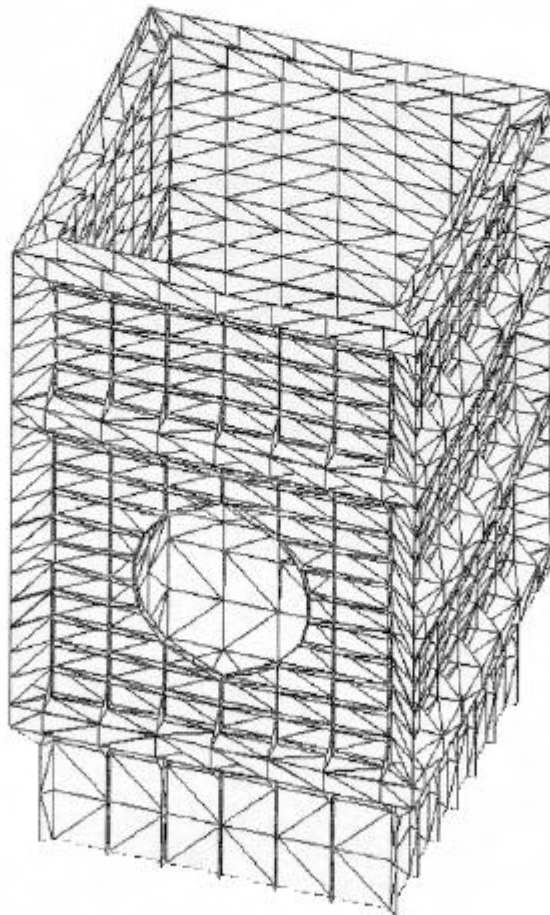




# ANÁLISIS RESISTENTE

## PROYECTO IMBORNAL



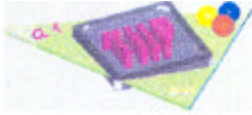
Realizado por **T**  
ZARAGOZA, Marzo de 1997

---



## **INDICE:**

<b>1. MALLA DE ELEMENTOS FINITOS.</b>	<b>3</b>
1.1. OBTENCIÓN DEL MODELO DE ELEMENTOS FINITOS.....	3
1.2. MODELO FINAL.....	5
<b>2. ENSAYOS REALIZADOS.</b>	<b>6</b>
2.1. CONDICIONES DE APOYO.....	6
2.2. CARGAS APLICADAS.....	7
2.3. MATERIALES UTILIZADOS.....	8
2.4. TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO.....	9
2.5. UNIDADES UTILIZADAS.....	9
<b>3. RESULTADOS OBTENIDOS.</b>	<b>10</b>
3.1. RESULTADOS DEL CASO DE CARGA A COMPRESIÓN (01).....	10
3.1.1. GRÁFICAS DE TENSIÓN.....	10
3.1.2. GRÁFICAS DE DESPLAZAMIENTO.....	13
3.1.3. GRÁFICAS DE DEFORMADAS	
3.2. RESULTADOS DEL CASO DE PRESIÓN INTERNA (A02).....	18
3.2.1. RESULTADOS DE TENSIÓN.....	18
3.2.2. RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTO.....	19
3.2.3. GRÁFICAS DE DEFORMADAS	20
<b>4. APÉNDICE A: Denominación de los casos.</b>	<b>21</b>



## 1. MALLA DE ELEMENTOS FINITOS.

### 1.1. Obtención del modelo de elementos finitos.

A partir de los planos de las piezas, se procede al modelado de éstas con el programa de Elementos Finitos COSMOS/M. Estos modelos son ensamblados uno a uno de forma que se consigue un modelo geométrico final del imbornal completo.

Una vez completada la fase de modelización geométrica, se procede al mallado de la pieza, este mallado consiste en la discretización de todas las superficies en pequeños triángulos (llamados elementos finitos), y es en los vértices de éstos (llamados nodos) donde el programa realiza los cálculos.

Así pues, la malla resultante puede apreciarse en las siguientes figuras:

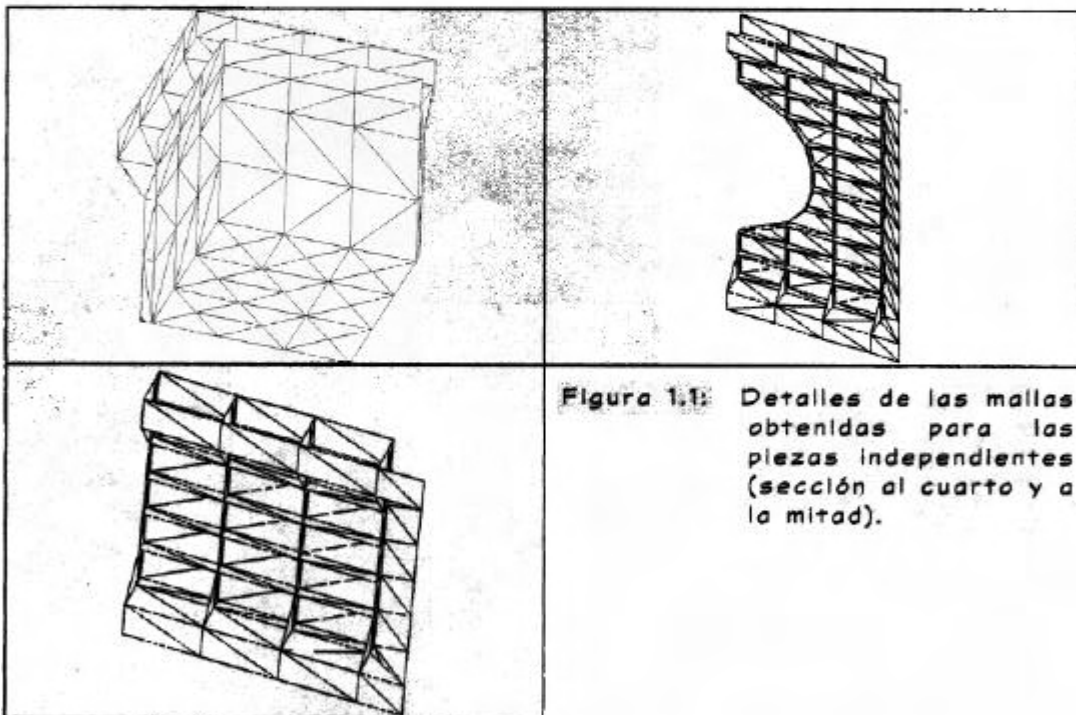
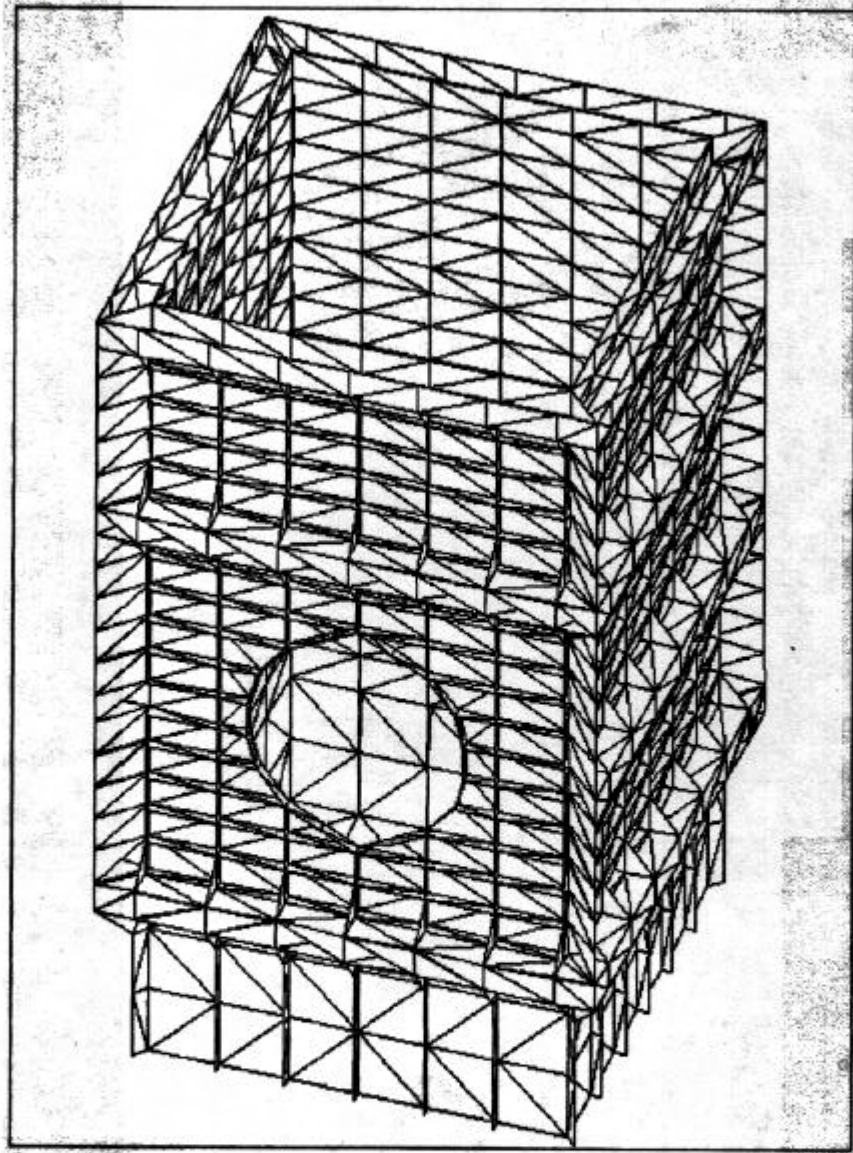


Figura 1.1: Detalles de las mallas obtenidas para las piezas independientes (sección al cuarto y a la mitad).

Como se ha comentado anteriormente, a partir de estas mallas se procede al ensamblaje de la pieza completa, de igual forma a como se haría con la pieza real. Finalmente se obtiene la malla completa, tal como se muestra en la figura 1.2.



En el siguiente apartado se analiza la forma que se ha supuesto para las diferentes partes para transmisión de esfuerzos entre ellas.



## 1.2. Modelo final.

Con todo lo contado hasta ahora, tenemos ya el modelo de elementos finitos definitivo, con el que se realizarán todos los análisis que en los siguientes capítulos se detallarán. En la figura 1.5 se muestra este modelo, donde cada color corresponde a un espesor de la pieza.

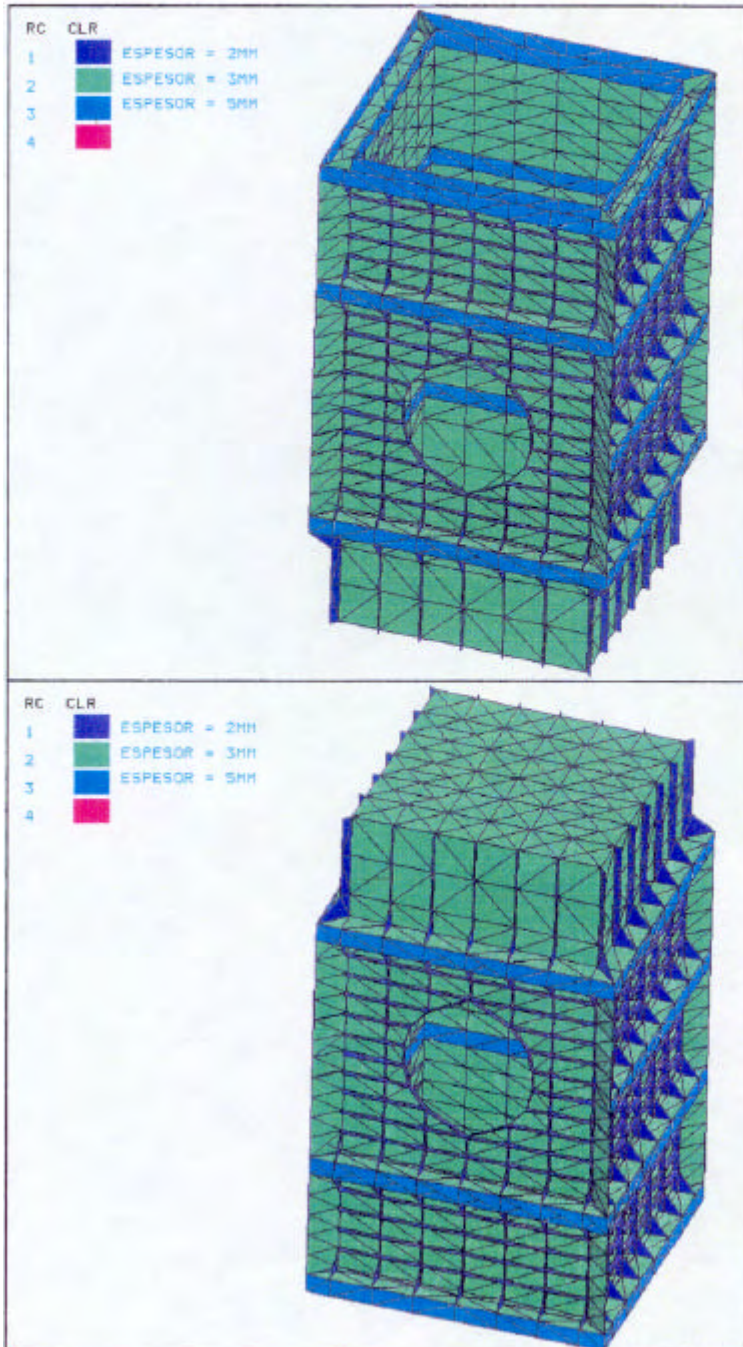
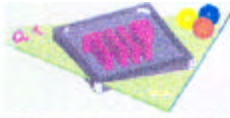


Figura .3:

Modelo definitivo de elementos finitos.



## 2. ENSAYOS REALIZADOS.

### 2.1. Condiciones de apoyo.

Para la realización de todos los análisis, se han supuesto unas condiciones de apoyo de forma que se considera la base del imbornal empotrada en el suelo, es decir, que ningún punto de la base se puede mover (ni por traslación ni por rotación) en ninguna dirección. Estas condiciones de apoyo pueden observarse en las figuras 2.1 y 2.2.

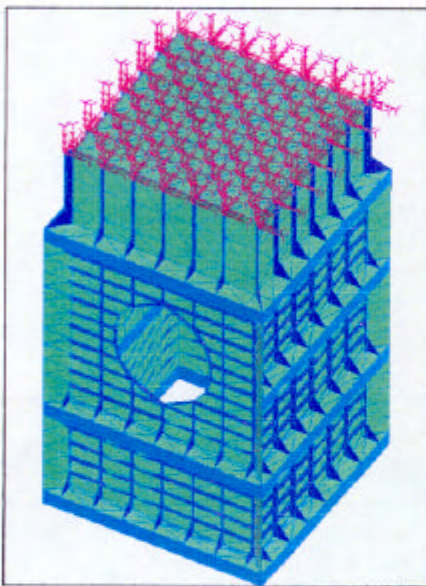


Figura 2.1 Esquema de las condiciones de apoyo aplicadas al modelo.

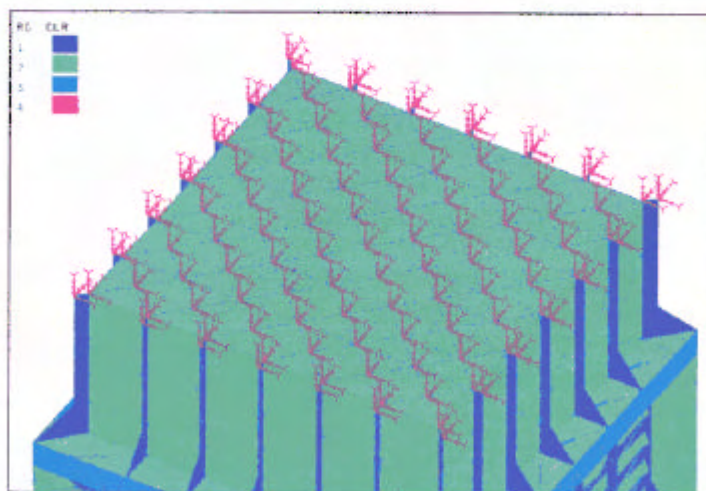
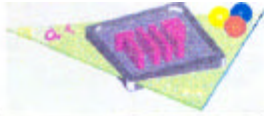


Figura 2.2 Detalle de la zona empotrada



## 2.2. Cargas aplicadas.

Una vez determinadas las condiciones de apoyo en las que se van a realizar las simulaciones, el paso siguiente a dar consiste en definir las cargas a las que se va a someter la pieza.

En este caso, se han simulado dos supuestos independientes de carga:

- 01) Carga a compresión: Se ha aplicado una carga vertical repartida por todo el contorno superior del imbornal, cuyo valor total es de 5000 Kg.
- 02) Carga debida a presión interna: Se ha aplicado en las paredes interiores, una presión equivalente a la que se ejercería sobre ellas si el imbornal estuviese completamente lleno de agua ( $0.08 \text{ Kg/cm}^2$ ).

Las distribuciones de carga que se han aplicado sobre la malla pueden apreciarse en las figuras 2.3 y 2.4.

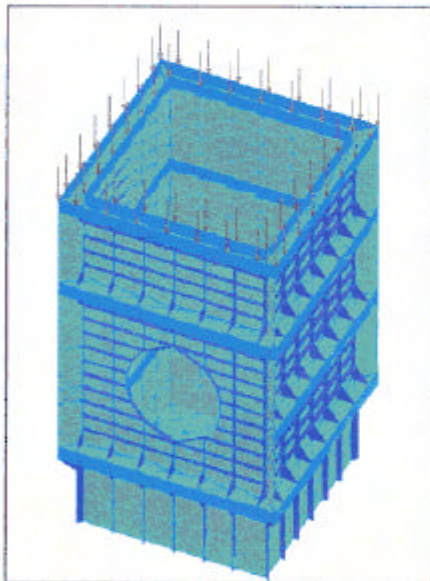


Figura 2.3: Distribución de carga correspondiente al caso 01 (carga a compresión).

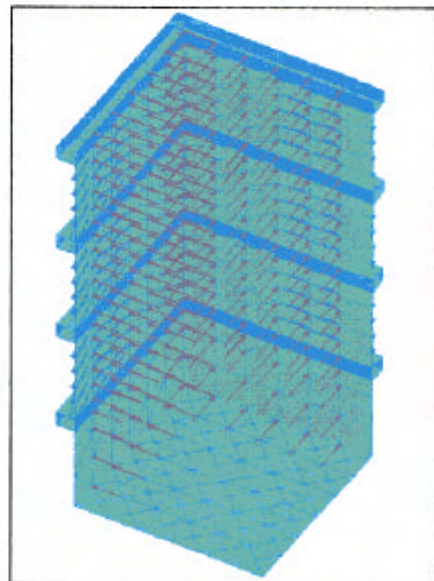


Figura 2.4: Distribución de carga correspondiente al caso 02 (carga de presión interna).



### 2.3. Materiales utilizados.

Finalmente, para poder realizar las simulaciones, sólo resta definir el material con el que se ha construido el imbornal. Respecto a éste, se han estudiado tres posibilidades:

- A) Material elástico lineal, de módulo elástico de 4 GPa (4000 MPa) y coeficiente de Poisson de 0.35.
- B) Material elástico NO lineal de coeficiente de Poisson de 0.35 y curva de material según ISO527, presentada en la figura 2.5. Estos valores corresponden al Polipropileno con 20 % de fibra de vidrio de Hoechst, "HOSTACOM G2UO2".
- C) Material elástico NO lineal de coeficiente de Poisson de 0.35 y curva de material según ISO527, presentada en la figura 2.6. Estos valores corresponden al Polipropileno con 30 % de fibra de vidrio de Hoechst, "HOSTACOM G3UO1".

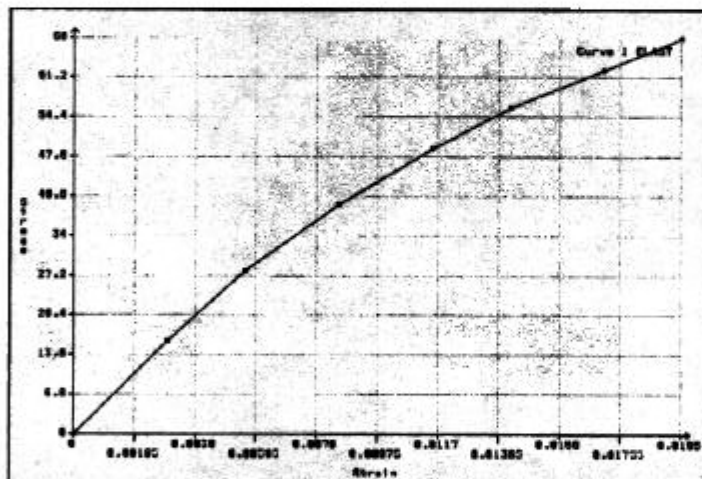
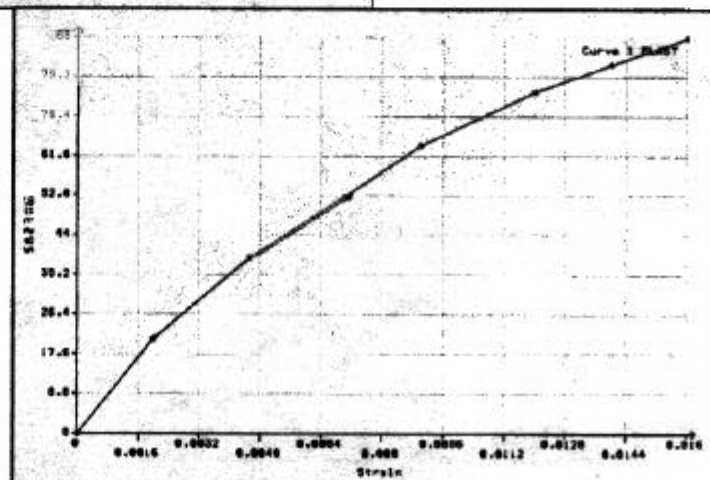


Figura 2.5: Curva de material del PP G2UO2.

Figura 2.6: Curva de material del PP G3UO1.







## 2.4. Tipo de análisis realizado.

A lo largo del estudio, se han realizado dos tipos de análisis:

- **ANÁLISIS LINEAL ELÁSTICO ESTÁTICO:** correspondiente a los casos de compresión y de presión interna con el material lineal (casos A01 y A02).
- **ANÁLISIS NO LINEAL ELÁSTICO ESTÁTICO:** correspondiente a los casos de compresión con los materiales NO lineales (casos B01 y C01).

## 2.5. Unidades utilizadas.

Las unidades que se han utilizado en este análisis han sido el milímetro, para longitudes, y el Newton para fuerzas. Esto significa que tanto los valores que se han introducido, como los que se obtendrán como resultados, estarán expresados como combinación de estas unidades básicas. En la siguiente tabla se resumen las unidades en las que están expresados los resultados:

MAGNITUD	UNIDADES
Desplazamientos	mm
Tensiones	MPa

Tabla 2.1 Unidades en las que están expresados los resultados



### 3. RESULTADOS OBTENIDOS.

#### 3.1. Resultados del caso de carga a compresión (01).

##### 3.1.1. GRÁFICAS DE TENSION.

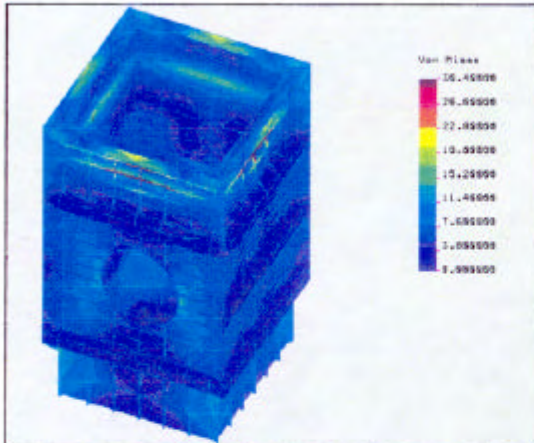


Figura 3.1: Distribución de tensiones obtenida en el caso A01.

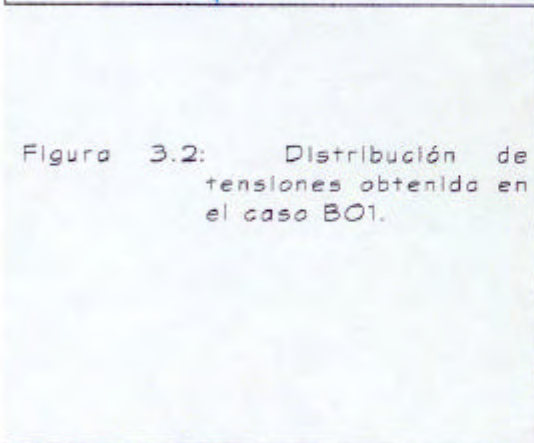


Figura 3.2: Distribución de tensiones obtenida en el caso B01.

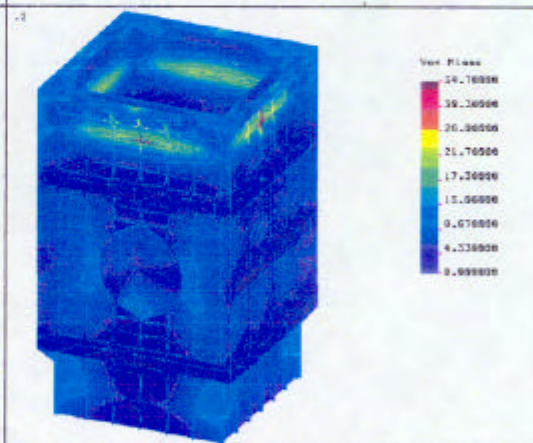
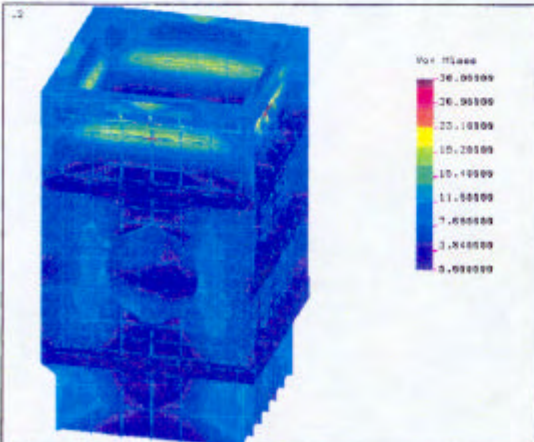


Figura 3.3: Distribución de tensiones obtenida en el caso C01.



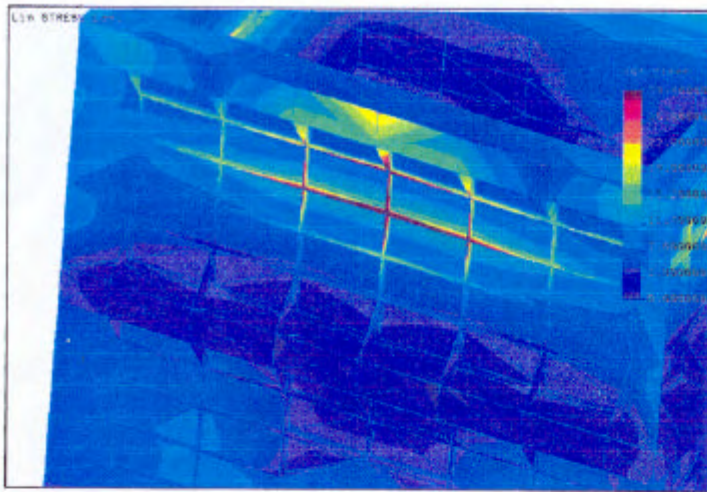


Figura 3.4: Detalle de las zonas de mayor tensión. Caso A01.

Figura 3.5: Detalle de las zonas de mayor tensión. Caso B01.

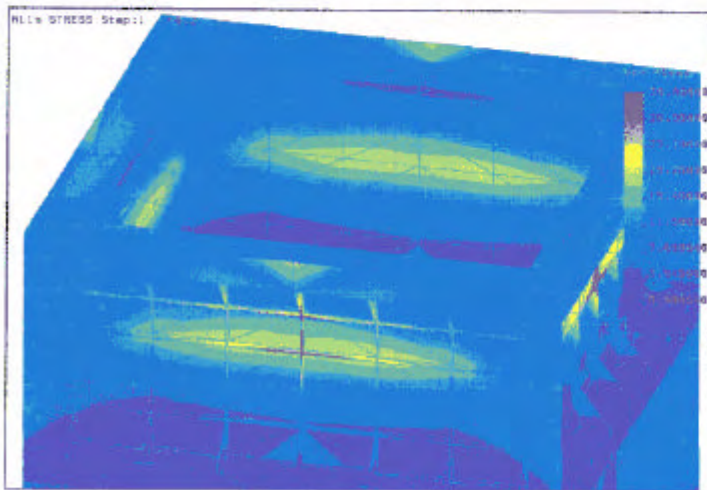
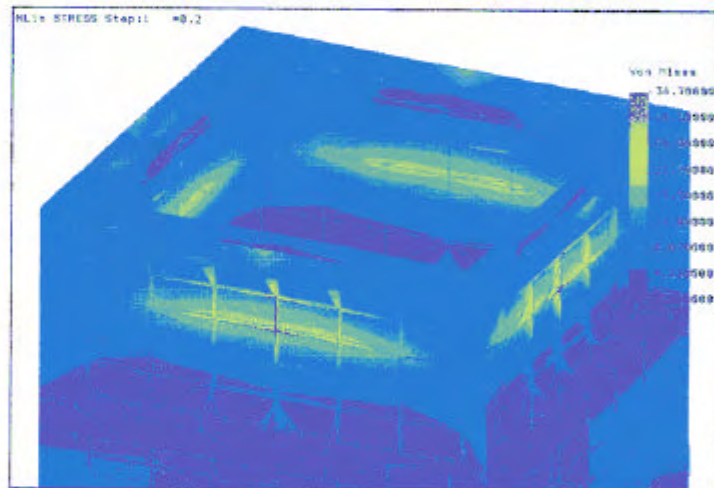


Figura 3.6: Detalle de las zonas de mayor tensión. Caso C01.

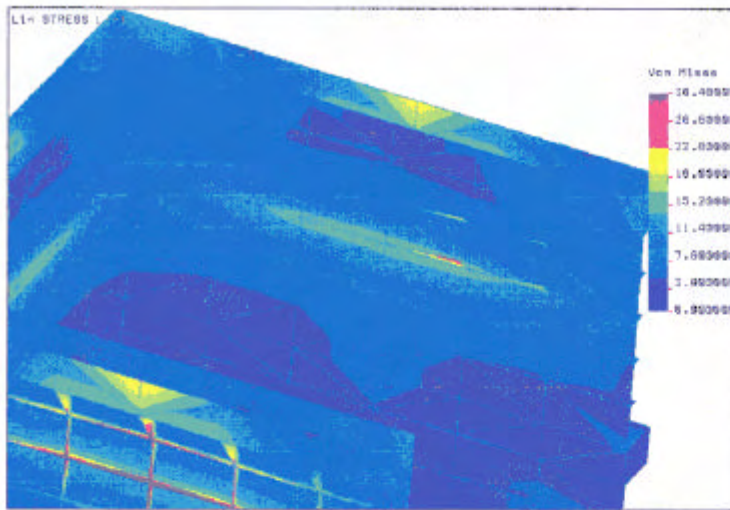


Figura 3.7:  
Detalle de las tensiones en las zonas de unión.  
Caso A01.

Figura 3.8:  
Detalle de las tensiones en las zonas de unión.  
Caso B01.

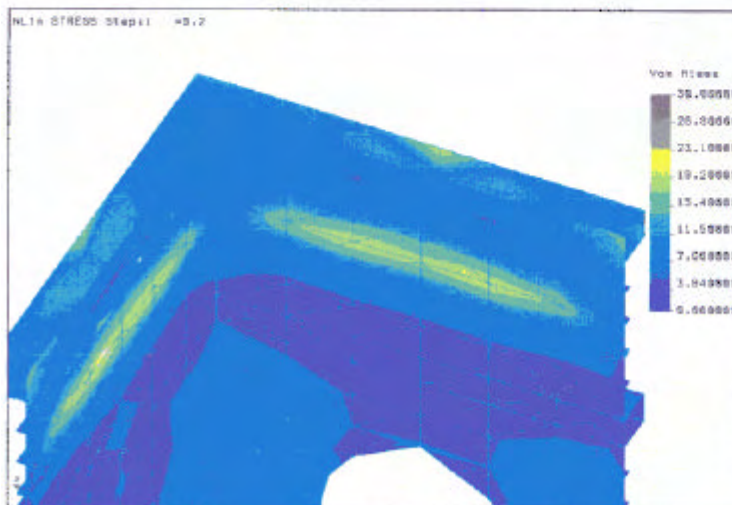
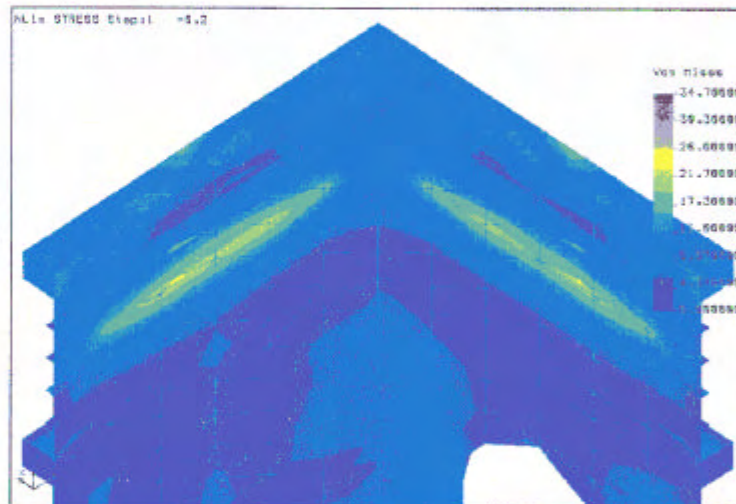


Figura 3.9:  
Detalle de las tensiones en las zonas de unión.  
Caso C01.



### 3.1.2. GRÁFICAS DE DESPLAZAMIENTO

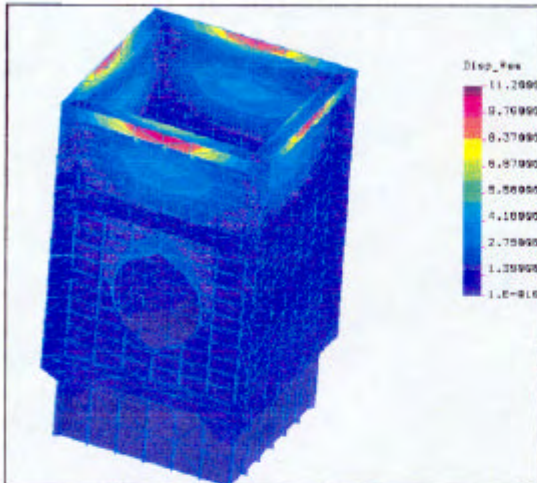


Figura 3.10: Desplazamientos globales producidos. Caso A01.

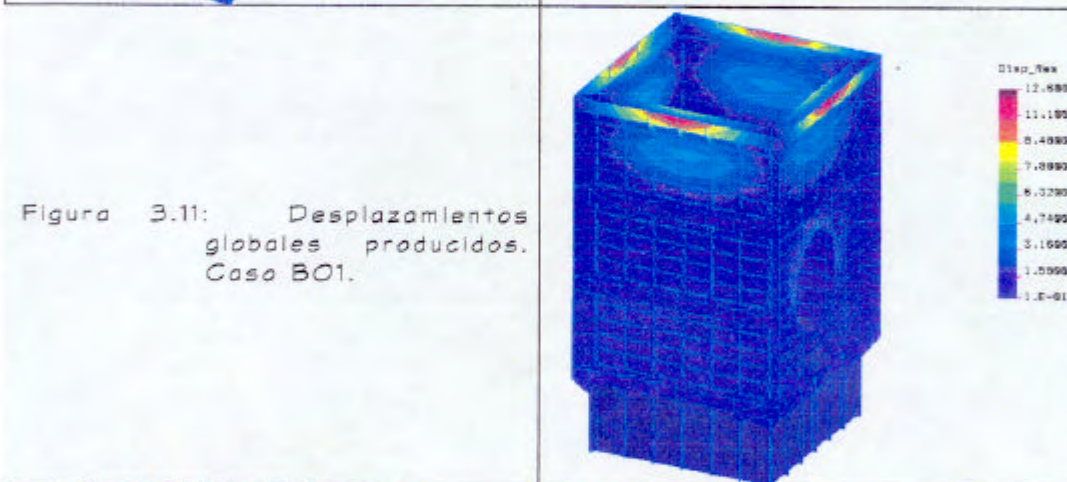


Figura 3.11: Desplazamientos globales producidos. Caso B01.

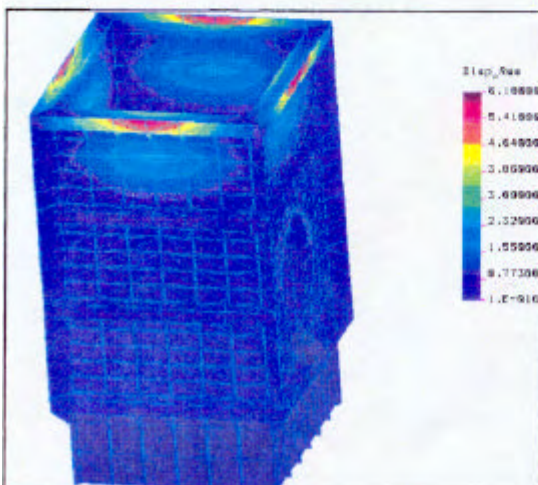


Figura 3.12: Desplazamientos globales producidos. Caso C01.

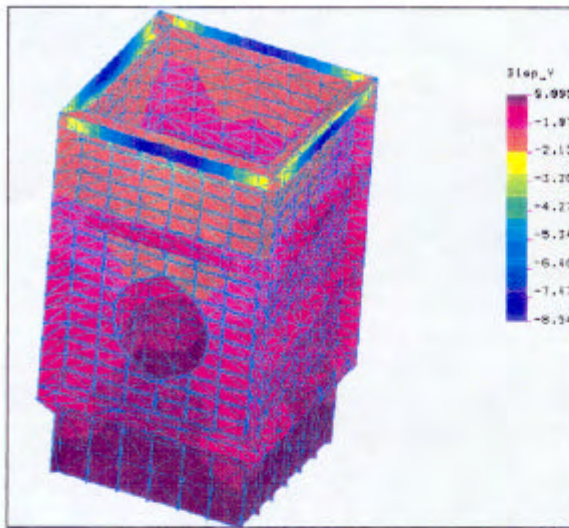


Figura 3.13: Desplazamientos en la dirección vertical. Caso A01.

Figura 3.14: Desplazamientos en la dirección vertical. Caso B01.

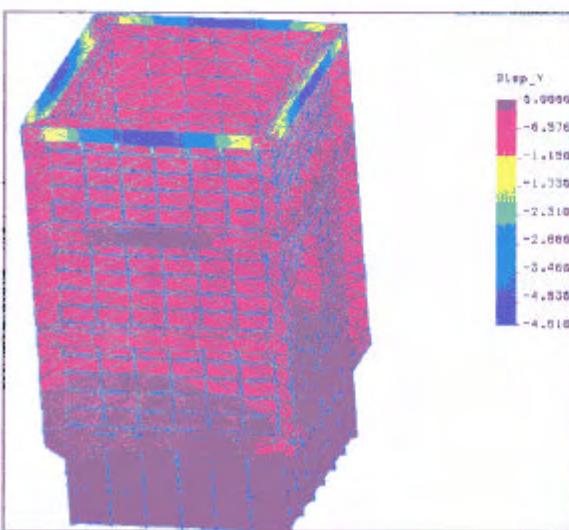
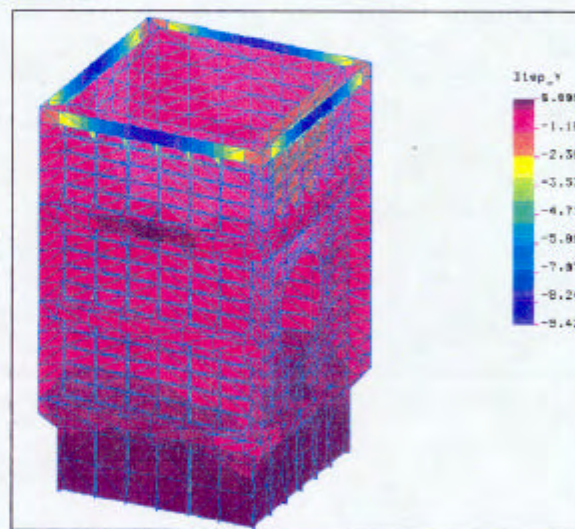


Figura 3.15 Desplazamientos en la dirección vertical. Caso C01.

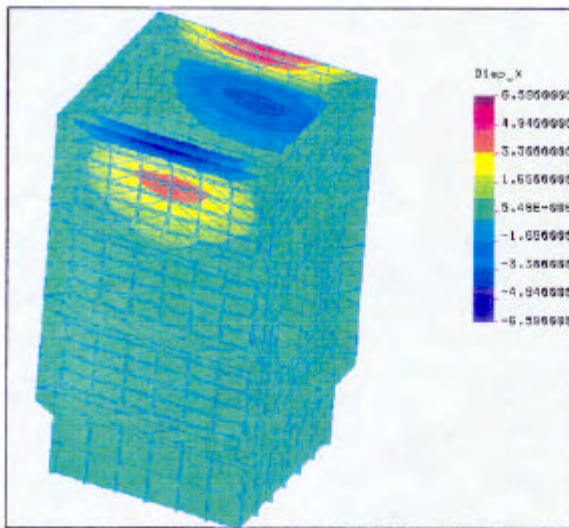
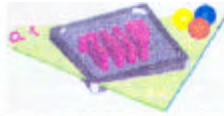


Figura 3.16: Desplazamientos en la dirección X. Caso A01.

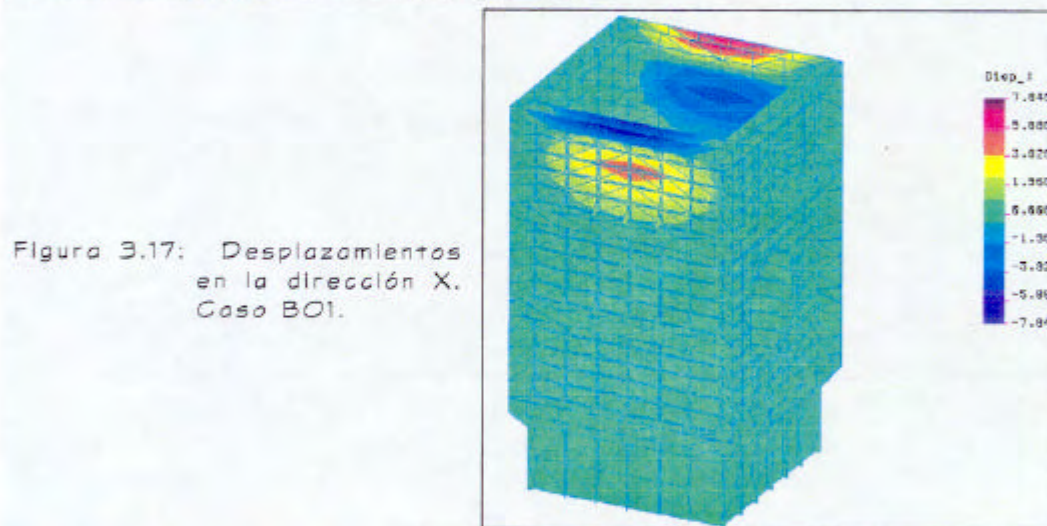


Figura 3.17: Desplazamientos en la dirección X. Caso B01.

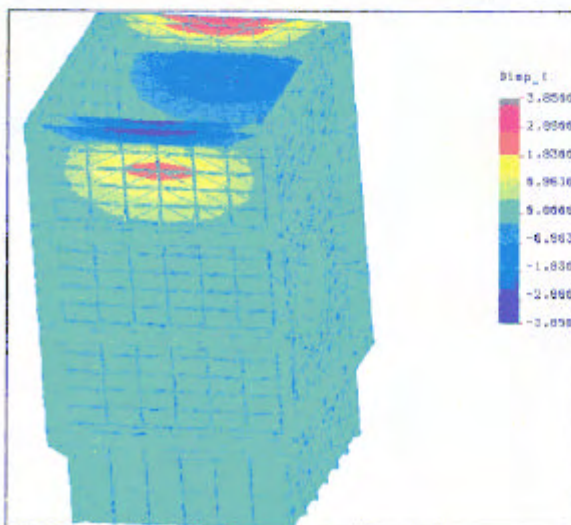


Figura 3.18: Desplazamientos en la dirección X. Caso C01.

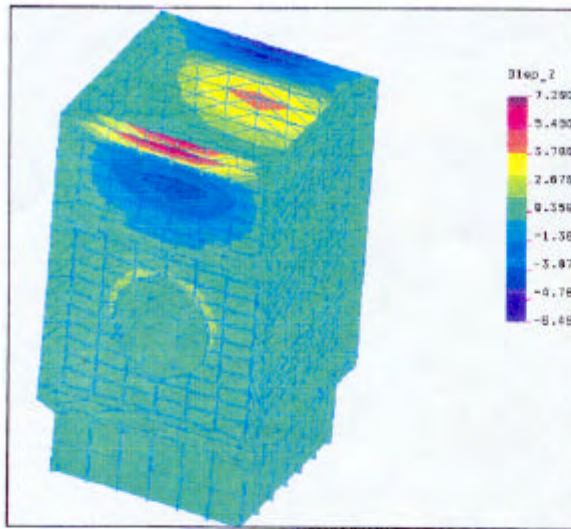


Figura 3.19: Desplazamientos en la dirección Z. Caso A01.

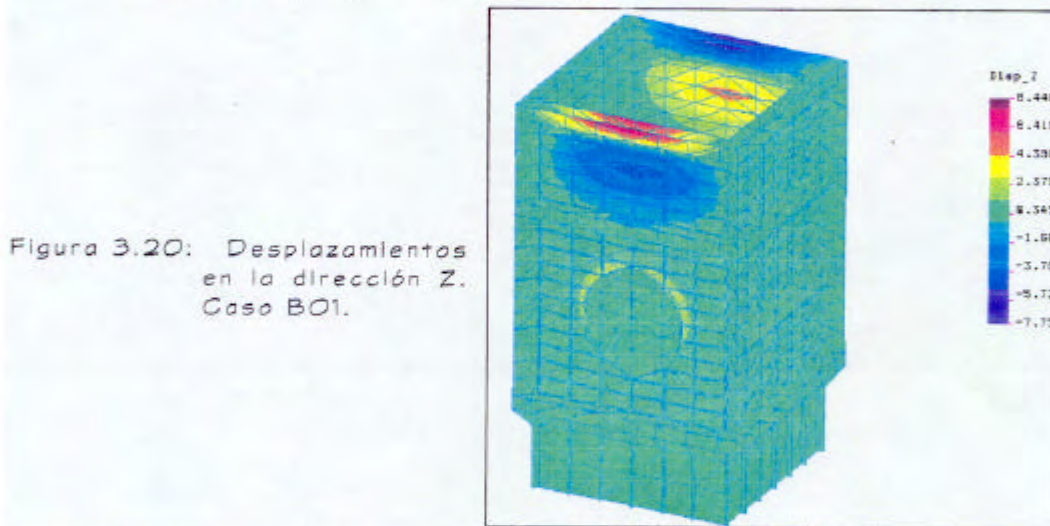


Figura 3.20: Desplazamientos en la dirección Z. Caso B01.

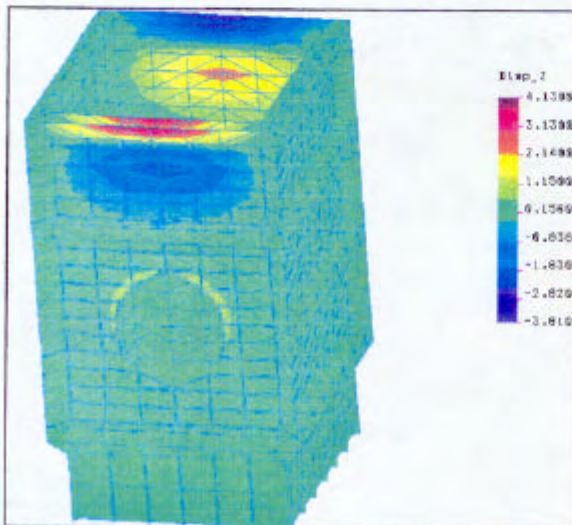


Figura 3.21: Desplazamientos en la dirección Z. Caso C01.





### 3.1.3. GRÁFICAS DE DEFORMADAS

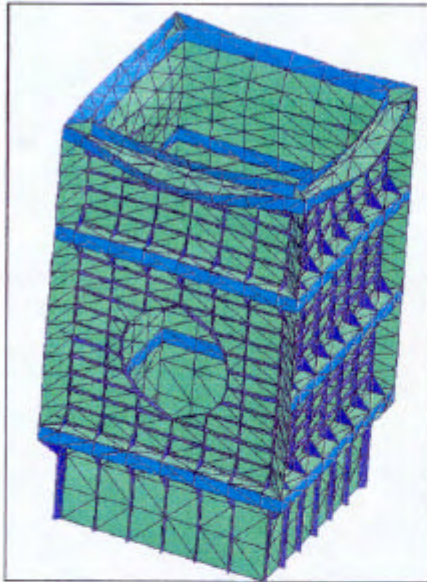


Figura 3.22: Deformada de la pieza bajo la carga aplicada (Factor de ampliación: x5). Caso A01.

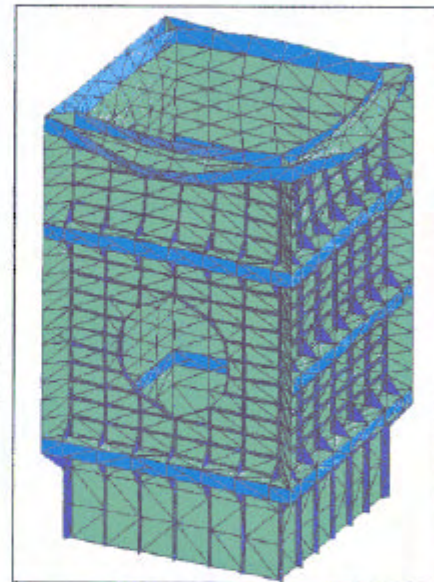


Figura 3.23: Deformada de la pieza bajo la carga aplicada (Factor de ampliación: x5). Caso B01.

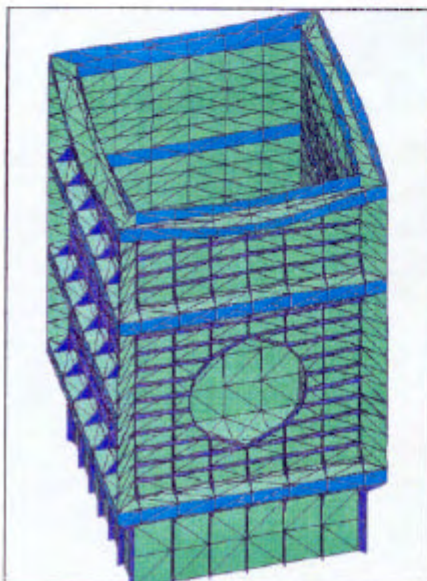


Figura 3.24: Deformada de la pieza bajo la carga aplicada (Factor de ampliación: x5). Caso C01.



### 3.2. Resultados del caso de presión interna (A02).

#### 3.2.1. RESULTADOS DE TENSIÓN.

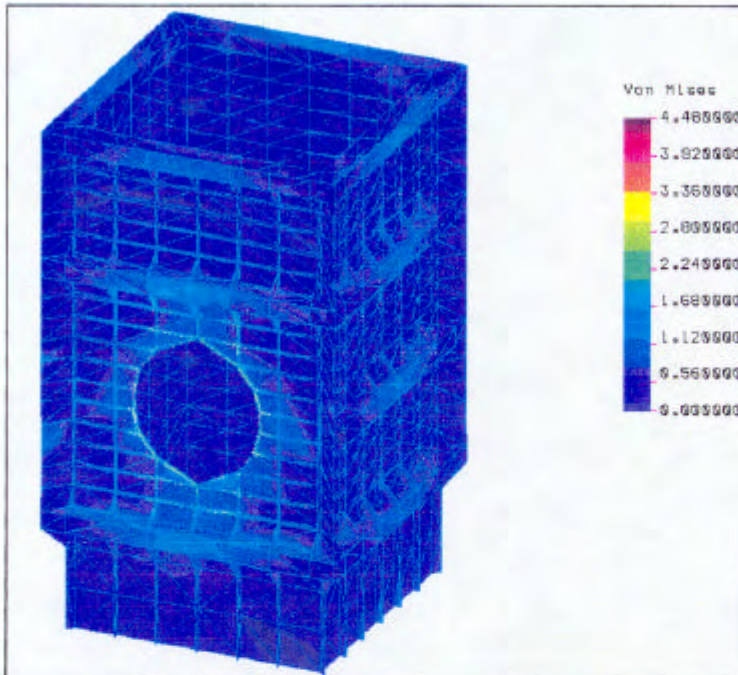


Figura 3.25:  
Distribución  
de tensiones  
producidas en  
el Caso A02.

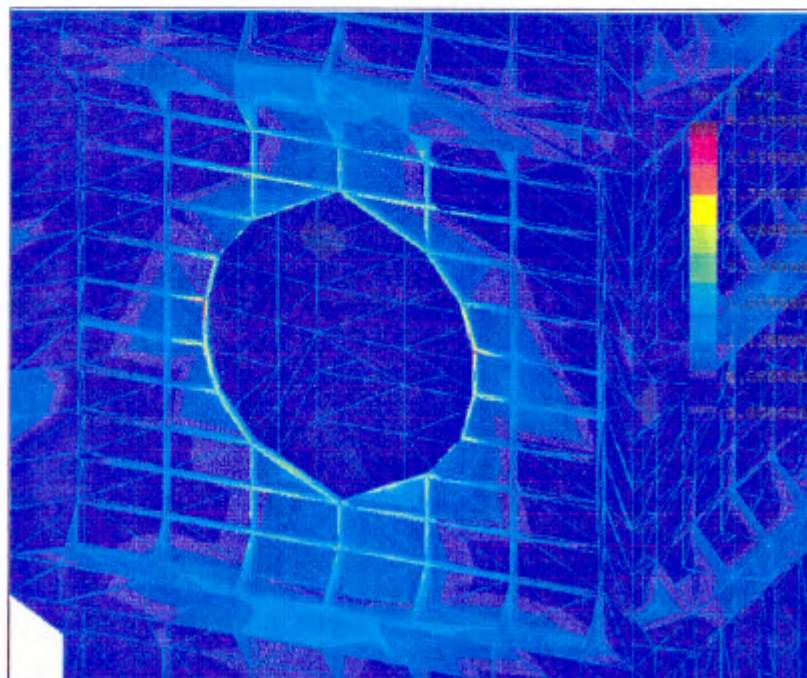


Figura 3.26:  
Detalle  
de las zonas  
de las zonas  
de mayor  
tensión.



### 3.2.2. RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTO

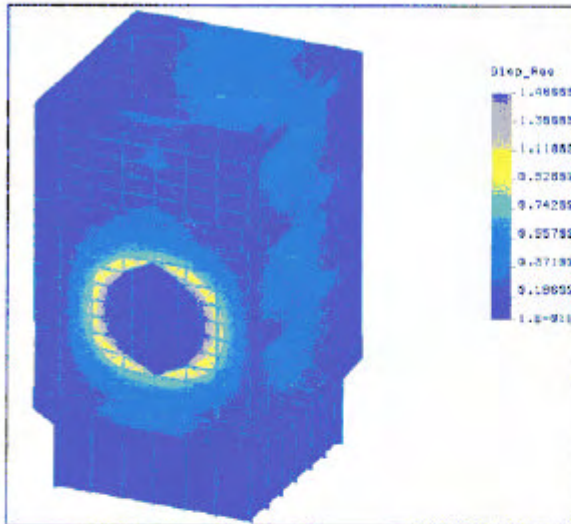


Figura 3.27:  
Desplazamientos  
globales producidos por  
la carga. Caso A02.

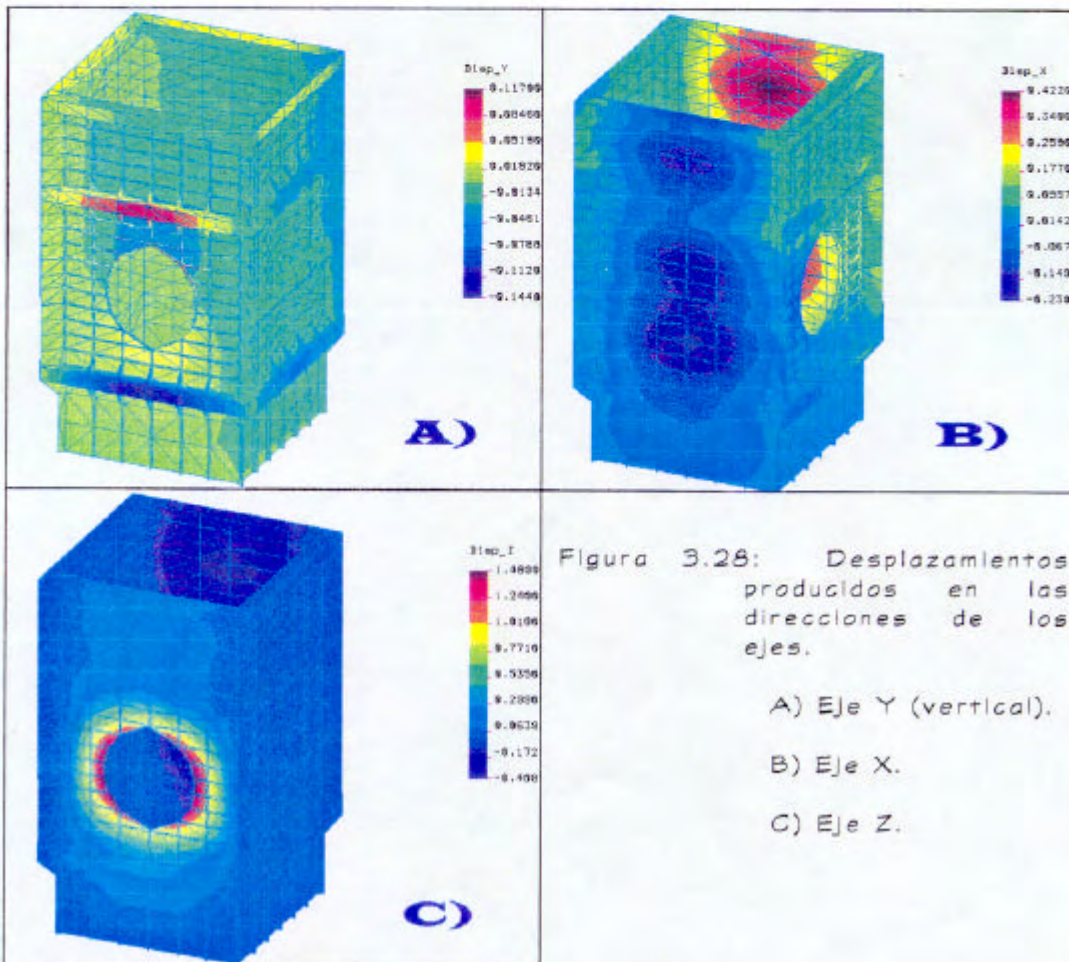
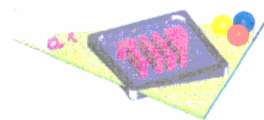


Figura 3.28: Desplazamientos  
producidos en las  
direcciones de los  
ejes.

- A) Eje Y (vertical).
- B) Eje X.
- C) Eje Z.



### 3.2.3. GRÁFICAS DE DEFORMADAS.

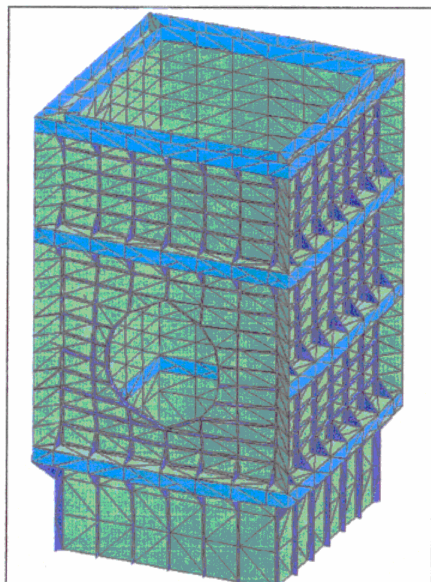


Figura 3.29: Deformada de la pieza bajo la carga (Factor de ampliación: x20).  
Caso A02

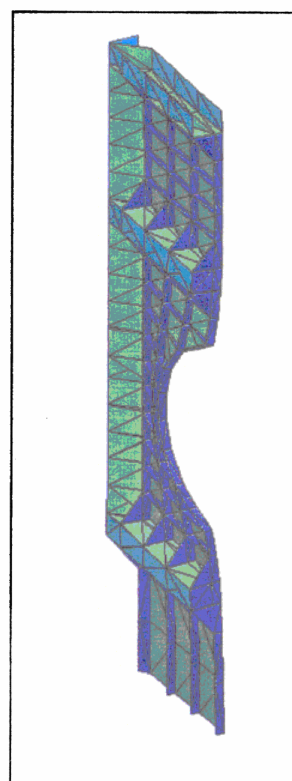


Figura 3.30: Detalle de la deformada en la zona del agujero (Factor ampl. x20).  
Caso A02.

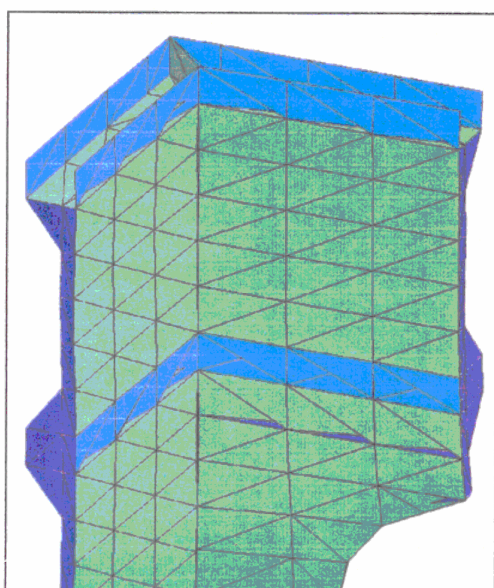
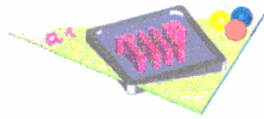


Figura 3.31: Detalle de la deformada en las zonas de unión (Factor de ampliación: x20).  
Caso A02.



#### 4. APÉNDICE A: Denominación de los casos.

En la tabla A.1, se presentan las distintas denominaciones de los casos estudiados en función de la carga aplicada y el material utilizado.

	LINEAL	G2UO2	G3UO1
Compresión	A01	B01	C01
Presión interna	A02		

Tabla A.1: Denominación de los estudiados.

Fda: J. Uedo Paris.