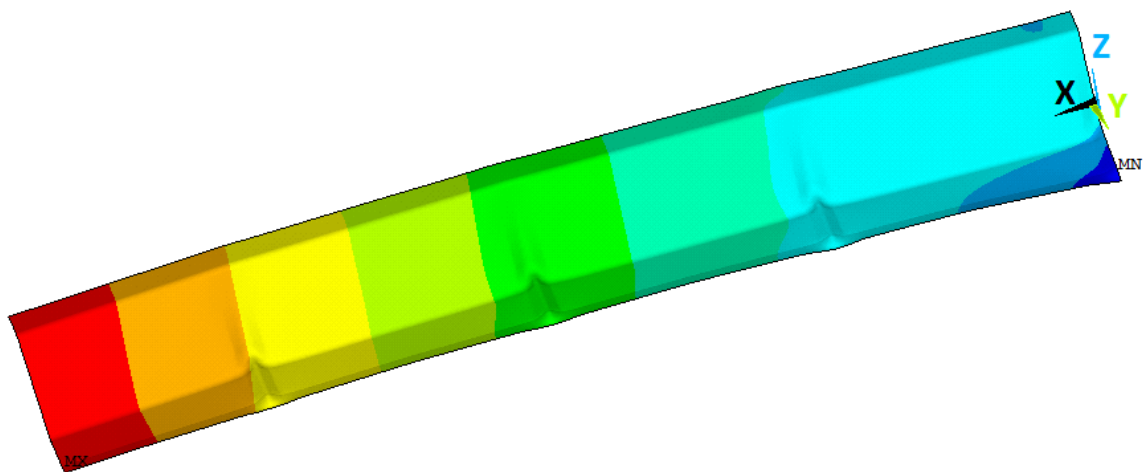
DISPLACEMENT



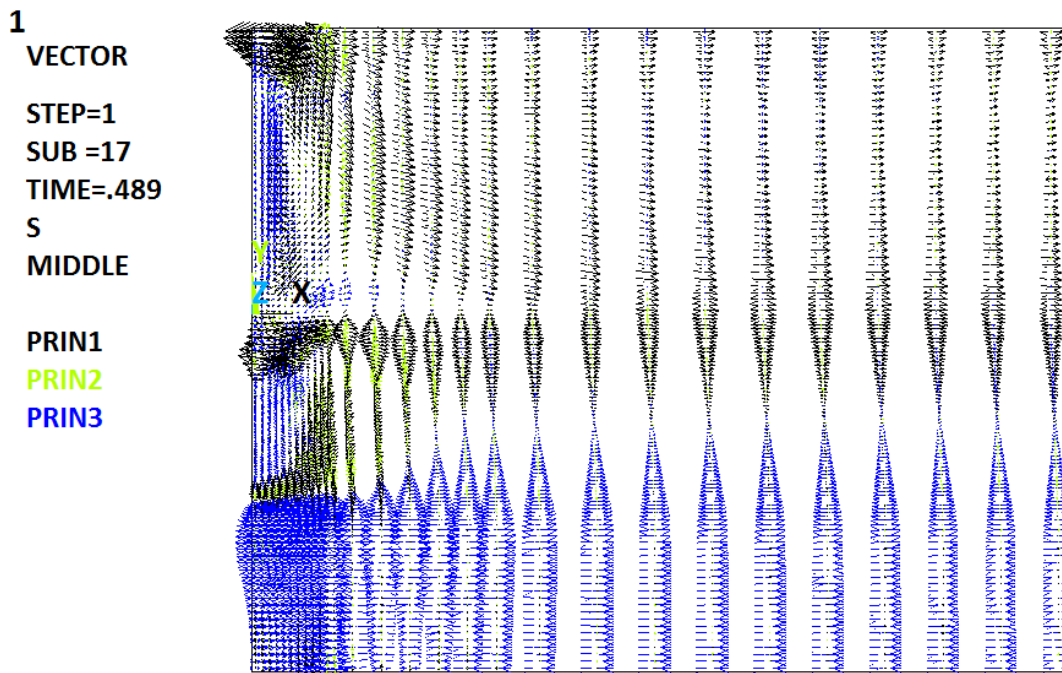
**d+24.  $d_{emb}=166\text{mm}$ . Desplaçament UZ:**

1

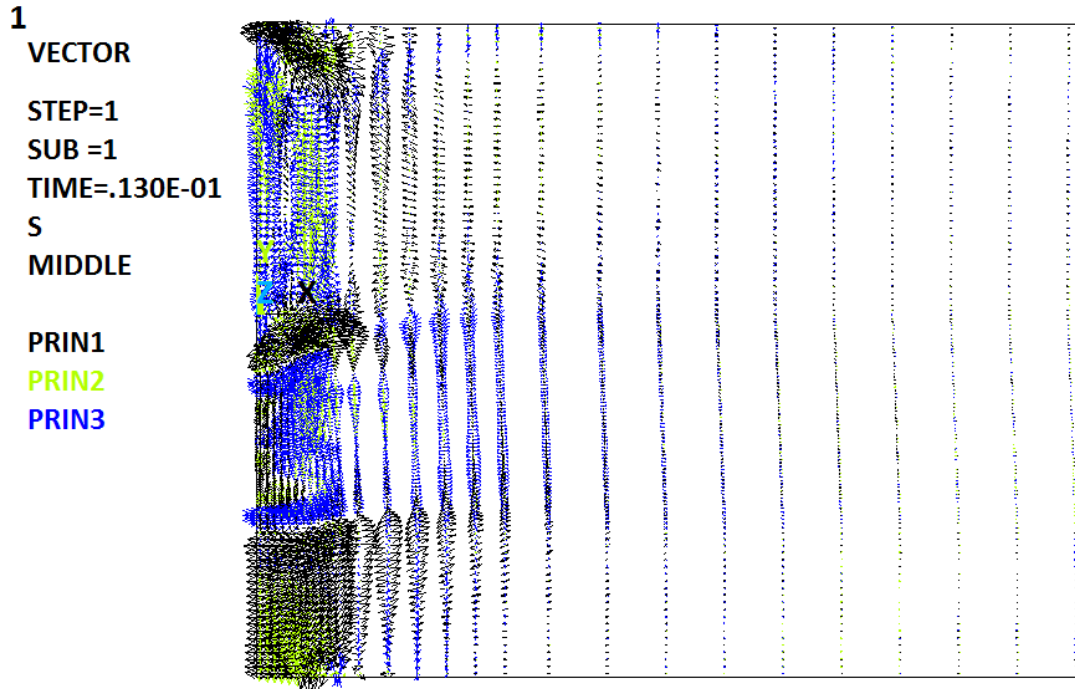
NODAL SOLUTION



d+24.  $d_{emb}=166\text{mm}$ . Flux de tensions (punt de càrrega màxima):

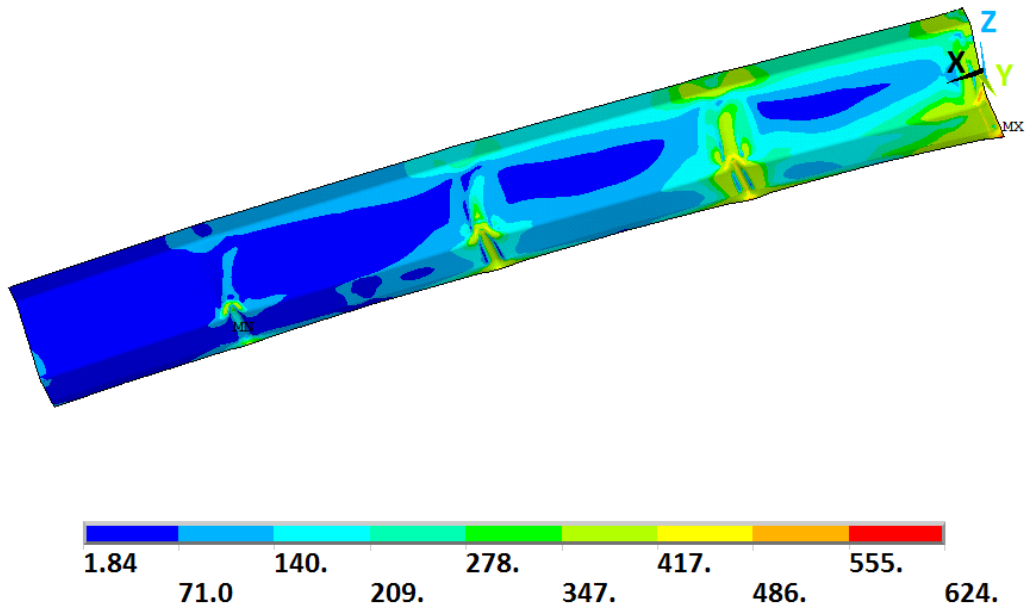


d+24.  $d_{emb}=166\text{mm}$ . Flux de tensions (1r substep):

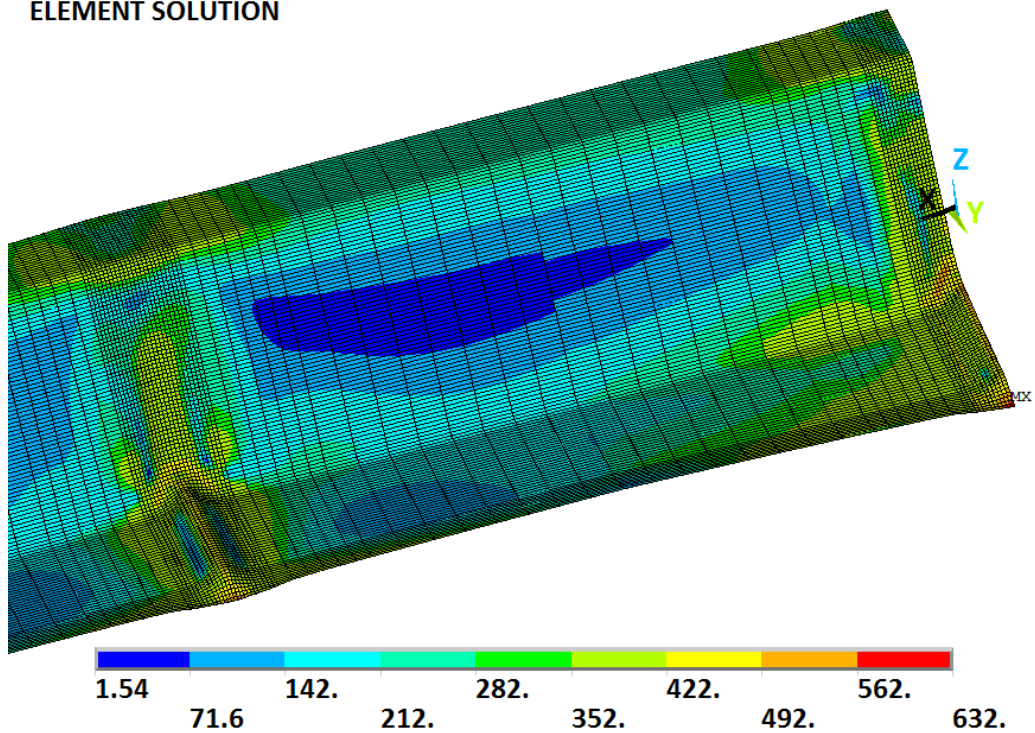


**d+40.  $d_{emb}=198\text{mm}$ . Tensions nodals de von Mises (càrrega màxima):**

1  
NODAL SOLUTION

**d+40.  $d_{emb}=198\text{mm}$ . Tensions elementals de von Mises (càrrega màxima):**

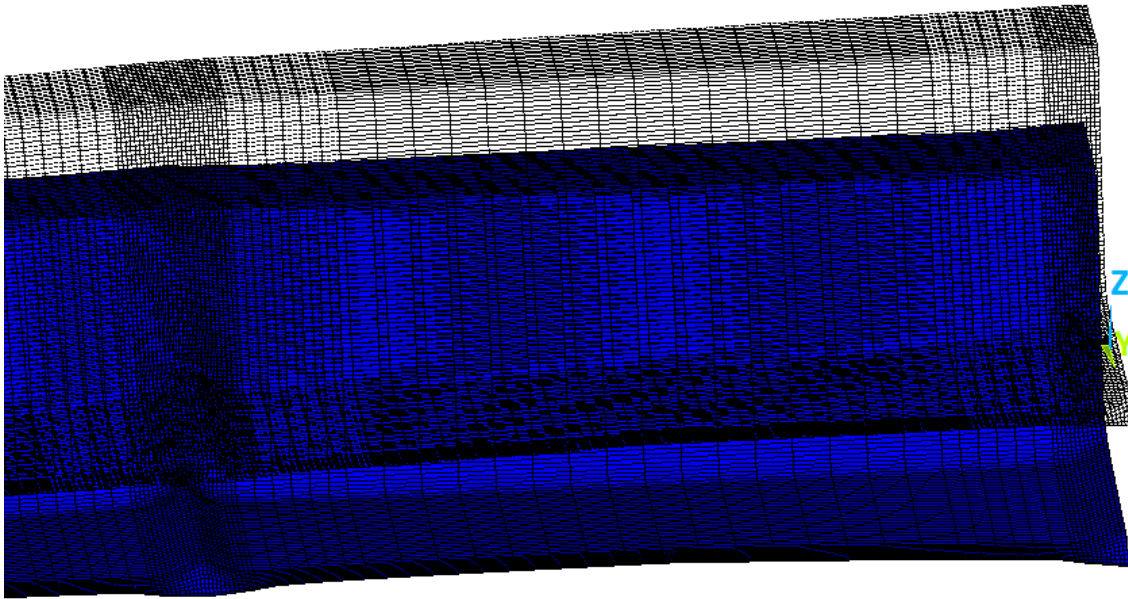
1  
ELEMENT SOLUTION



**d+40.  $d_{emb}=198\text{mm}$ . Deformada (càrrega màxima):**

1

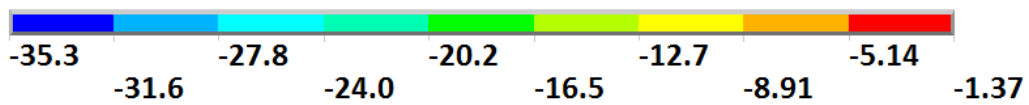
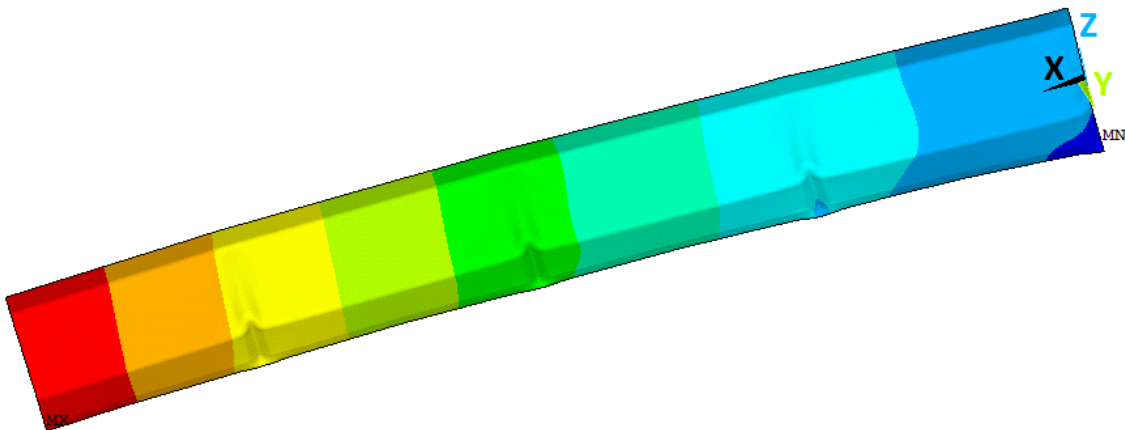
DISPLACEMENT



**d+40.  $d_{emb}=198\text{mm}$ . Desplaçament UZ:**

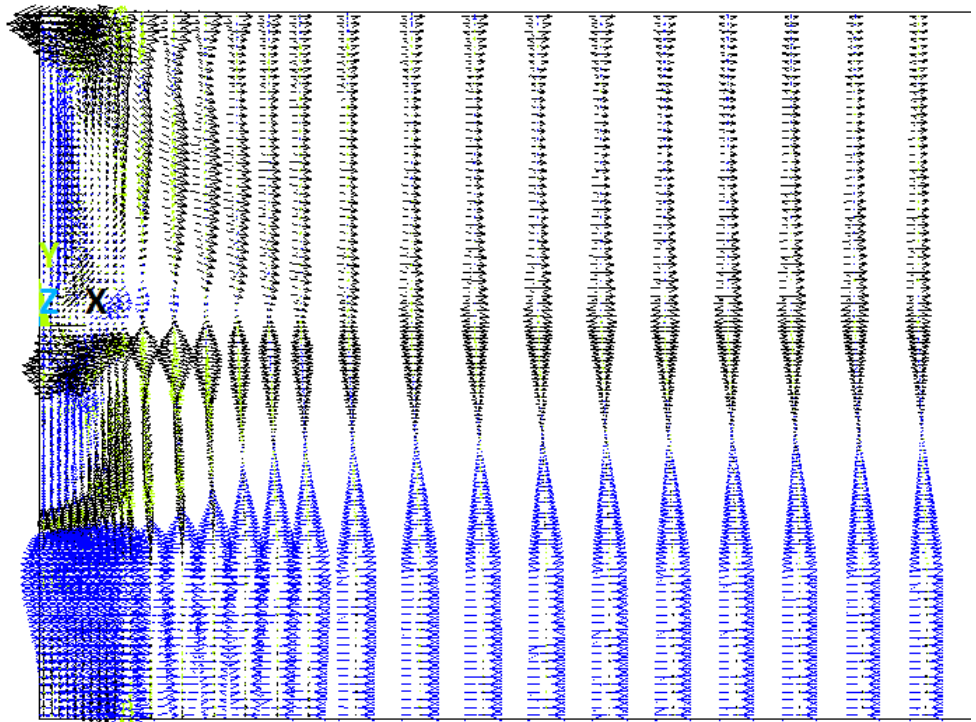
1

NODAL SOLUTION



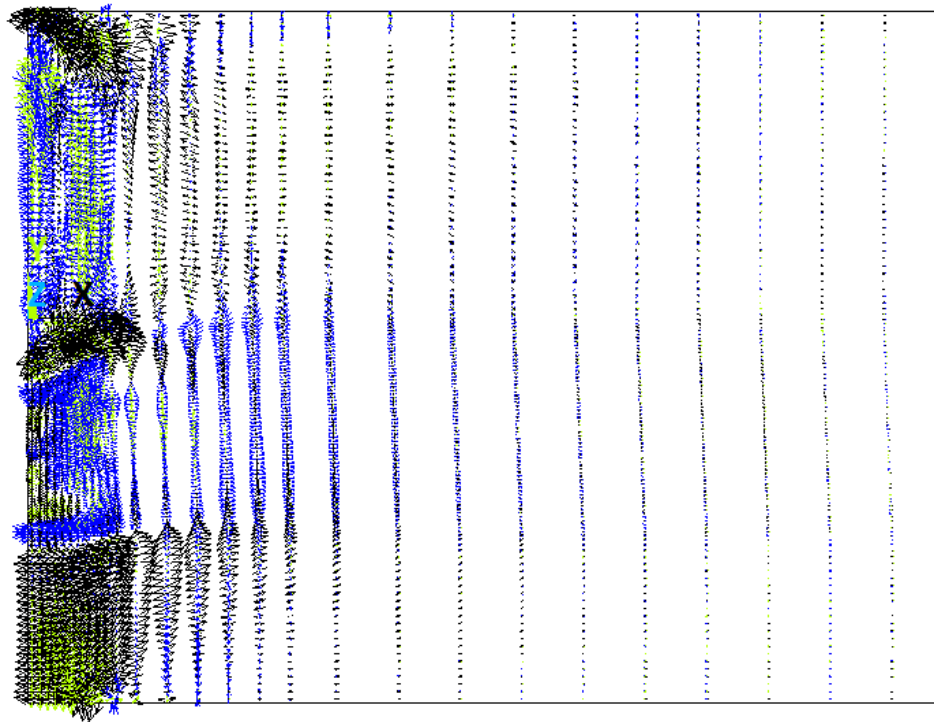
d+40.  $d_{emb}=198\text{mm}$ . Flux de tensions (punt de càrrega màxima):

1  
VECTOR  
STEP=1  
SUB =14  
TIME=.560  
S  
MIDDLE  
PRIN1  
PRIN2  
PRIN3



d+40.  $d_{emb}=198\text{mm}$ . Flux de tensions (1r substep):

1  
VECTOR  
STEP=1  
SUB =1  
TIME=.130E-01  
S  
MIDDLE  
PRIN1  
PRIN2  
PRIN3







## ANNEX D. PRESSUPOST

El projecte ha tingut una duració d'un any i tres mesos aproximadament. Per al càlcul del pressupost de realització del present projecte, cal tenir en compte bàsicament el còmput d'hores invertides, el material utilitzat i les llicències informàtiques del programari necessari per a portar-lo a terme.

Els costos generats per la inversió de temps són les hores corresponents a un enginyer, distingint entre les hores de dedicació del director del projecte i les hores invertides per l'estudiant autor del projecte.

A continuació es desglossen les diferents partides del pressupost del projecte.

### I. Cost de les hores invertides

Es computa el temps invertit a raó d'una dedicació mitjana de 3 hores diàries per part de l'estudiant autor del projecte i 0,5 hores diàries per part del director del projecte. Així:

	<b>Dies dedicats</b>	<b>Hores / dia</b>	<b>Total hores</b>	<b>€/hora</b>	<b>Total (€)</b>
Director del projecte	275	0,5	137,5	60,00	8.250,00
Estudiant enginyer	275	3	825	30,00	24.750,00
<b>Subtotal</b>					<b>33.000,00</b>

Taula.D.1: Detall dels costos de les hores invertides

### II. Cost del material utilitzat

Aquesta partida inclou els costos de hardware, software, material fungible i mobiliari. Així:

<b>Material</b>	<b>Vida útil (anys)</b>	<b>Preu (€)</b>	<b>Cost amortitzat (€)</b>	<b>Total (€)</b>	
Hardware	5	1.700,00	425,00	425,00	
	ANSYS 12.0	2	6.000,00	3.750,00	3.750,00
Software	SolidWorks 2010	2	3000,00	1875,25	1.875,25
	Microsoft Office 2007	5	600,00	130,00	130,00
Material fungible	Material d'oficina	1	150,00	150,00	150,00
	Energia	1	100,00	100,00	100,00
Mobiliari		8	300,00	46,875	46,875
<b>Subtotal</b>					<b>6.477,13</b>

Taula D.2: Detall dels costos del material utilitzat



**III. Cost total**

<b>Tipus de cost</b>	<b>Cost (€)</b>
Hores invertides	33.000,00
Material	6.477,13
Subtotal	39.477,13
<b>Total (18% IVA)</b>	<b>46.583,01 €</b>

Taula D.3: Cost total del projecte



## **ANNEX E. ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL**

El present apartat es redacta amb l'objectiu de definir les actuacions que s'han portat a terme durant la realització del projecte des del punt de vista ambiental.

La tasca principal del present projecte ha estat la investigació del perfil objecte d'estudi i la simulació de diferents casos amb un programa d'elements finits.

L'assoliment dels objectius marcats a l'inici del projecte ha portat a la millor comprensió del comportament de les xapes nervades, així com una comprensió més profunda i precisa del procediment més correcte per dur a terme les diferents simulacions.

D'aquesta manera, tot i que la simulació no pot en cap cas substituir els assaigs experimentals, el fet de disposar d'uns models numèrics vàlids i fiables, pot suposar en molts casos la reducció de la quantitat d'assaigs necessaris, així com una optimització del disseny de la secció dels perfils. Tot això es tradueix finalment en una reducció del consum de material, és a dir, una reducció de l'impacte ambiental.

