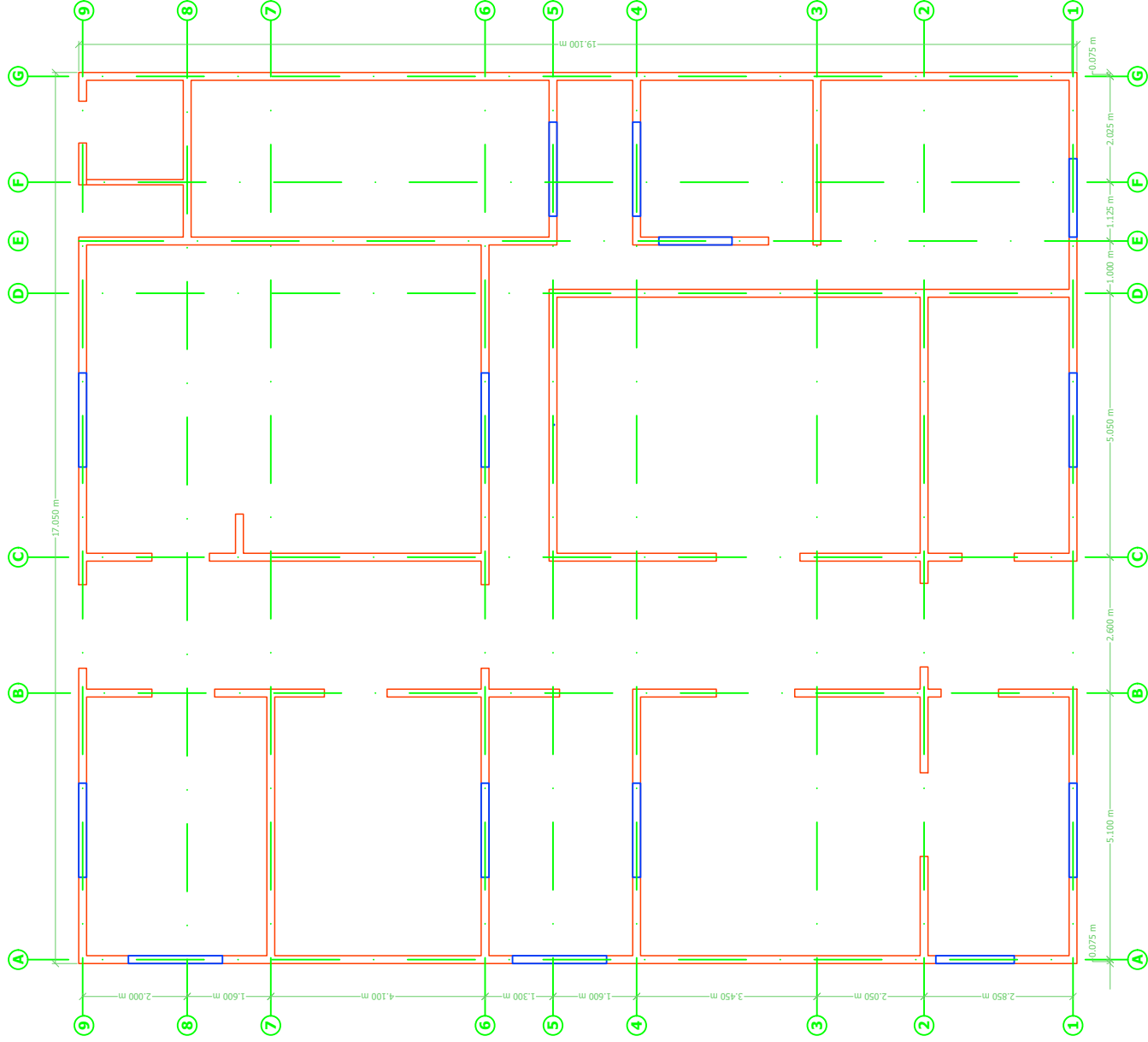


# **DIAGRAMA DE ESFUERZOS AXIALES EN LOS MUROS ESTRUCTURALES**

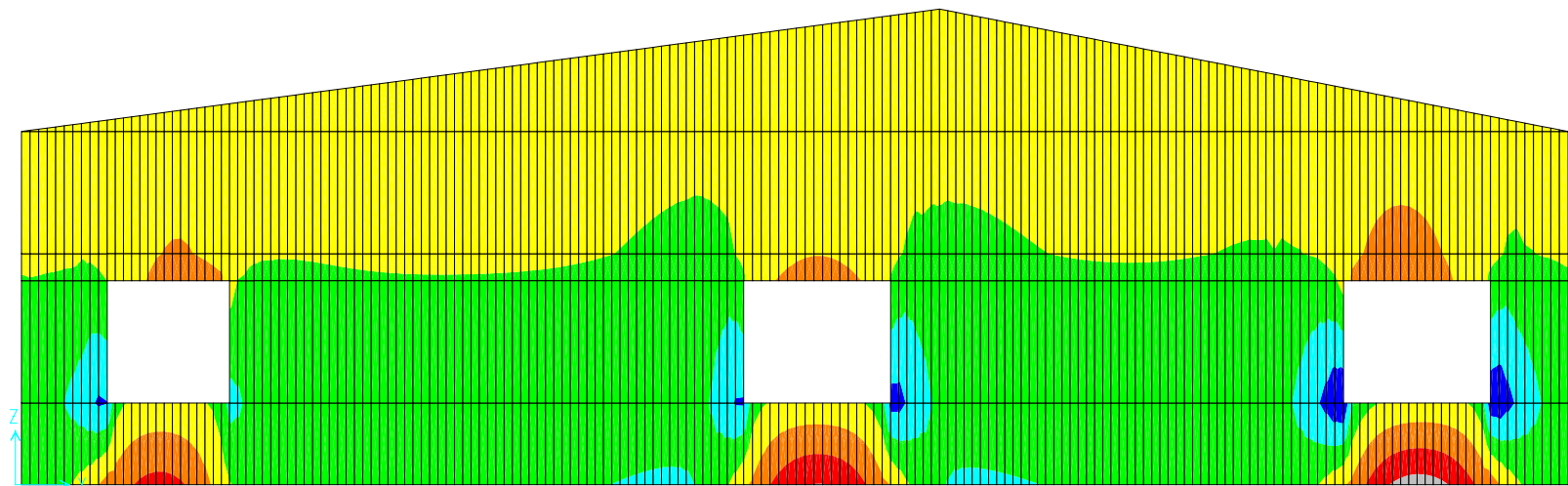
**(T) TRACCIÓN**  
**(C) COMPRESIÓN**

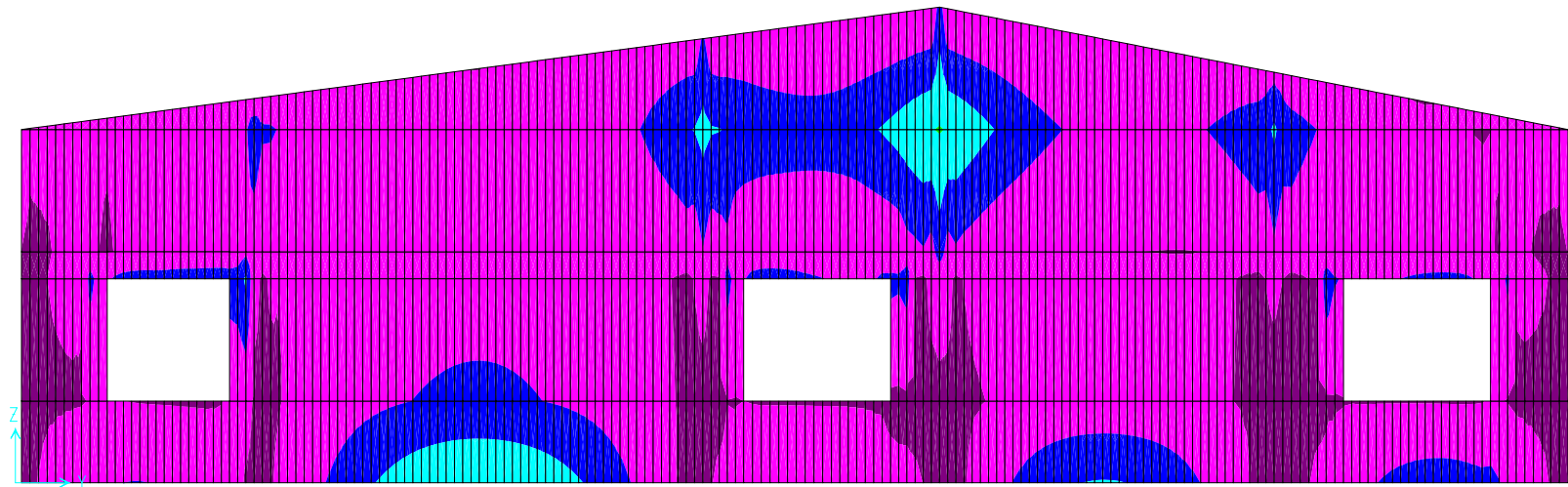
# **DISTRIBUCIÓN DE LOS EJES ESTRUCTURALES**



|                                                                              |  |                   |  |                                         |  |
|------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------|--|-----------------------------------------|--|
| PROYECTO:                                                                    |  | CONTIENE:         |  | DISTRIBUCIÓN DE LOS MUROS ESTRUCTURALES |  |
| DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL DE LA OFICINA DE ARCHIVO DE LA GOBERNACIÓN DEL CHOCÓ |  | FECHA:            |  | DISEÑO:                                 |  |
| ARCHIVO: DISTRIBUCION_MUROS.DWG                                              |  | AGOSTO 17 DE 2011 |  | DIBUJO:                                 |  |
| ESCALA: 1:200                                                                |  | REVISIÓN: 1.00    |  | PLANO: 1 / 1                            |  |
|                                                                              |  | 1.00              |  | F. Reyes M. M. R.                       |  |

**EJE A**  
**ESFUERZOS AXIALES**





0.00

0.85

1.70

2.55

3.40

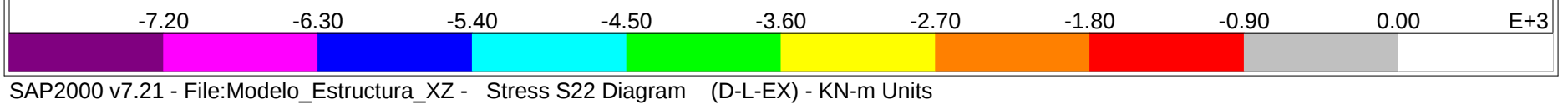
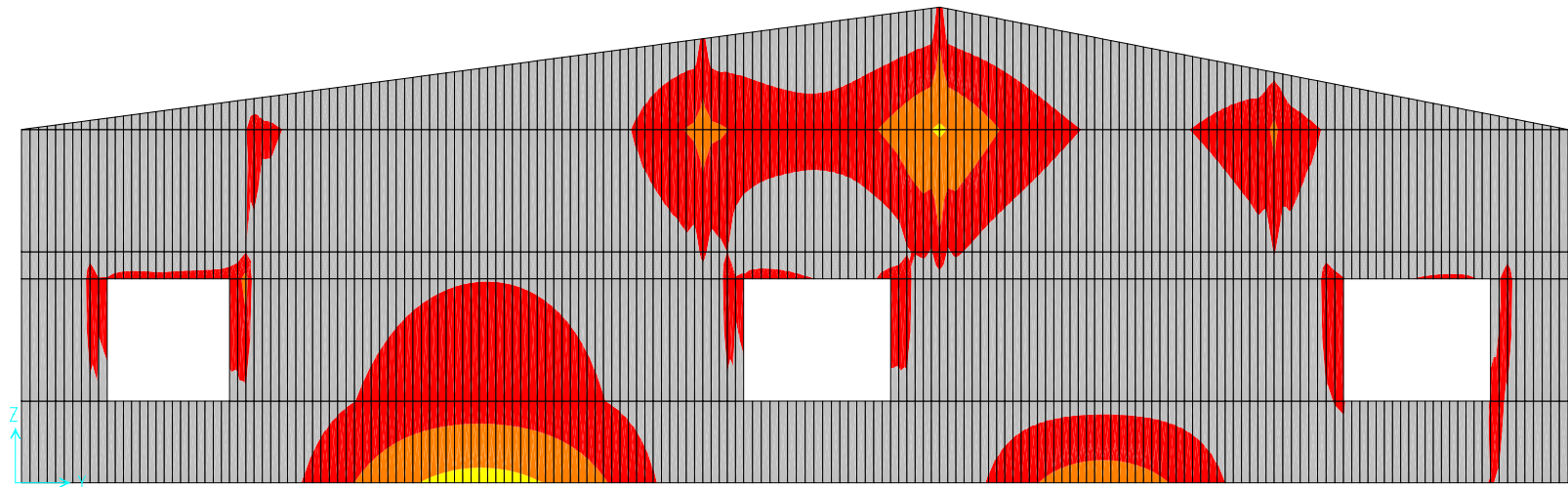
4.25

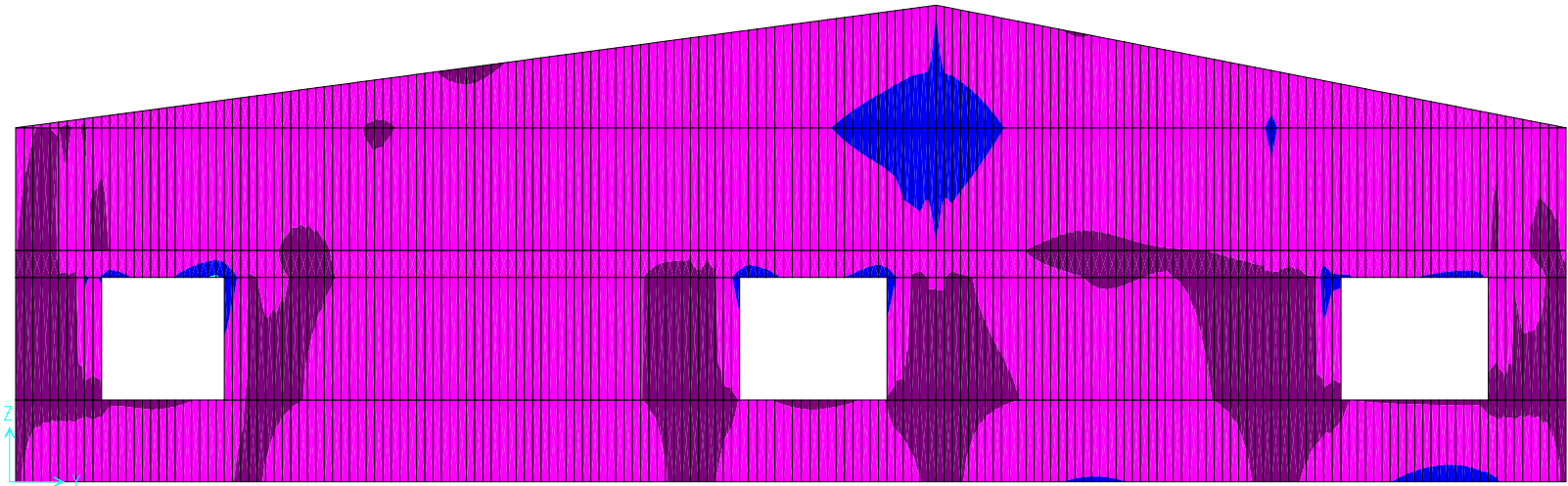
5.10

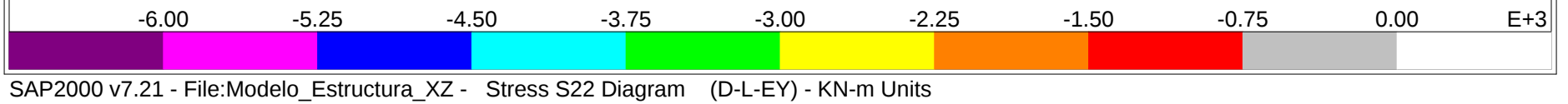
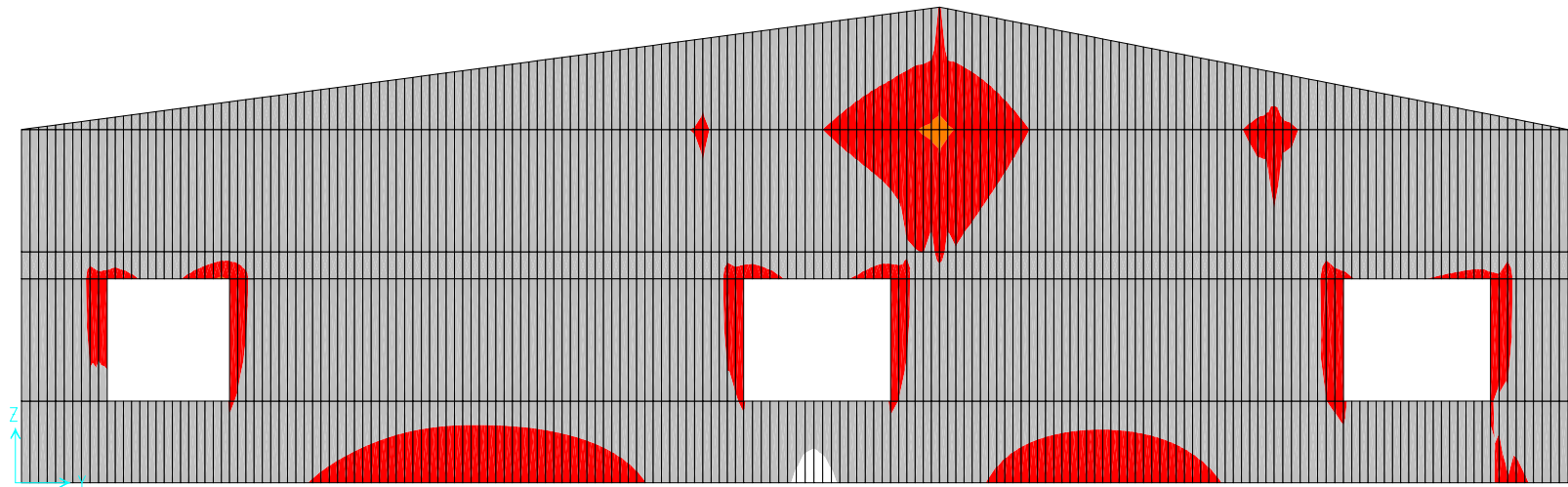
5.95

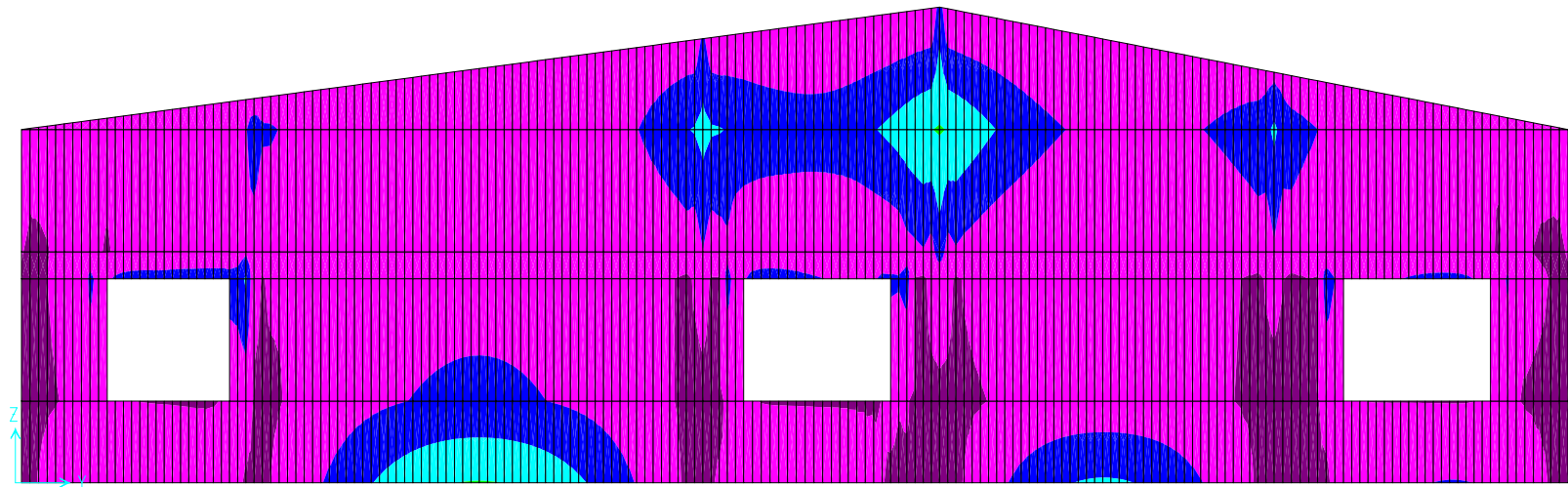
6.80

E+3

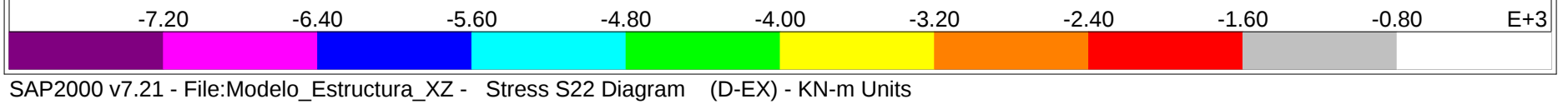
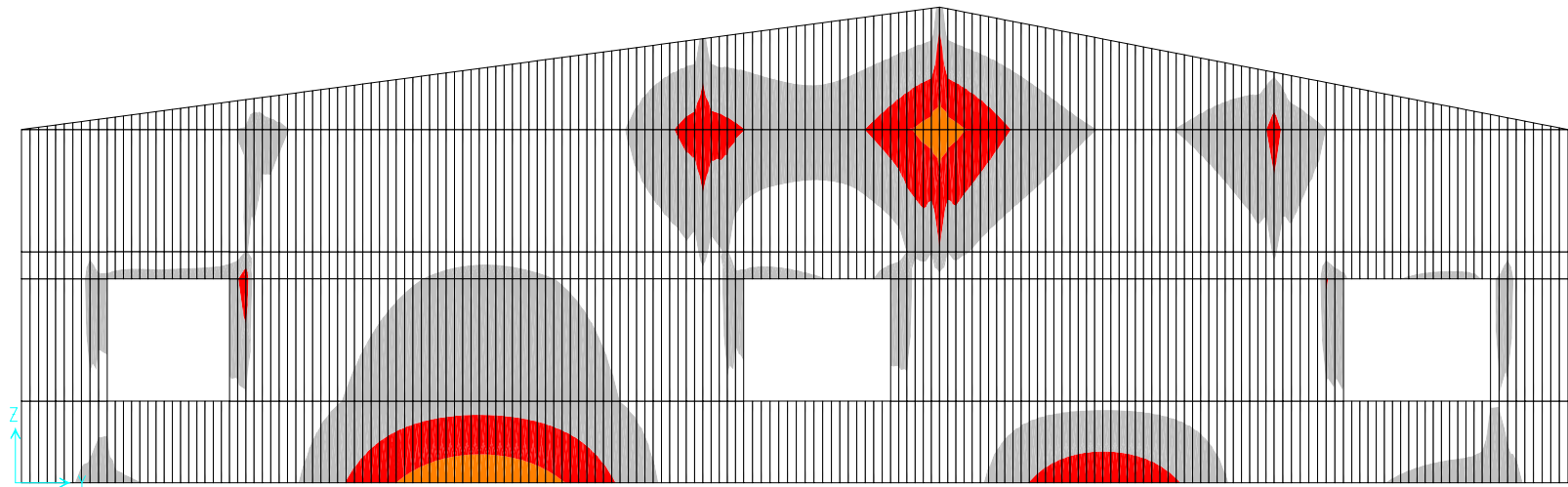


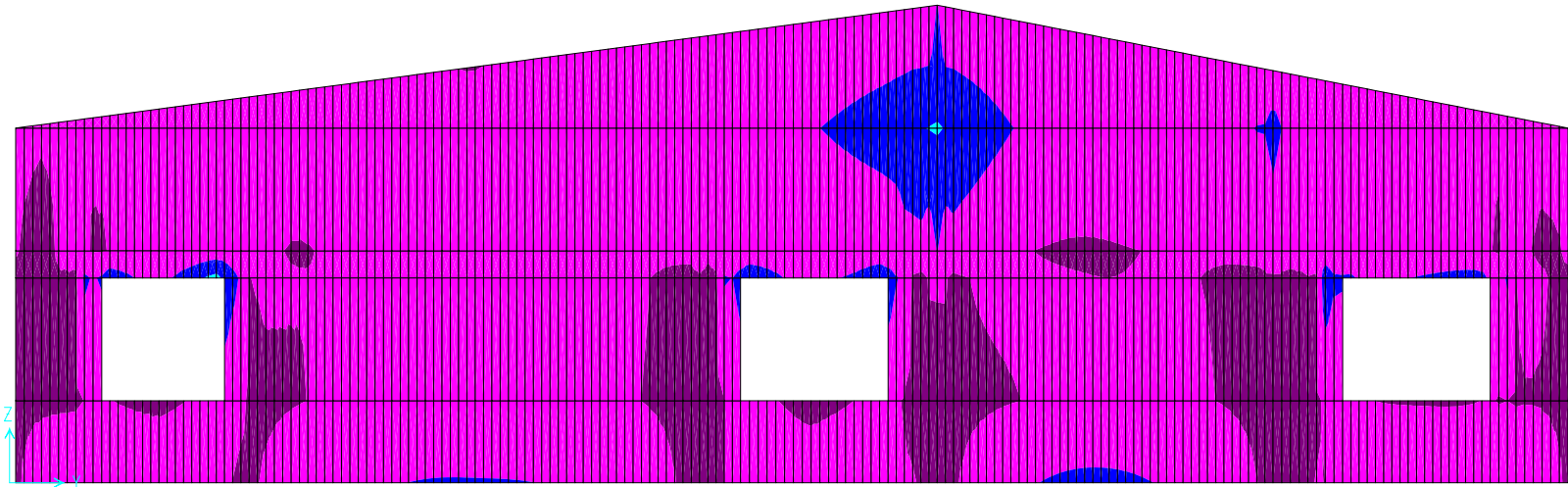


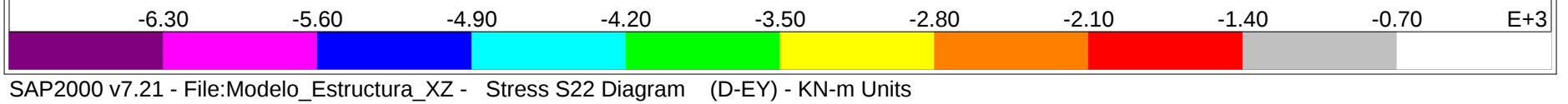
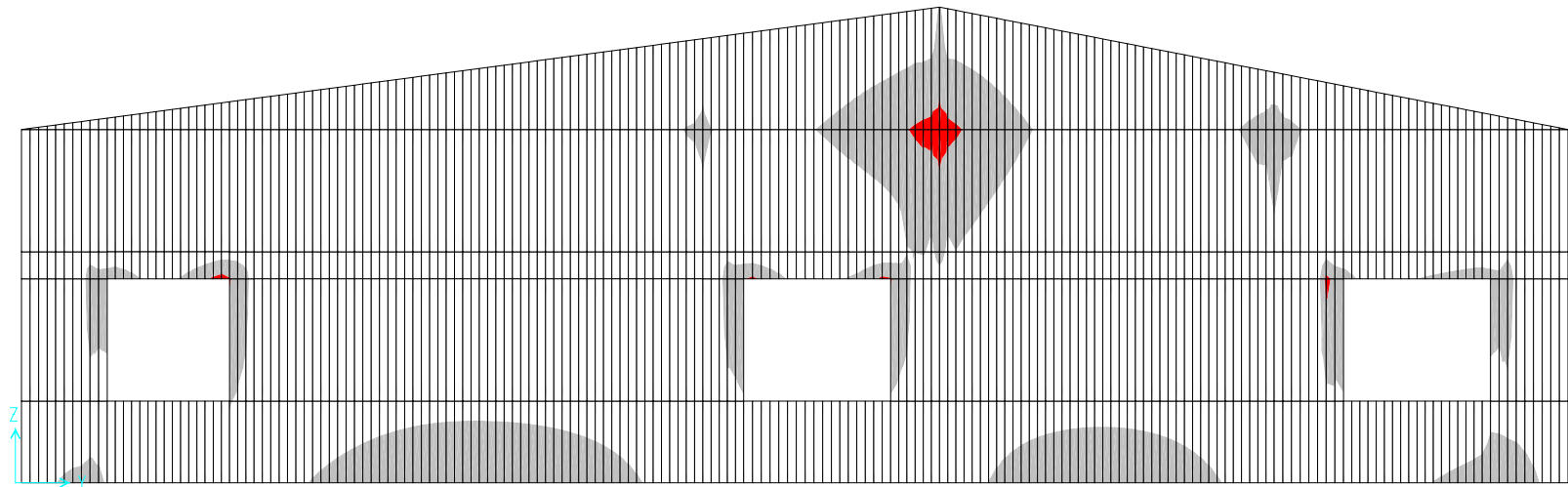




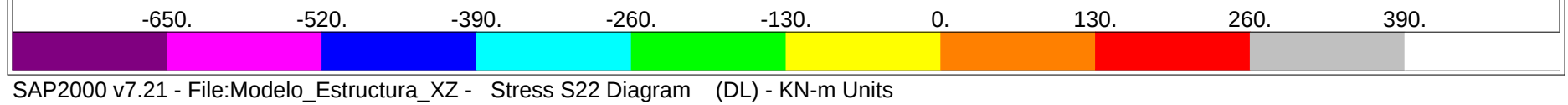
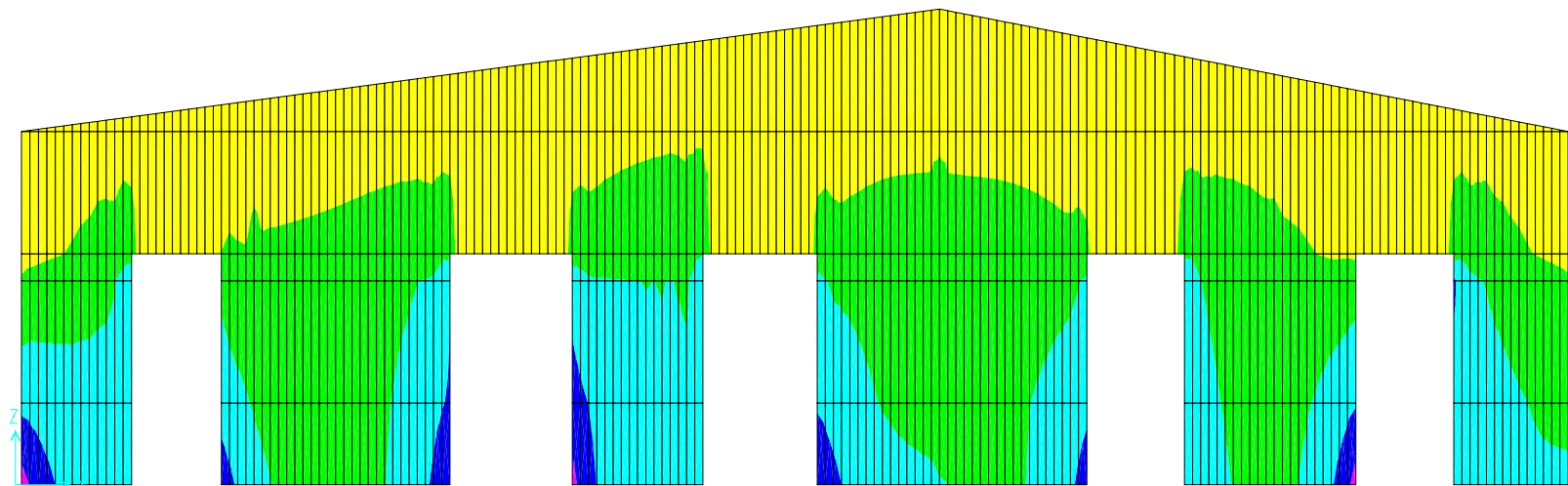
0.00 0.85 1.70 2.55 3.40 4.25 5.10 5.95 6.80 E+3

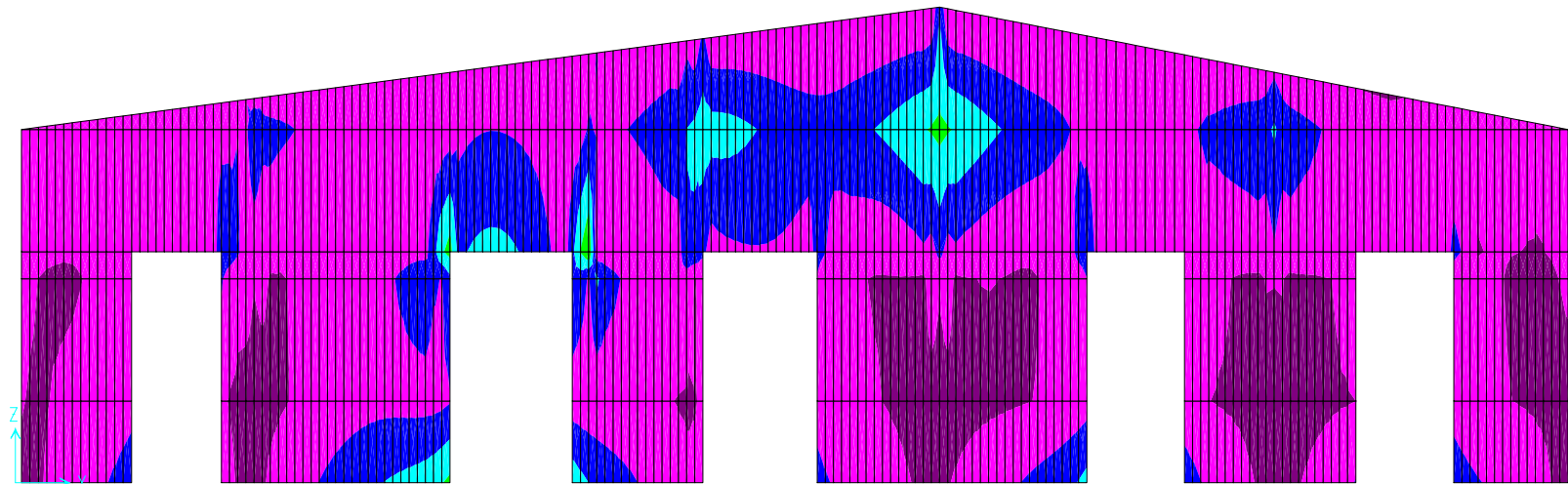


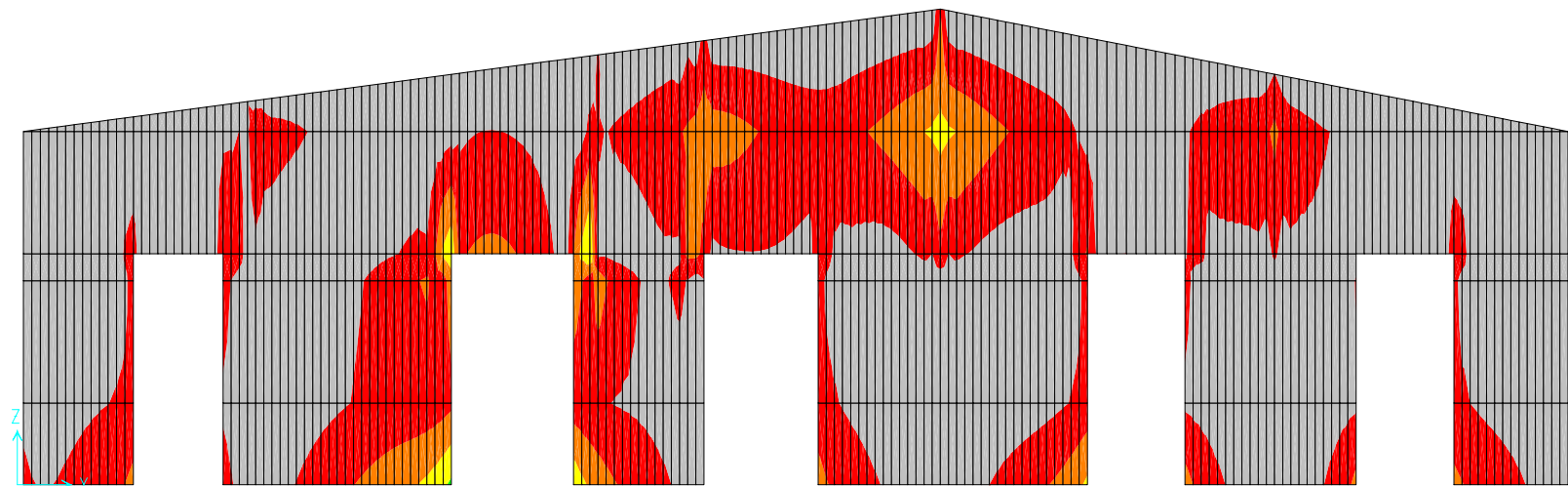




**EJE B**  
**ESFUERZOS AXIALES**







-7.20

-6.30

-5.40

-4.50

-3.60

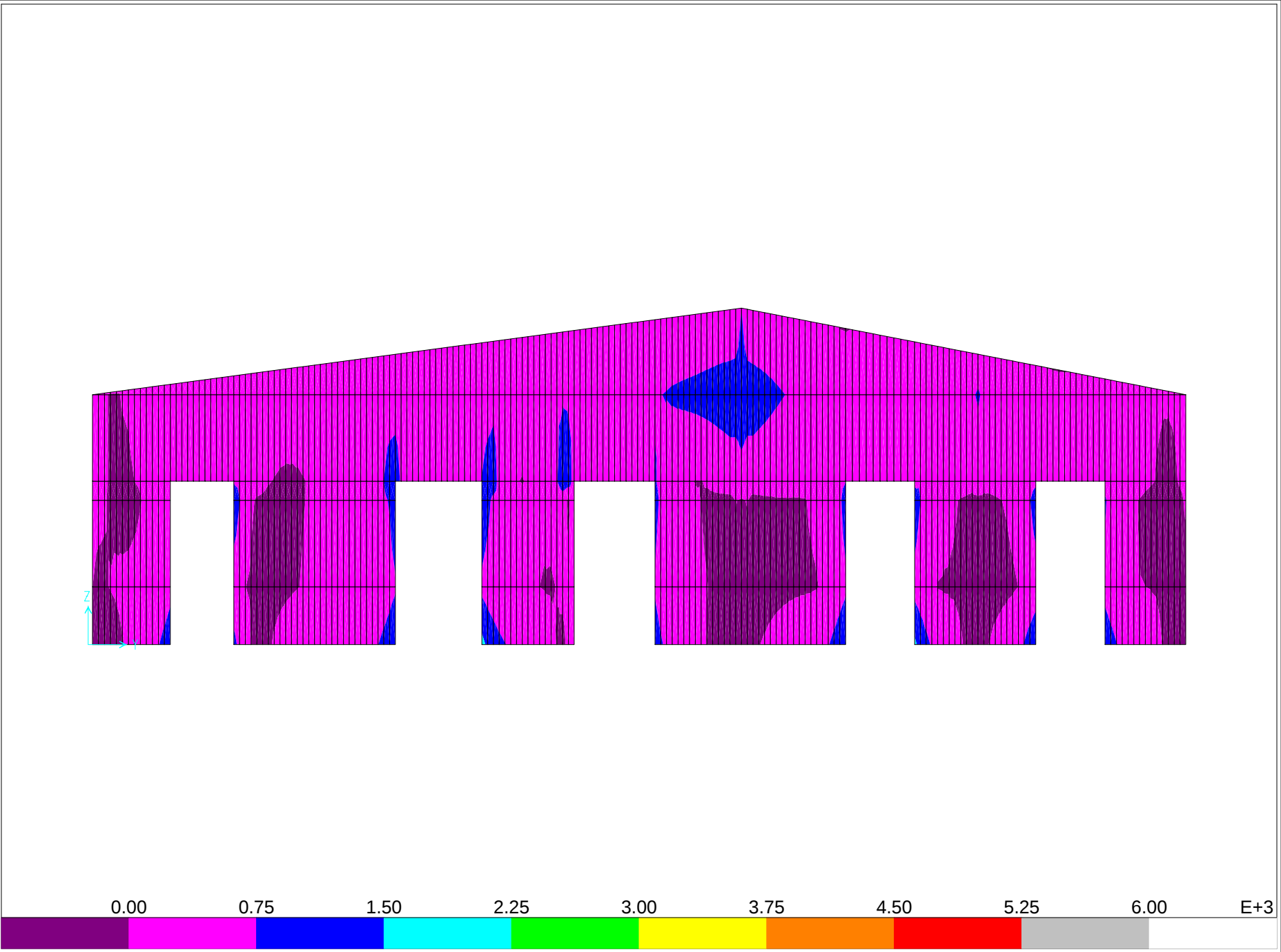
-2.70

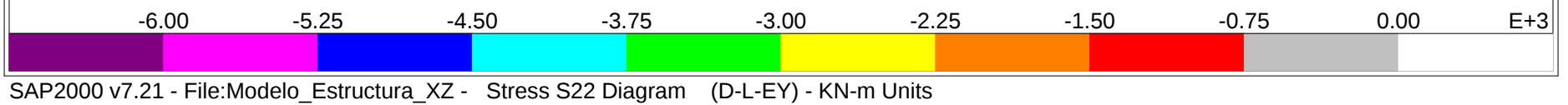
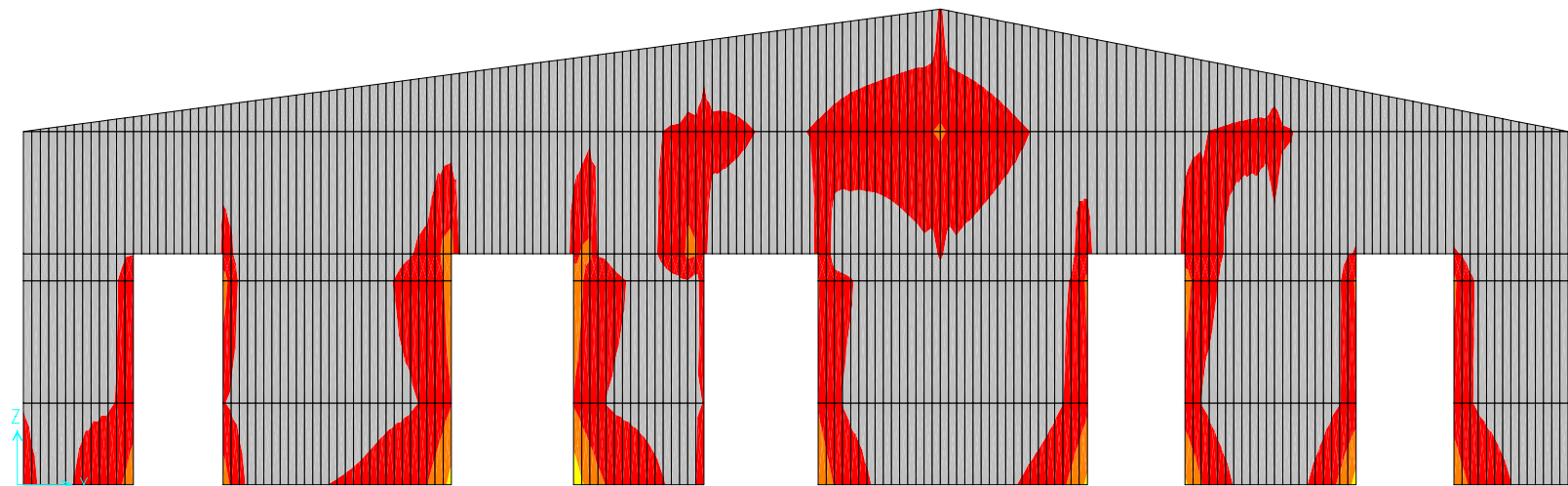
-1.80

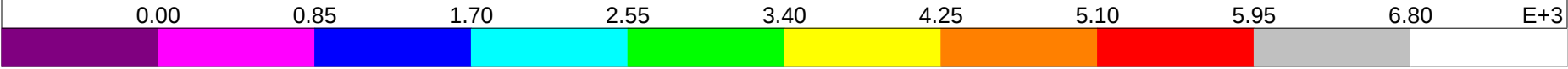
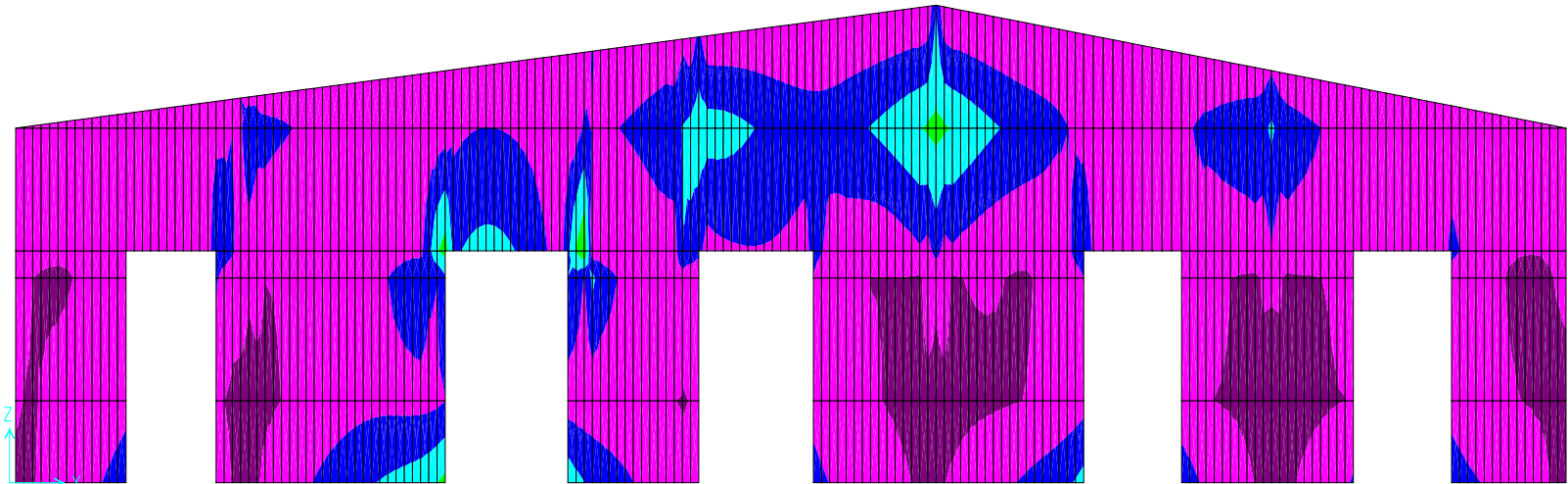
-0.90

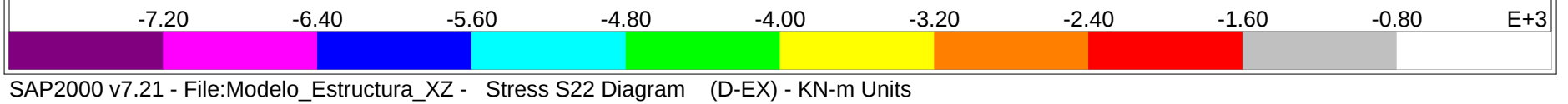
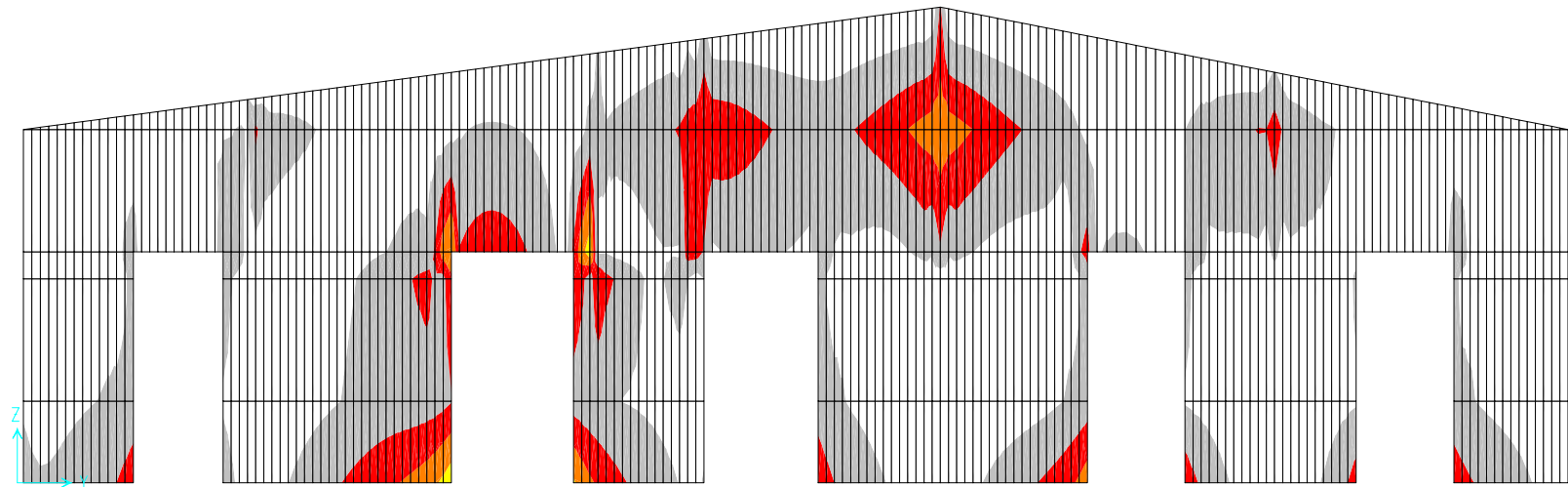
0.00

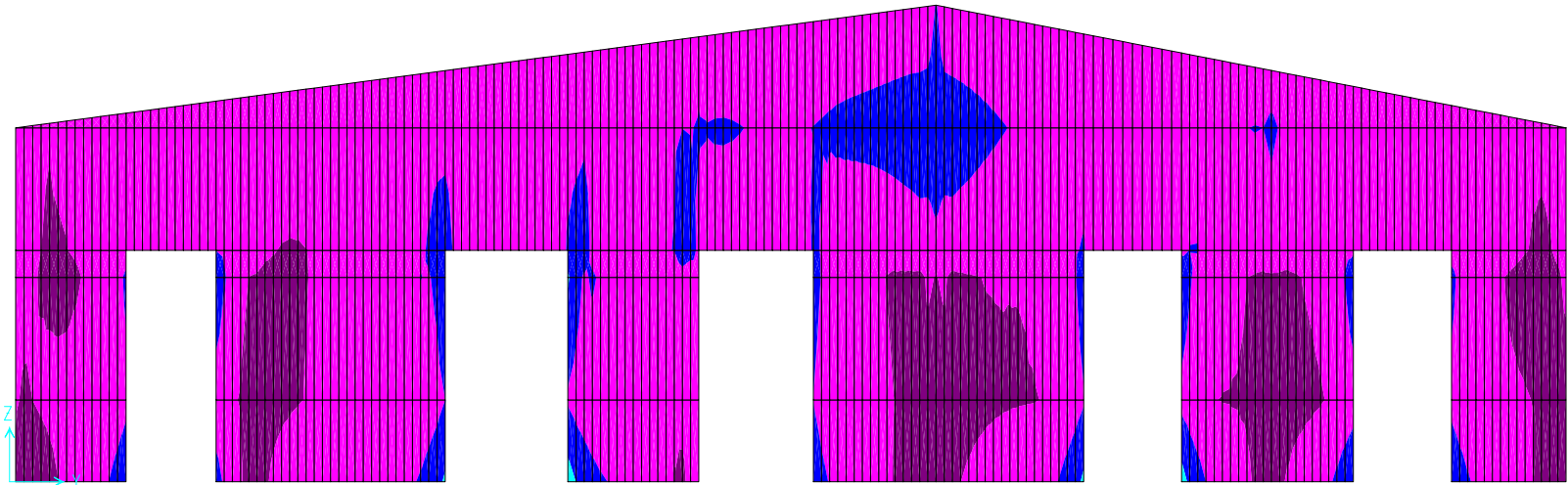
E+3

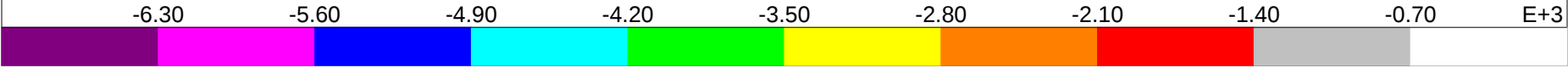
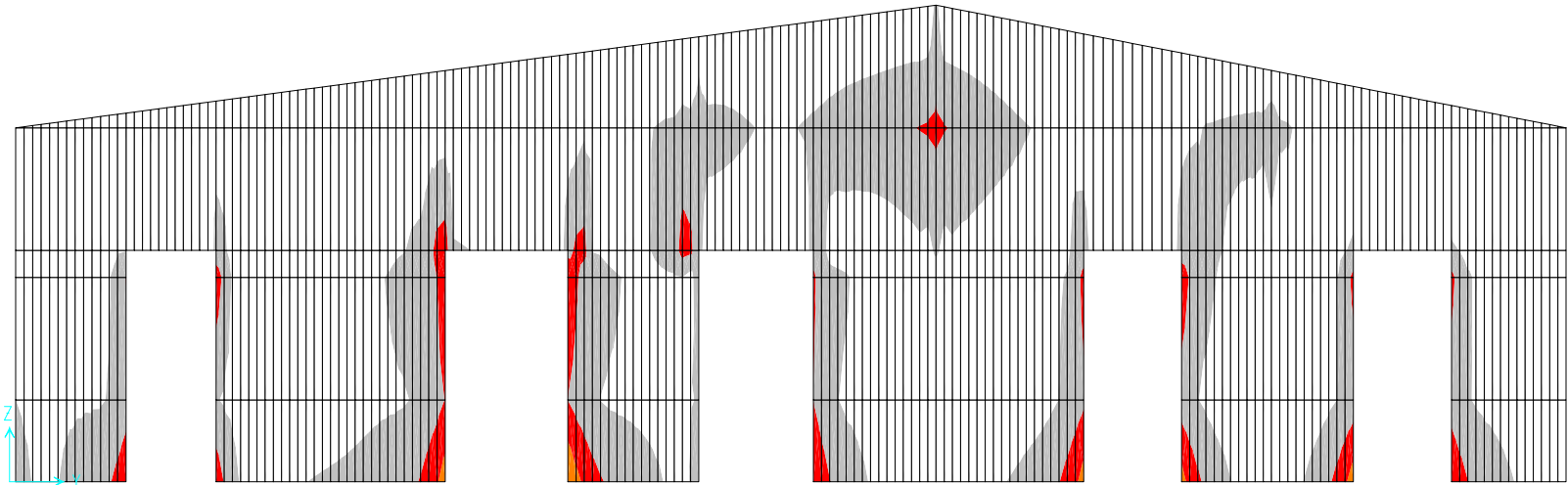




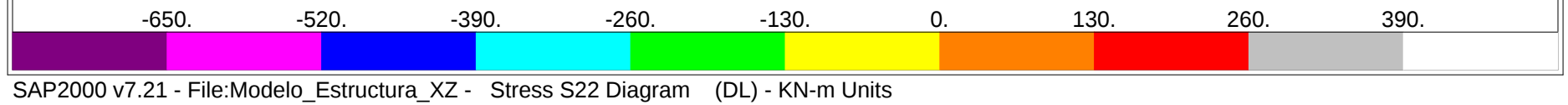
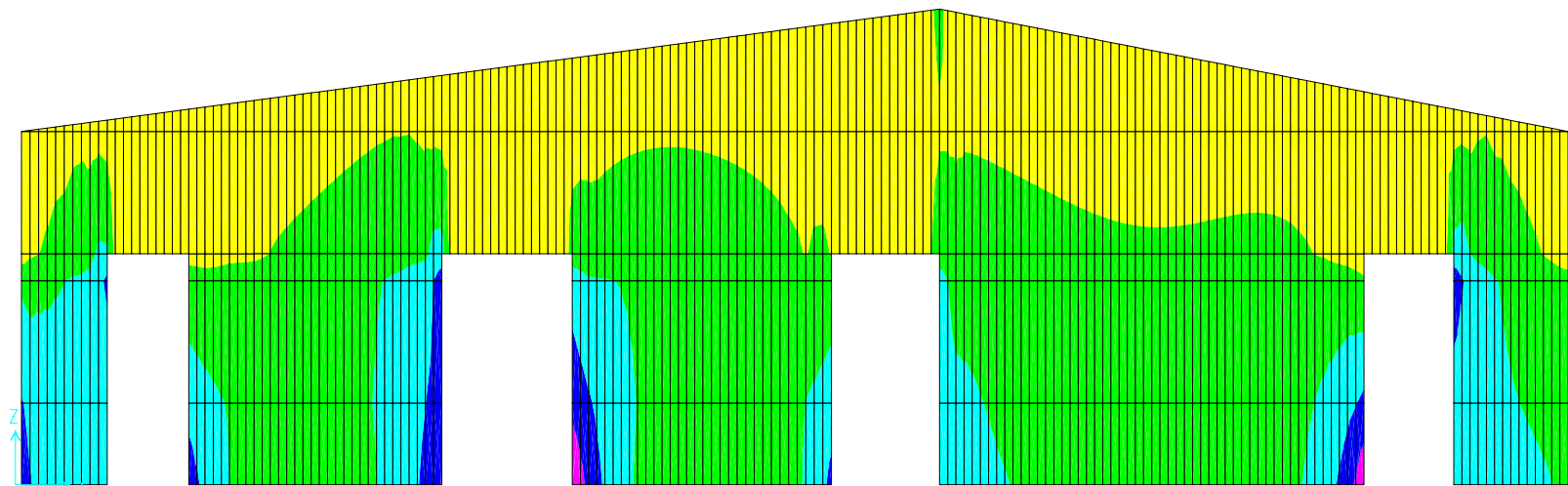


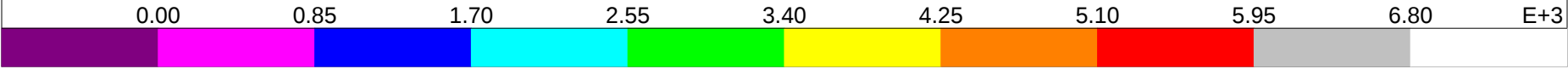
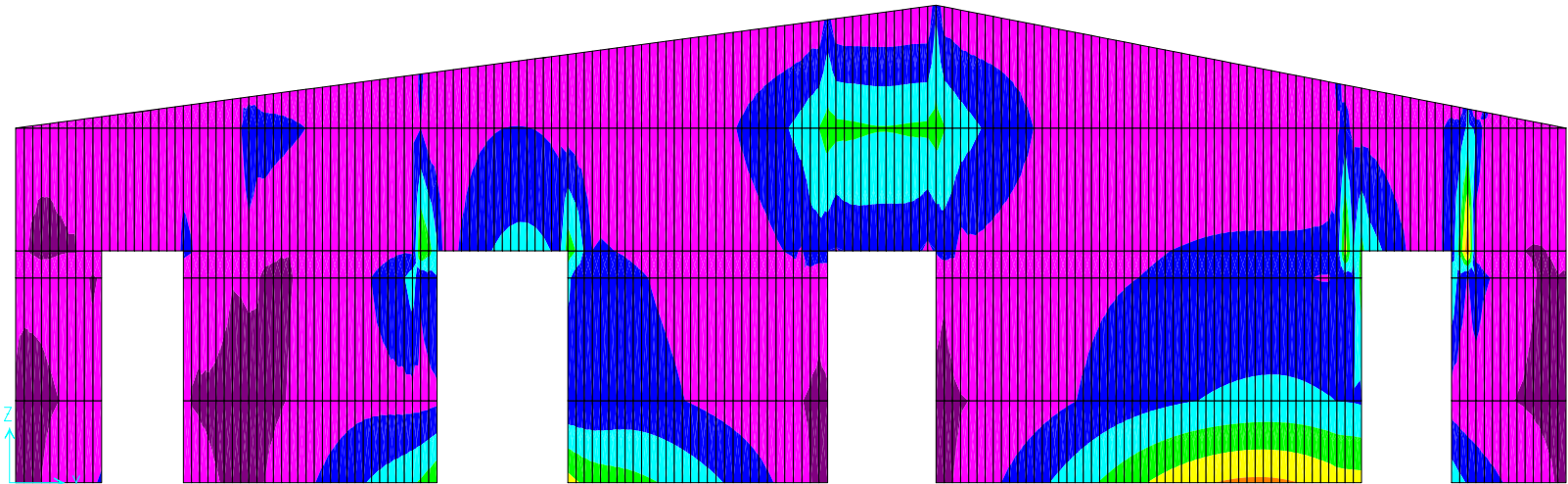


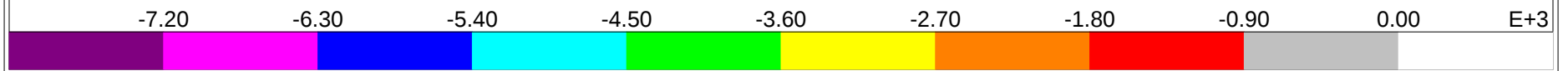
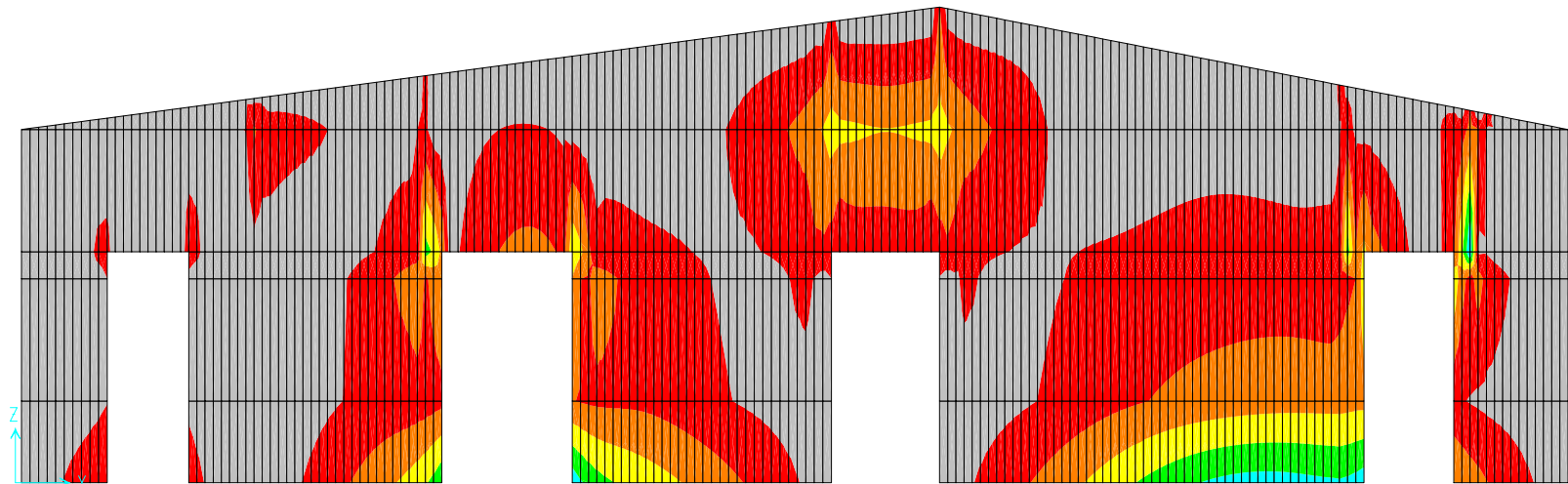


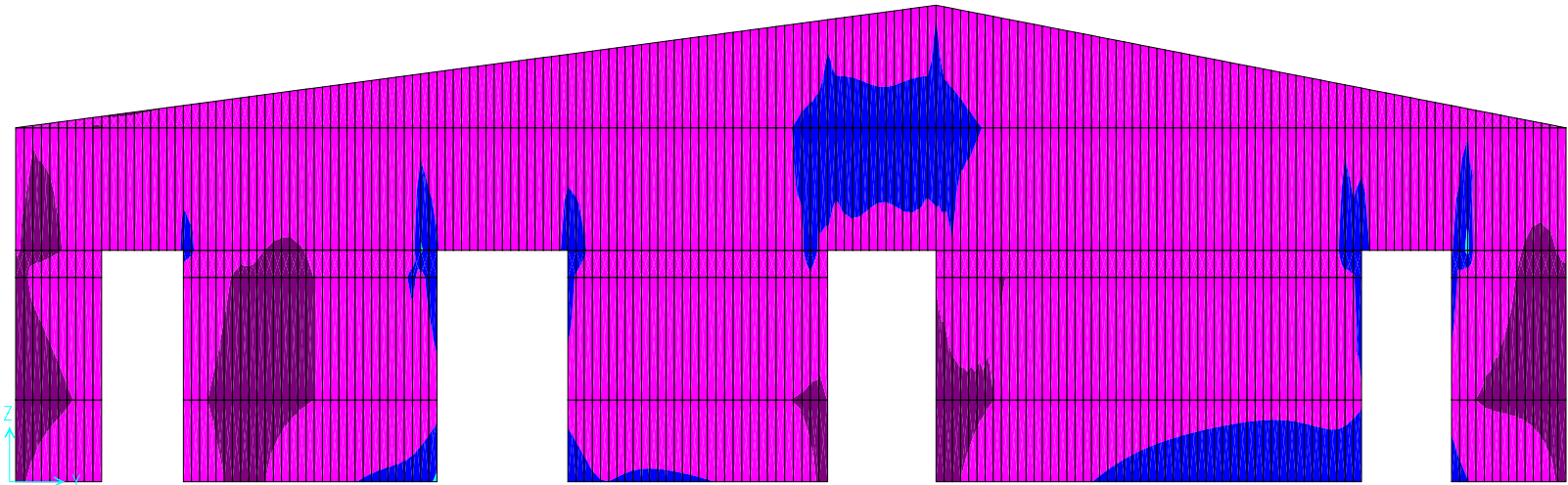


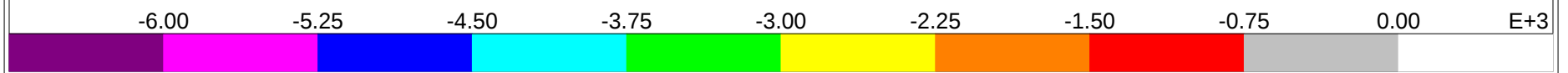
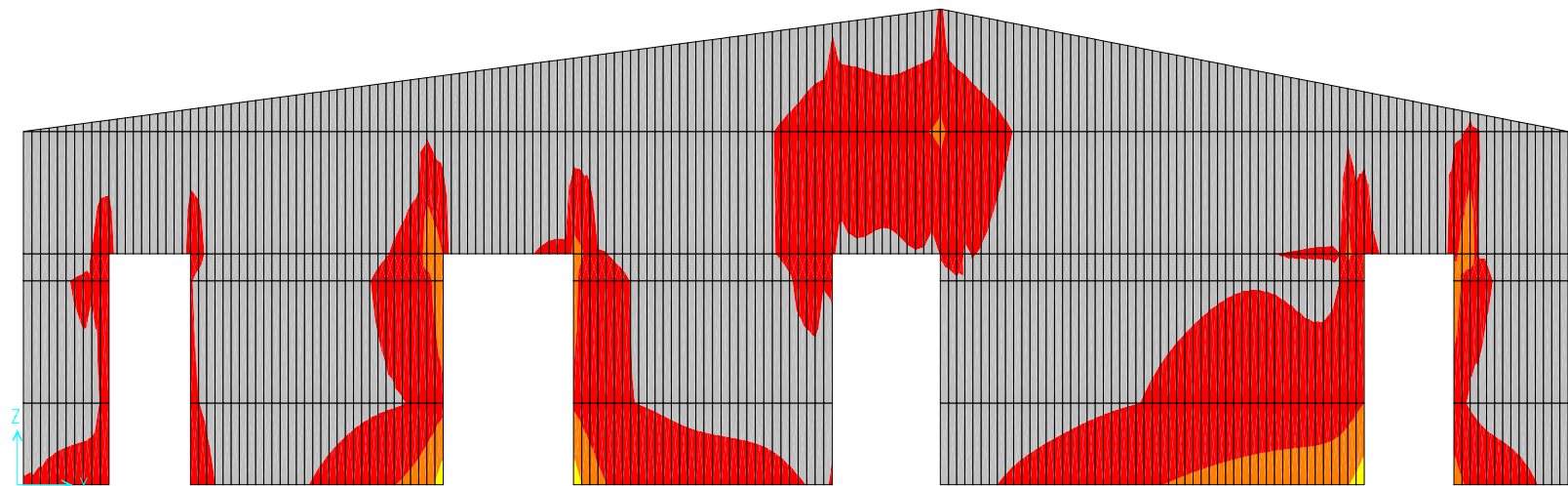
**EJE C**  
**ESFUERZOS AXIALES**

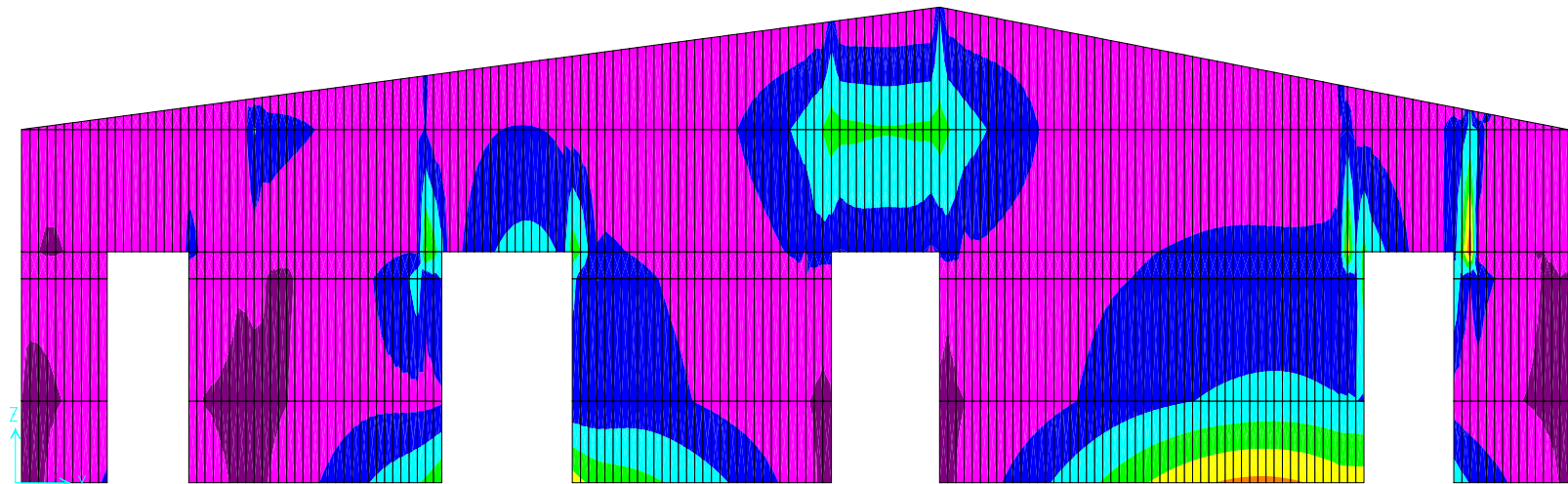


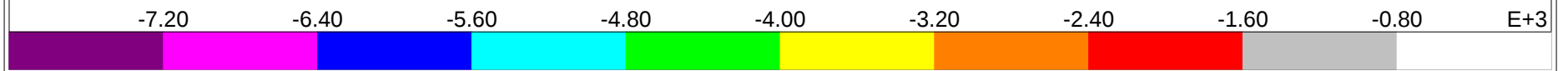
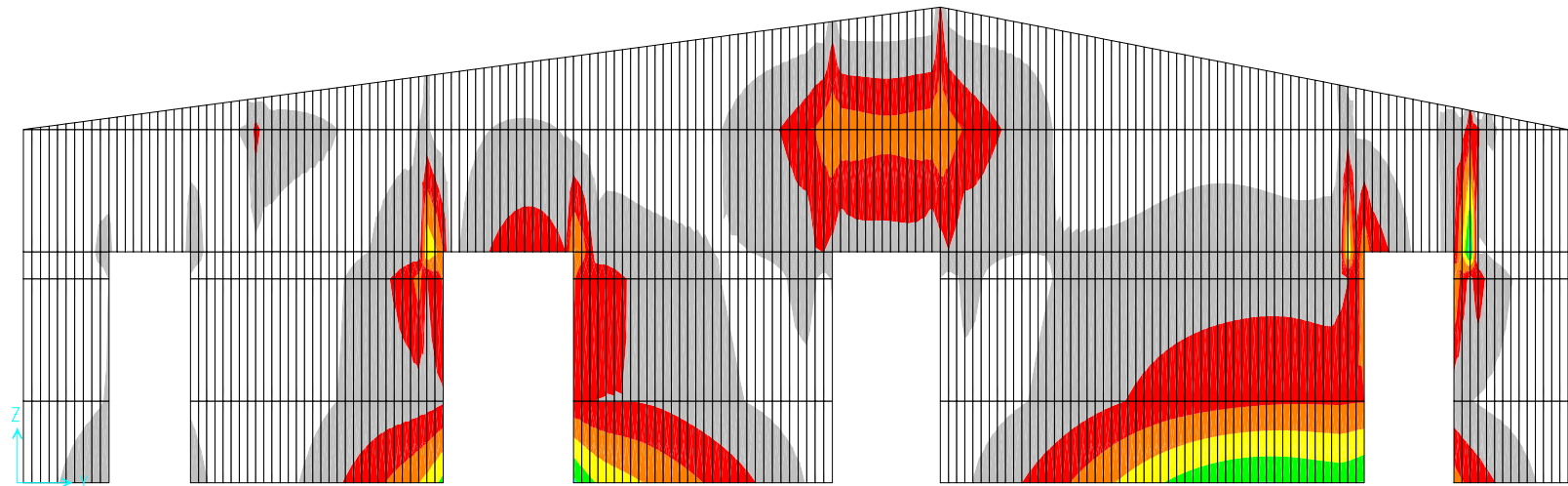


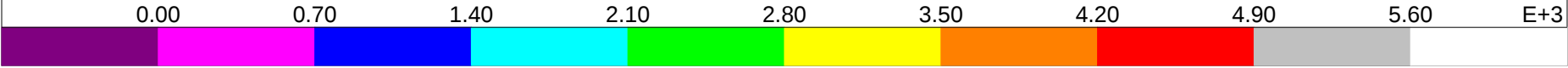
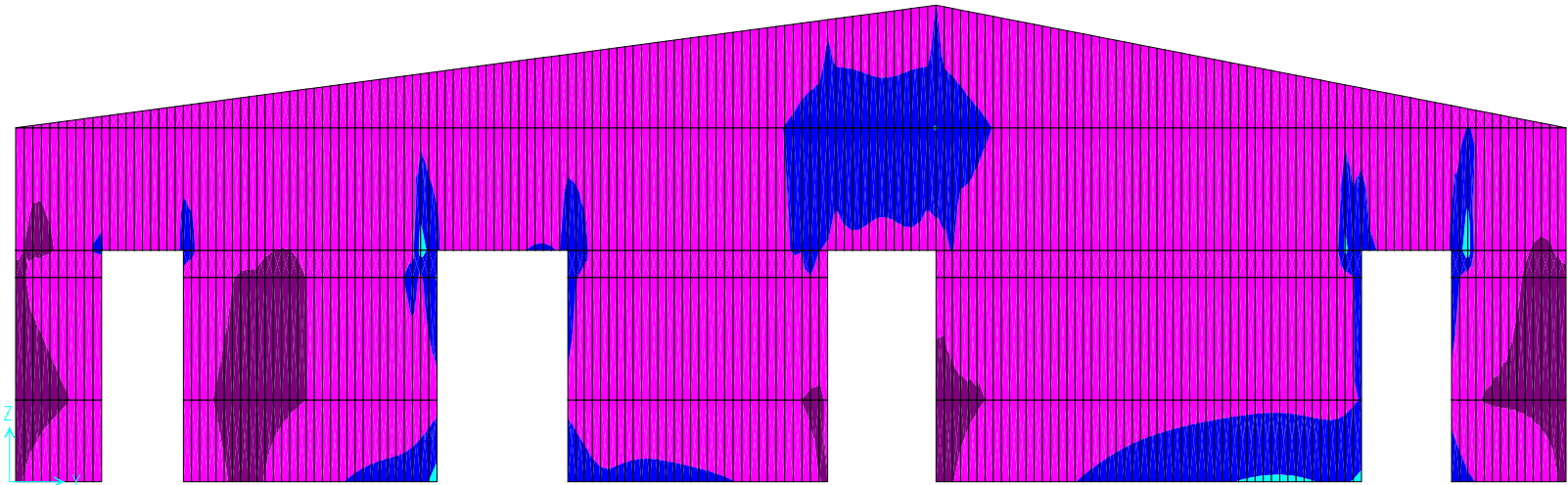


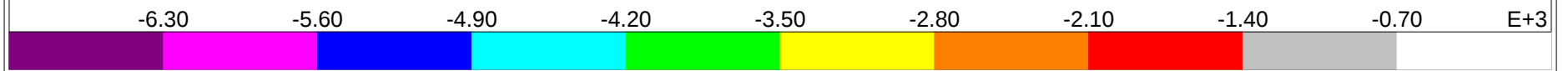
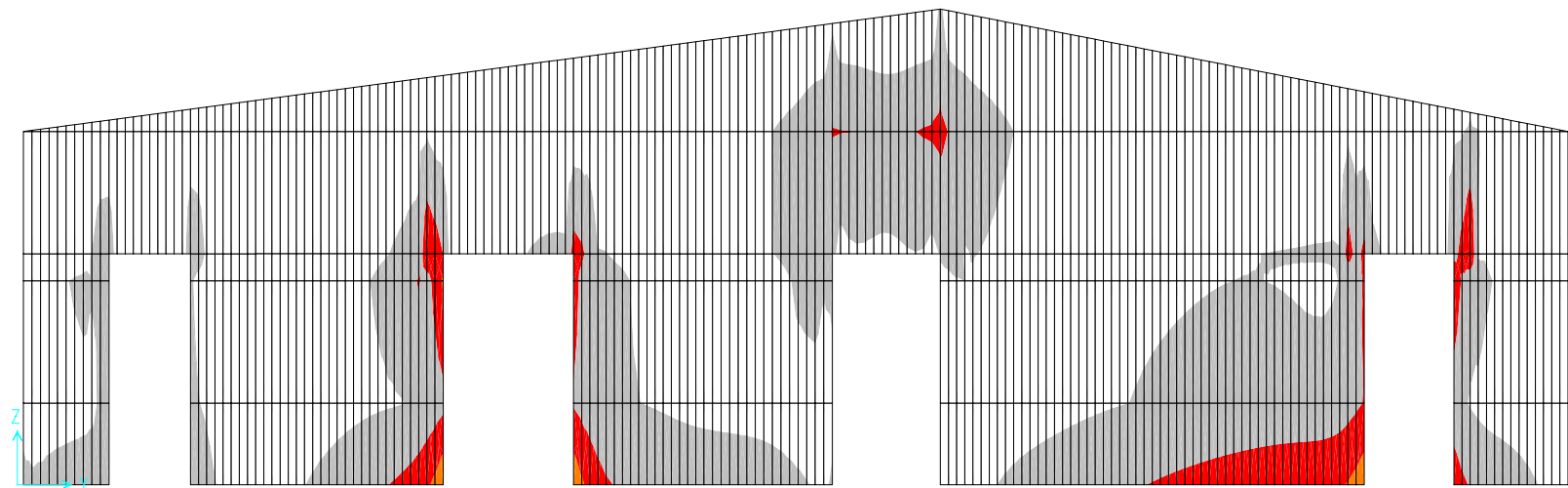




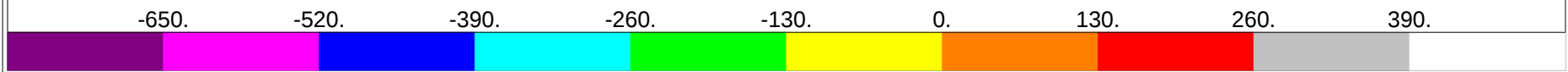
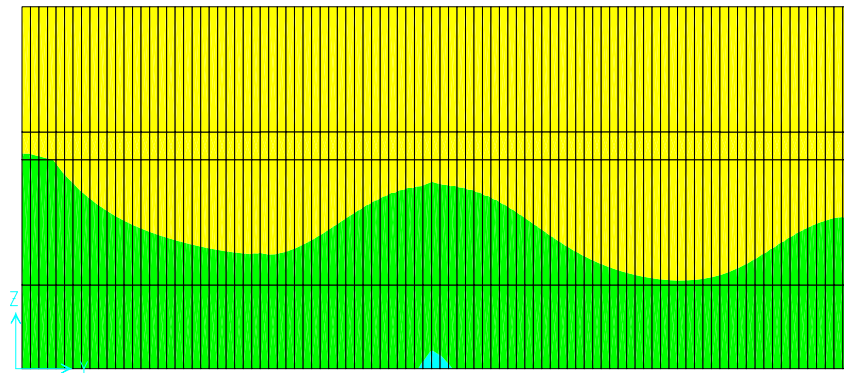


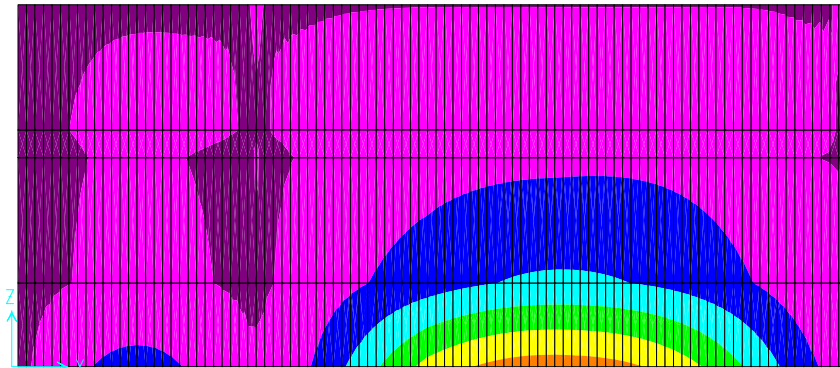


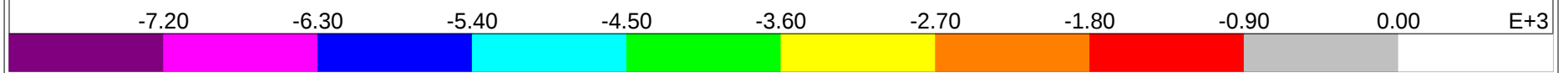
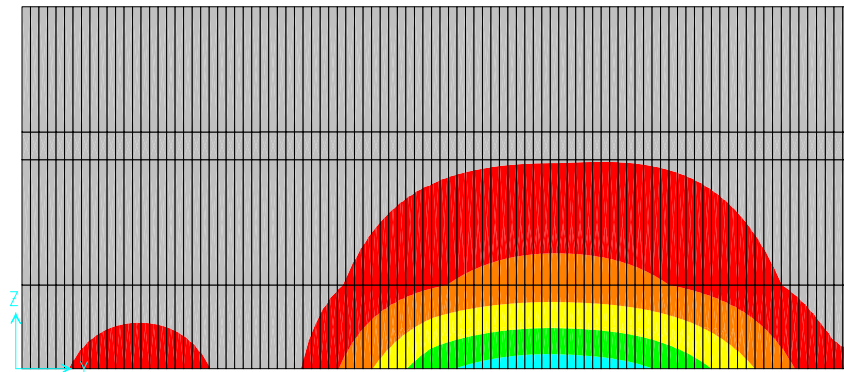


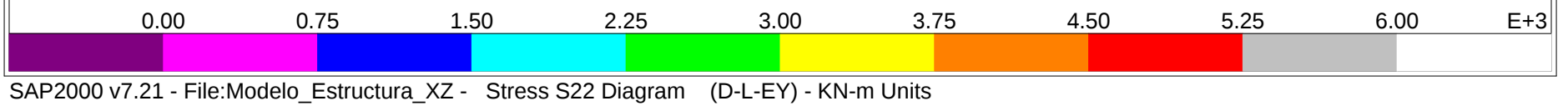
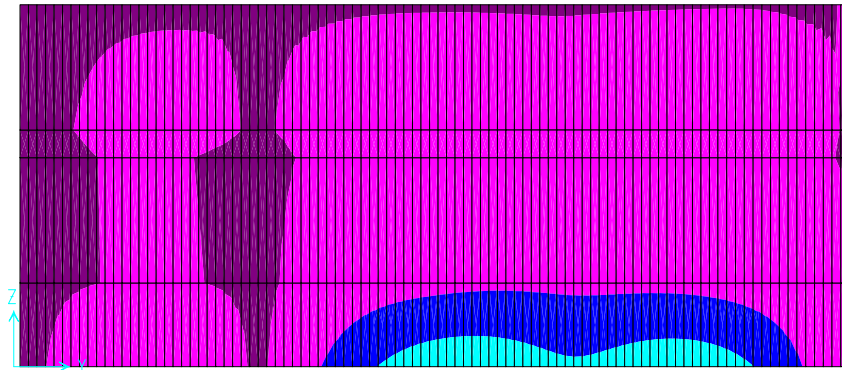


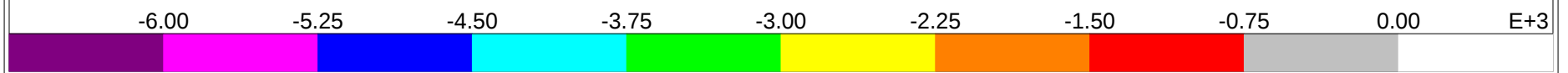
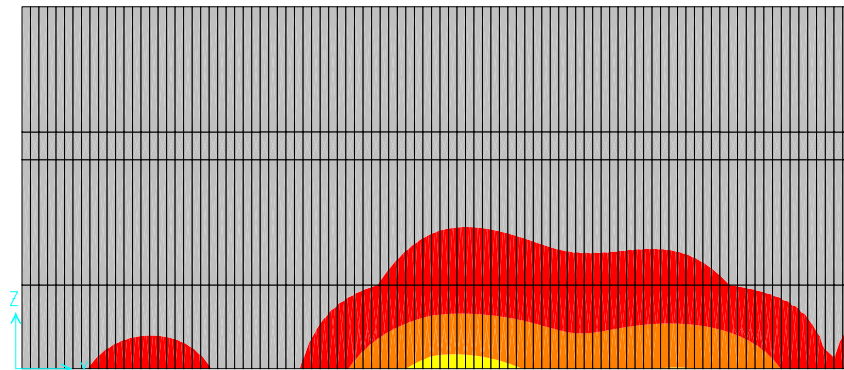
**EJE D**  
**ESFUERZOS AXIALES**

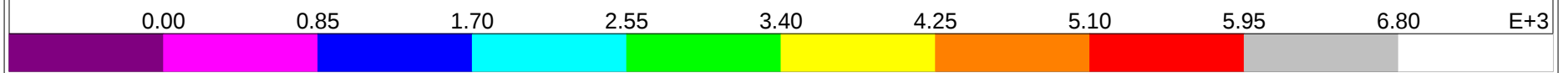
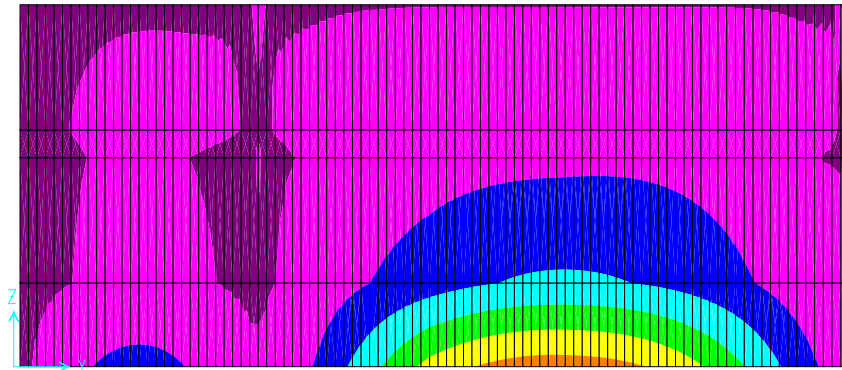


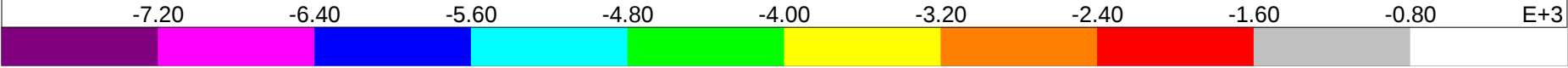
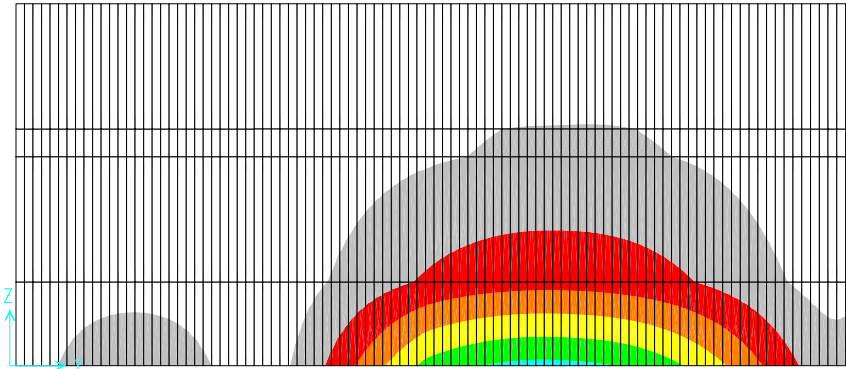


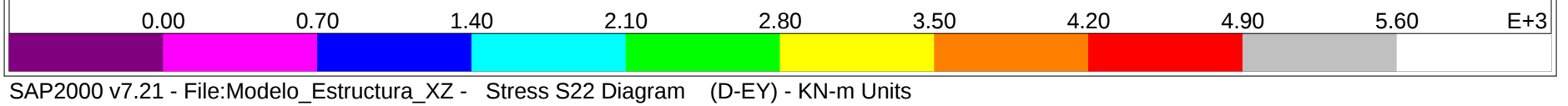
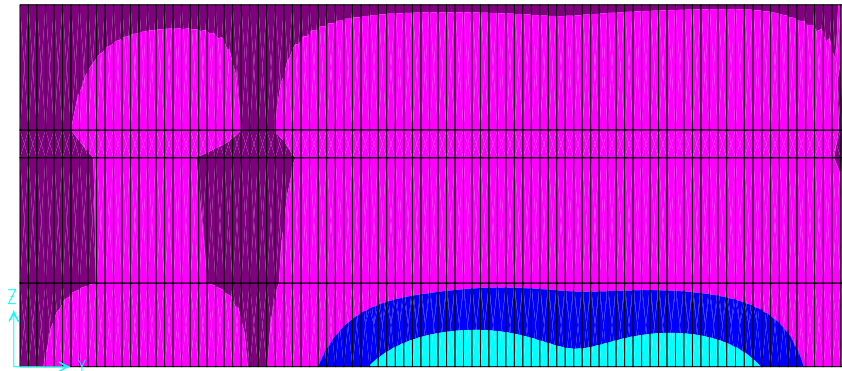


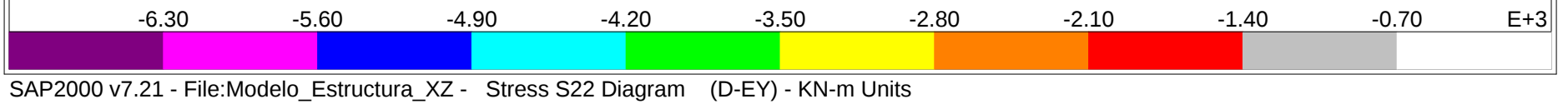
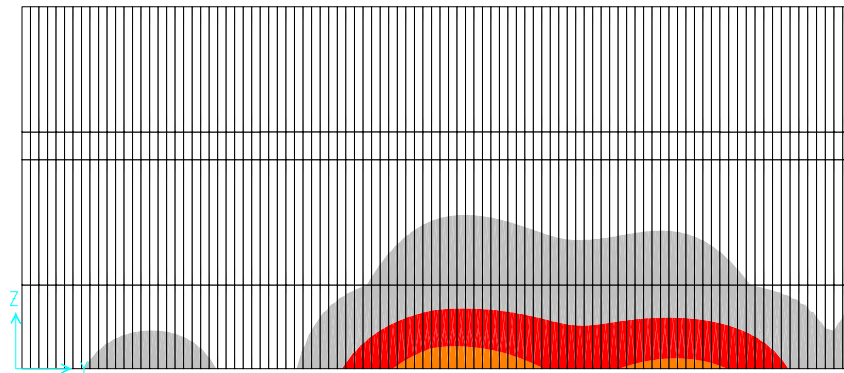




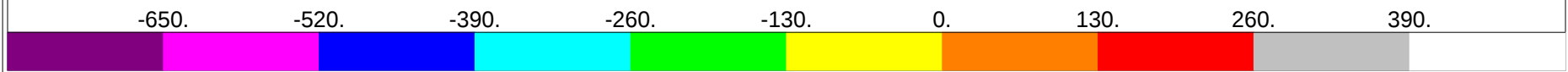


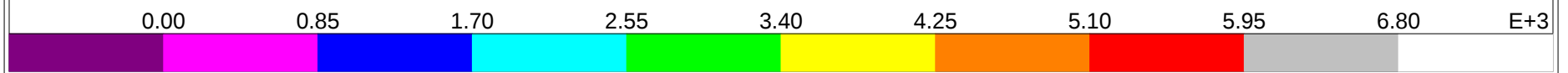
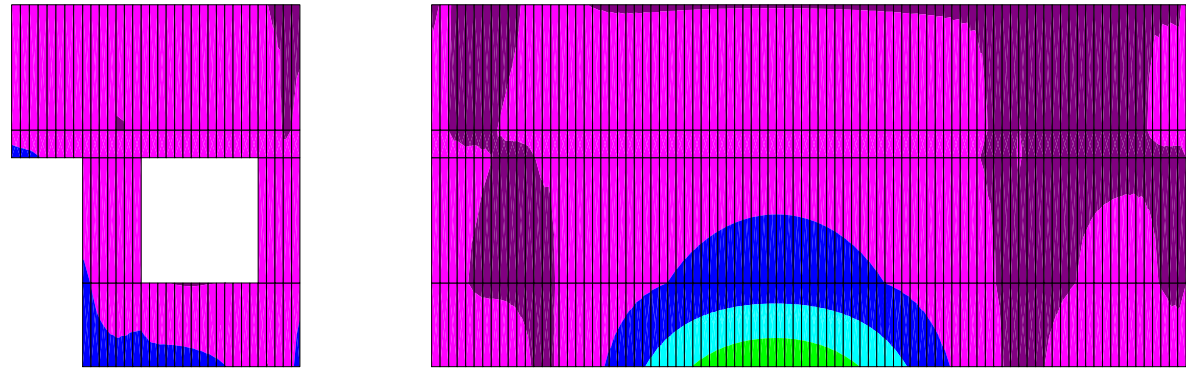


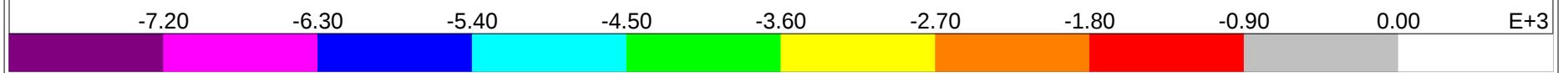
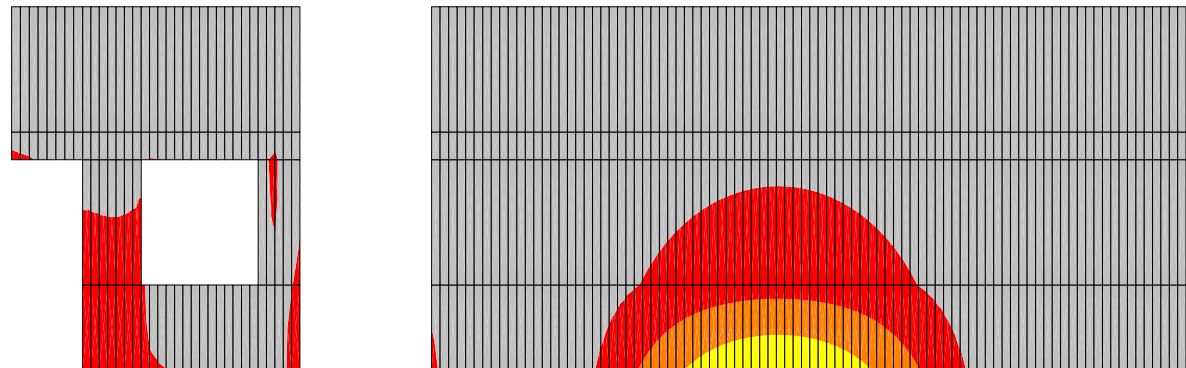


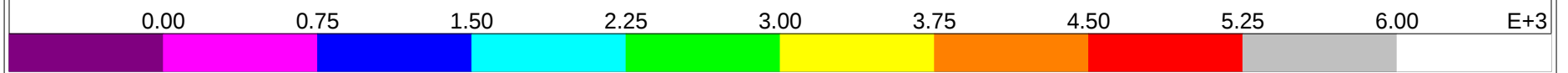
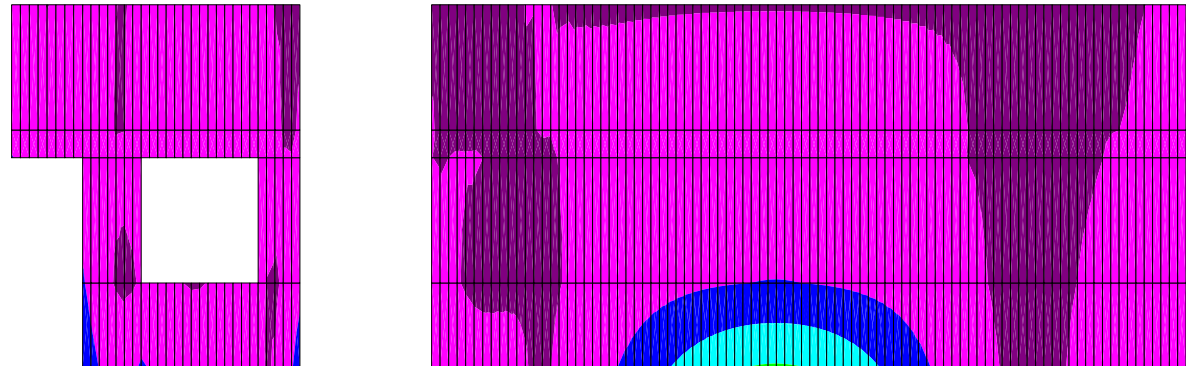


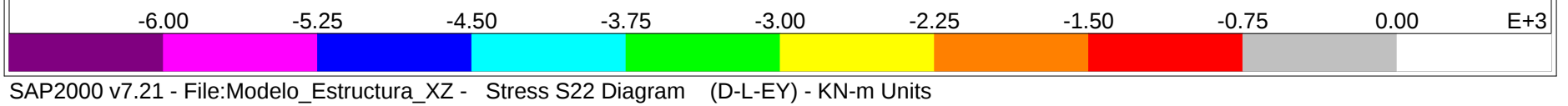
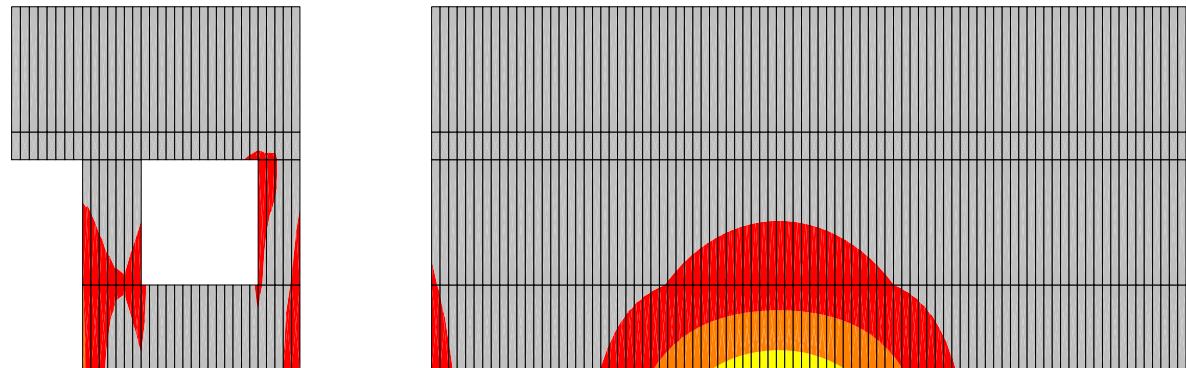
**EJE E**  
**ESFUERZOS AXIALES**

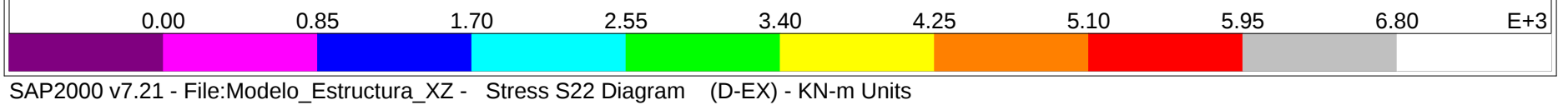
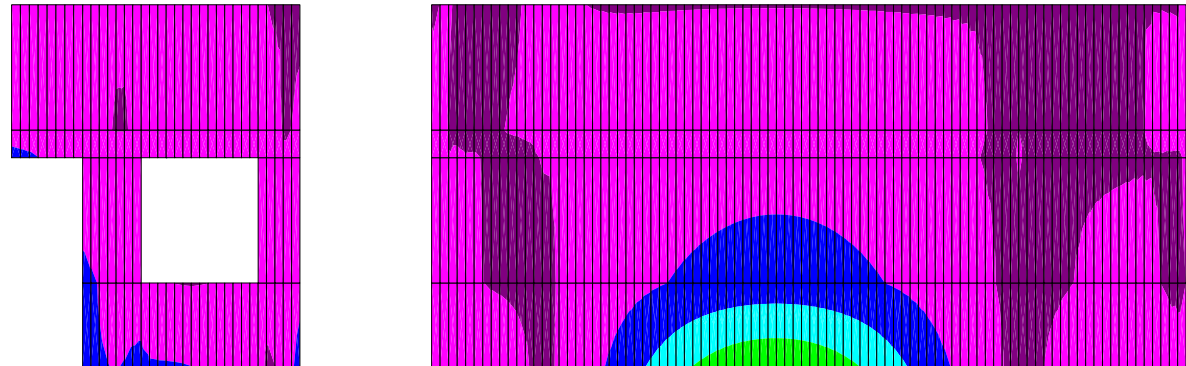


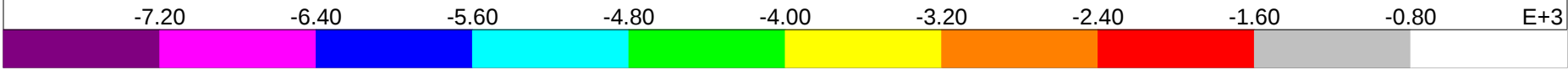
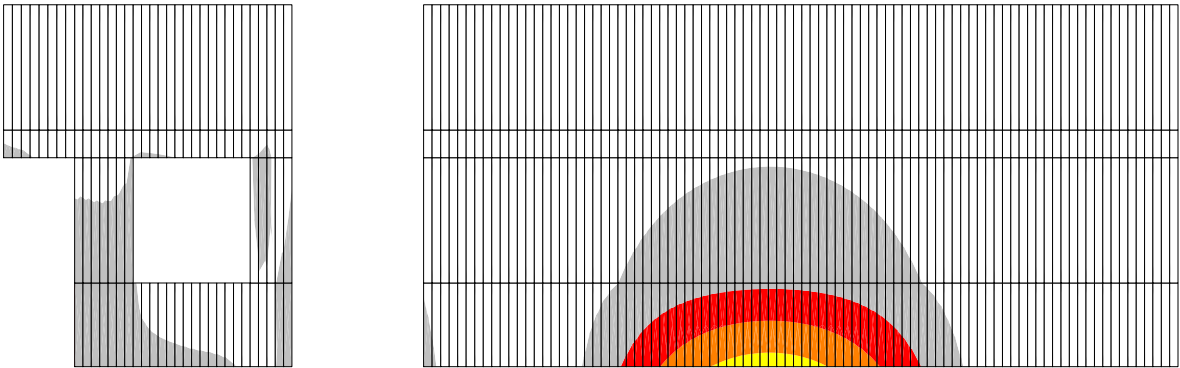


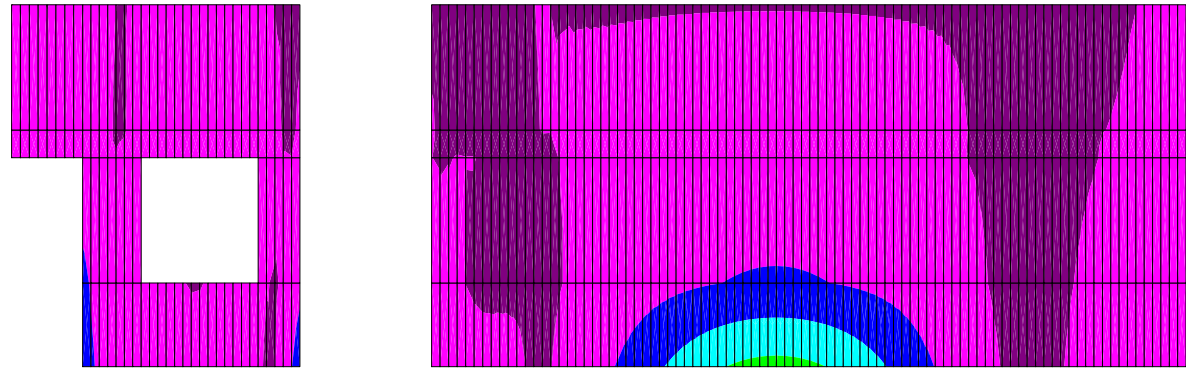












0.00

0.70

1.40

2.10

2.80

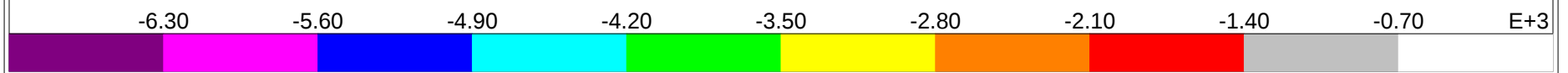
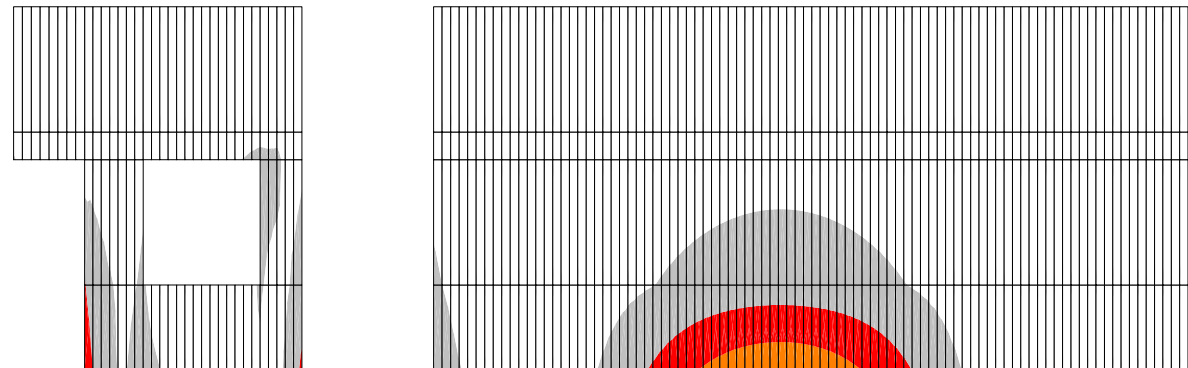
3.50

4.20

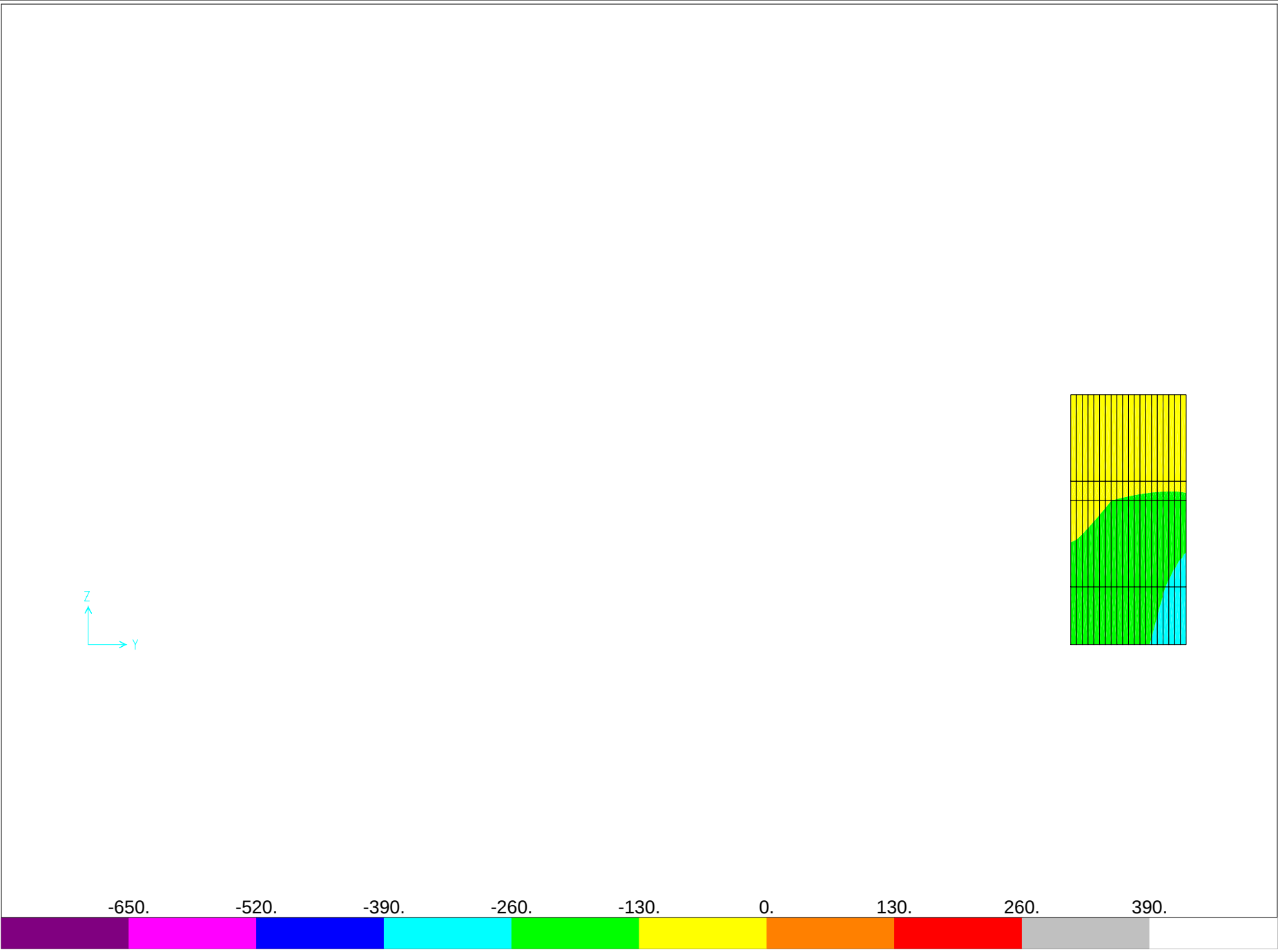
4.90

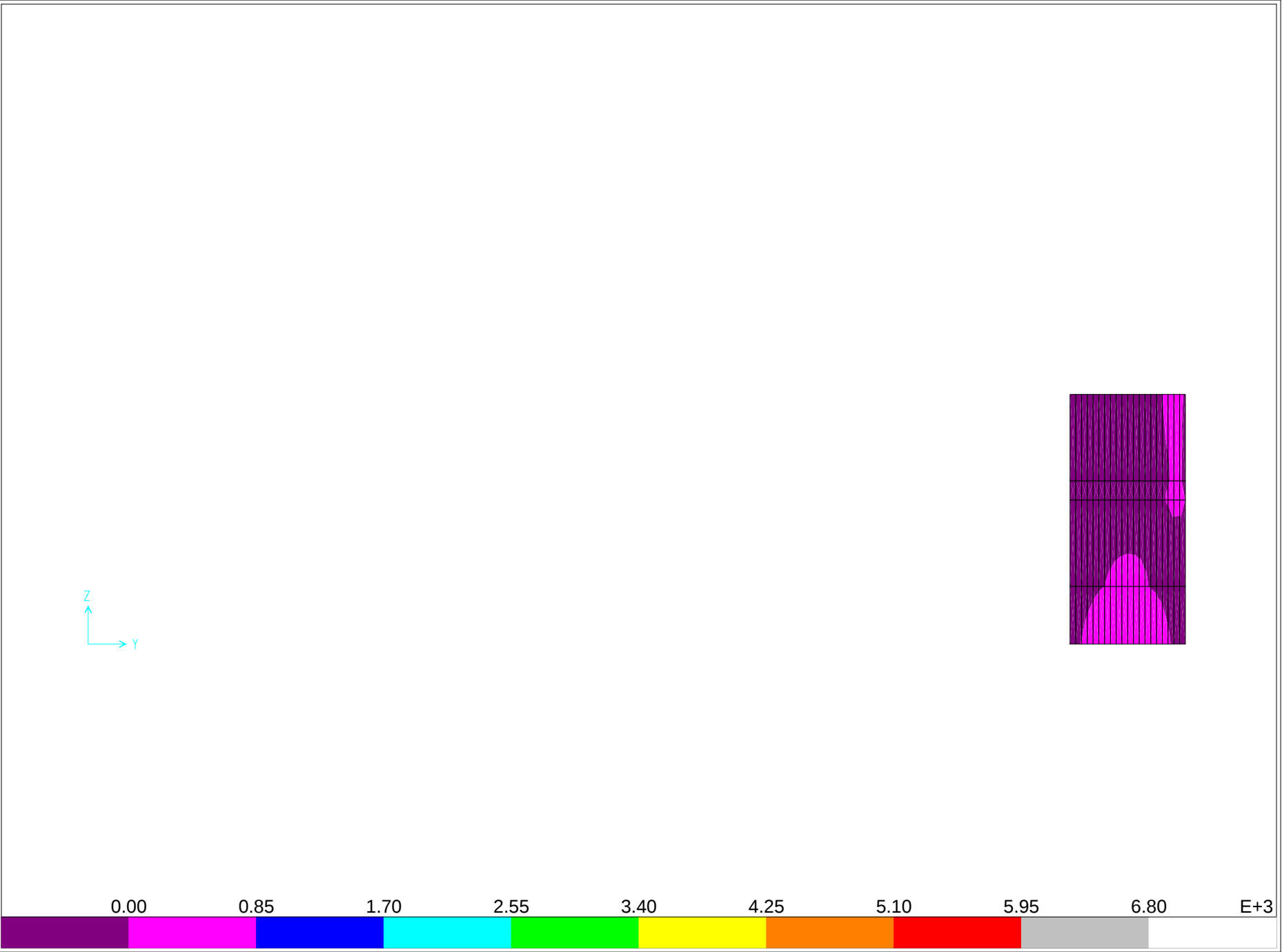
5.60

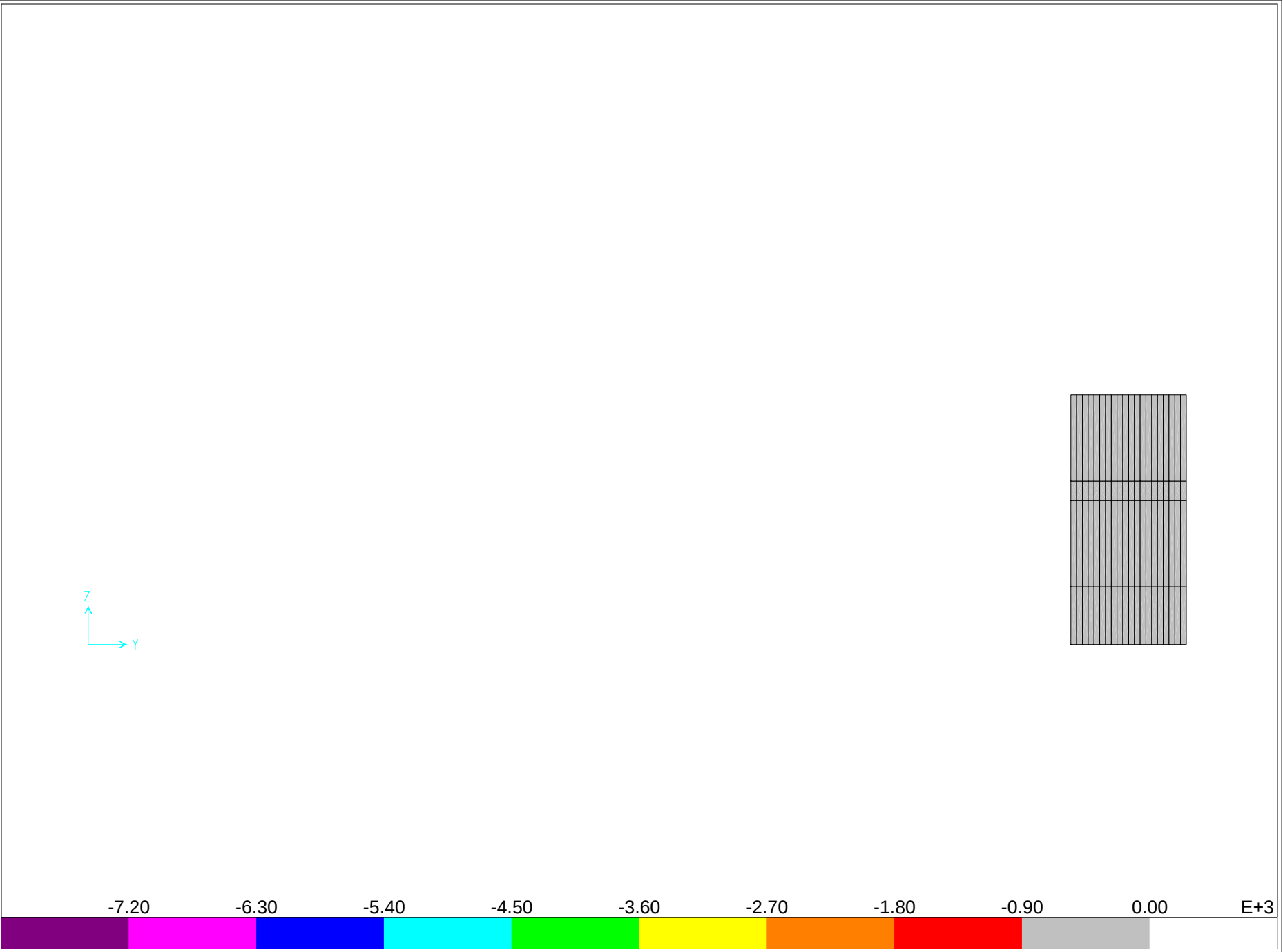
E+3

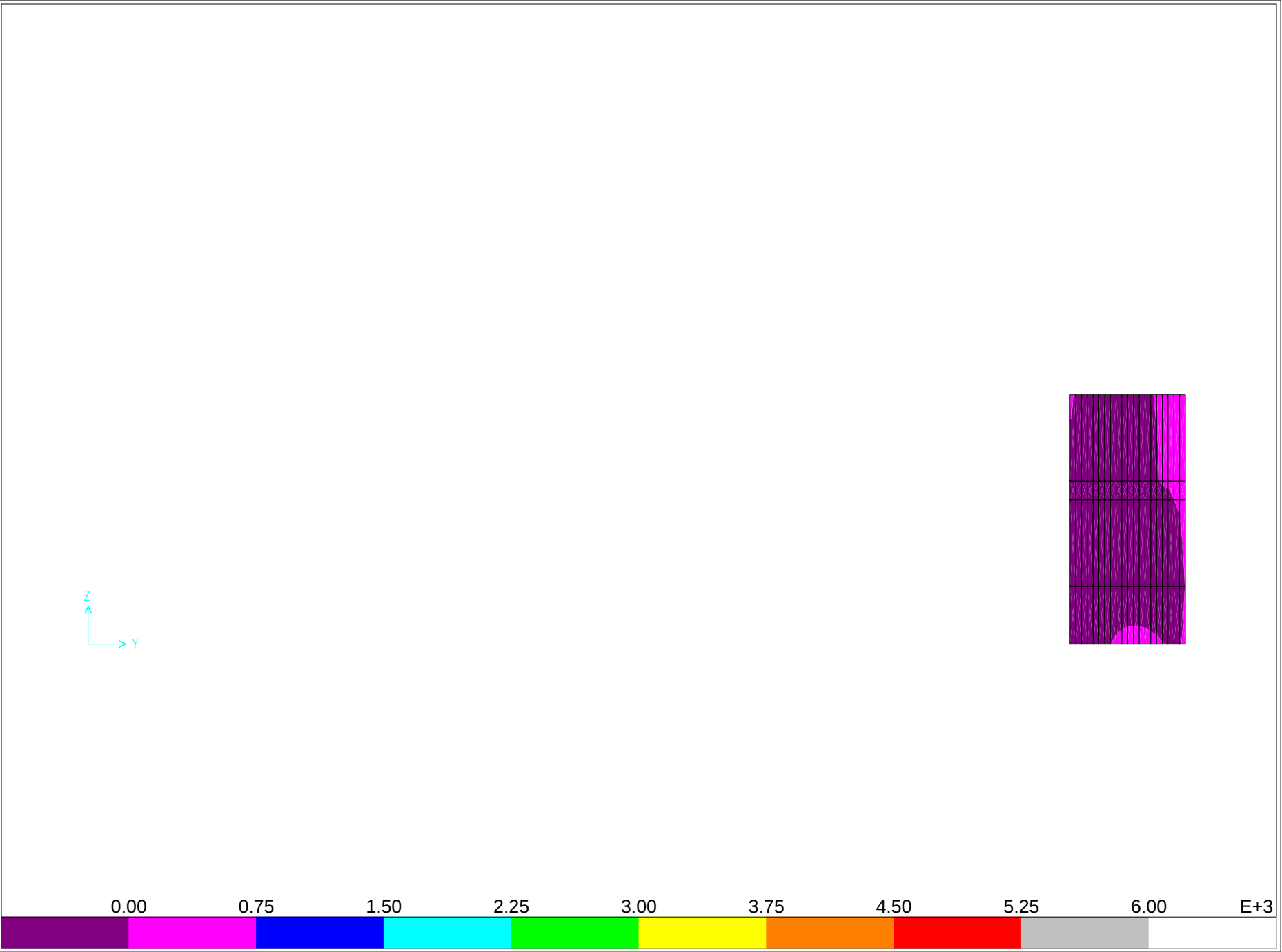


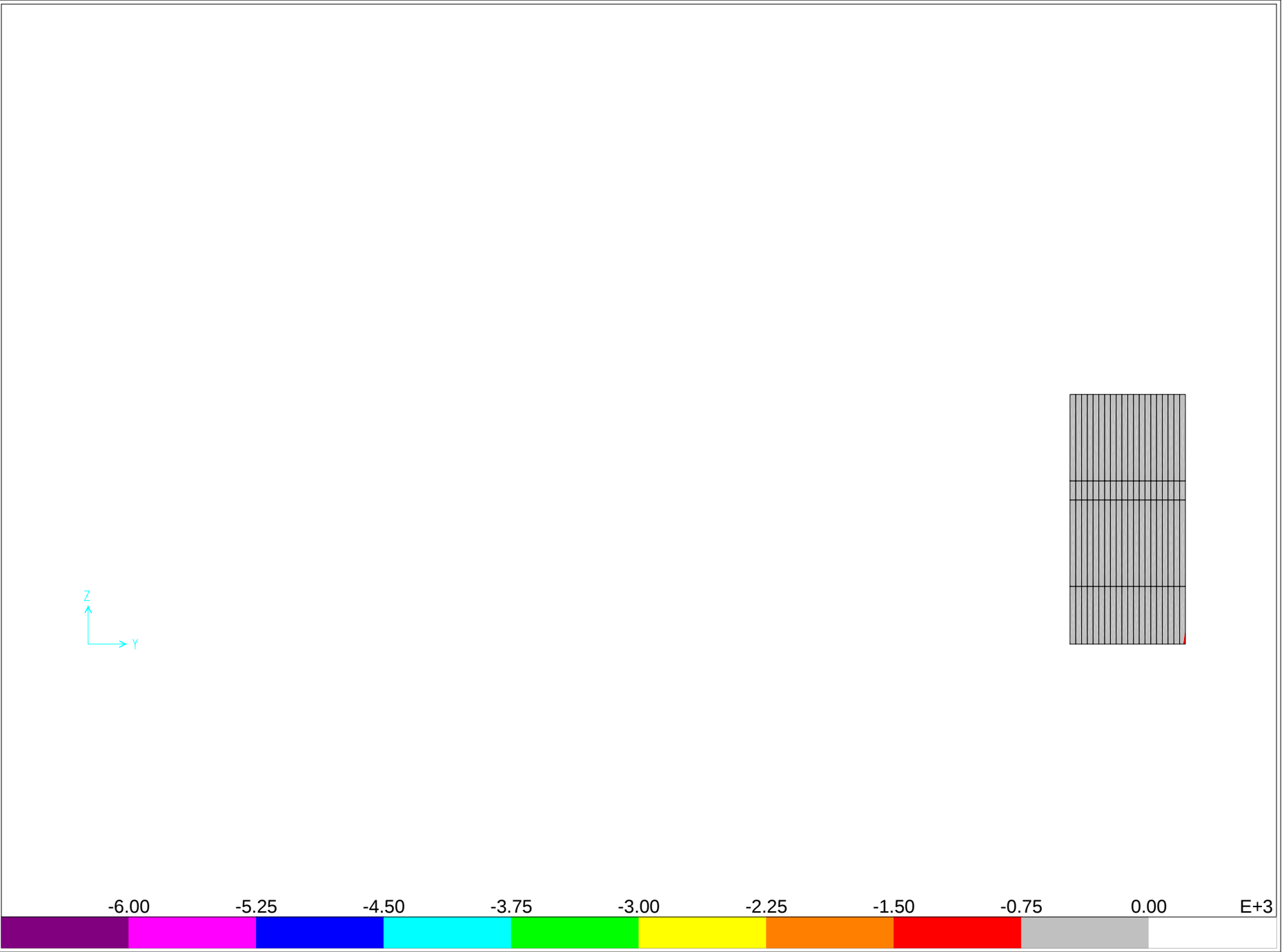
**EJE F**  
**ESFUERZOS AXIALES**

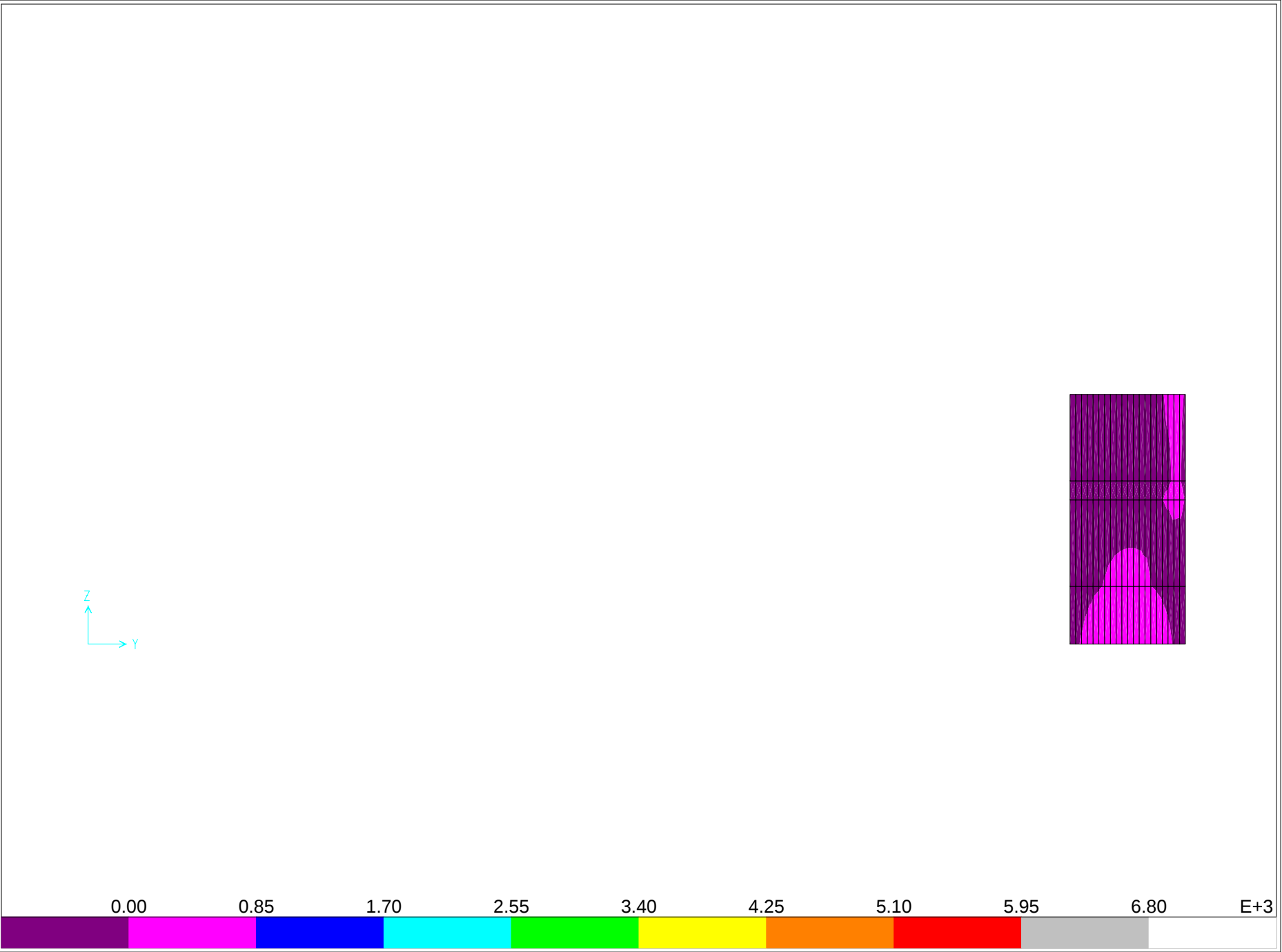


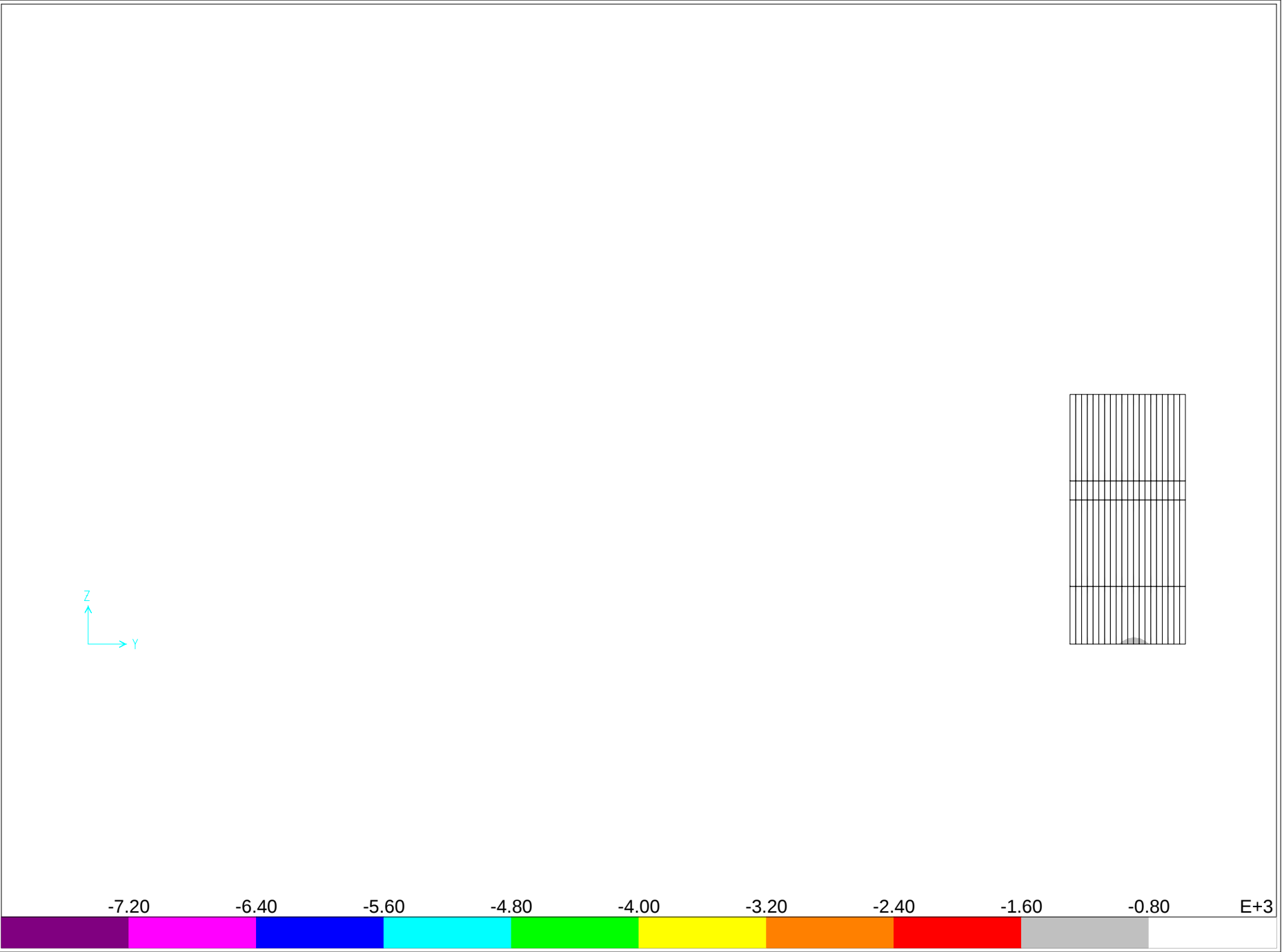


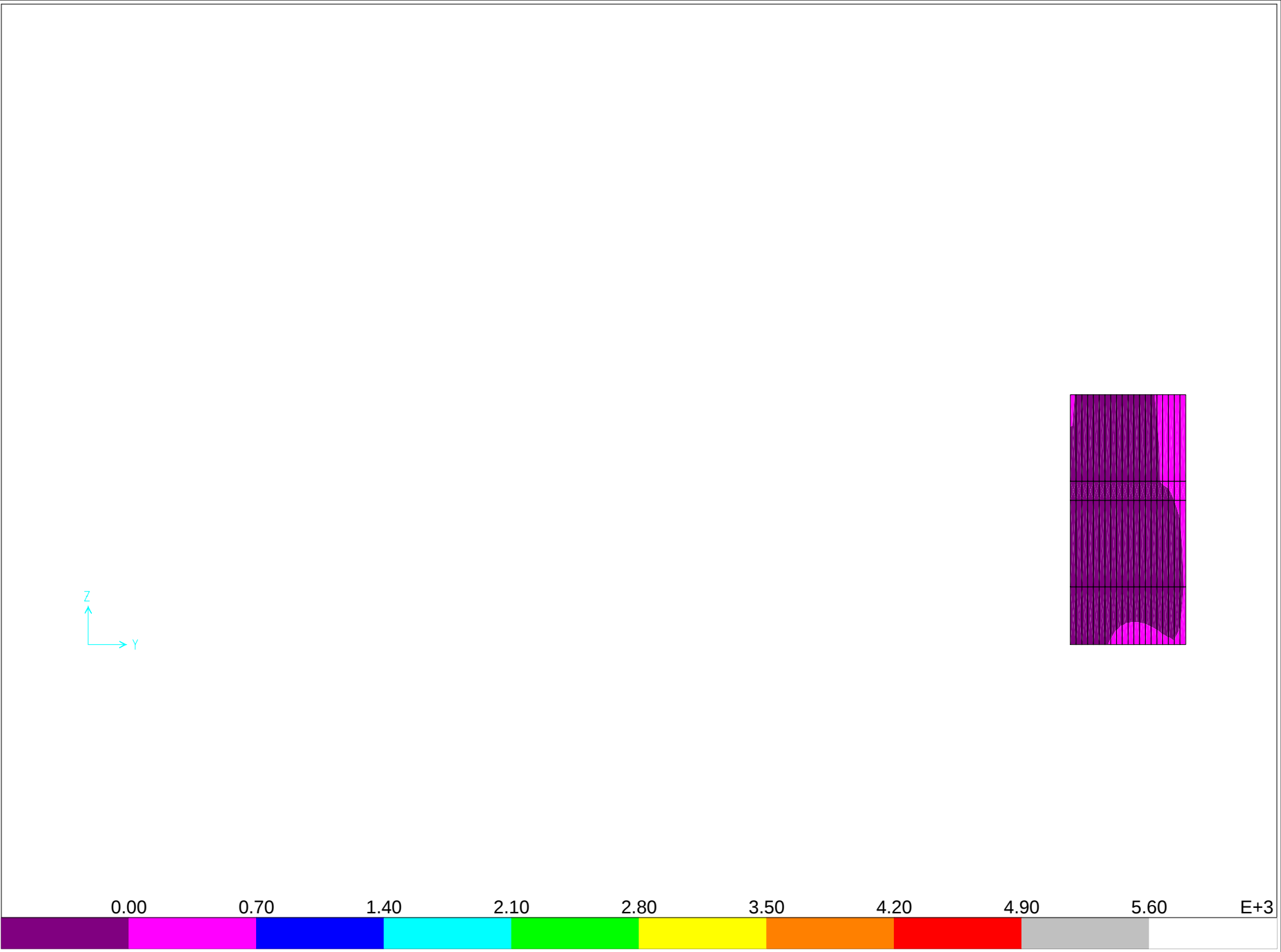


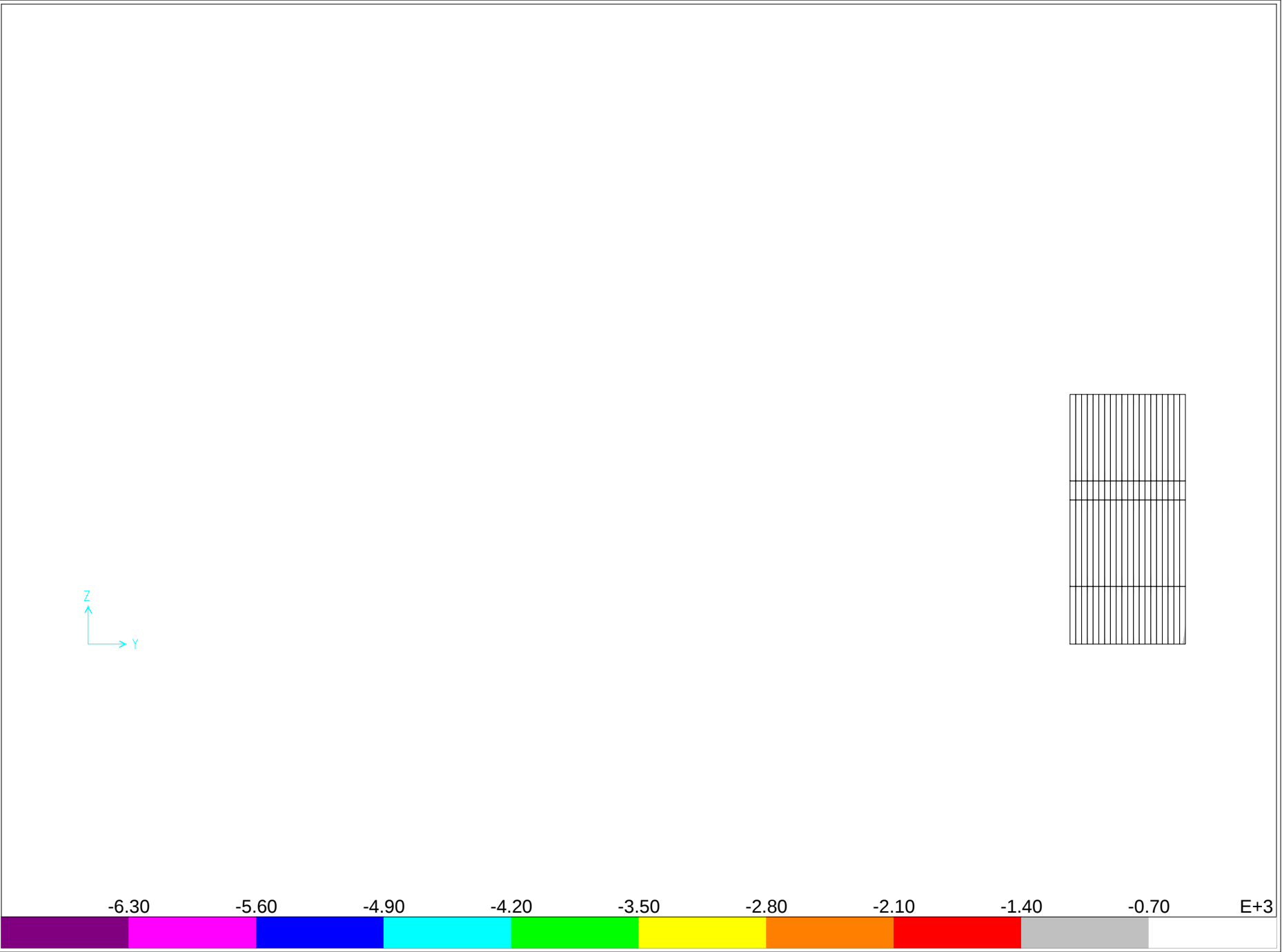




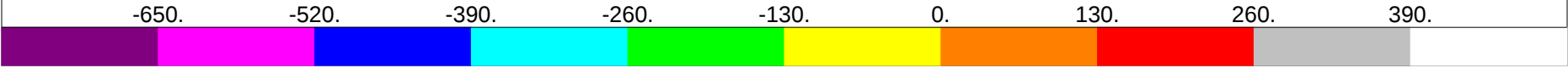
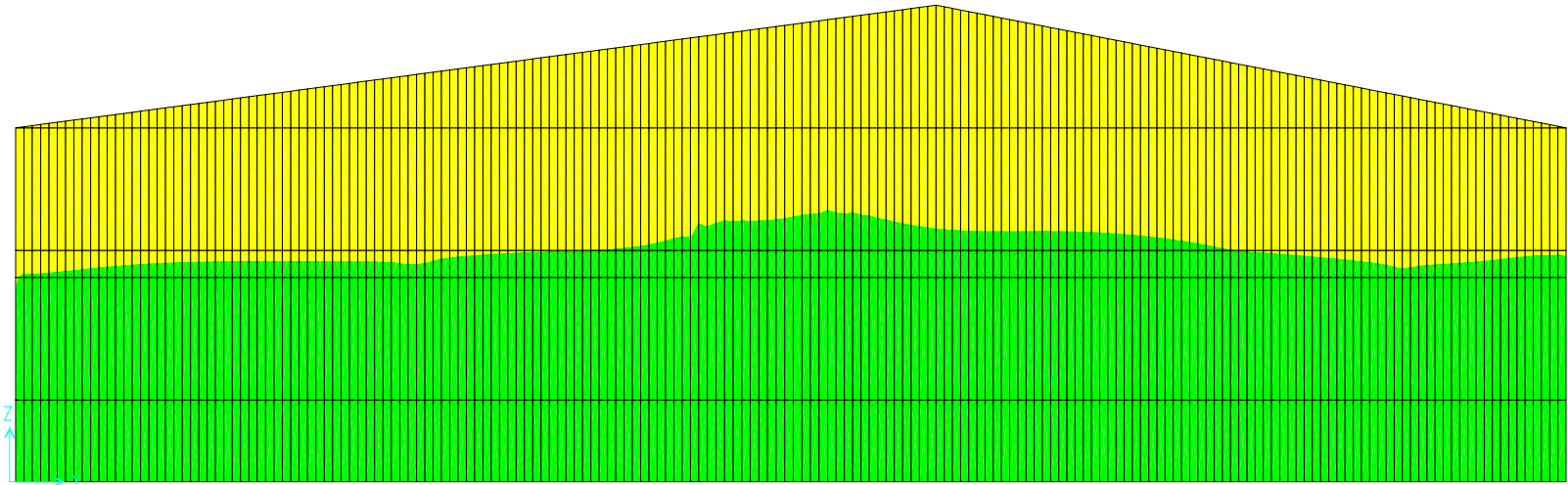


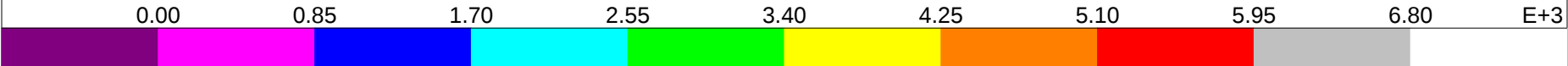
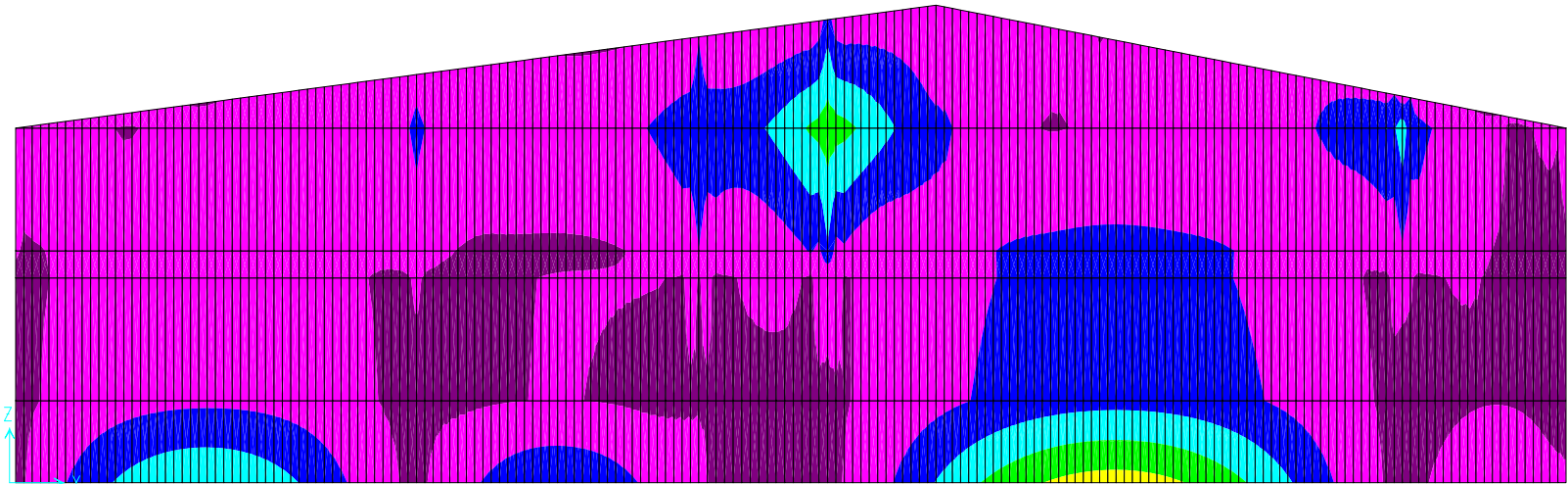


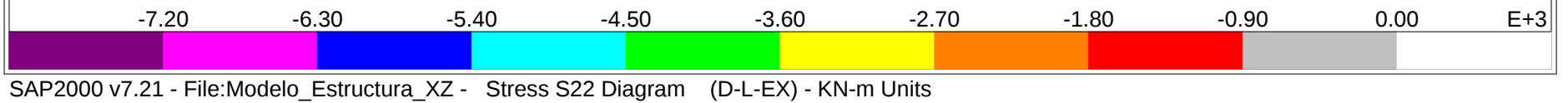
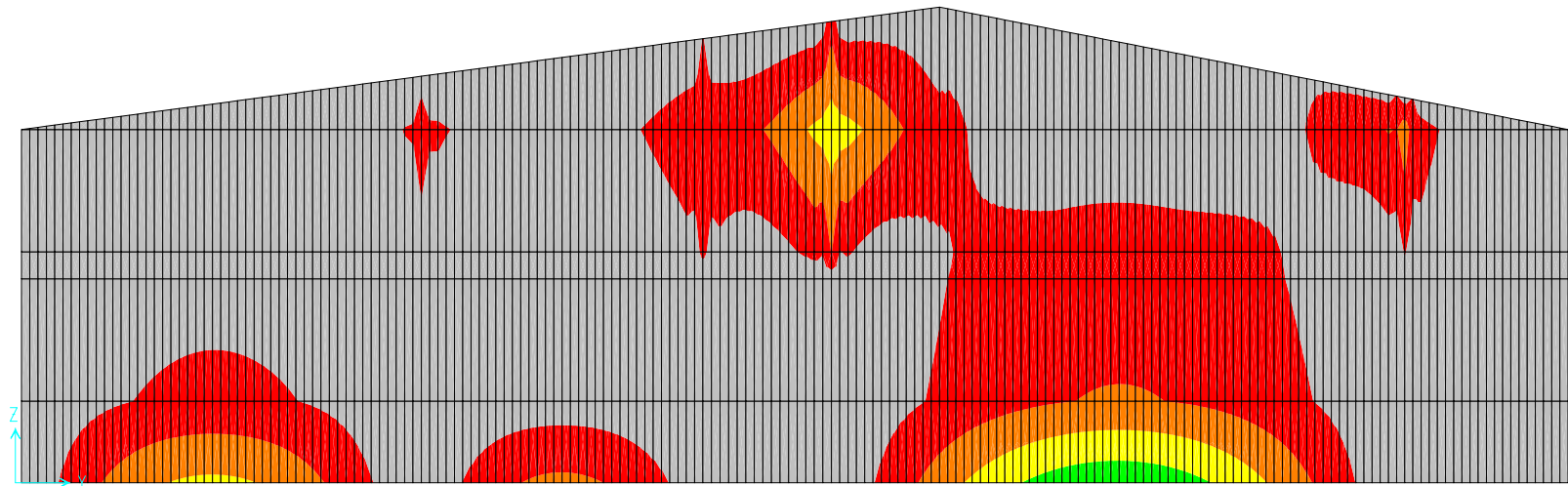


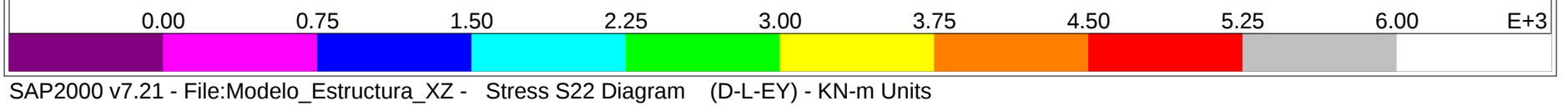
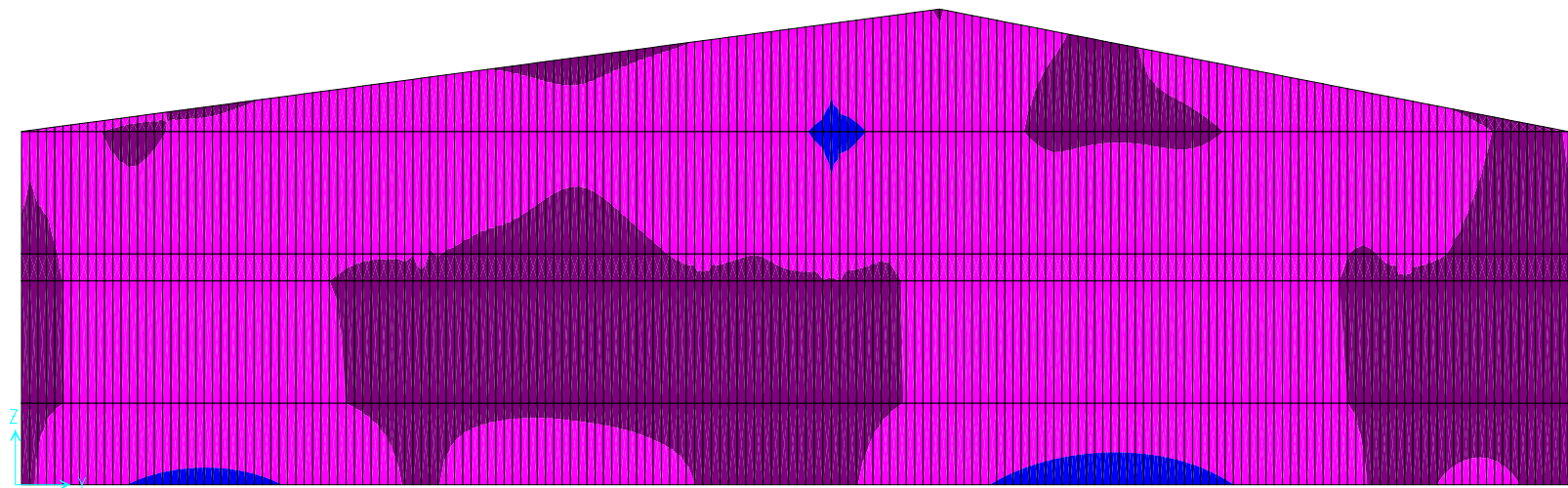


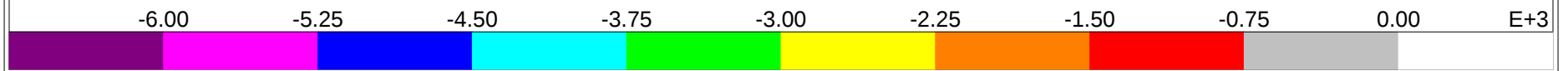
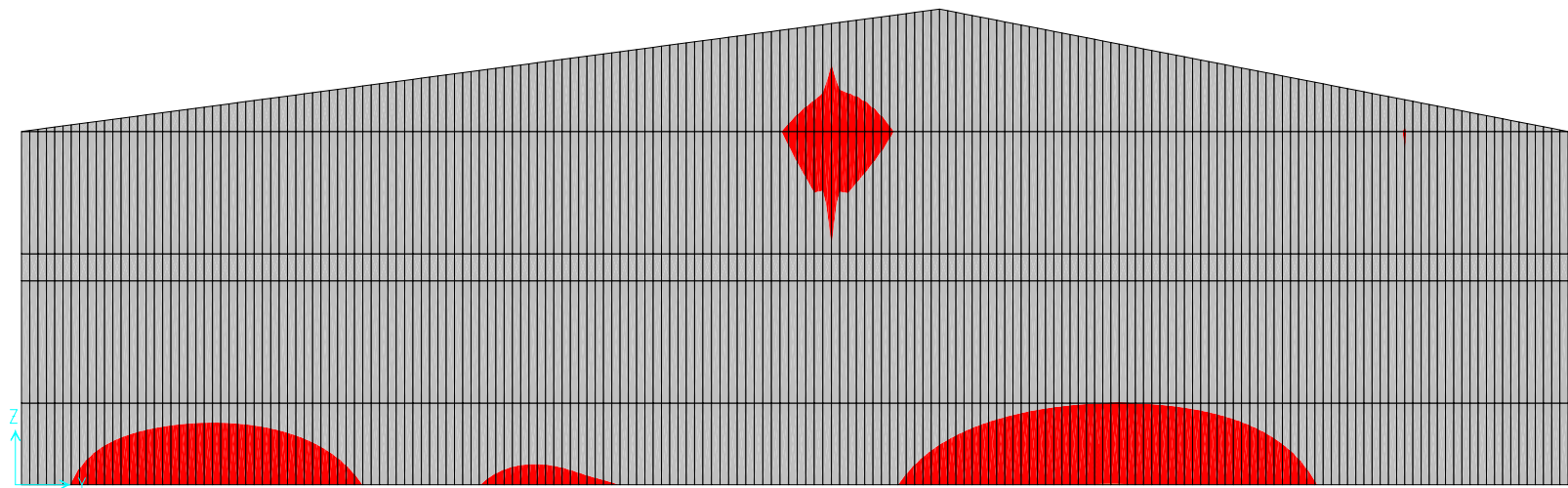
**EJE G**  
**ESFUERZOS AXIALES**

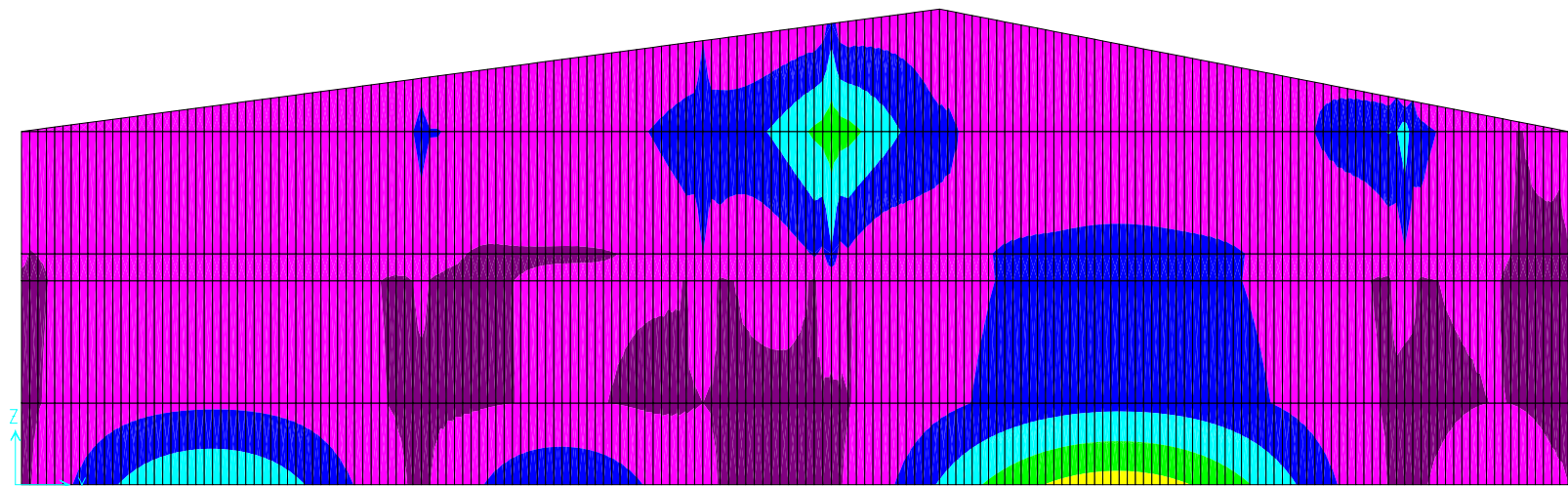












0.00

0.85

1.70

2.55

3.40

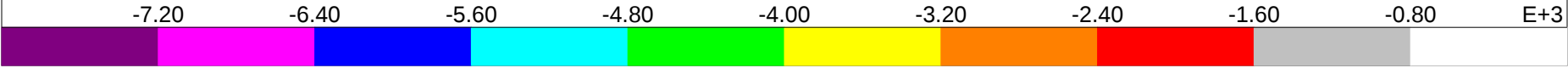
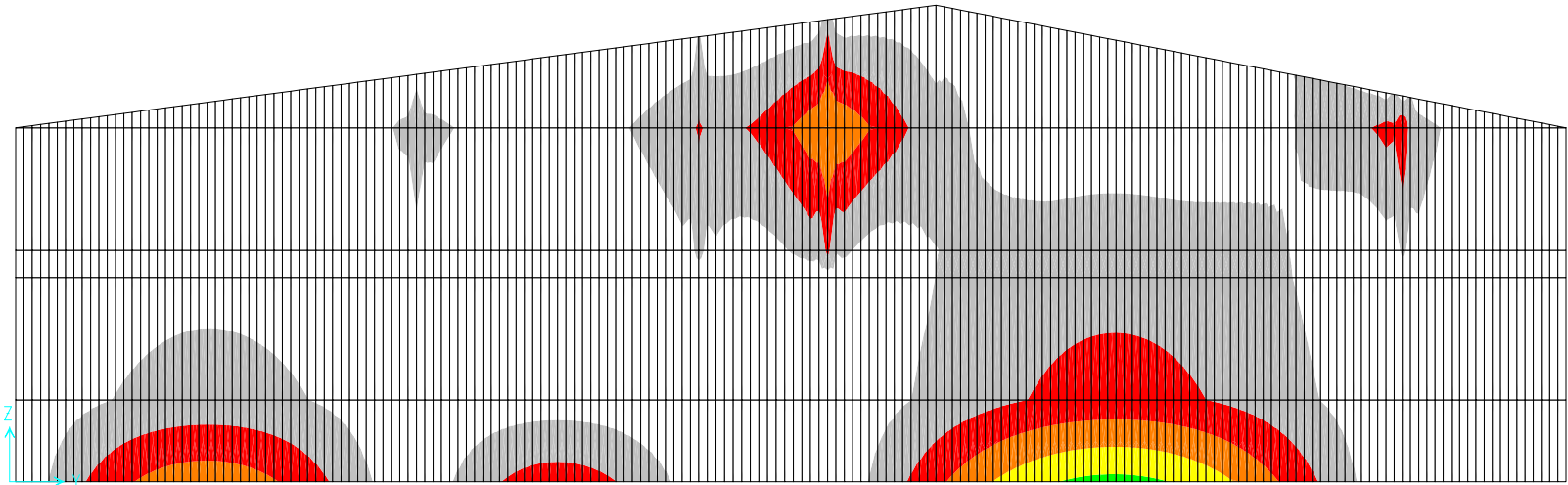
4.25

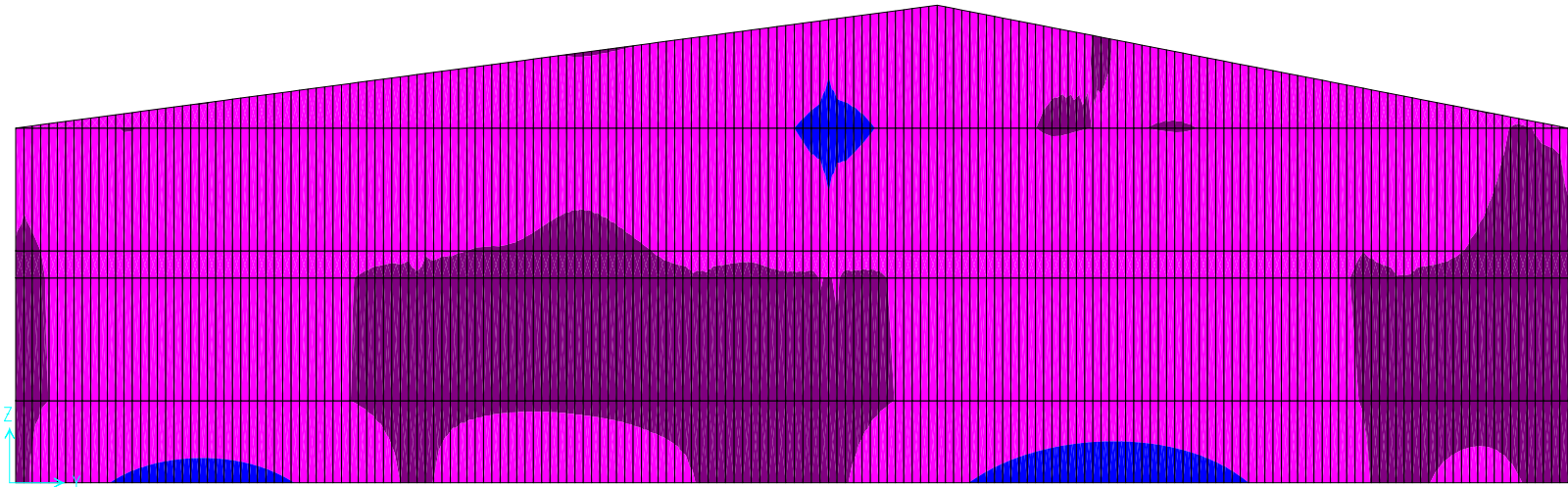
5.10

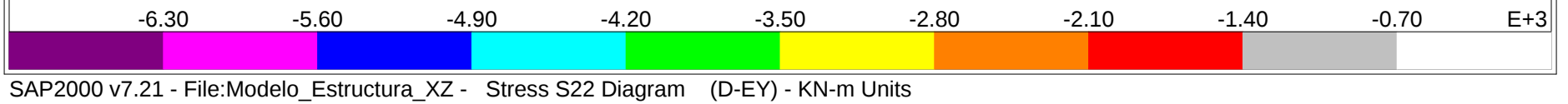
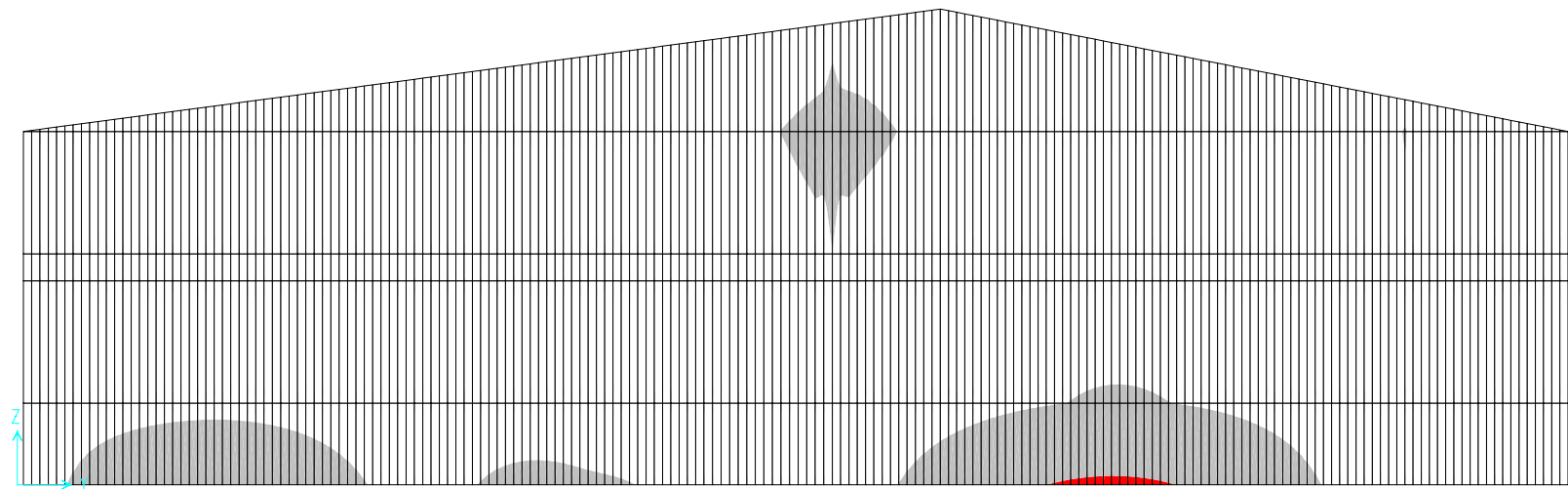
5.95

6.80

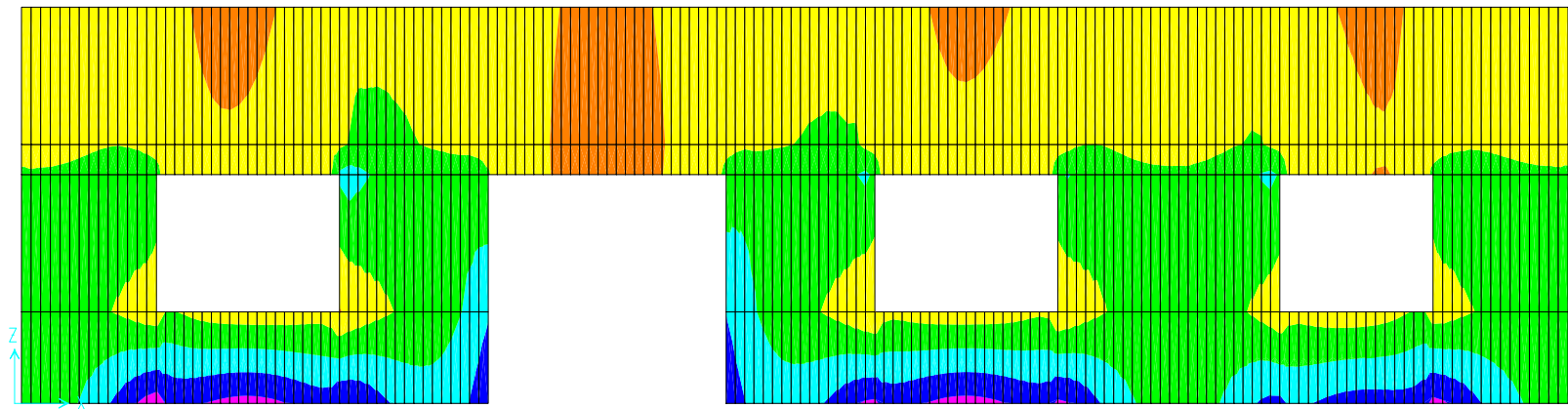
E+3







**EJE 1**  
**ESFUERZOS AXIALES**



-650.

-520.

-390.

-260.

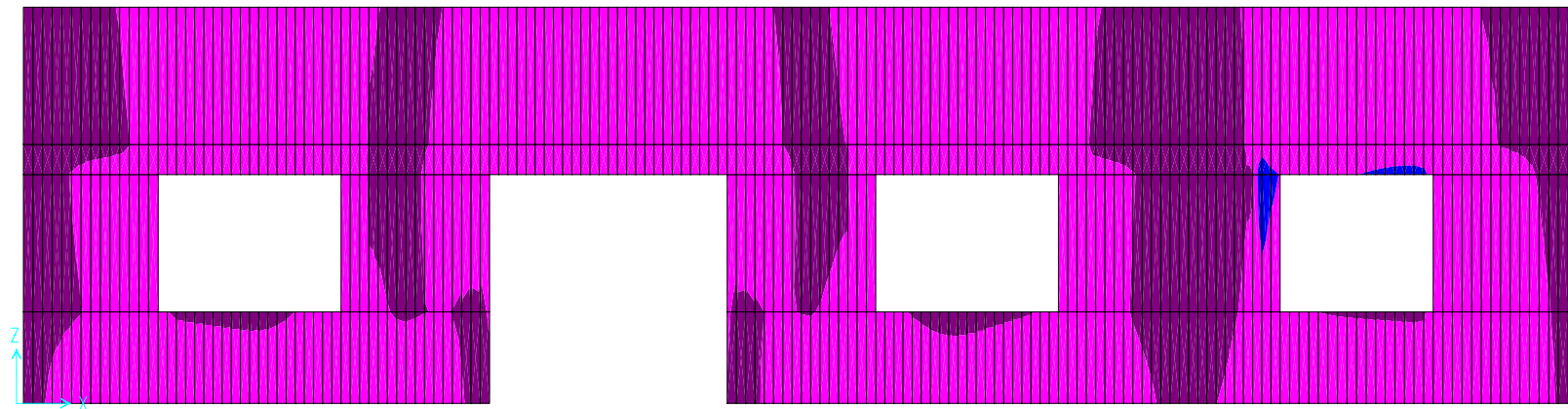
-130.

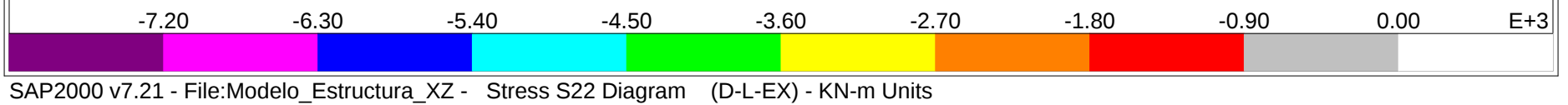
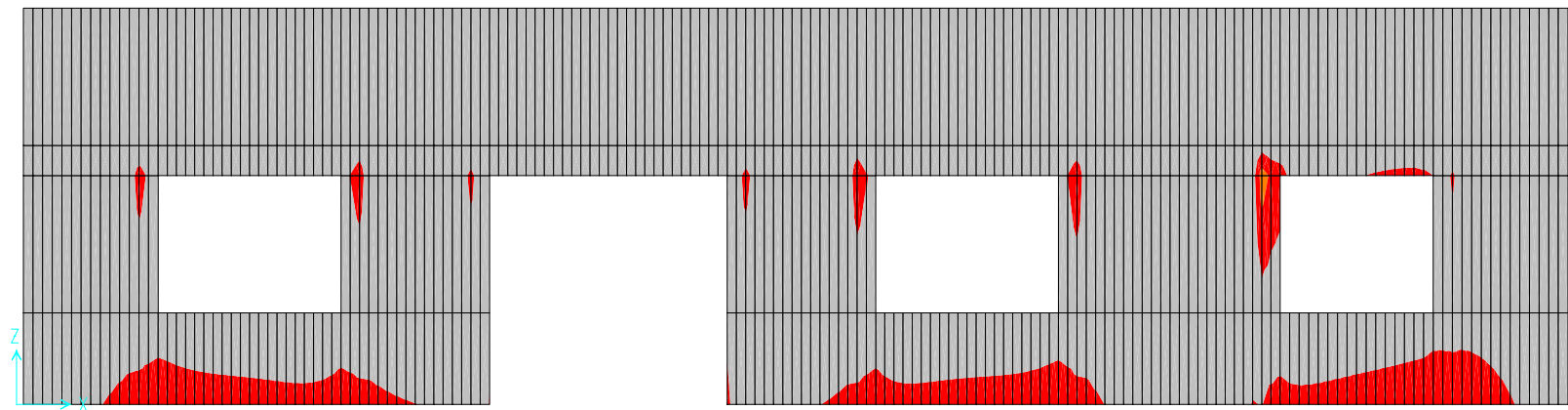
0.

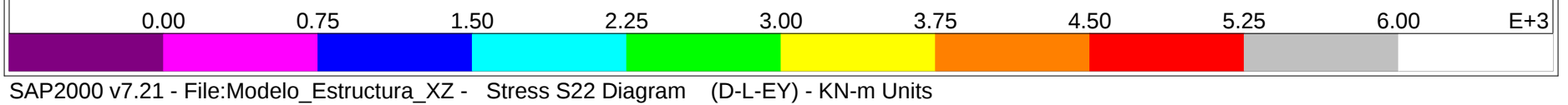
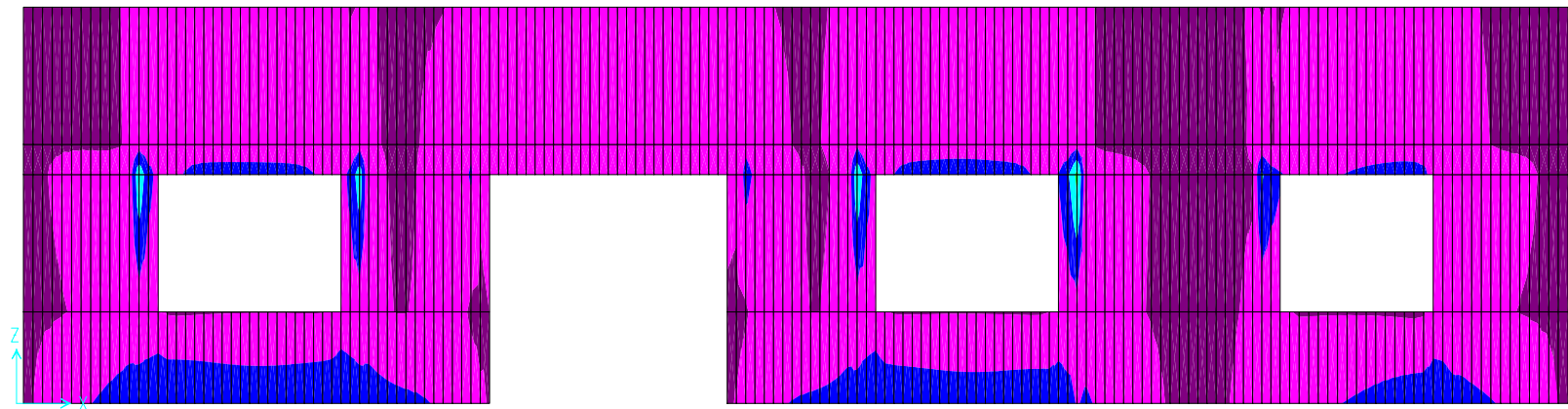
130.

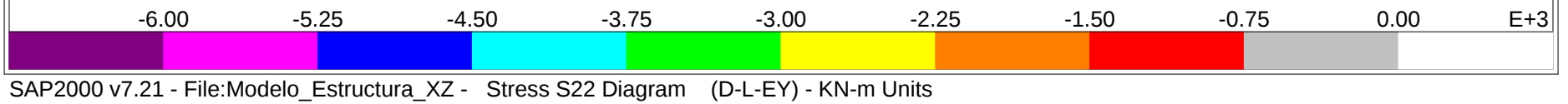
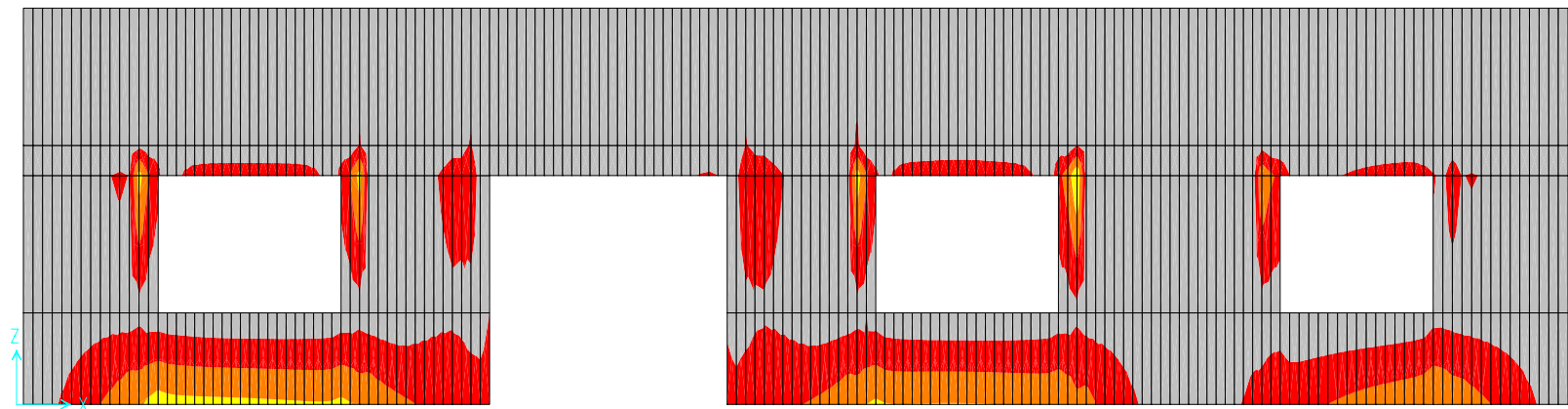
260.

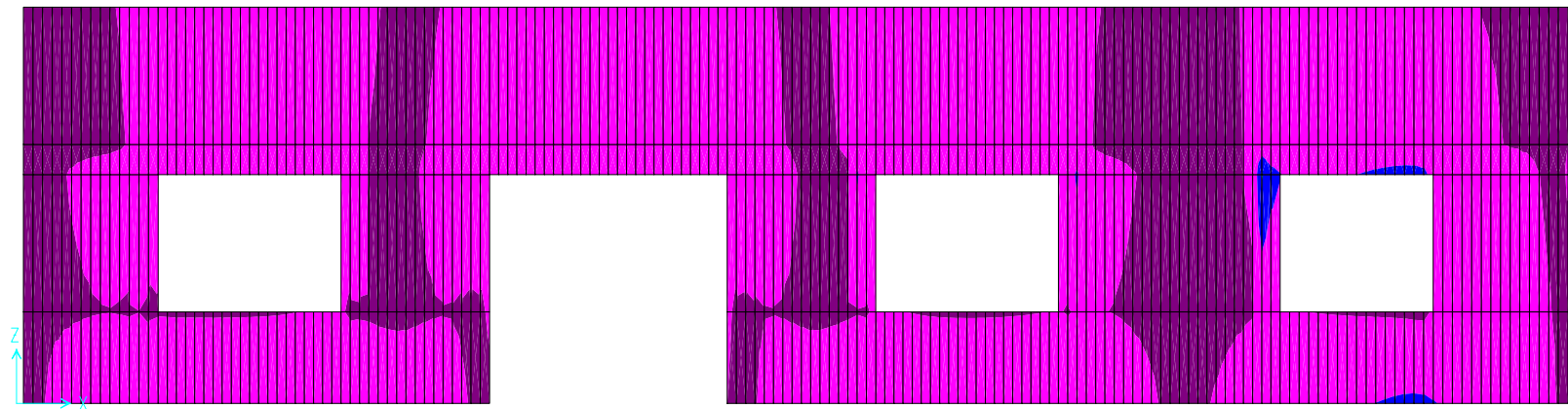
390.

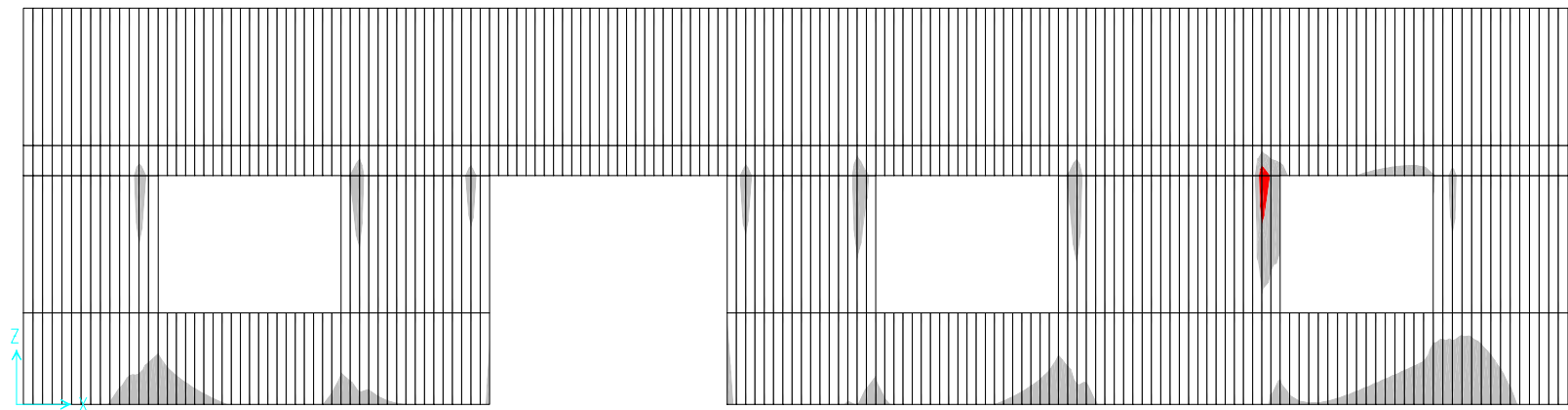


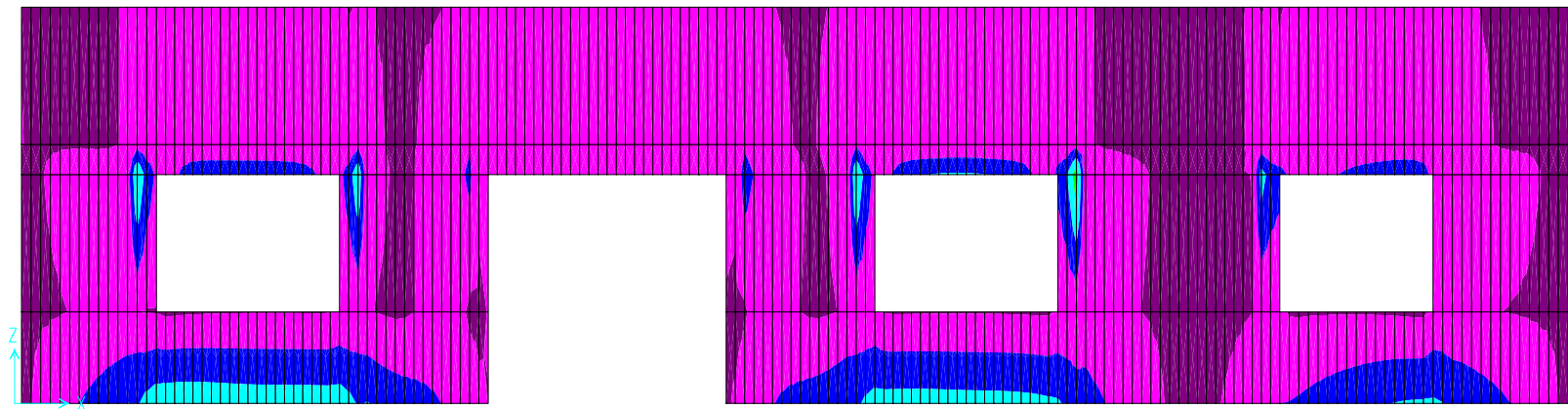


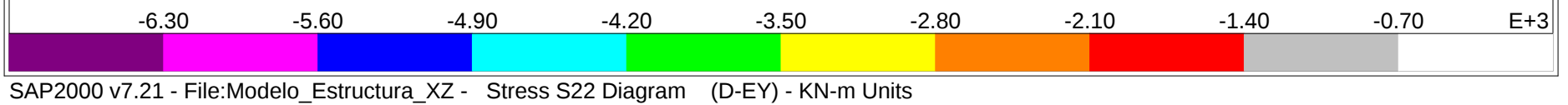
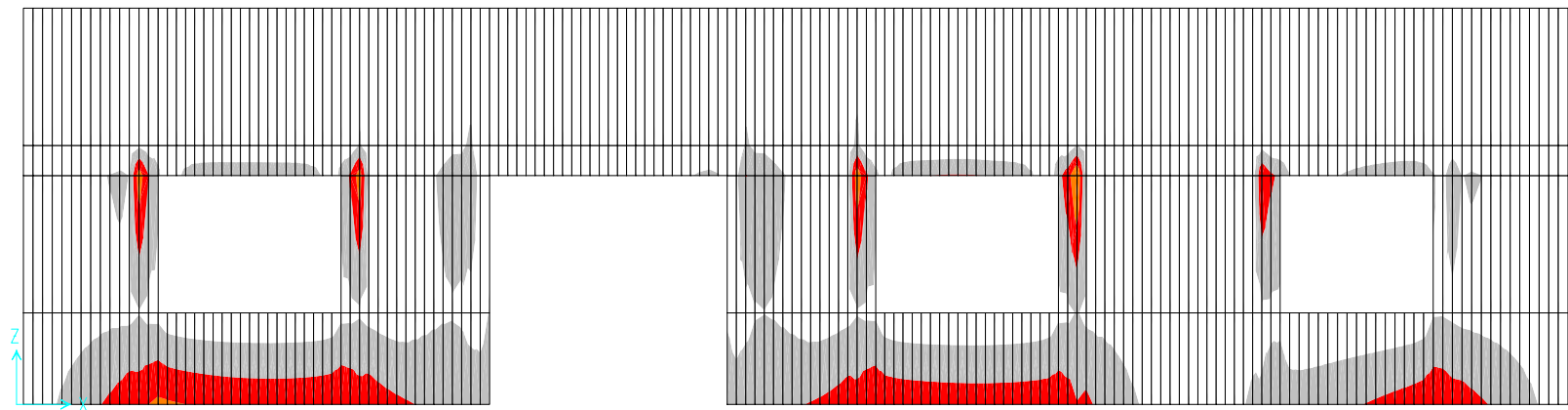




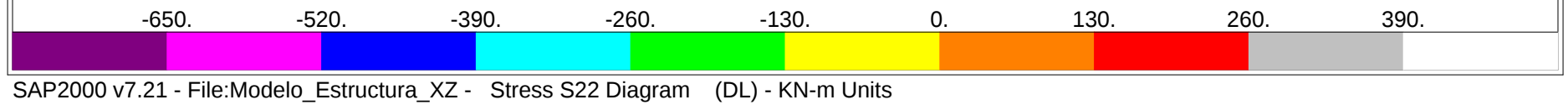
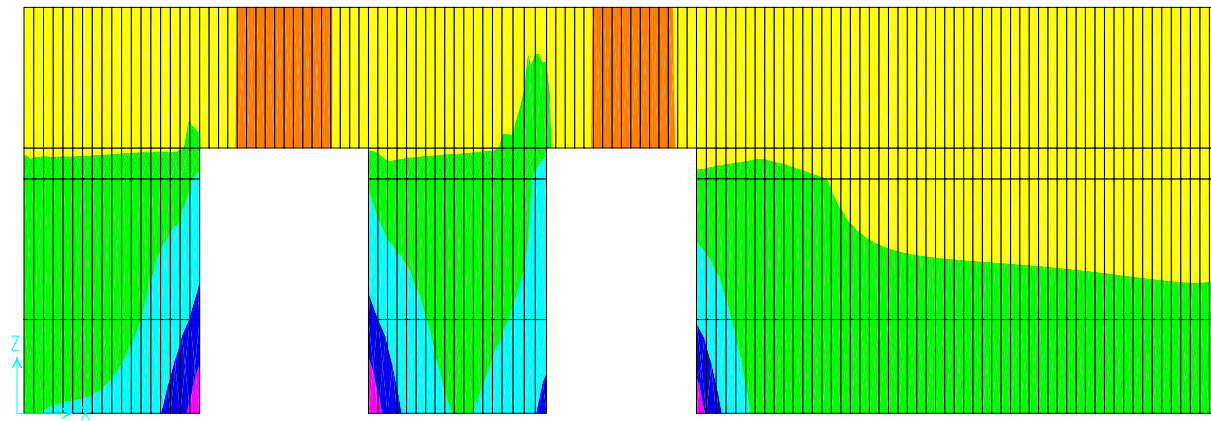


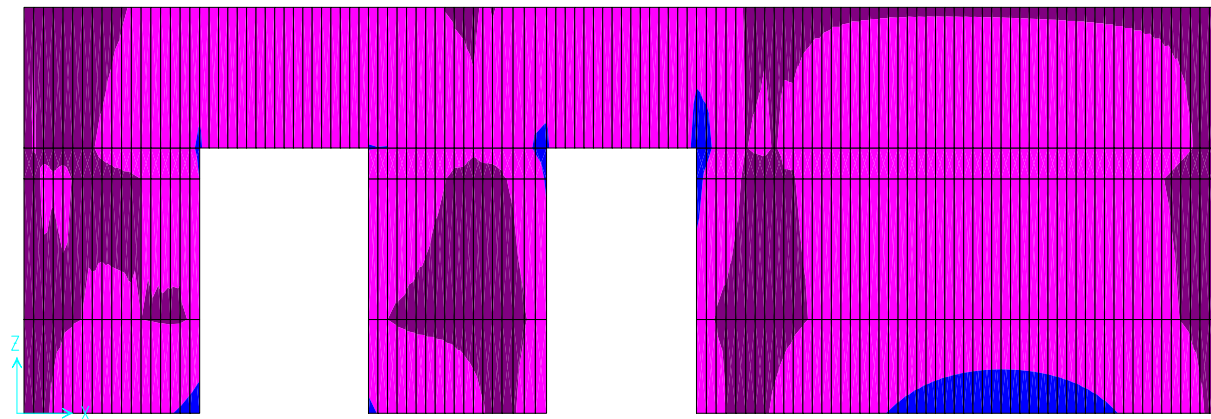


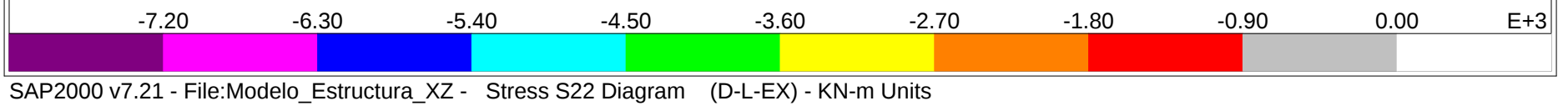
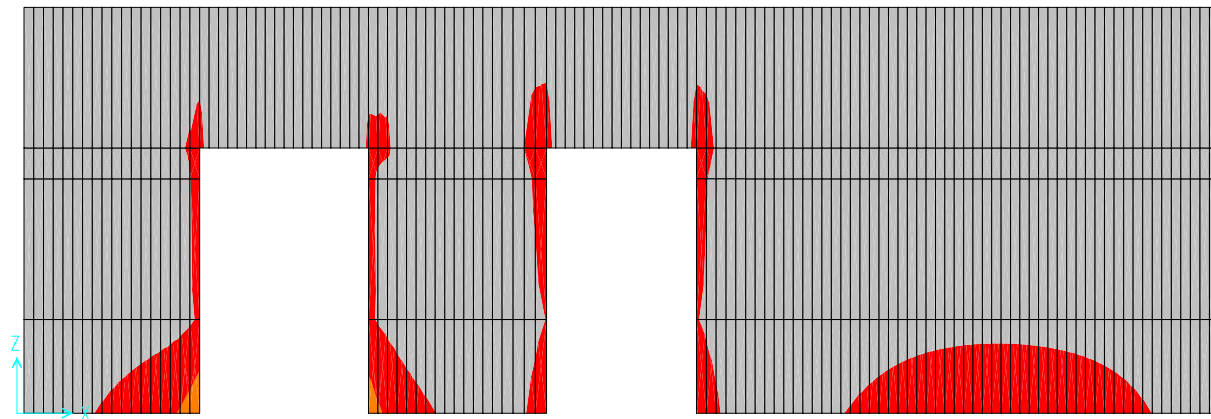


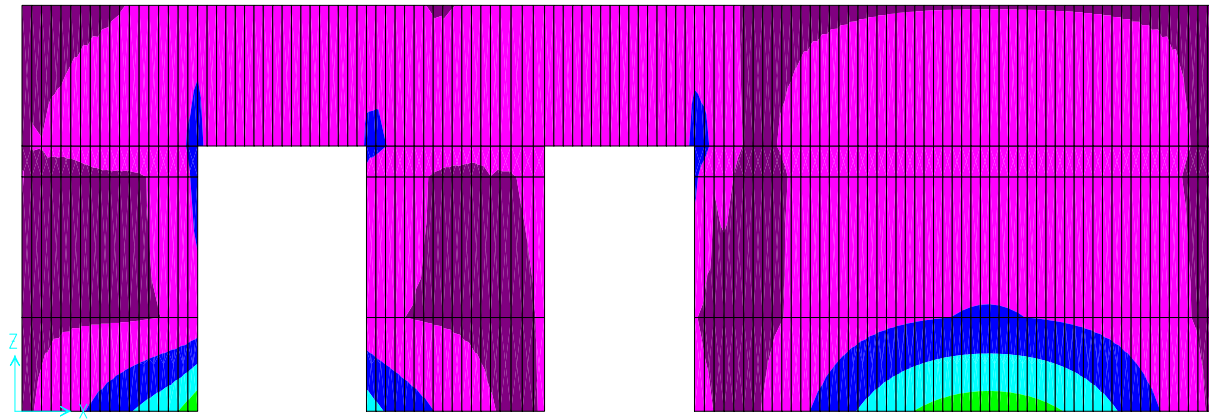


**EJE 2**  
**ESFUERZOS AXIALES**









0.00

0.75

1.50

2.25

3.00

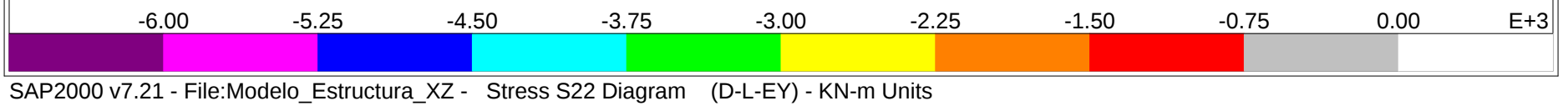
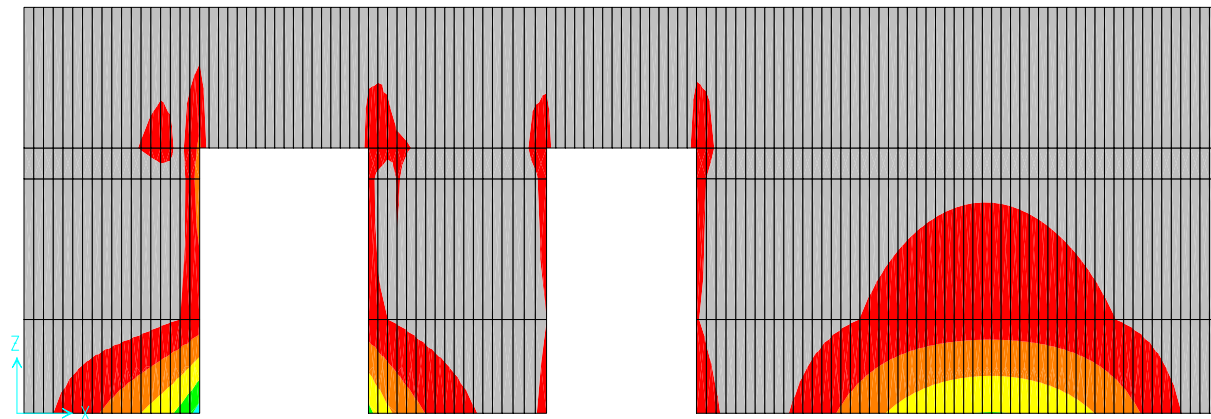
3.75

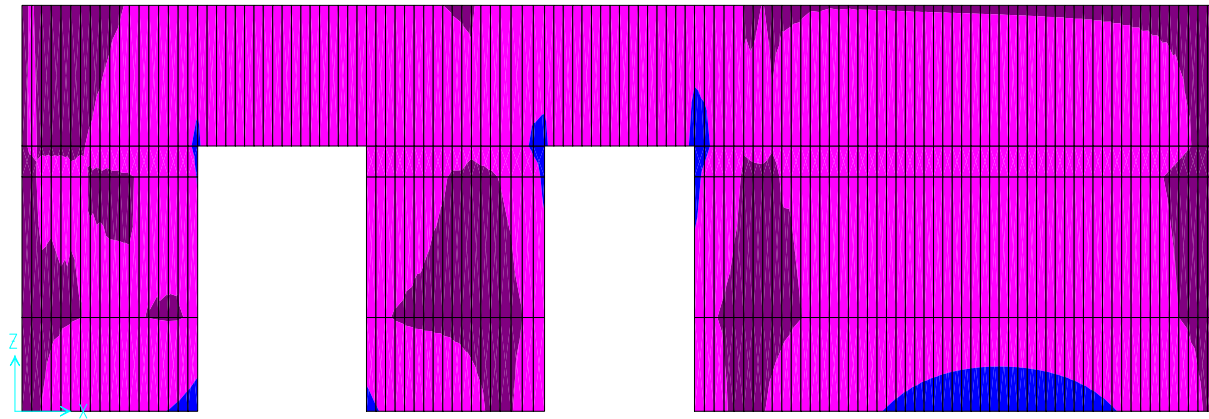
4.50

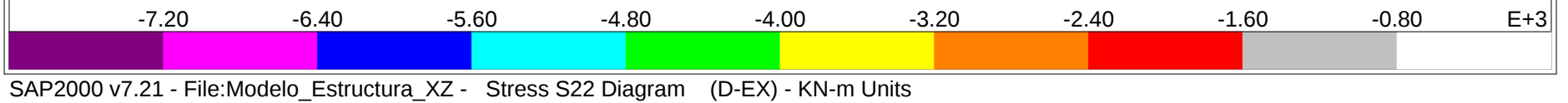
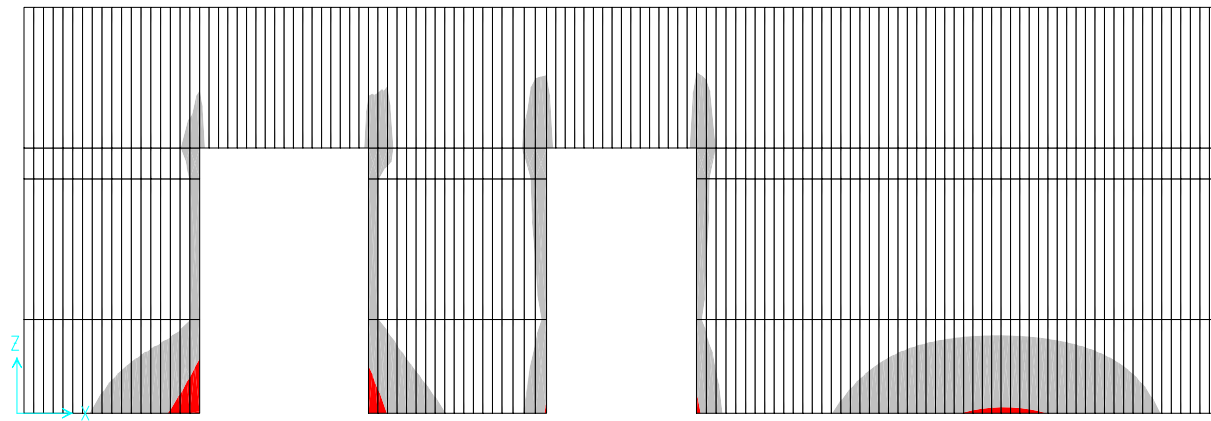
5.25

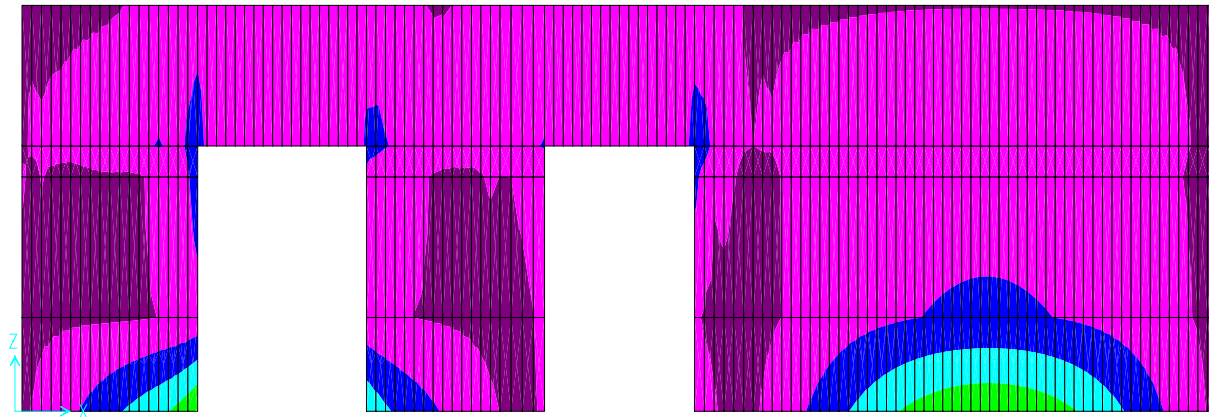
6.00

E+3



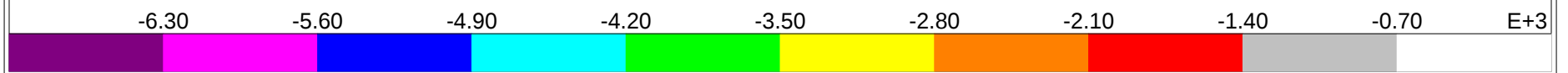
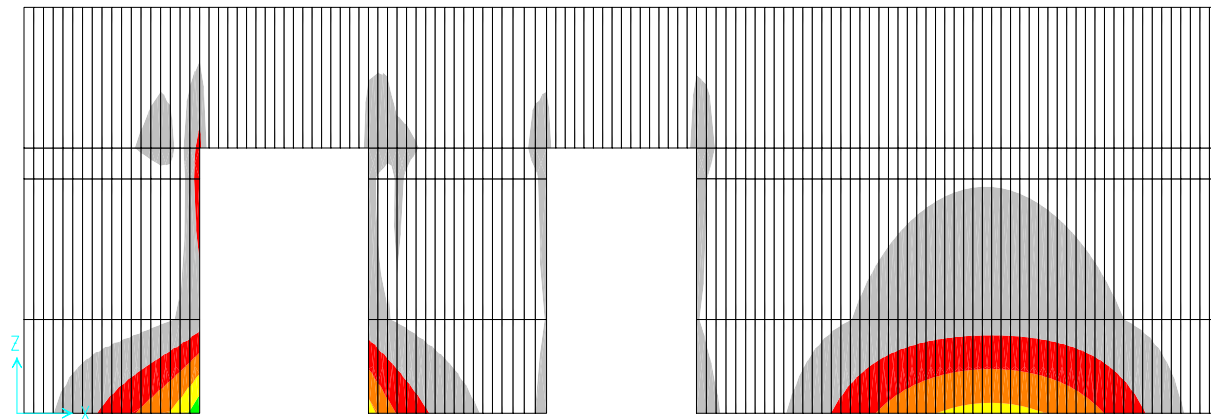






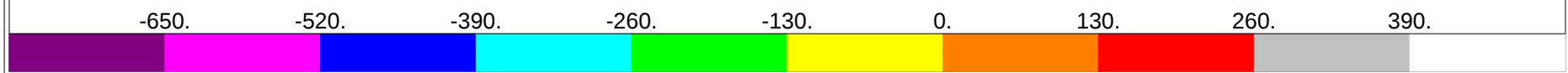
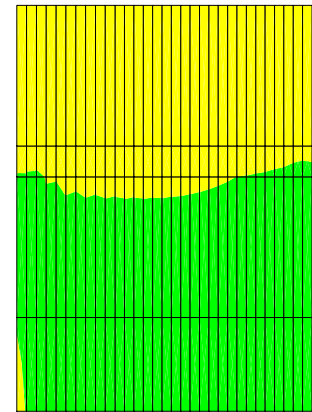
0.00 0.70 1.40 2.10 2.80 3.50 4.20 4.90 5.60 E+3

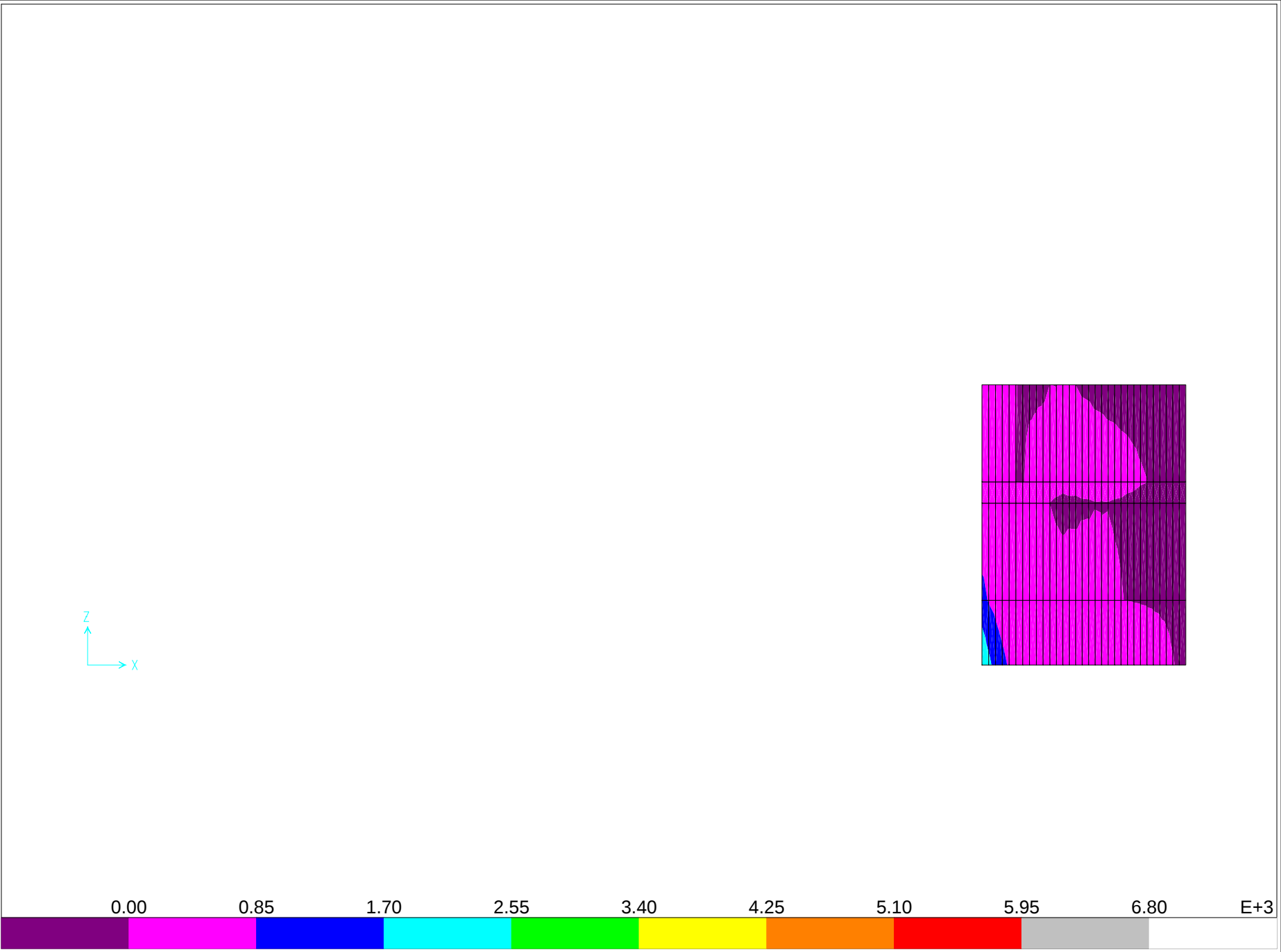
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Stress S22 Diagram (D-EY) - KN-m Units

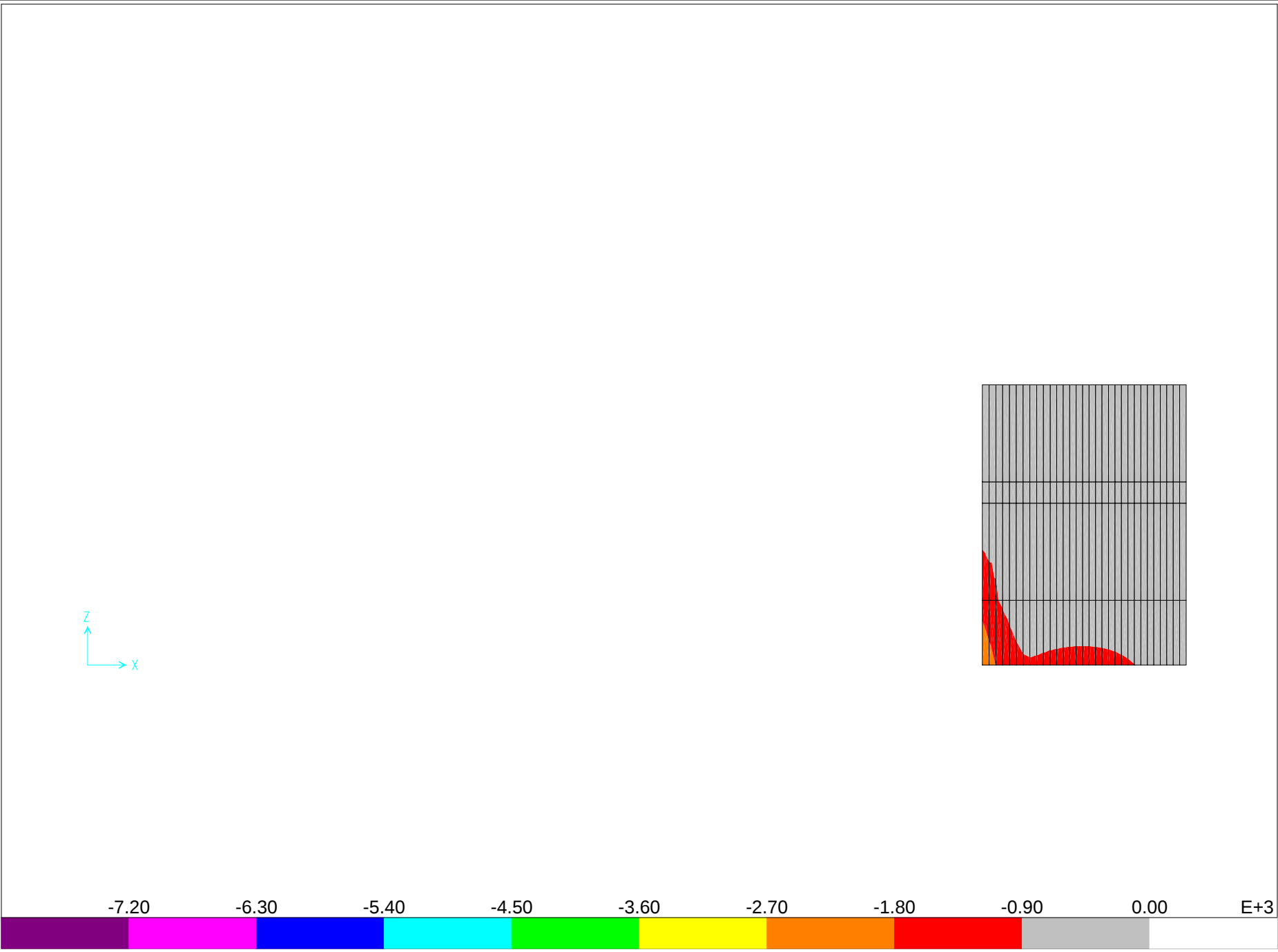


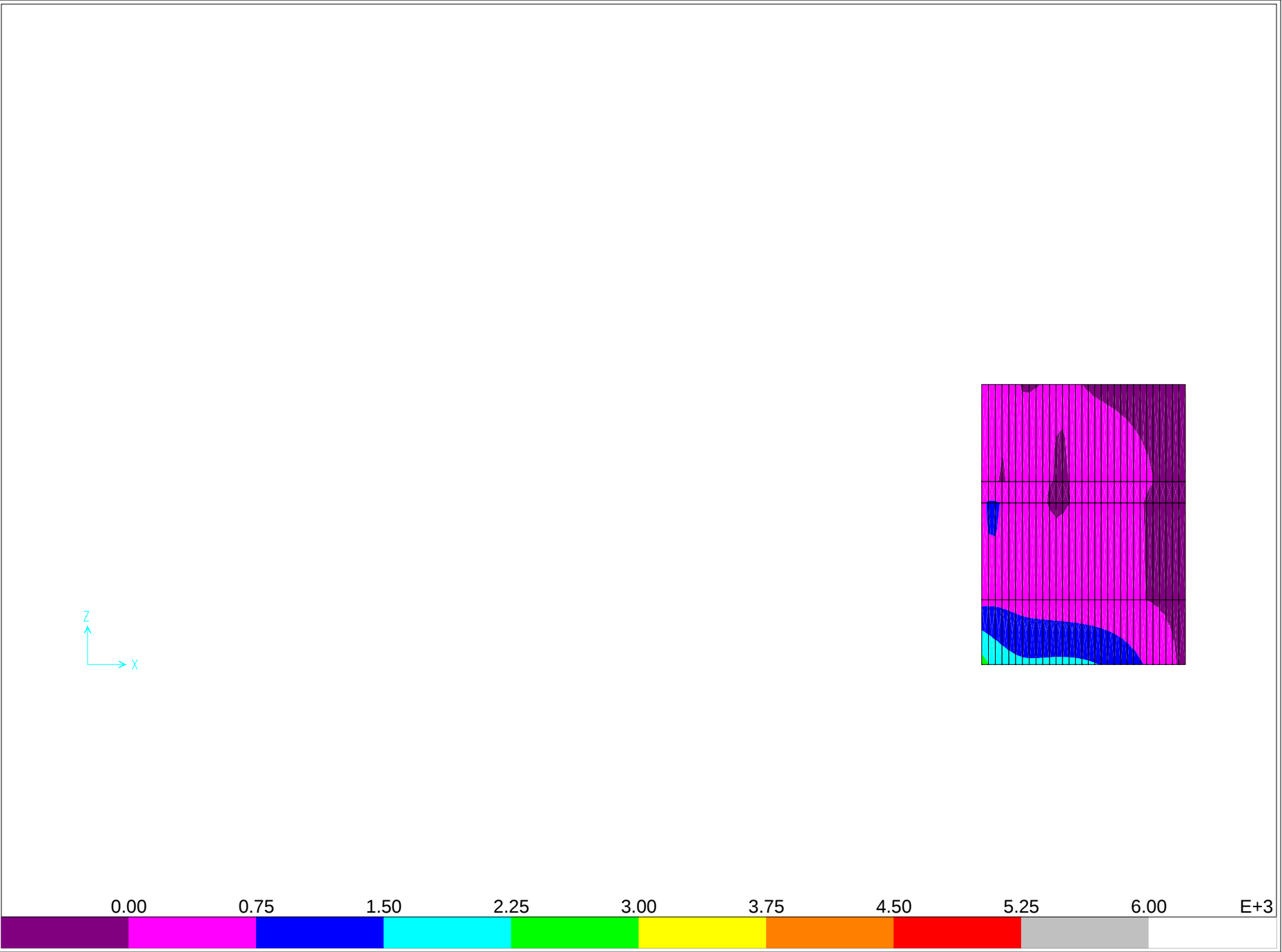
# **EJE 3**

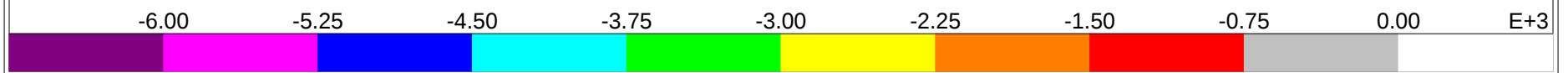
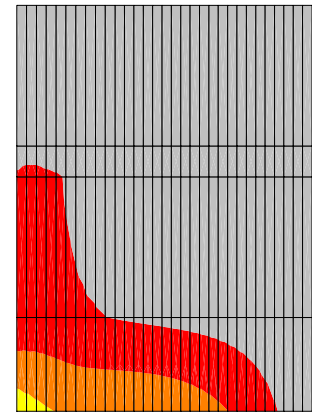
## **ESFUERZOS AXIALES**

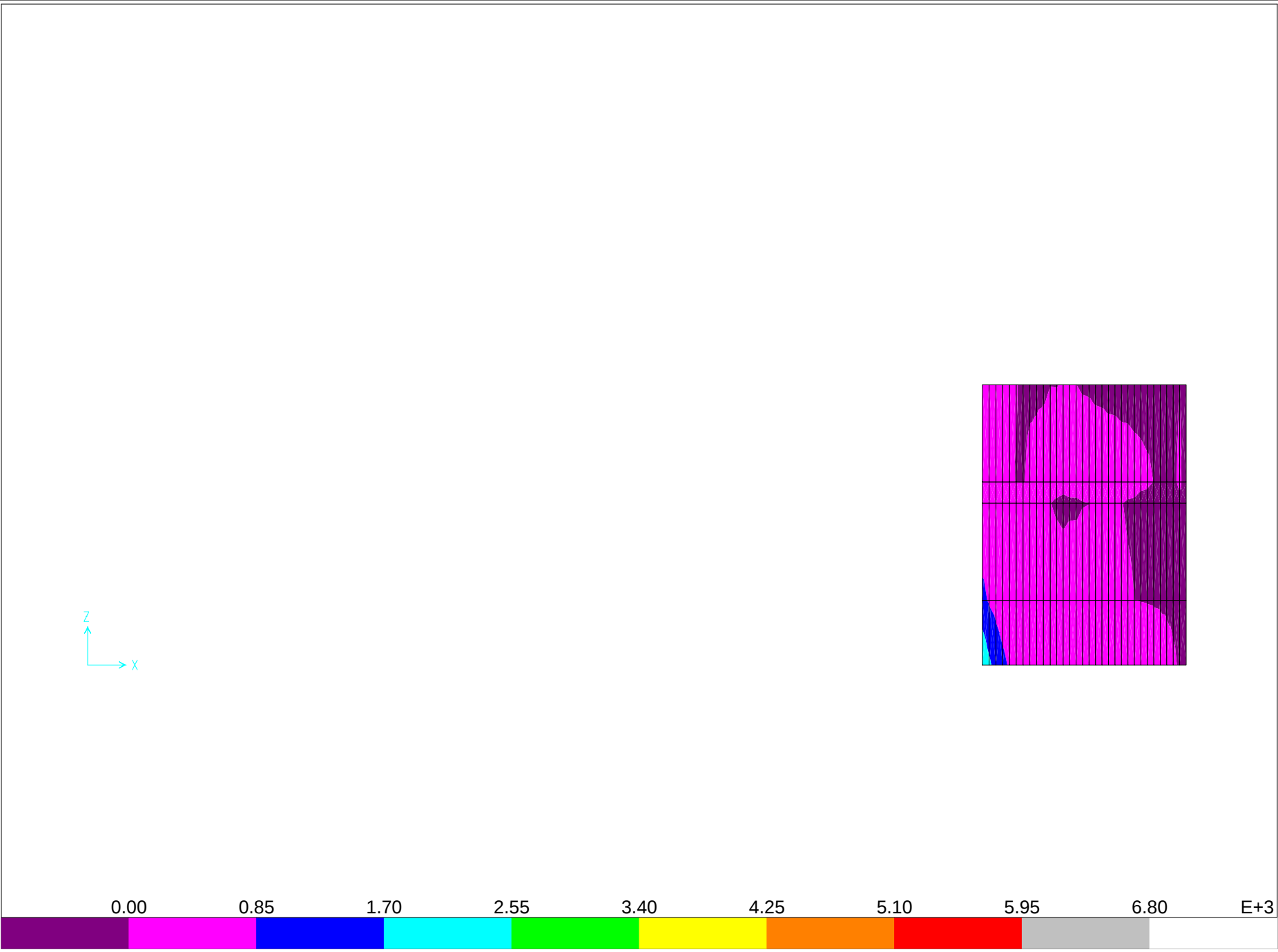


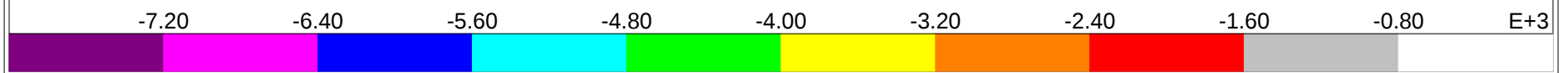
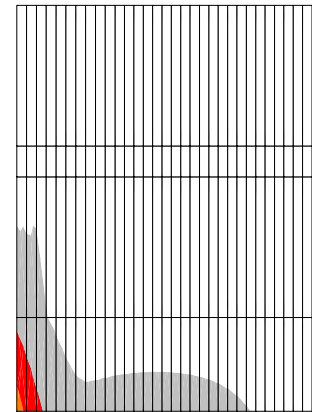


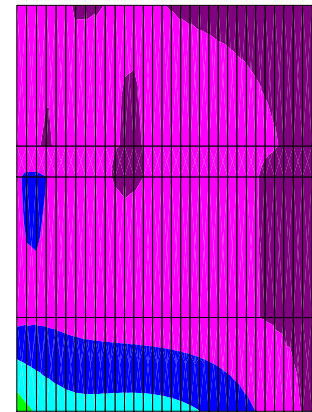












0.00

0.70

1.40

2.10

2.80

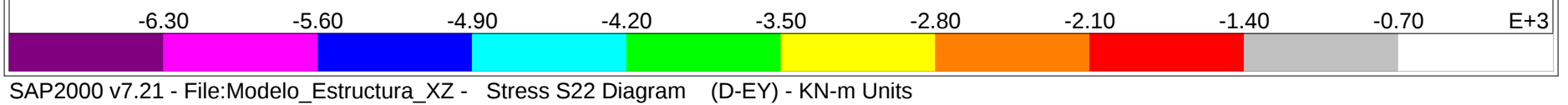
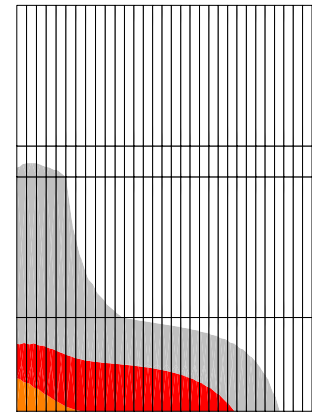
3.50

4.20

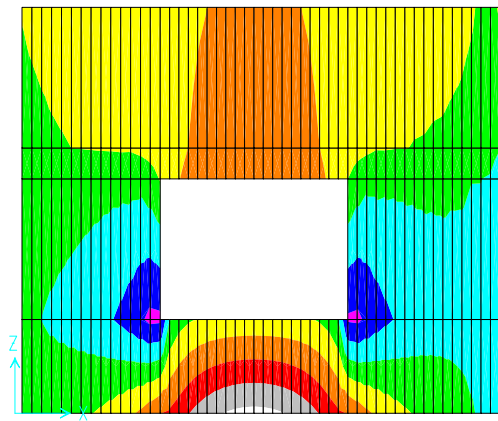
4.90

5.60

E+3



**EJE 4**  
**ESFUERZOS AXIALES**



-650.

-520.

-390.

-260.

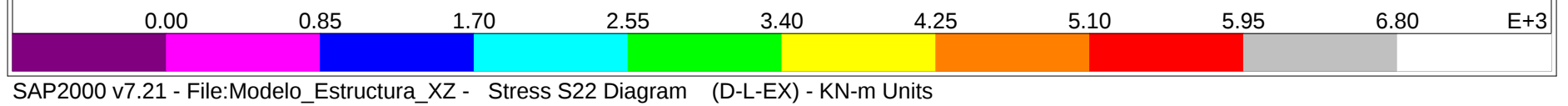
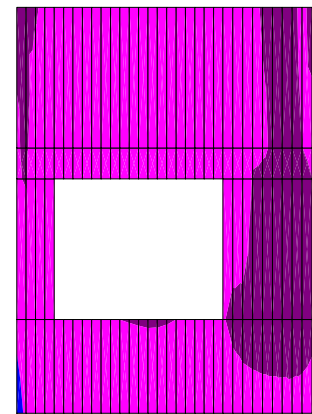
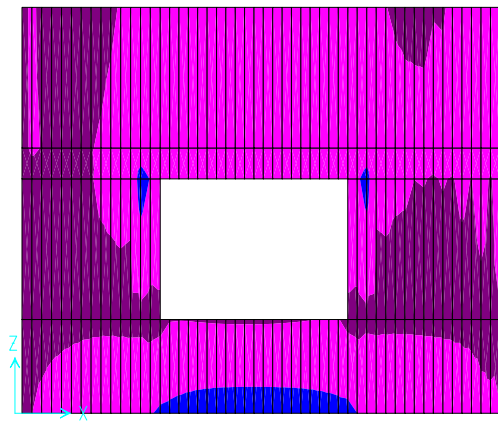
-130.

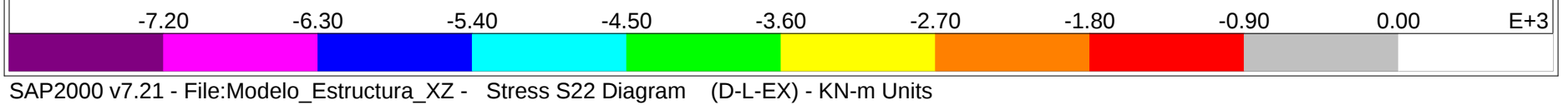
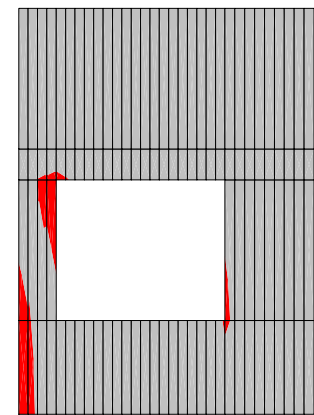
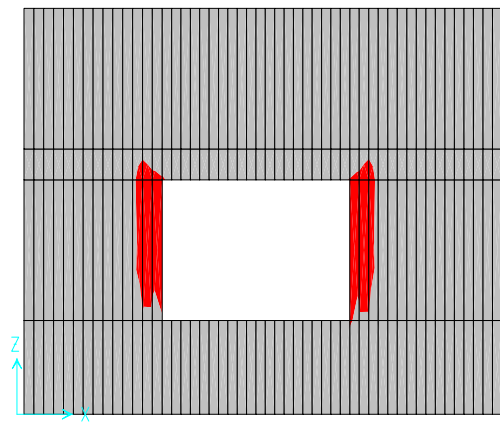
0.

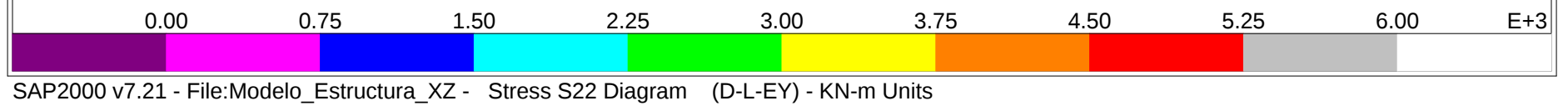
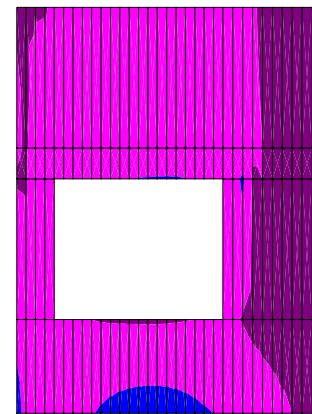
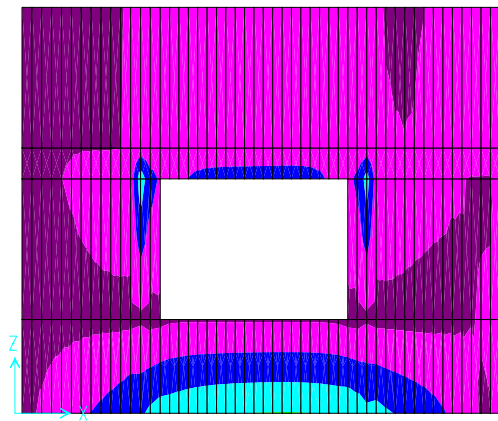
130.

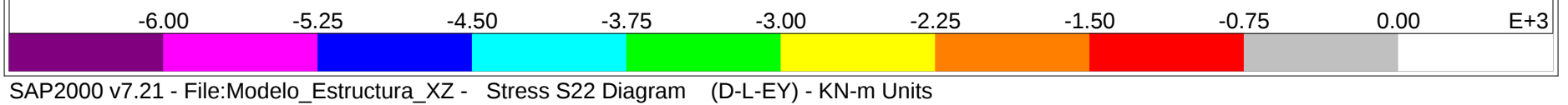
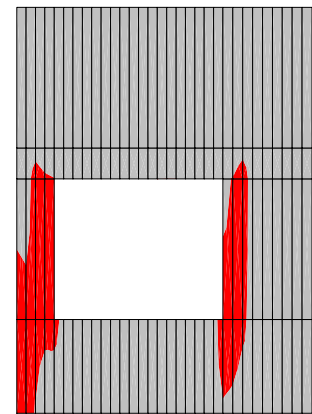
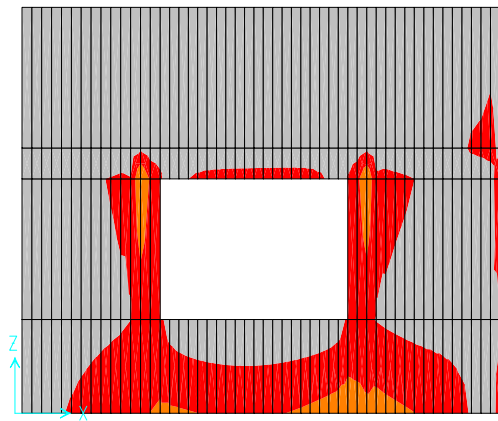
260.

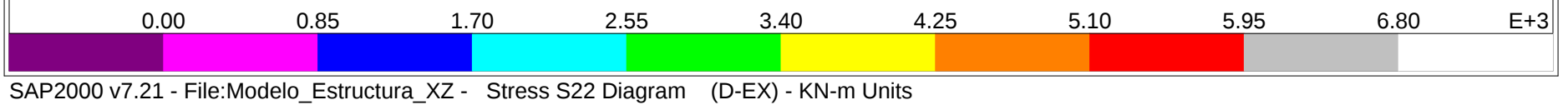
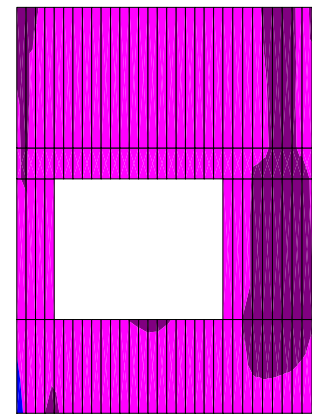
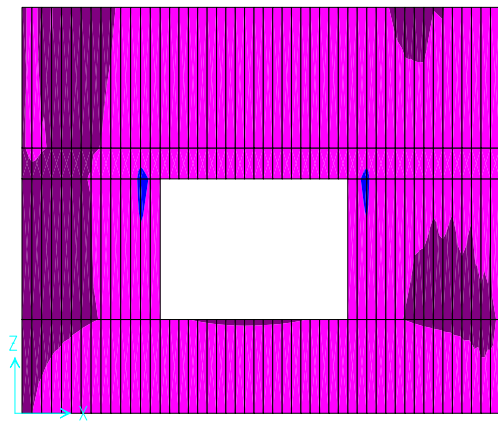
390.

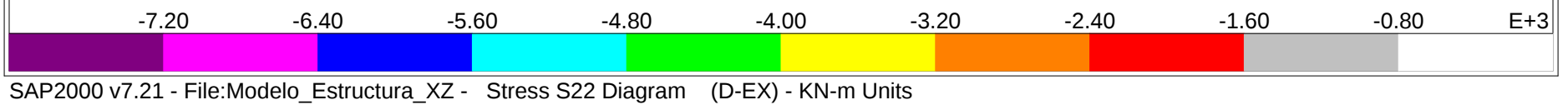
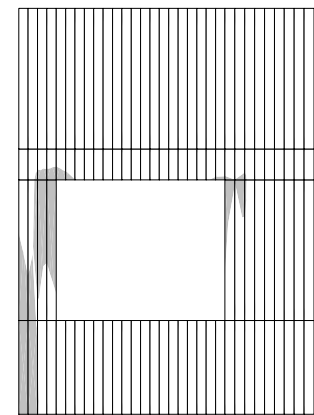
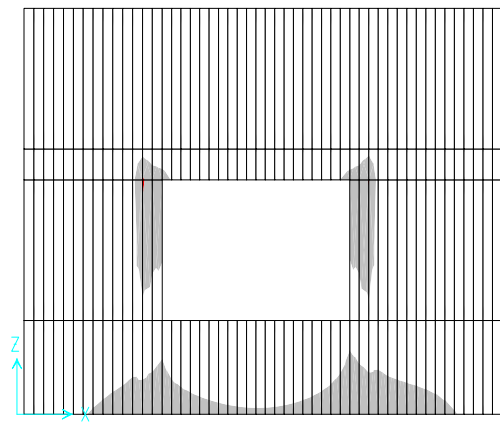


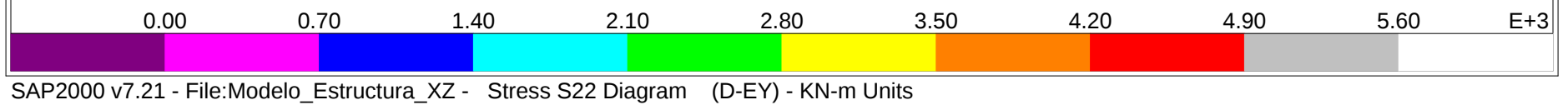
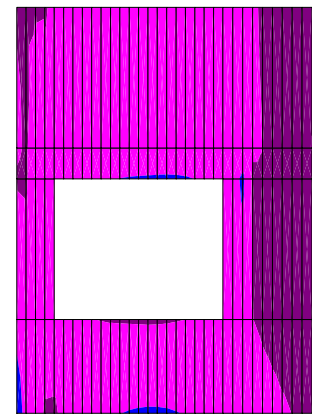
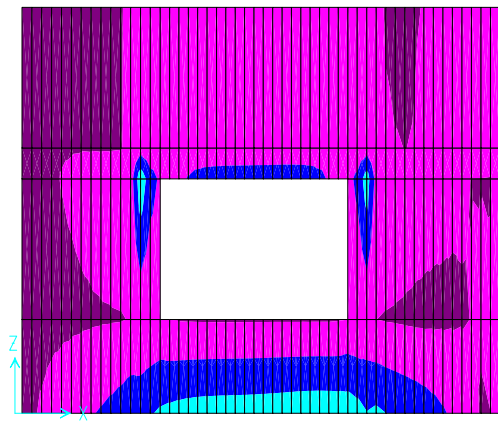


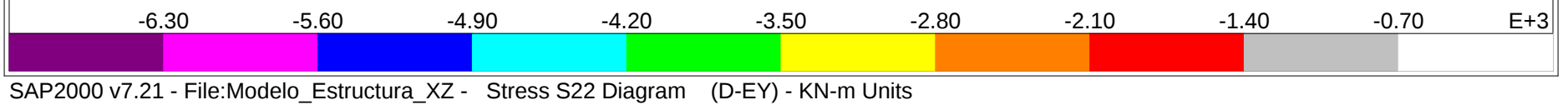
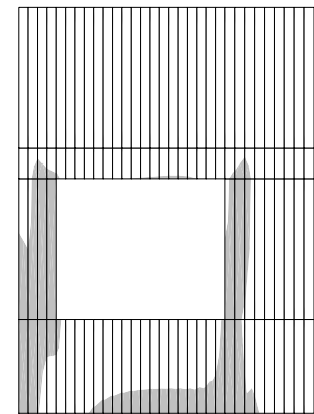
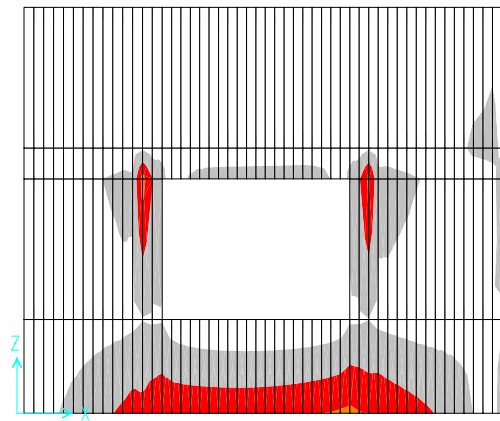




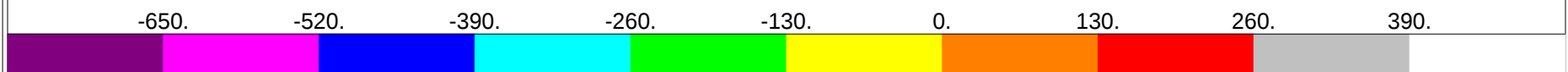
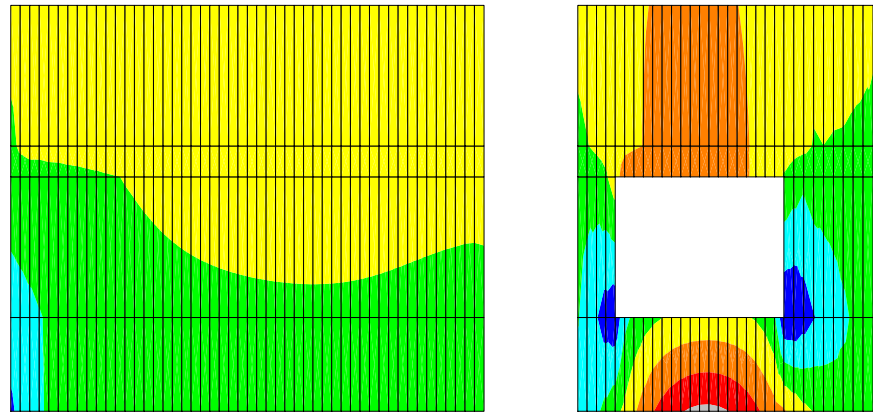


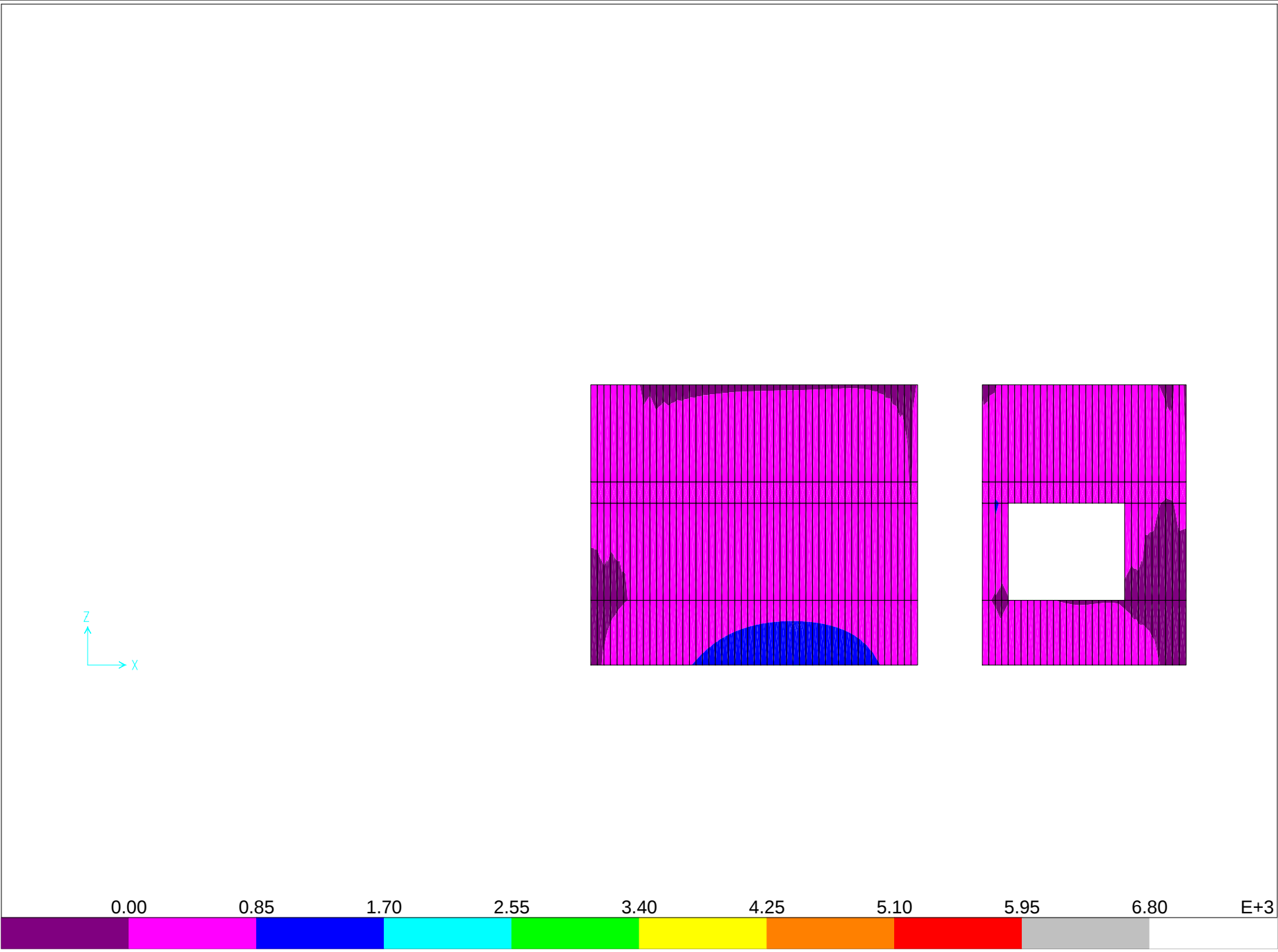


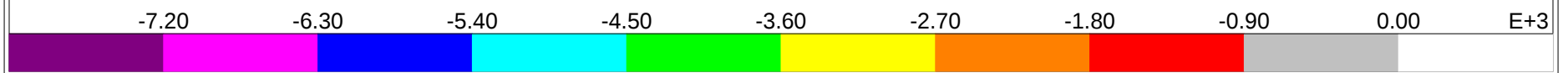
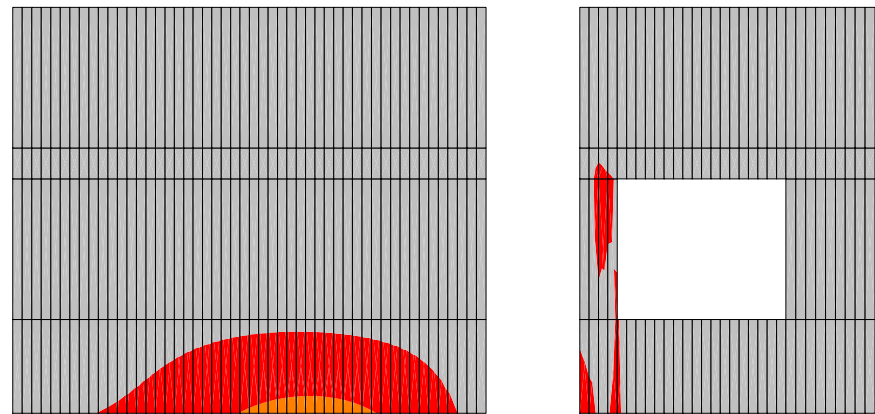


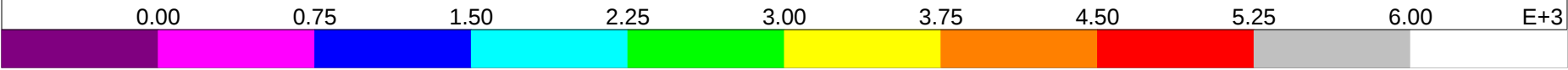
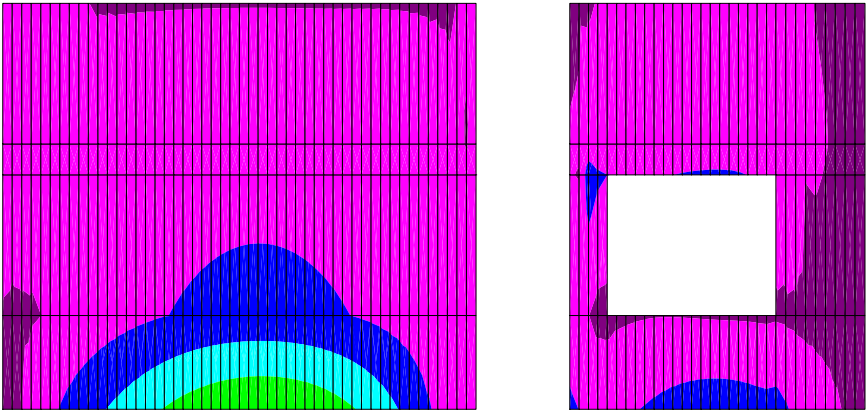


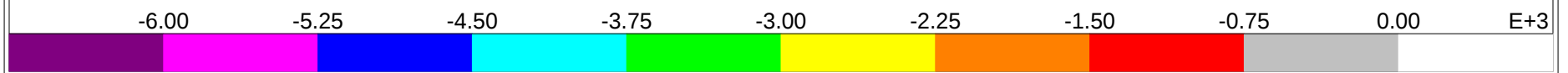
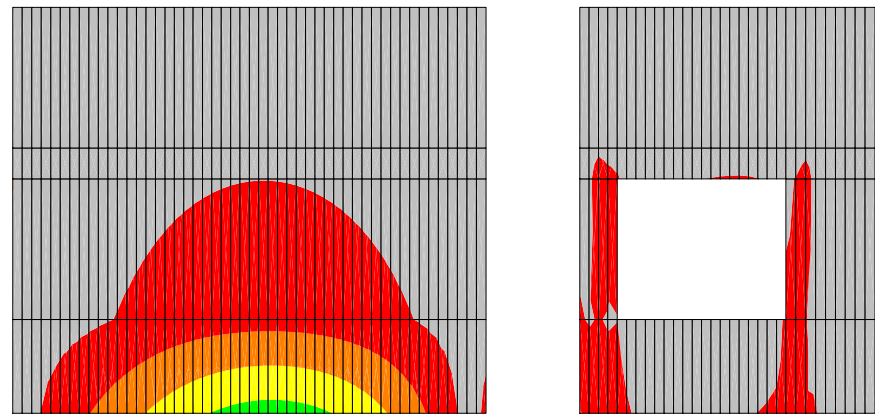
**EJE 5**  
**ESFUERZOS AXIALES**

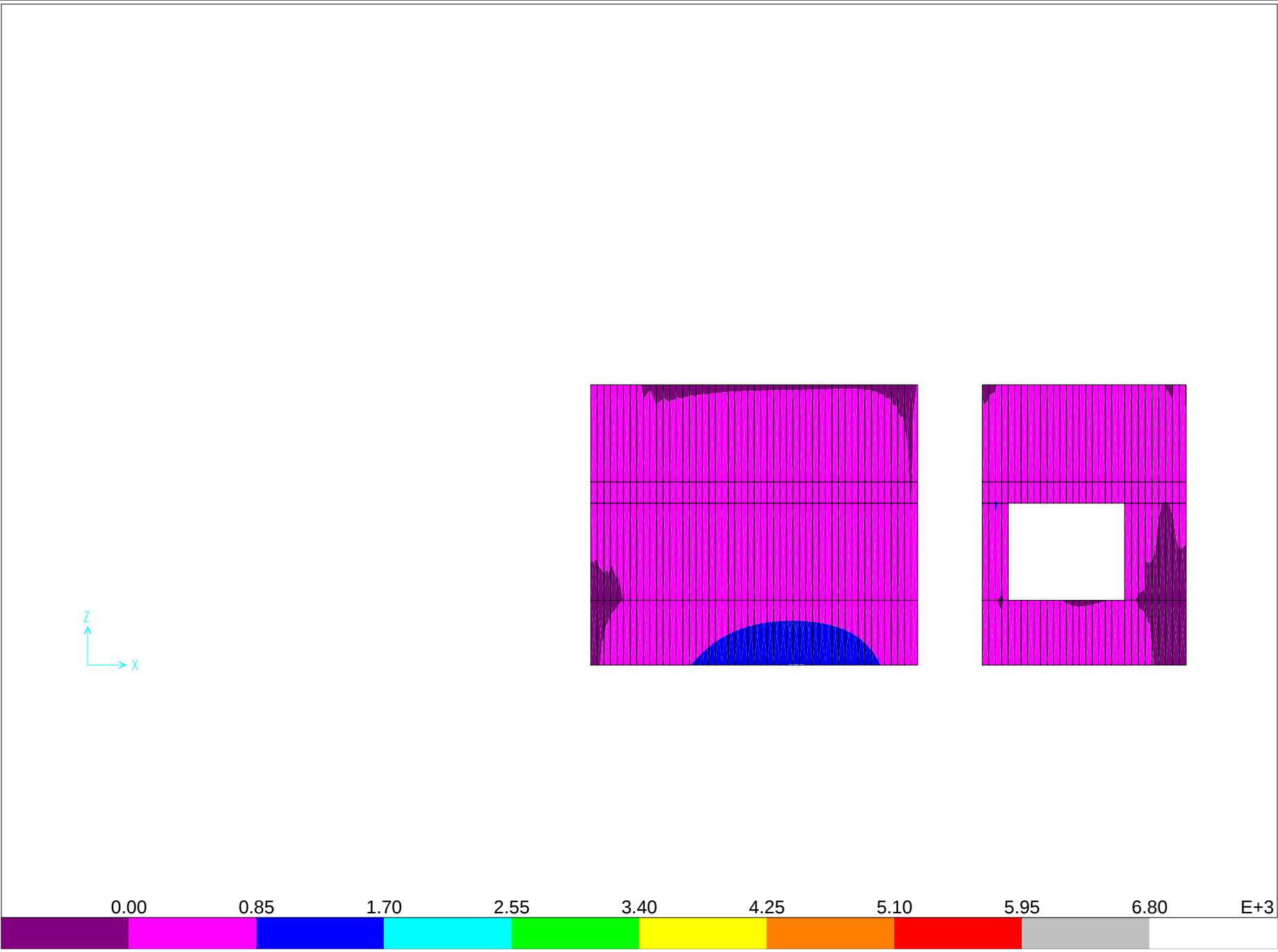


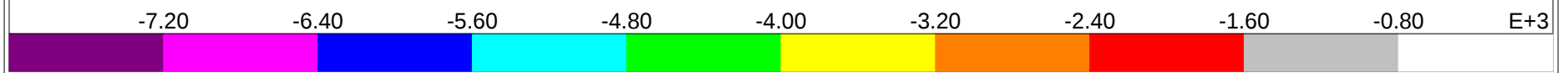
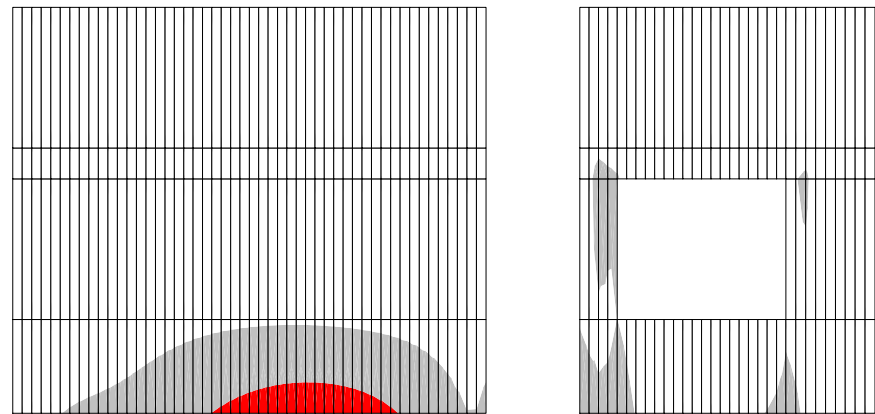


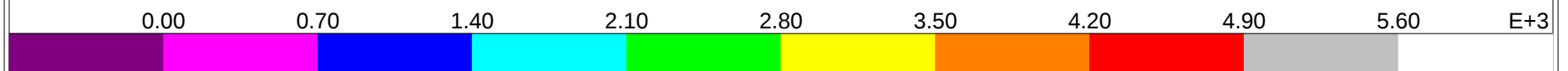
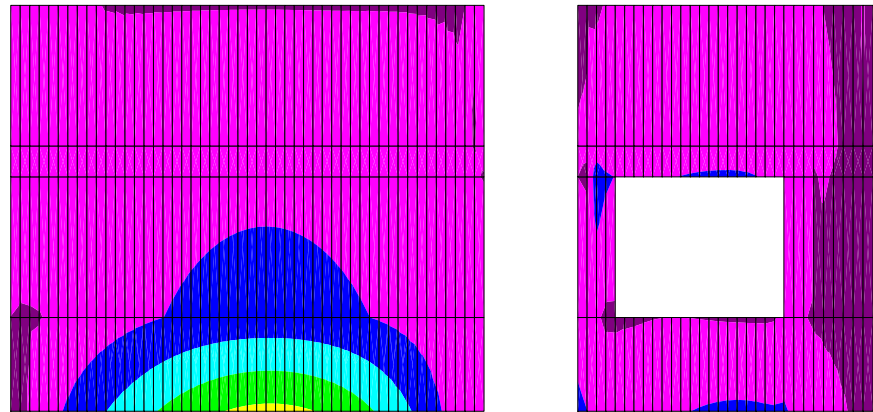


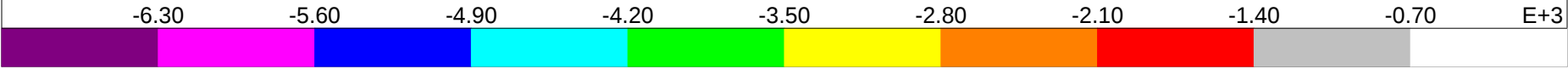
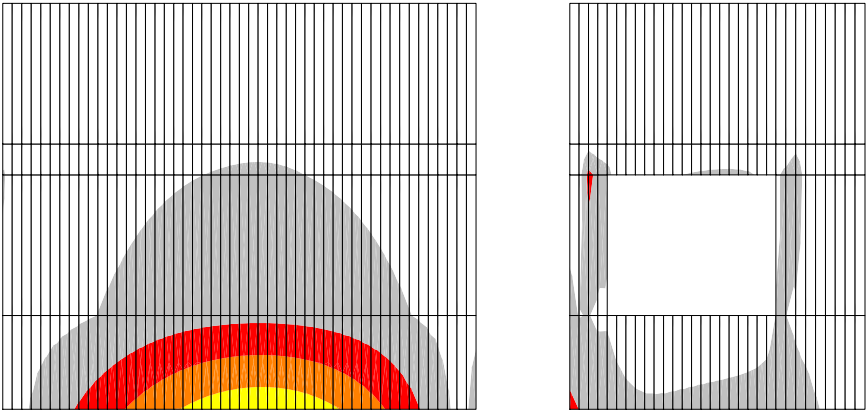




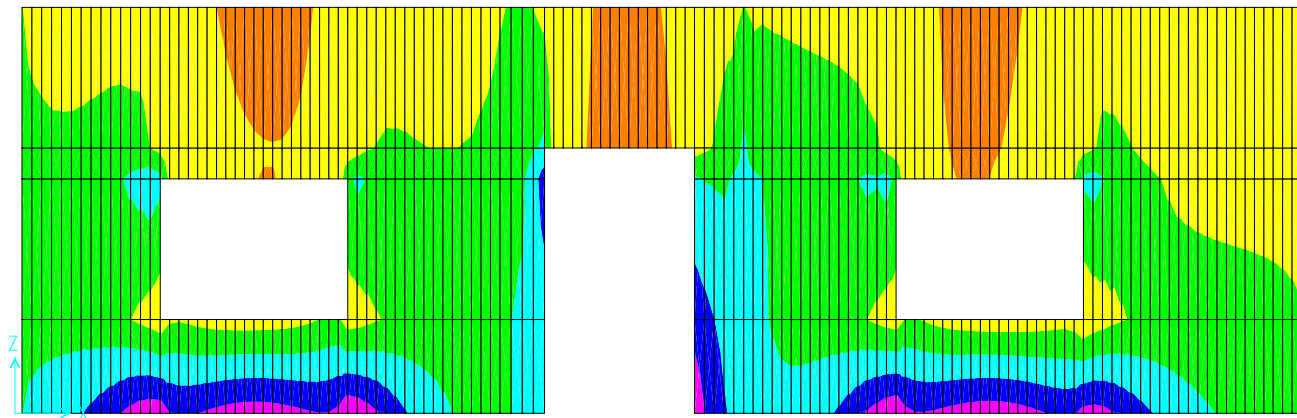




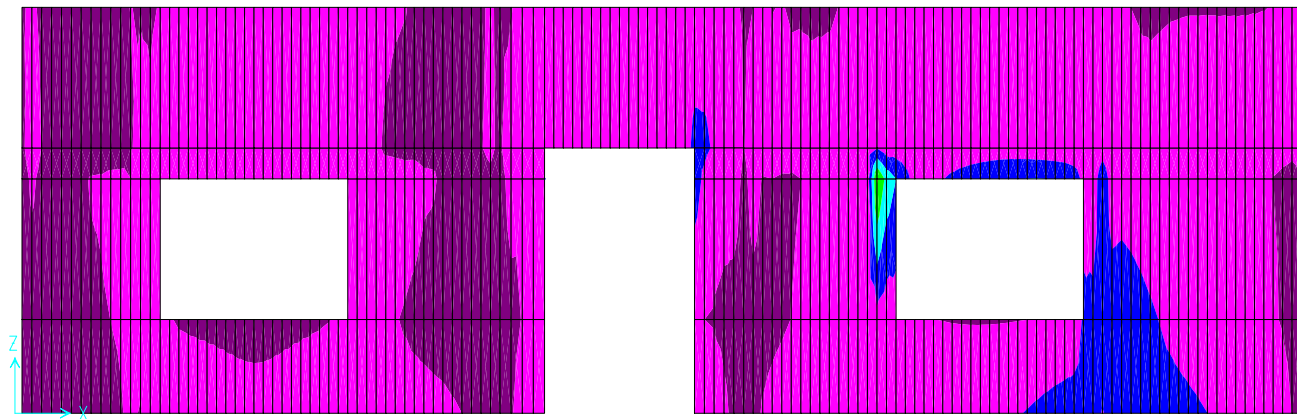


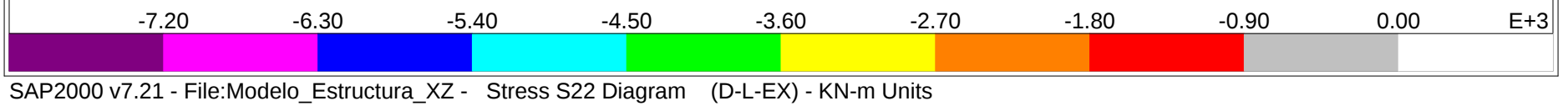
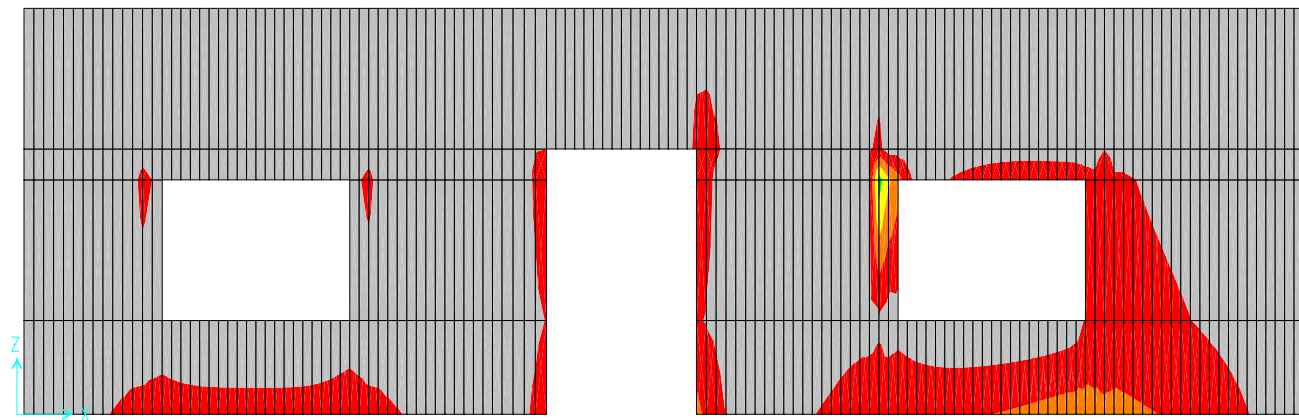


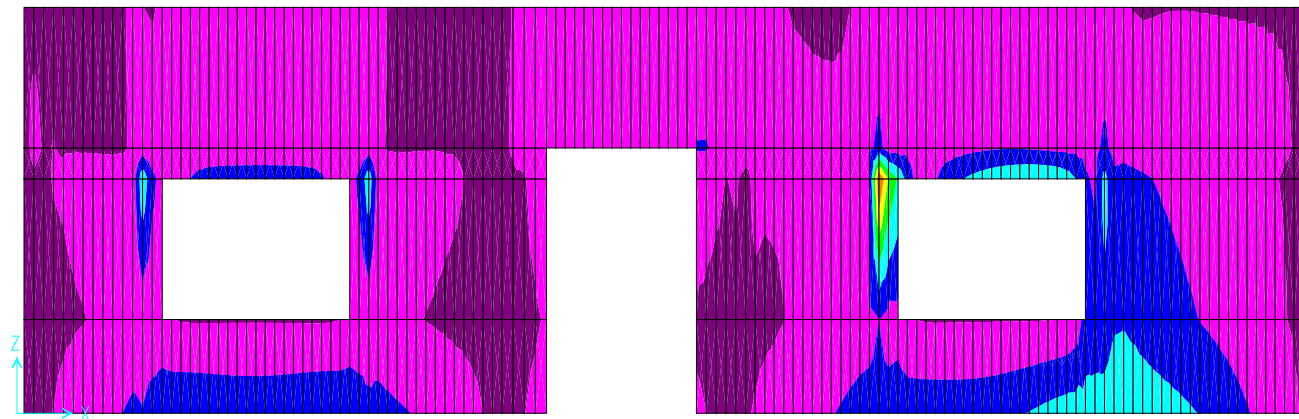
**EJE 6**  
**ESFUERZOS AXIALES**

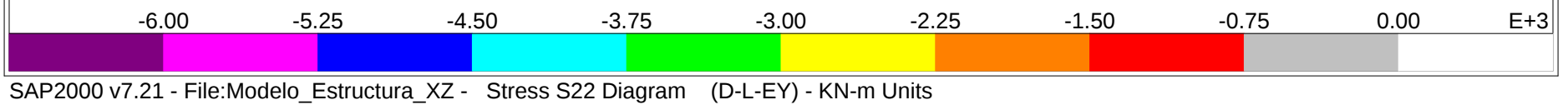
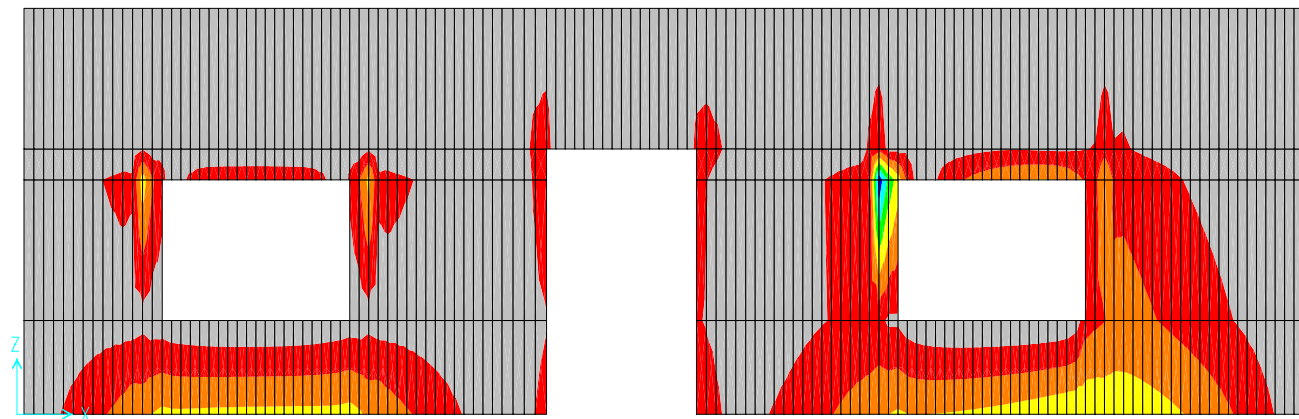


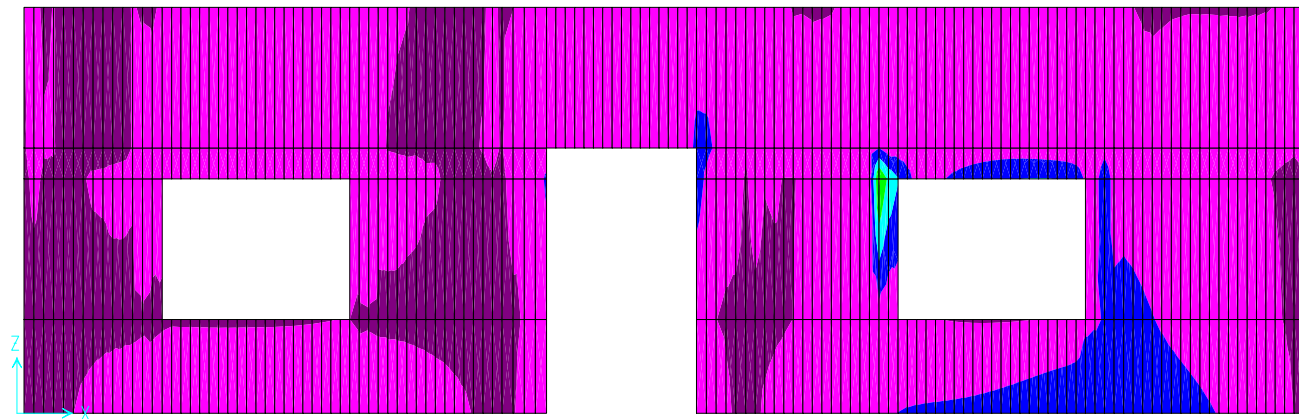
-650. -520. -390. -260. -130. 0. 130. 260. 390.











0.00

0.85

1.70

2.55

3.40

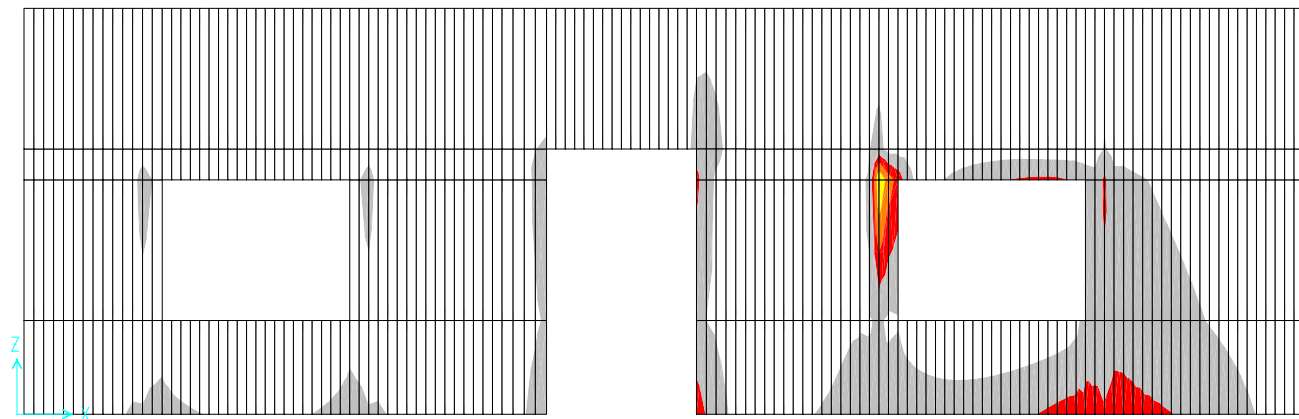
4.25

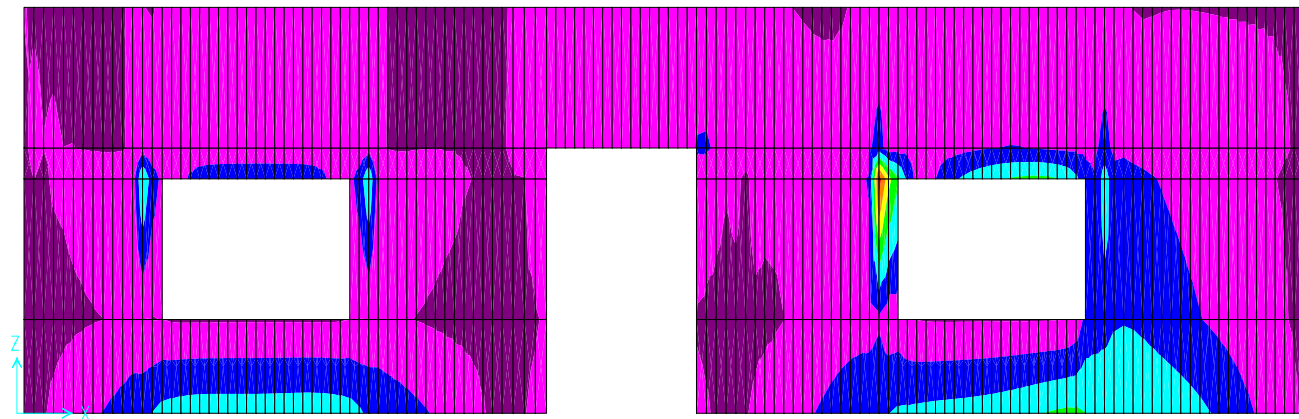
5.10

5.95

6.80

E+3





0.00

0.70

1.40

2.10

2.80

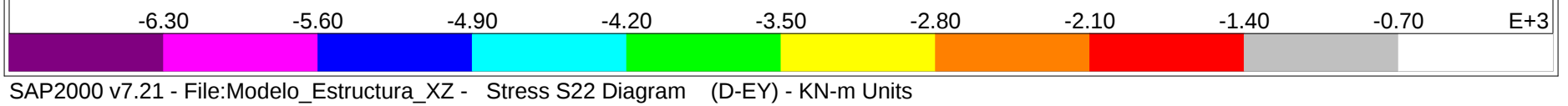
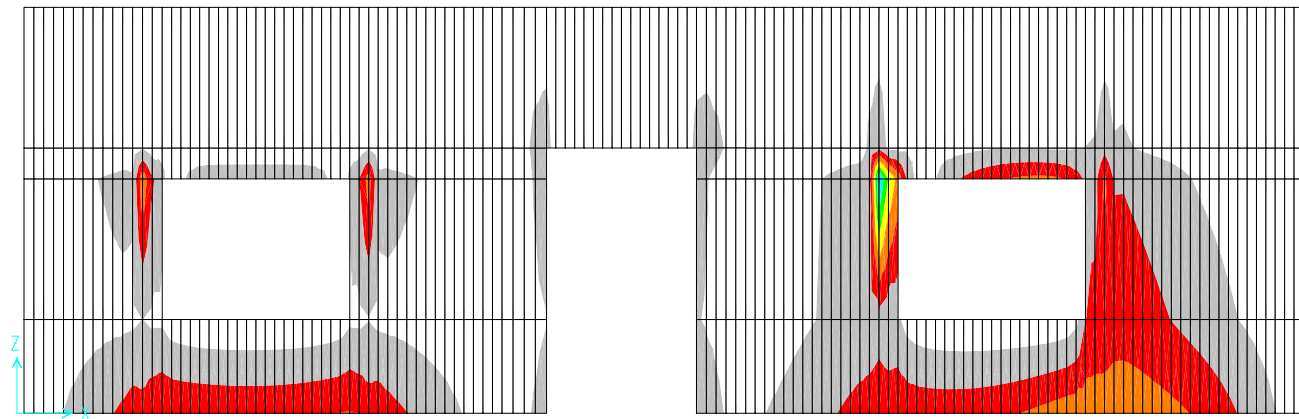
3.50

4.20

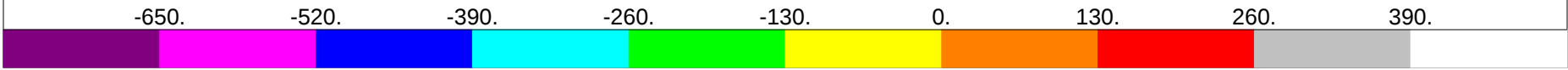
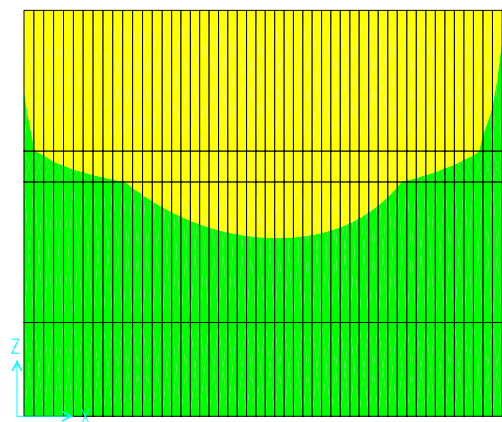
4.90

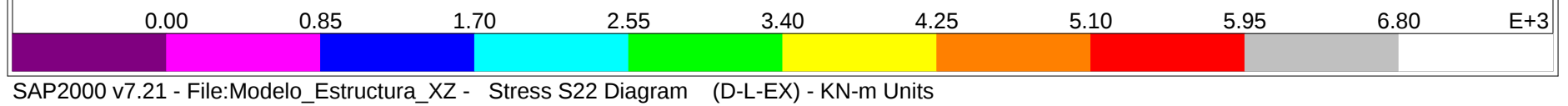
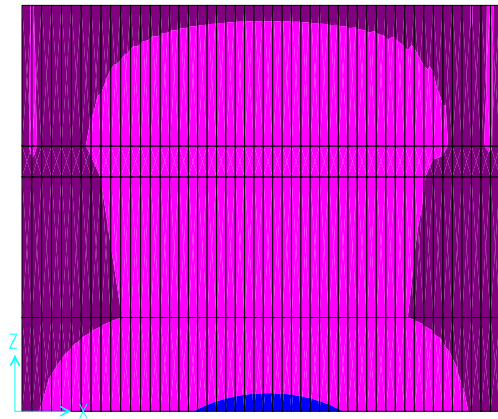
5.60

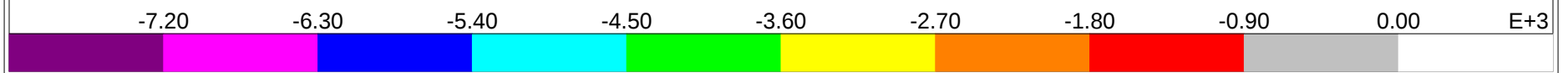
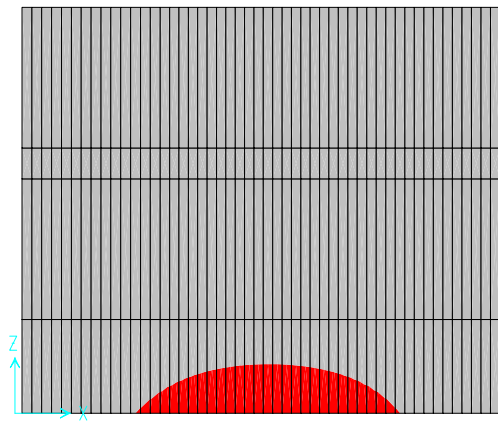
E+3

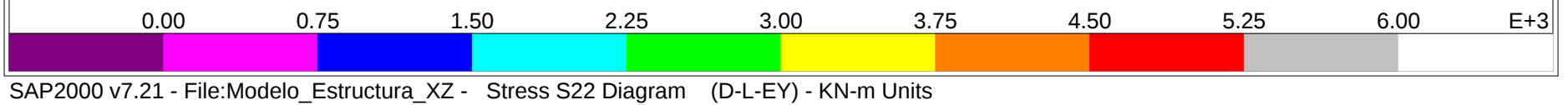
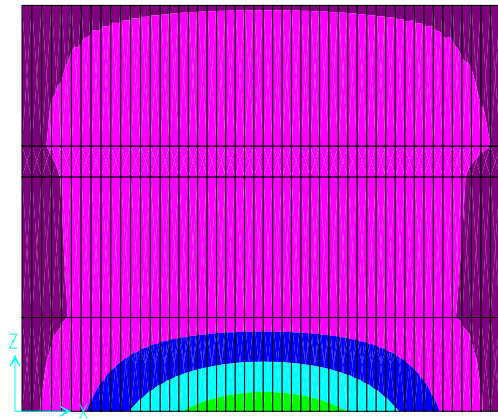


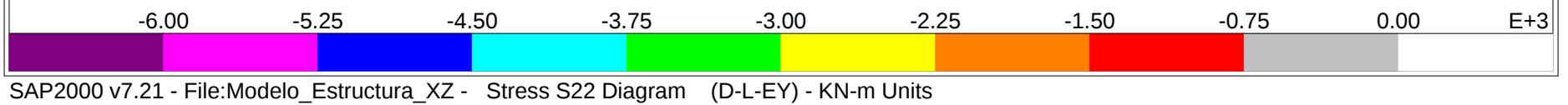
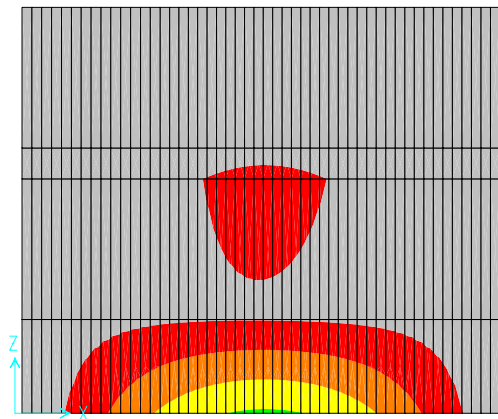
**EJE 7**  
**ESFUERZOS AXIALES**

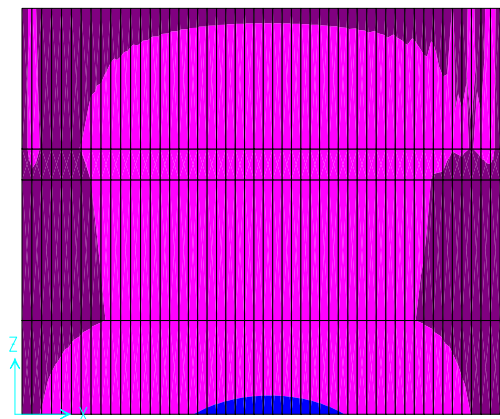


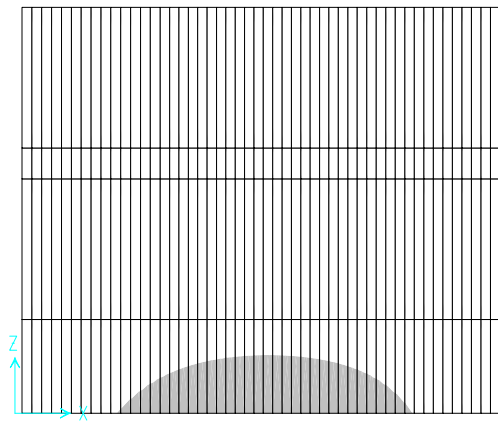


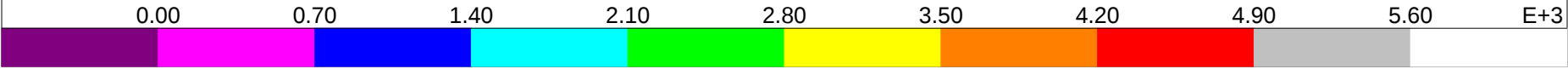
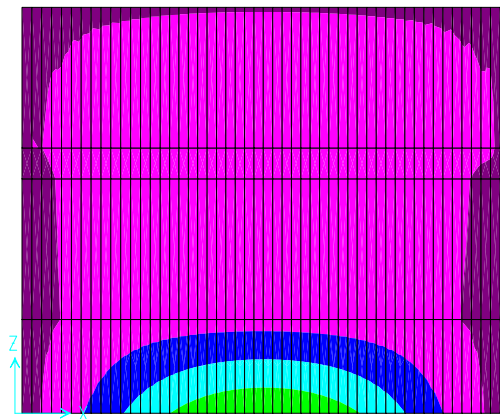


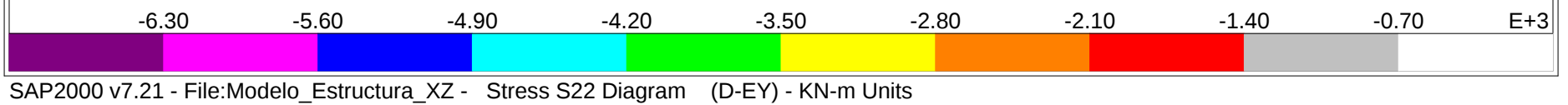
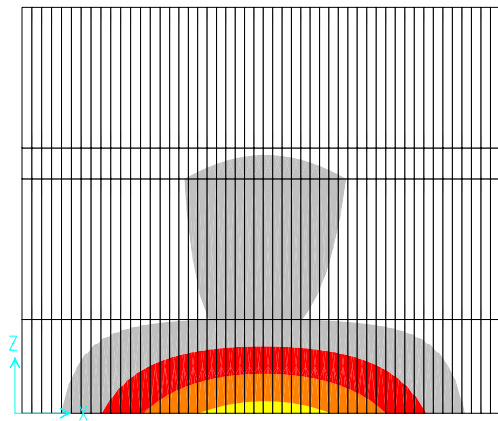






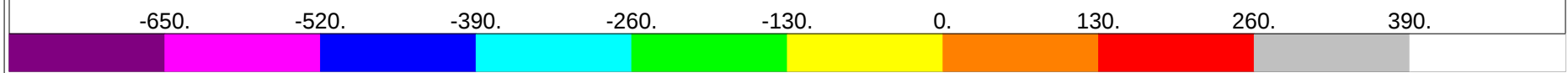


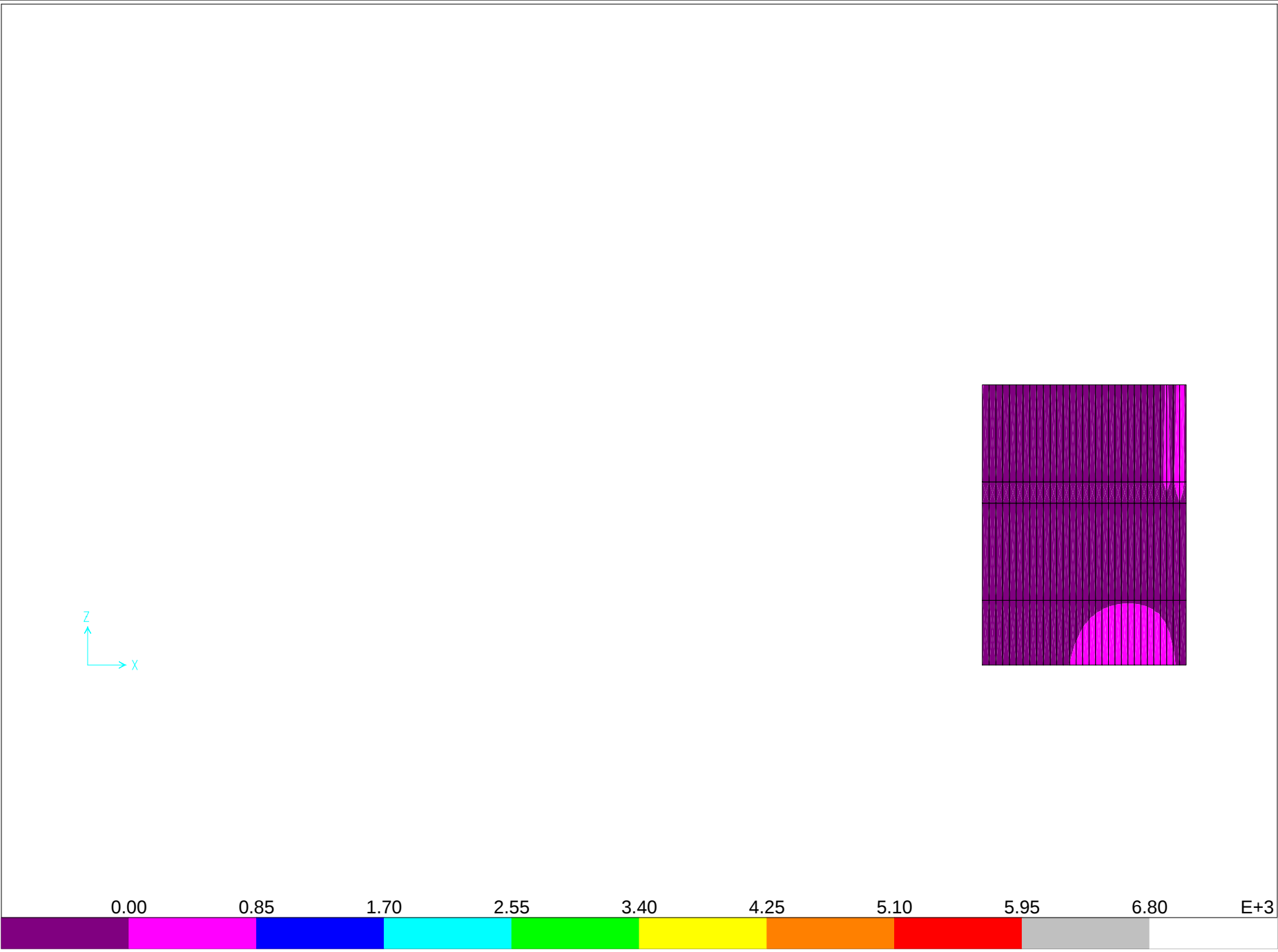


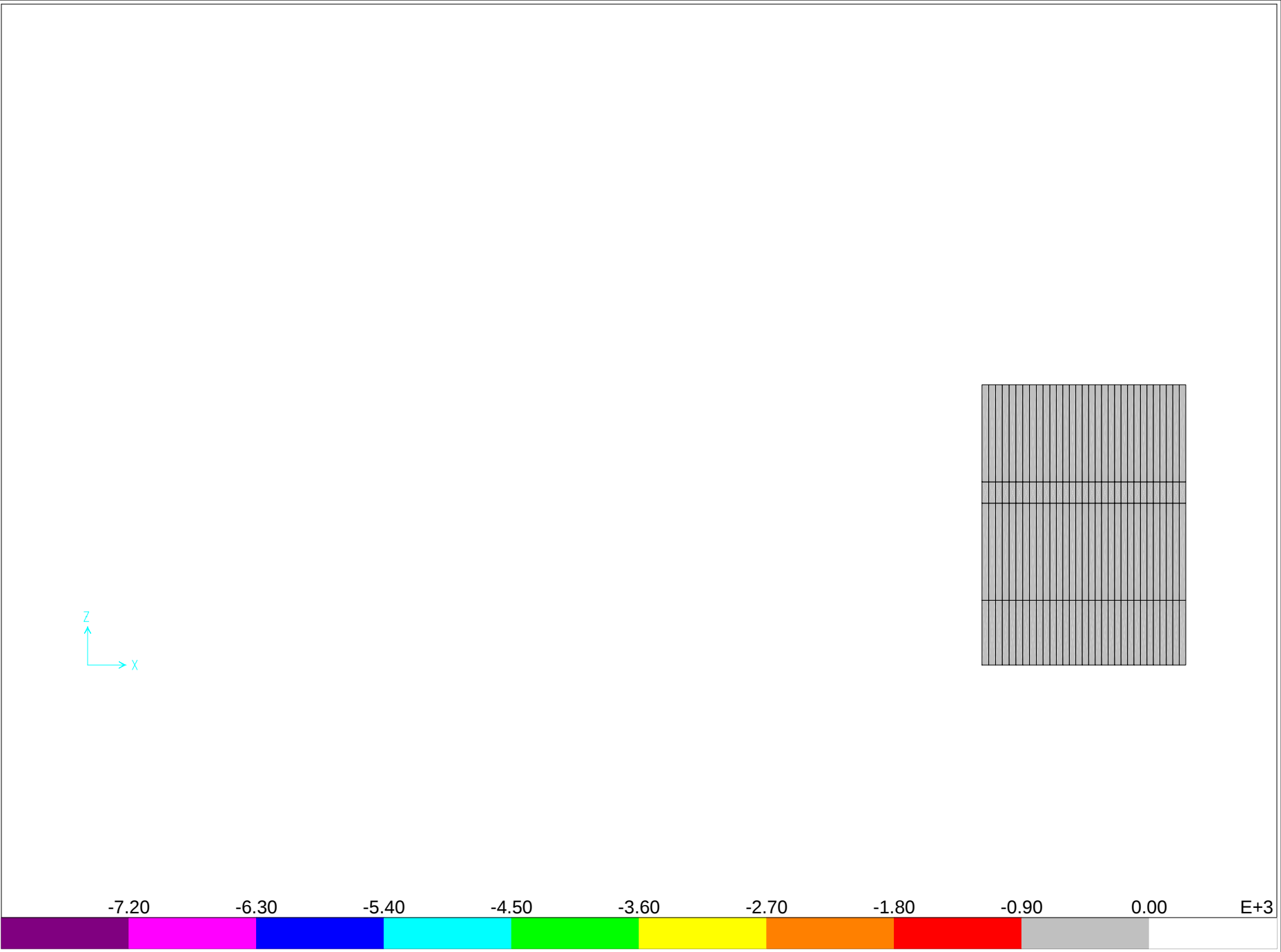


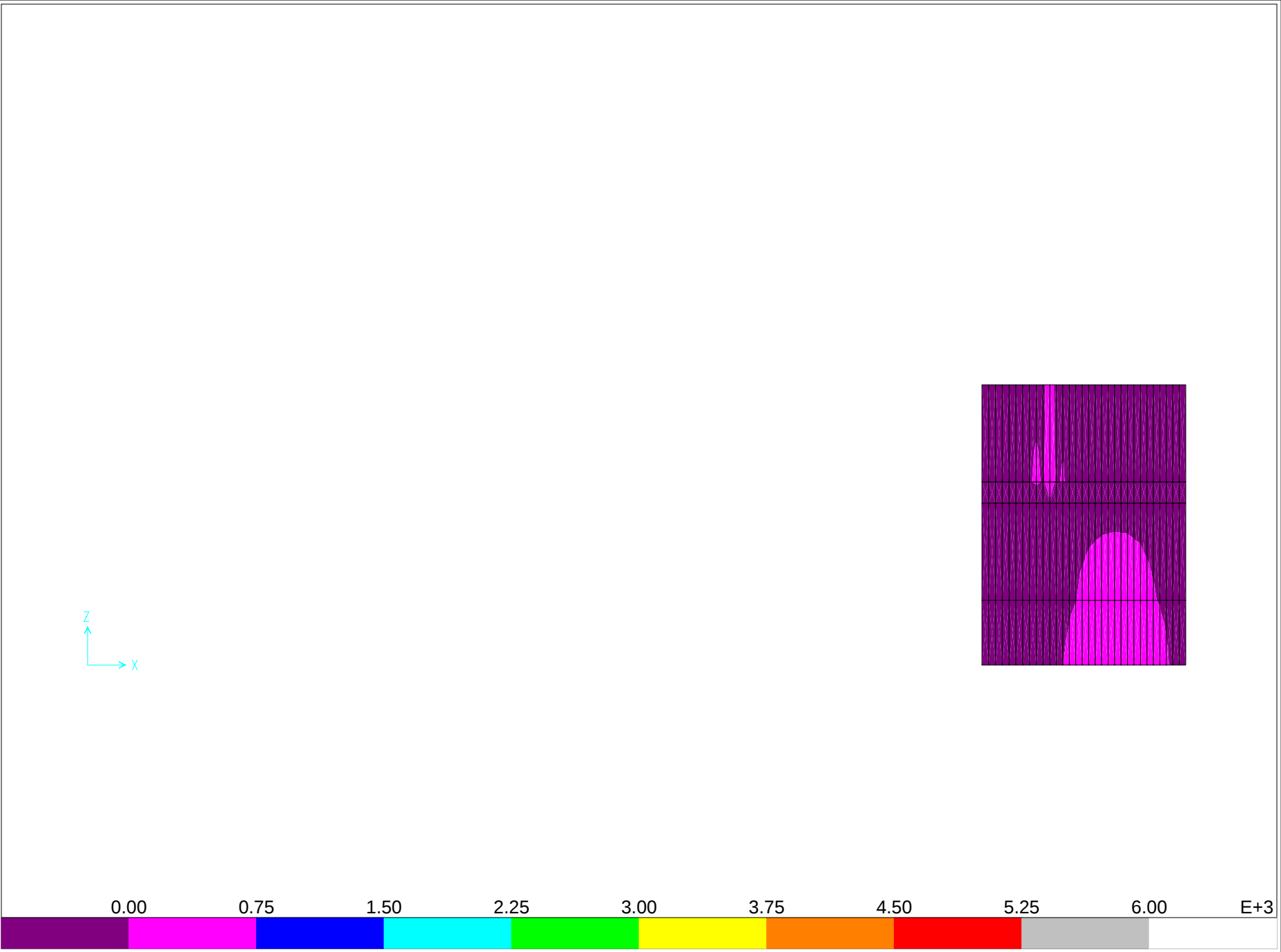
# **EJE 8**

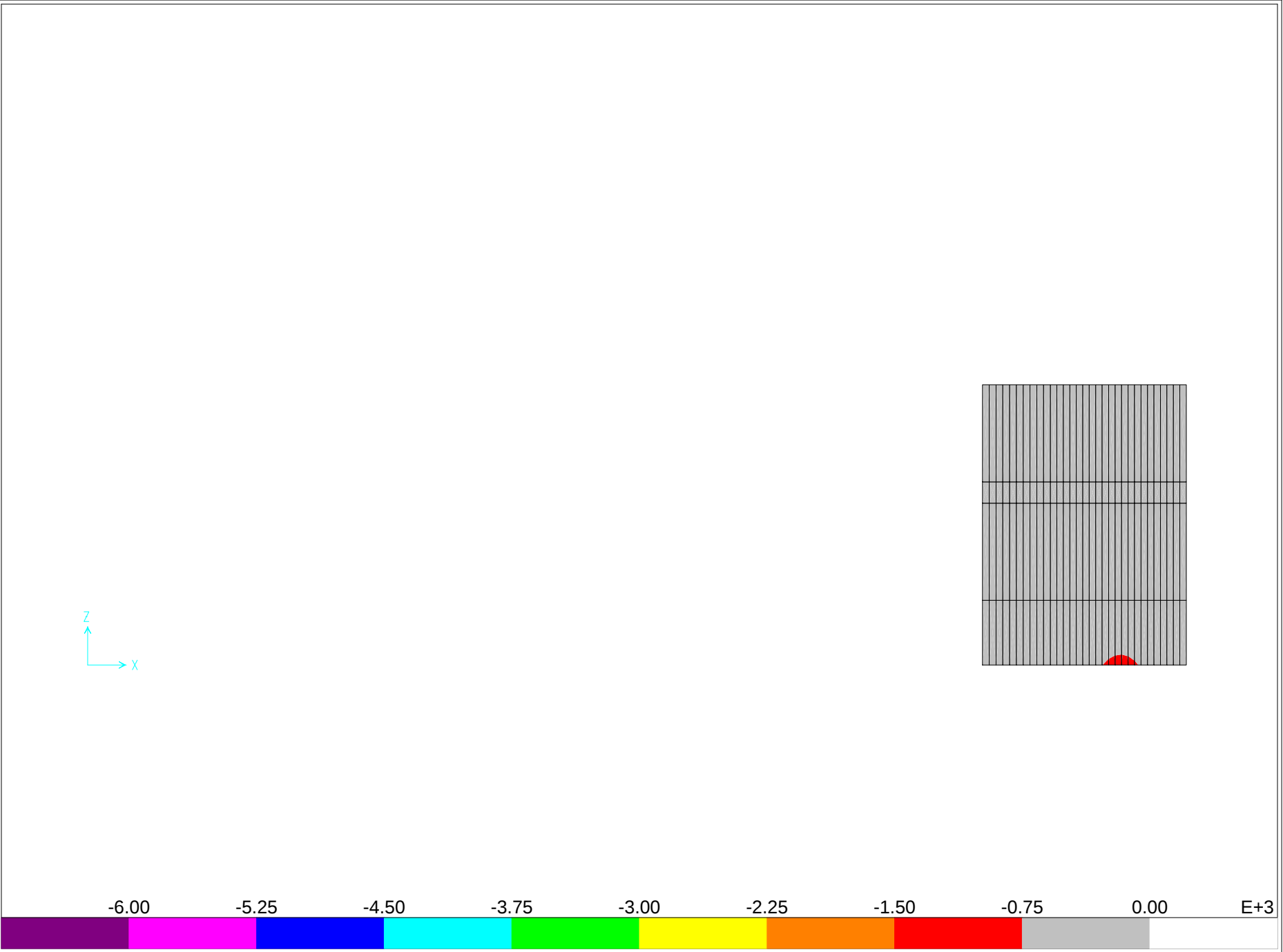
## **ESFUERZOS AXIALES**

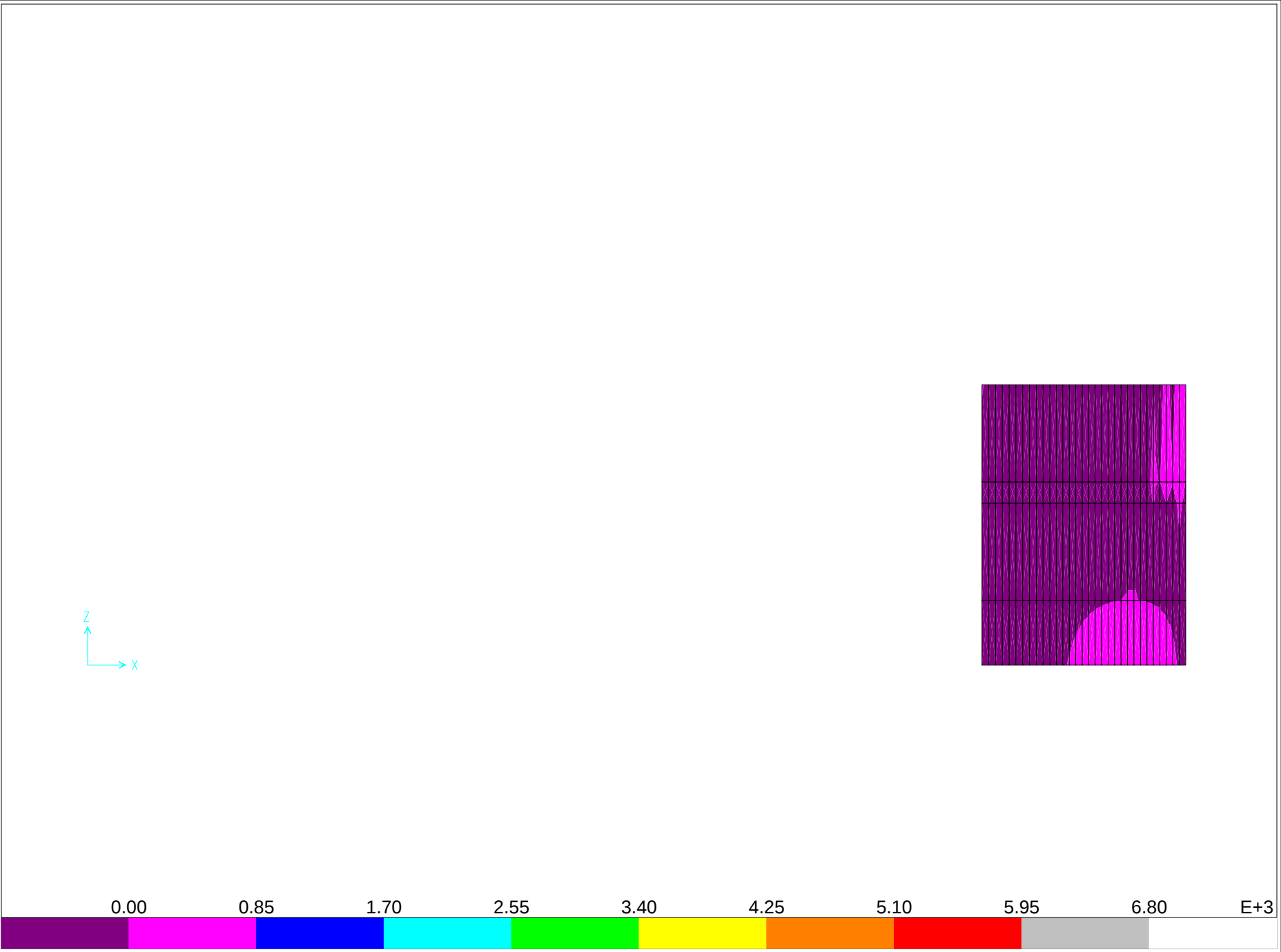


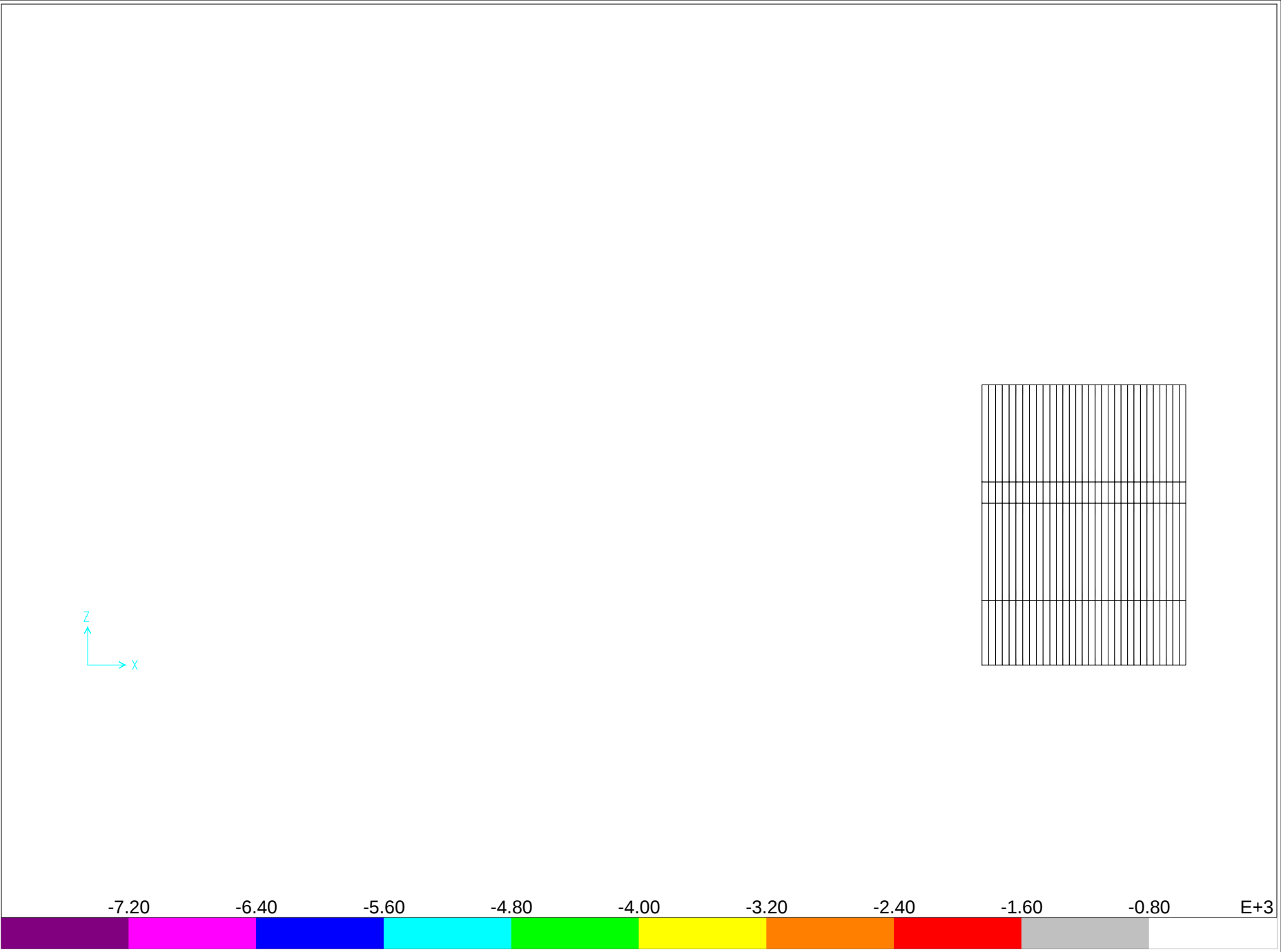


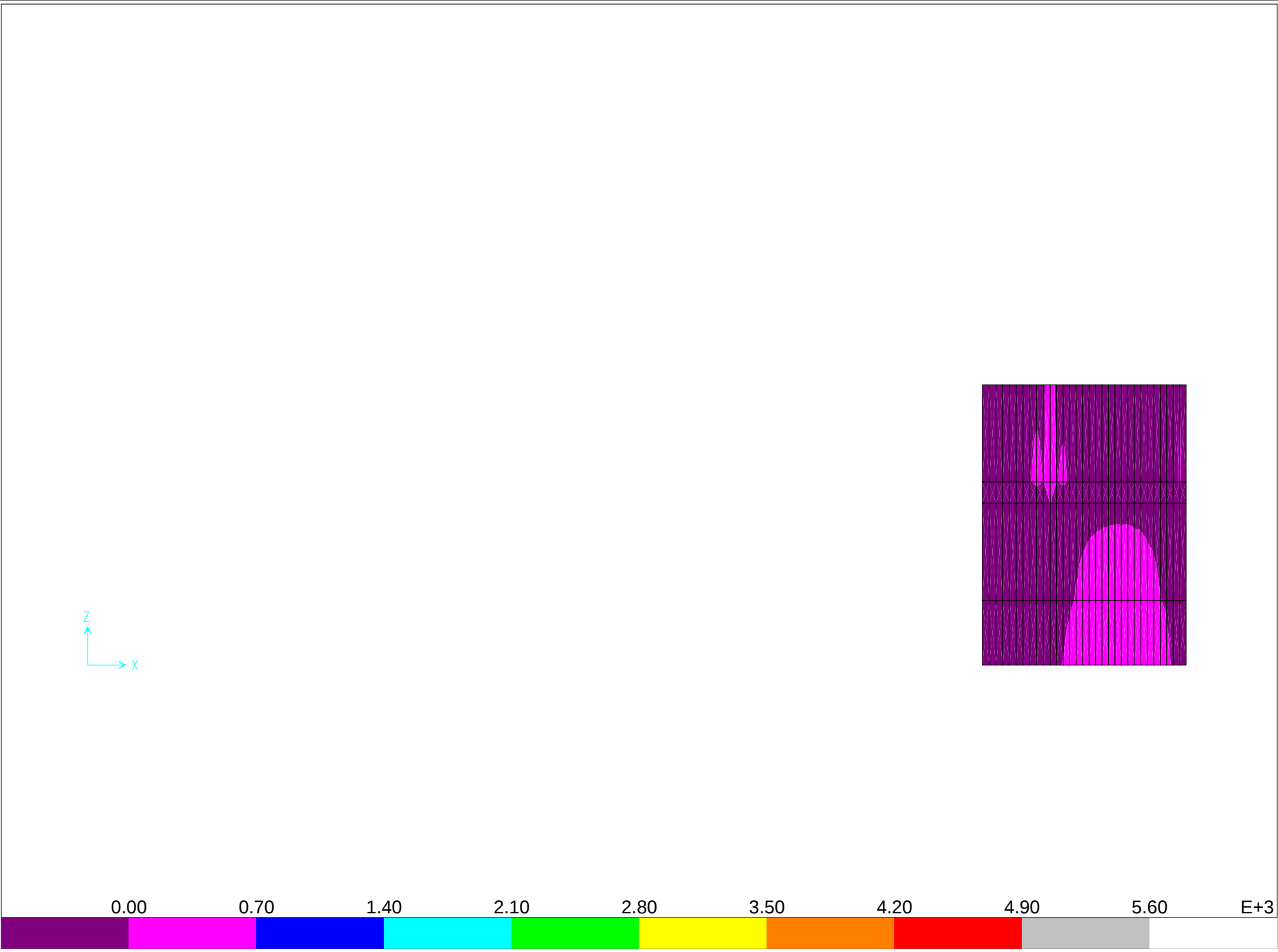


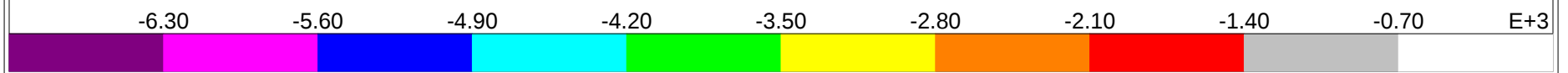
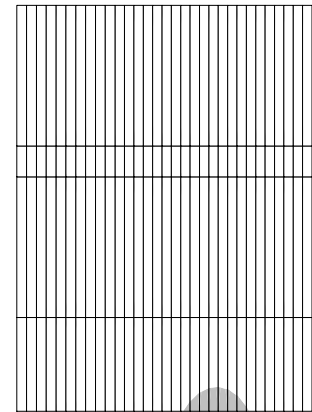






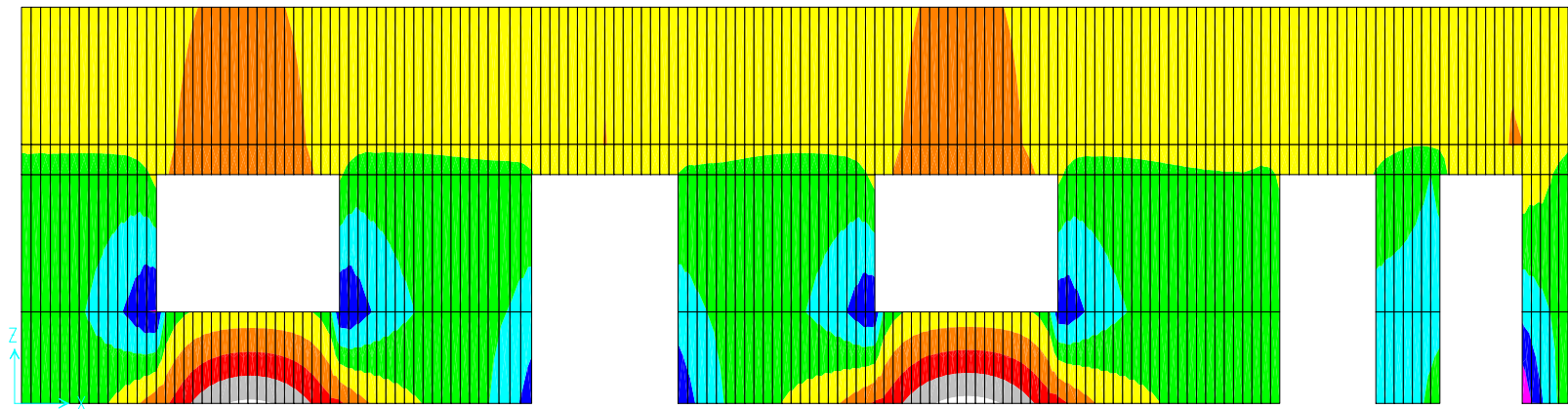




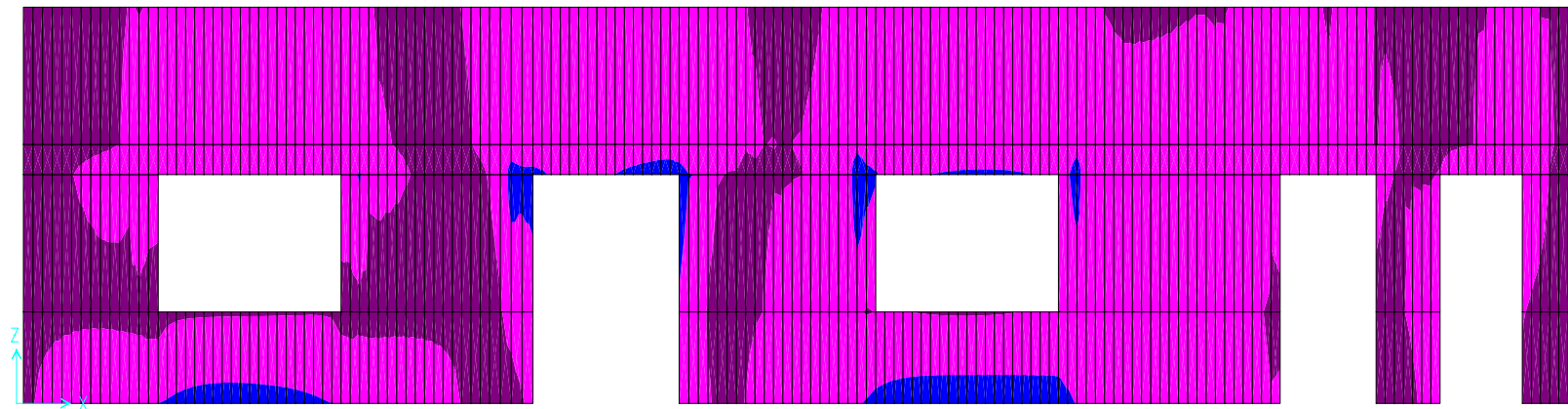


## **EJE 9**

### **ESFUERZOS AXIALES**



-650.      -520.      -390.      -260.      -130.      0.      130.      260.      390.



0.00

0.85

1.70

2.55

3.40

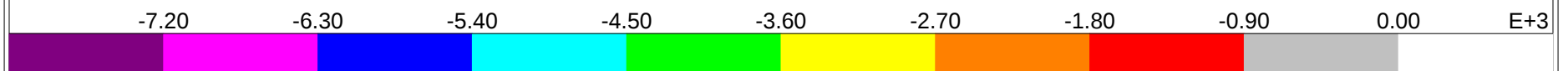
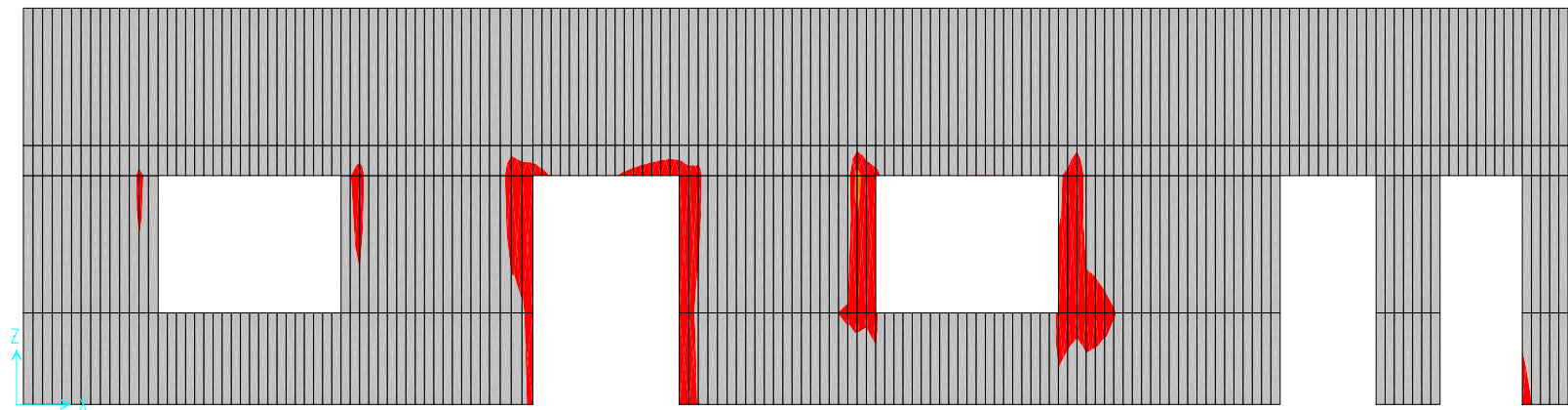
4.25

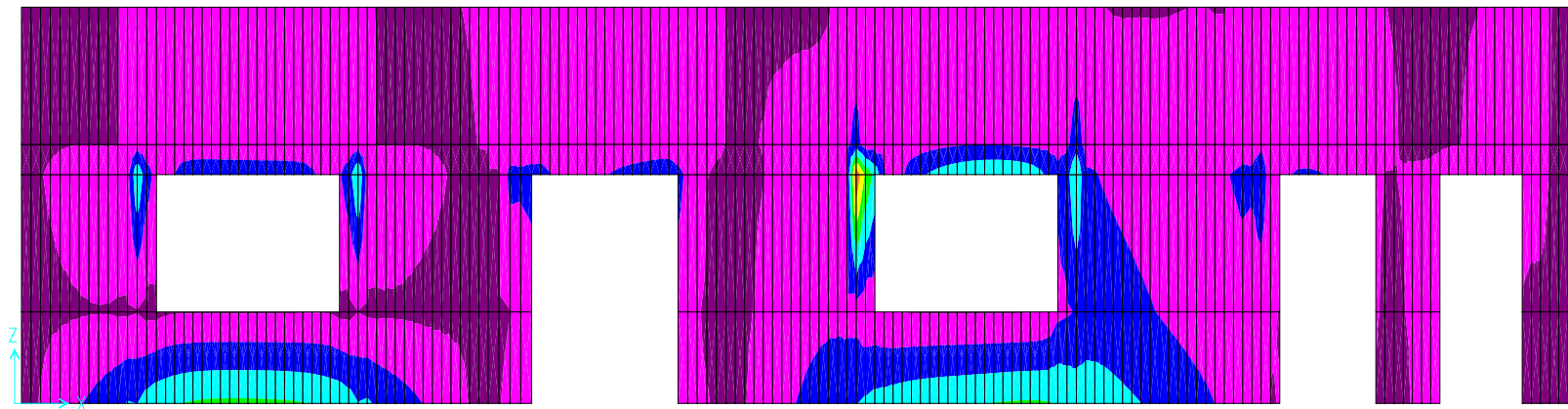
5.10

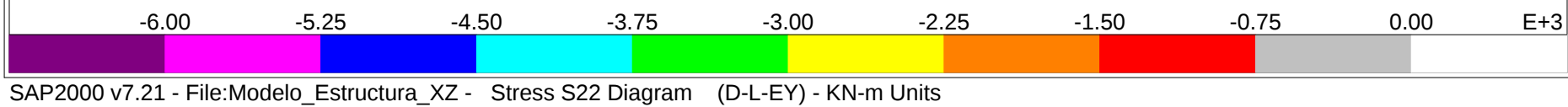
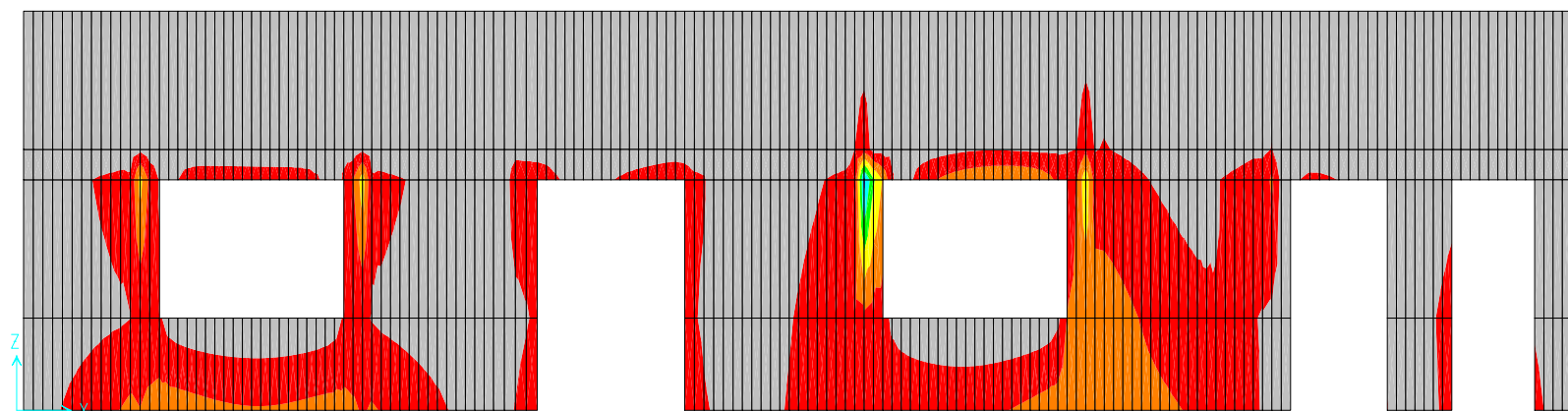
5.95

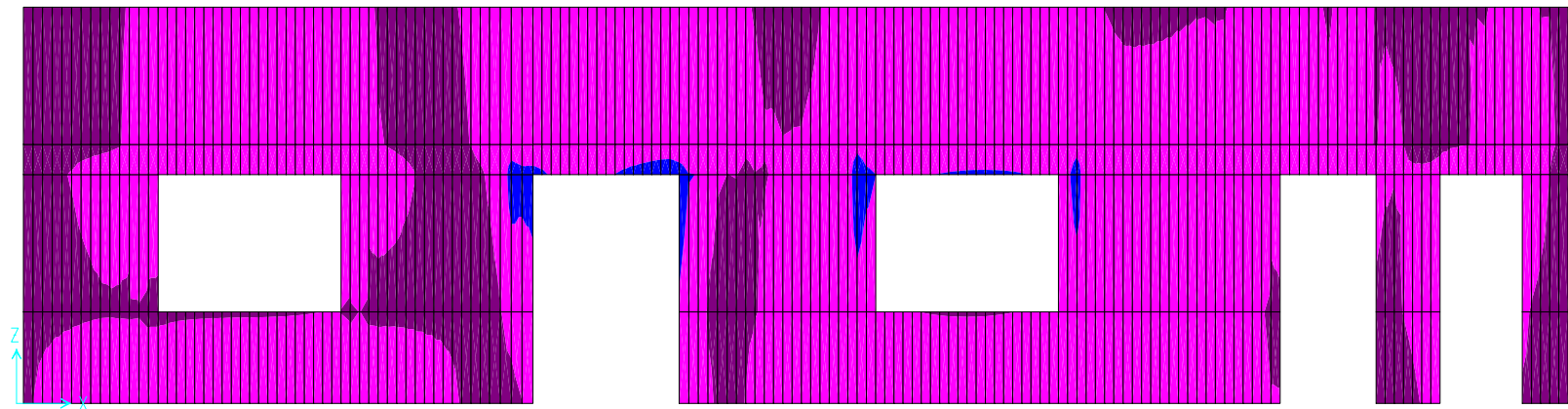
6.80

E+3









0.00

0.85

1.70

2.55

3.40

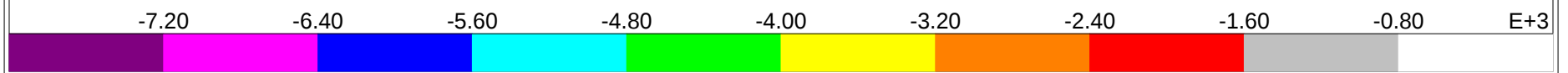
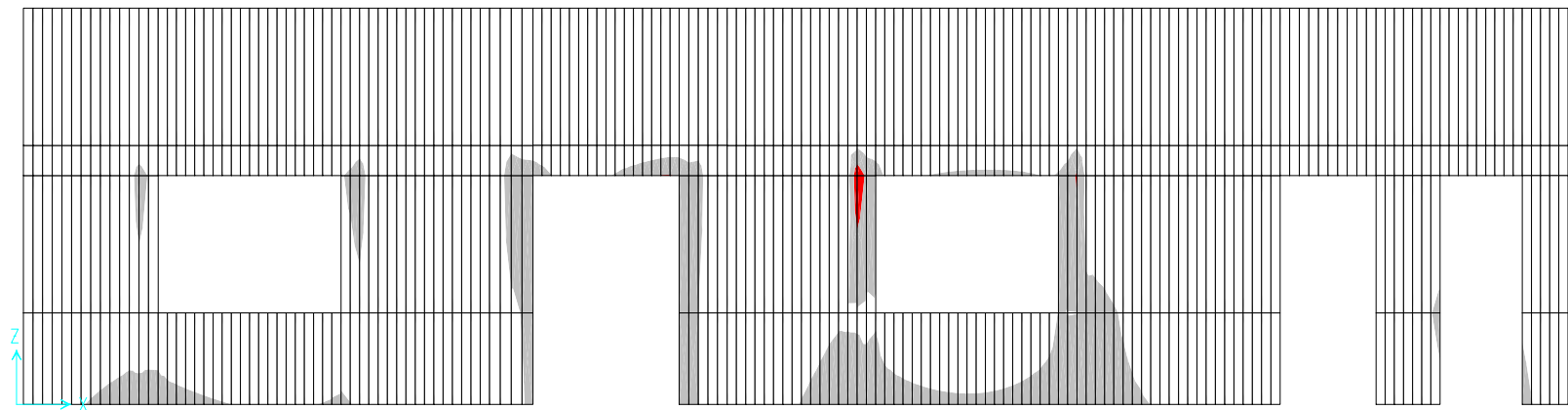
4.25

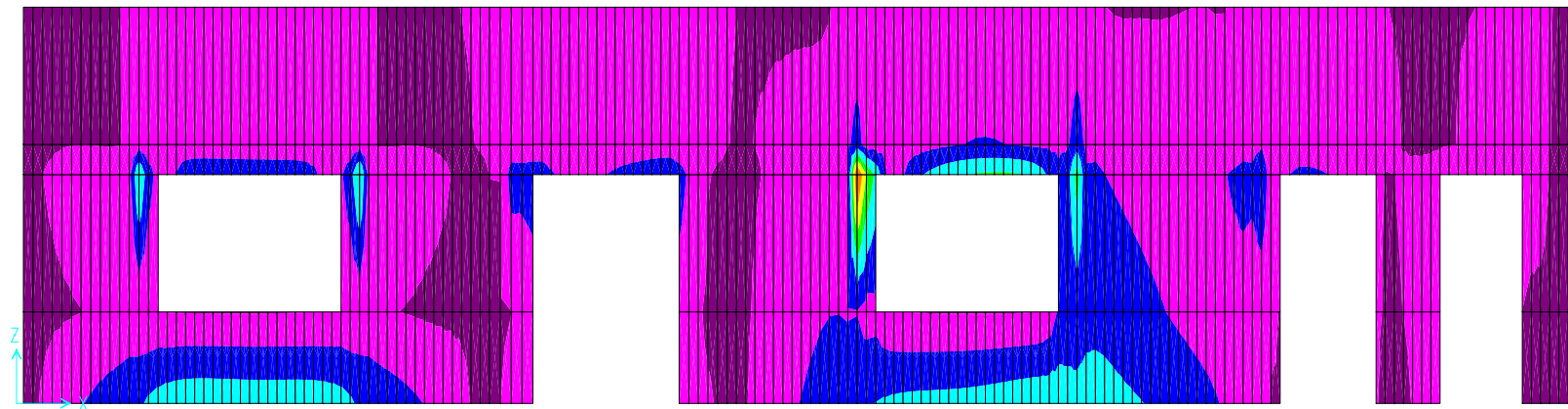
5.10

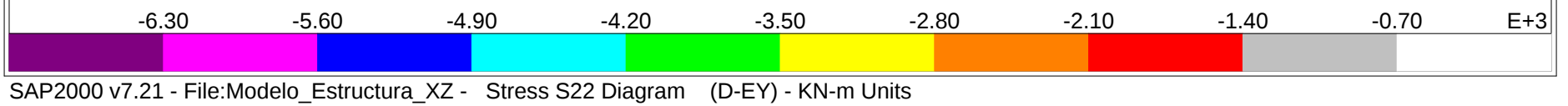
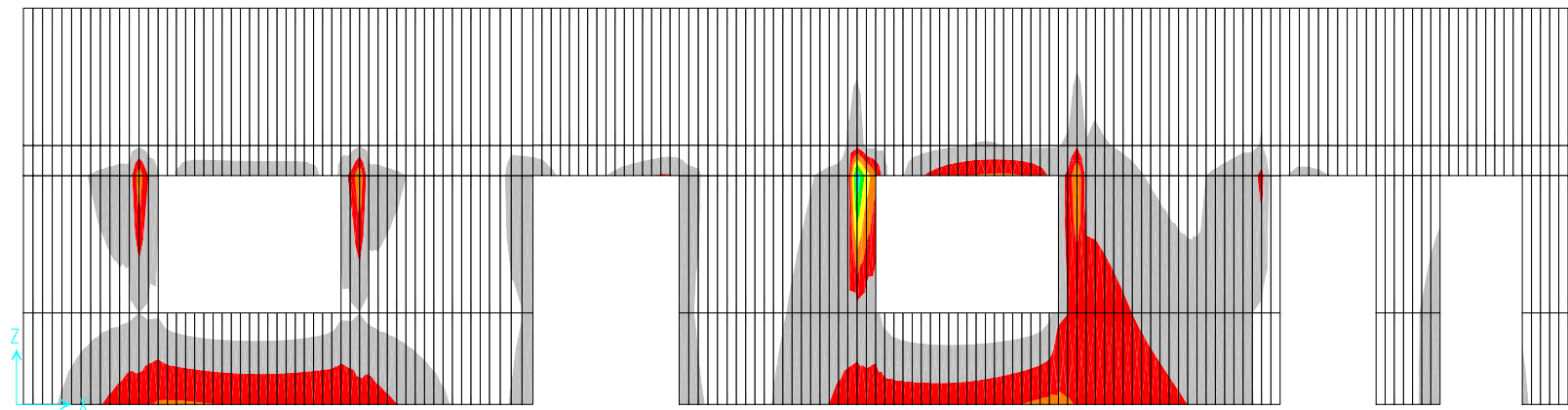
5.95

6.80

E+3







## TABLA DE CONTENIDO

|       |                                                                   |   |
|-------|-------------------------------------------------------------------|---|
| 1     | PRESENTACIÓN.....                                                 | 2 |
| 2     | INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....                                | 2 |
| 3     | CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL.....                                    | 3 |
| 4     | MODELACIÓN ESTRUCTURAL.....                                       | 3 |
| 5     | ANÁLISIS SÍSMICO.....                                             | 3 |
| 5.1   | ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO.....                                  | 4 |
| 5.1.1 | Análisis dinámico.....                                            | 4 |
| 5.1.2 | Análisis estático.....                                            | 4 |
| 5.2   | EFFECTOS ESPECTRALES.....                                         | 5 |
| 6     | PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES6 |   |
| 6.1   | UNIDADES DE MAMPOSTERÍA.....                                      | 6 |
| 6.1.1 | Dimensiones nominales o brutas.....                               | 6 |
| 6.1.2 | Dimensiones útiles.....                                           | 7 |
| 6.1.3 | Resistencia nominal a la compresión.....                          | 7 |
| 6.2   | MUROS ESTRUCTURALES.....                                          | 7 |
| 6.2.1 | Resistencia nominal a la compresión.....                          | 7 |
| 6.2.2 | Modulo de elasticidad.....                                        | 8 |
| 6.2.3 | Peso unitario (peso por unidad de volumen).....                   | 8 |
| 7     | ESFUERZOS ADMISIBLES.....                                         | 8 |
| 8     | CARGAS UTILIZADAS.....                                            | 9 |
| 8.1   | CUBIERTA.....                                                     | 9 |
| 8.2   | ANTEPECHOS.....                                                   | 9 |
| 9     | SIMULACIÓN Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....                            | 9 |

## 1 PRESENTACIÓN

El contenido de este documento presenta la memoria de cálculo consistente en la evaluación estructural, según criterios de las NSR-98<sup>I</sup>, de un edificio construido bajo la vigencia del CCCSR-84.

La edificación objeto de estudio se encuentra ubicada en el barrio Kennedy de la ciudad de Quibdó, sobre la carrera 2 entre las calles 31 y 32.

El presente estudio se realiza a partir de la información suministrada en los planos arquitectónicos, los estudios geotécnicos realizados al suelo donde se encuentra el inmueble y el testimonio suministrado por los ingenieros responsables.

En la fecha en que se realiza este estudio estructural, se encuentra en vigencia el Reglamento NSR-10 por lo tanto el estudio debería realizarse bajo esta normativa, pero debido a que la información geotécnica está basada en las NSR-98 el análisis sísmico se hace según el modelo estas normas.

## 2 INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

|                                                        |                                          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Propietario                                            | GOBERNACIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ   |
| Ubicación                                              | QUIBDÓ, CHOCÓ                            |
| Dirección                                              | CARRERA 2                                |
| Uso                                                    | OFICINAS                                 |
| Niveles                                                | UNO (1)                                  |
| Área horizontal del proyecto arquitectónico            | 455 M <sup>2II</sup>                     |
| Área horizontal del proyecto estructural               | 389 M <sup>2III</sup>                    |
| Zona de amenaza sísmica                                | ALTA                                     |
| Sistema estructural                                    | MURO ESTRUCTURALES DE MAMPOSTERÍA SIMPLE |
| Capacidad para disipar energías en el rango inelástico | NO TIENE                                 |
| Levantamiento arquitectónico                           | Arq. NERBIJI AYALA A.                    |
| Levantamiento geotécnico                               | Ing. JOSÉ ALBERTO CÓRDOBA ARIAS          |
|                                                        |                                          |

---

<sup>I</sup> NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

<sup>II</sup> Información extraída de los planos arquitectónicos

<sup>III</sup> Información extraída de los planos arquitectónicos

### **3 CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL**

La configuración estructural de la edificación bajo estudio se realizó a partir de la información contenida en los planos arquitectónicos que se suministraron con anterioridad al desarrollo del mismo.

En los planos se observa que en esta edificación los muros están distribuidos ortogonalmente y ubicados paralelamente a los dos ejes principales. Entre estos muros se observan (teniendo en cuenta las culatas en los cortes verticales) dos tipos de muros: los de carga y los que rigidez. Los primeros, son los responsables de resistir, además de su propio peso, las cargas que provienen de la cubierta y los segundos son los que con su rigidez brindan soporte lateral a los primeros reduciendo su esbeltez.

Para identificar los muros se utilizó caracteres numéricos y alfanuméricos. Los muros que están trazados paralelamente al eje 'X' se identificaron con caracteres numéricos, identificando 9 ejes y los muros que están trazados paralelamente al eje 'Y' se identificaron con caracteres alfanuméricos con mayúscula sostenida e identificando 7 ejes.

### **4 MODELACIÓN ESTRUCTURAL**

Sobre los planos digitales se definieron los nodos de conexión entre muros y se obtuvieron las coordenadas relativas para cada uno de estos nodos. Luego, en una hoja de cálculo de Ms EXCEL se definió la primera etapa de la malla de desratización de la estructura.

Una vez se obtuvo estos datos se procedió a introducirlos en el Software de Análisis y Diseño estructural SAP2000 NonLinear. Después que este software interpretó la información matemática y trazó el modelo tridimensional de la estructura se procedió a realizar la segunda etapa de discretización de la malla de elementos finitos a cada 10 cms (0.1 m) aprox.

### **5 ANÁLISIS SÍSMICO**

El análisis sísmico se realizó mediante un análisis dinámico utilizando el espectro dinámico recomendado en las NSR-98 (A.2.6). Utilizando la aplicación informática ESPECTRO\_NSR98, creada por Alexander Ibargüen Mendoza, se obtuvo el espectro elástico de diseño (gráfico y matemático) el cual se carga al software de análisis (SAP2000 NonLinear) ya que este realiza automáticamente este análisis.

Para obtener el porcentaje mínimo (90%) de la masa participante de la estructura (A.5.4.2 NSR-98) y un cortante modal en la base que no sea menor al 80% del cortante en la base obtenido por el método estático (A.5.4.5 NSR-98), se varió la cantidad de modos de vibración hasta obtener dicho valor o superarlo (en este análisis se utilizaron 16 modos de vibración obteniendo una participación del 98.57%) y

## **5.1 ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO**

El espectro dinámico, que se utilizó para el análisis sísmico, se construyó con la siguiente información:

$$\begin{aligned}A_a &= 0.30 \\I &= 1.10 \\S &= 1.50\end{aligned}$$

### **5.1.1 Análisis dinámico**

$$\begin{aligned}T_C &= 0.72 \text{ seg.} \\T_L &= 3.60 \text{ seg.} \\T_0 &= 0.30 \text{ seg.}\end{aligned}$$

### **5.1.2 Análisis estático**

$$\begin{aligned}T_a &= 0.188 \text{ seg.} \\W_T &= 241.76 \text{ (Ton)}^1 \\S_a &= 0.825 \text{ g} \\V_s &= W_T \times S_a = 199.452 \text{ Ton} \approx 1994.5 \text{ kN}\end{aligned}$$

---

<sup>1</sup> Ver anexo "ANÁLISIS GEOMÉTRICO"

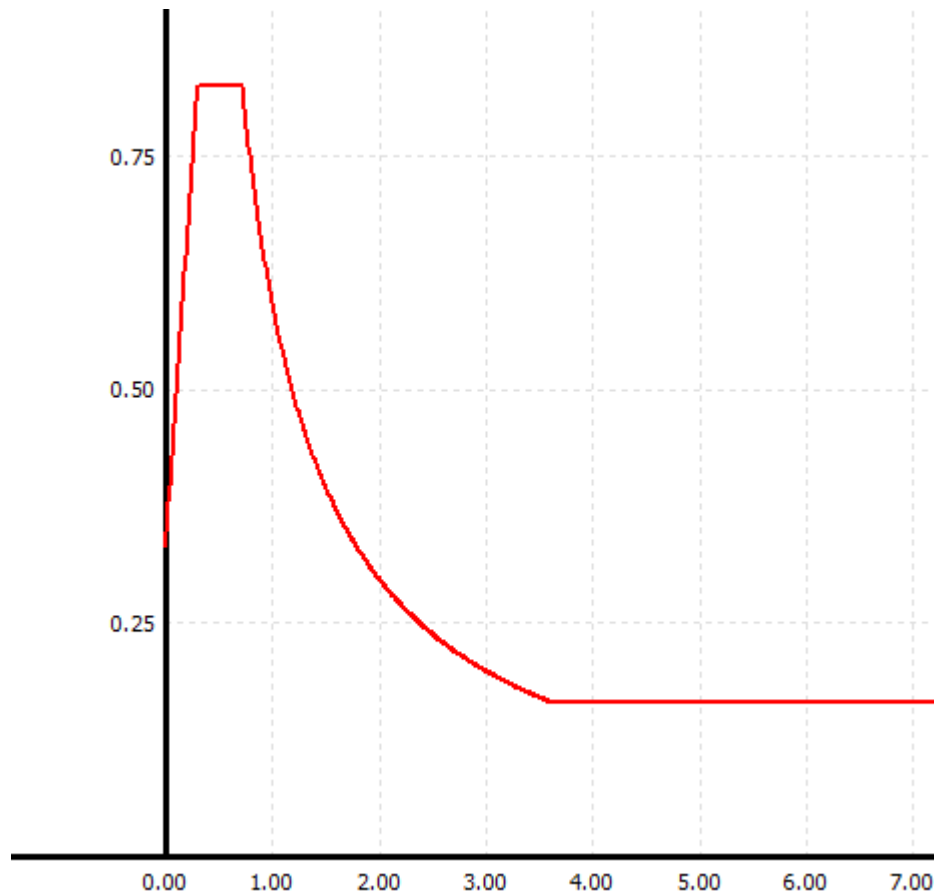


Ilustración 1- Espectro Dinámico

## 5.2 EFECTOS ESPECTRALES

En el análisis sísmico de este estudio estructural se hizo utilizando dos casos acción. Uno actuando sobre el eje X y el otro actuando sobre el eje Y. En cada uno de estos, además de los efectos horizontales, se consideró también el efecto vertical y los efectos ortogonales se tuvieron en cuenta en las combinaciones de cargas donde están involucrados los efectos sísmicos.

Tabla 1- Acción espectral

| Respuesta espectral en el eje X (Ex)      | Respuesta espectral en el eje Y (Ey)      |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| $U_X = \frac{m_i \times S_a \times g}{R}$ | $U_Y = \frac{m_i \times S_a \times g}{R}$ |
| $U_Y = 30\% U_X$                          | $U_X = 30\% U_Y$                          |
| $U_Z = \frac{2}{3} U_X$                   | $U_Z = \frac{2}{3} U_Y$                   |

## 6 PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

### 6.1 UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

Consisten en unidades huecas elaboradas en concreto. Existen dos tipos: de 15 cms de espesor y de 10 cms de espesor (división en baños).

#### 6.1.1 Dimensiones nominales o brutas

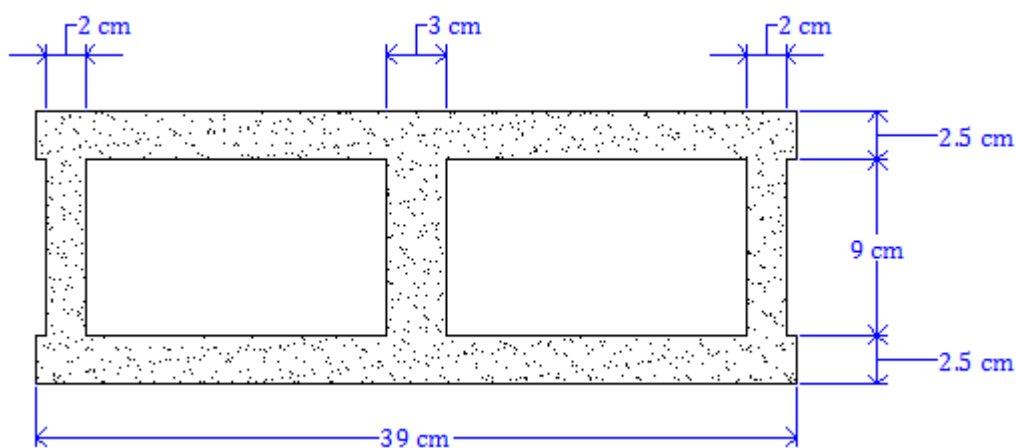


Ilustración 2- Bloque de concreto de 15 cms.

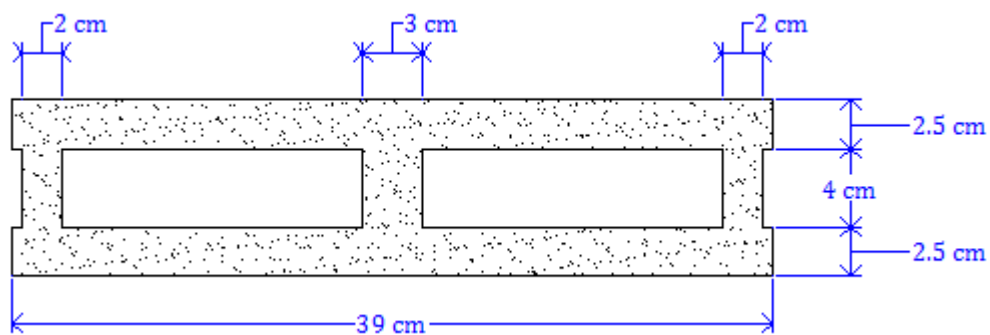


Ilustración 3 - Bloque de concreto de 10 cms.

### 6.1.2 Dimensiones útiles

- **Bloque de 15 cms.**

$$\begin{aligned}A_e &= [2(39 \times 2.5) + 2(2.5 \times 9) + (3 \times 9)] = 267 \text{ cm}^2 \\t_e &= \frac{A_e}{L} = \frac{267 \text{ cm}^2}{39 \text{ cm}} \approx 6.85 \text{ cm} \\Kt &= \frac{t}{t_e} = \frac{14 \text{ cm}}{6.85 \text{ cm}} = 2.04\end{aligned}$$

- **Bloque de 10 cms.**

$$\begin{aligned}A_e &= [2(39 \times 2.5) + 2(2.5 \times 4) + (3 \times 4)] = 227 \text{ cm}^2 \\t_e &= \frac{A_e}{L} = \frac{227 \text{ cm}^2}{39 \text{ cm}} \approx 5.82 \text{ cm} \\Kt &= \frac{t}{t_e} = \frac{9 \text{ cm}}{5.82 \text{ cm}} = 1.55\end{aligned}$$

### 6.1.3 Resistencia nominal a la compresión

Debido a que no se ha hecho un estudio de resistencia de las piezas de mampostería que conforman los muros se toma como resistencia nominal de estas la resistencia mínima recomendada por las NSR-98 en D.10-1.

$$f'_{cu} = 5 \text{ MPa}$$

## 6.2 MUROS ESTRUCTURALES

### 6.2.1 Resistencia nominal a la compresión

$$R_m = \left[ \frac{2 \times h}{75 + 3 \times h} \right] \times f'_{cu} + \left[ \frac{50 \times k_p}{75 + 3 \times h} \right] \times f'_{cp} \leq 0.80 \times f'_{cu}$$

$$R_m = 4.6 \text{ MPa} > 4.0 \text{ MPa} \rightarrow R_m = 4.0 \text{ MPa}$$

$$f'_m = 0.75 \times R_m = 3.0 \text{ MPa}$$

### 6.2.2 Modulo de elasticidad

$$E_m = 900 \times f'_m = 2700 \text{ MPa}$$

### 6.2.3 Peso unitario (peso por unidad de volumen)

Según el Titulo de las NSR-98:

$$\gamma = 2150 \text{ kg/m}^3 \approx 21.5 \text{ kN/m}^3$$

## 7 ESFUERZOS ADMISIBLES

Los esfuerzos máximos a los que deben estar sometidos los muros, según D-1.5.2, y los cuales fueron verificados son los siguientes:

***Compresión axial sin flexión:***

$$F_a = 0.20 \times f'_m \times Re$$

$$\text{Para } \frac{h'}{t} \leq 30 \rightarrow Re = 1 - \left[ \frac{h'}{42 \times t} \right]^2$$

$$\text{Para } \frac{h'}{t} > 30 \rightarrow Re = 1 - \left[ \frac{21 \times t}{h'} \right]^2$$

***Compresión axial causada por flexión:***

$$F_b = 0.33 \times f'_m$$

***Tracción axial causada por la flexión:***

$$F_{Th} = 0.21 \text{ MPa}$$

$$F_{Tv} = 0.10 \text{ MPa}$$

***Cortante en muros:***

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{40}$$

## 8 CARGAS UTILIZADAS

### 8.1 CUBIERTA

#### ***Carga muerta (D)***

Tejas de zinc estándar : 13.10 kN/334.25 m<sup>2</sup>

Soleras de madera : 19.20 kN/334.25 m<sup>2</sup>

$$96.63 \times 10^{-3} \text{ kN/m}^2$$

$$= 39.19 \times 10^{-3} \text{ kN/m}^2$$

$$= 57.44 \times 10^{-3} \text{ kN/m}^2$$

#### ***Carga viva (L)***

Para cubierta con m<20% : 0.50 kN/m<sup>2</sup>

$$0.50 \text{ kN/m}^2$$

$$= 0.50 \text{ kN/m}^2$$

### 8.2 ANTEPECHOS

#### ***Carga muerta (D)***

Ventana : 0.45 kN/m<sup>2</sup> x 1.50 m

$$0.675 \text{ kN/m}$$

$$= 0.675 \text{ kN/m}$$

#### ***Carga viva (L)***

Empuje horizontal : 0.75 kN/m

$$0.750 \text{ kN/m}$$

$$= 0.75 \text{ kN/m}$$

## 9 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis utilizado es un análisis modal de eigenvectors a través de la combinación de las diferentes solicitaciones. La metodología de análisis que se utilizó es *el método de esfuerzos de trabajo*.

Para el análisis estructural se utilizó como espesor de los muros el ancho efectivo o útil (porque es con el que se obtiene la rigidez estructural) pero para obtener el peso propio de la estructura y para aceleración de las masas se utilizó el espesor bruto.

en la simulación se utilizaron elementos tipo *Frame* para representar las vigas de cimentación y los dinteles en puertas y ventanas; elementos tipo *Shell* para representar los muros; elementos tipo *Joint* para establecer uniones rígidas y flexibles y para simular el comportamiento del suelo se utilizaron elementos *Strings* (resortes) y se asignó como constantes de estos el valor de modulo de balasto obtenido a través de *fórmula de Bowles*.

# **ANEXOS**

# **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A- DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS MUROS

ANEXO B - ANÁLISIS GEOMÉTRICO

ANEXO C - MODELO TRIDIMENSIONAL DE MALLA DE ELEMENTOS FINITOS

ANEXO D- SOLICITACIONES EXTERNAS

ANEXO E - MODOS DE VIBRACIÓN

ANEXO F - RESPUESTAS ESPECTRALES

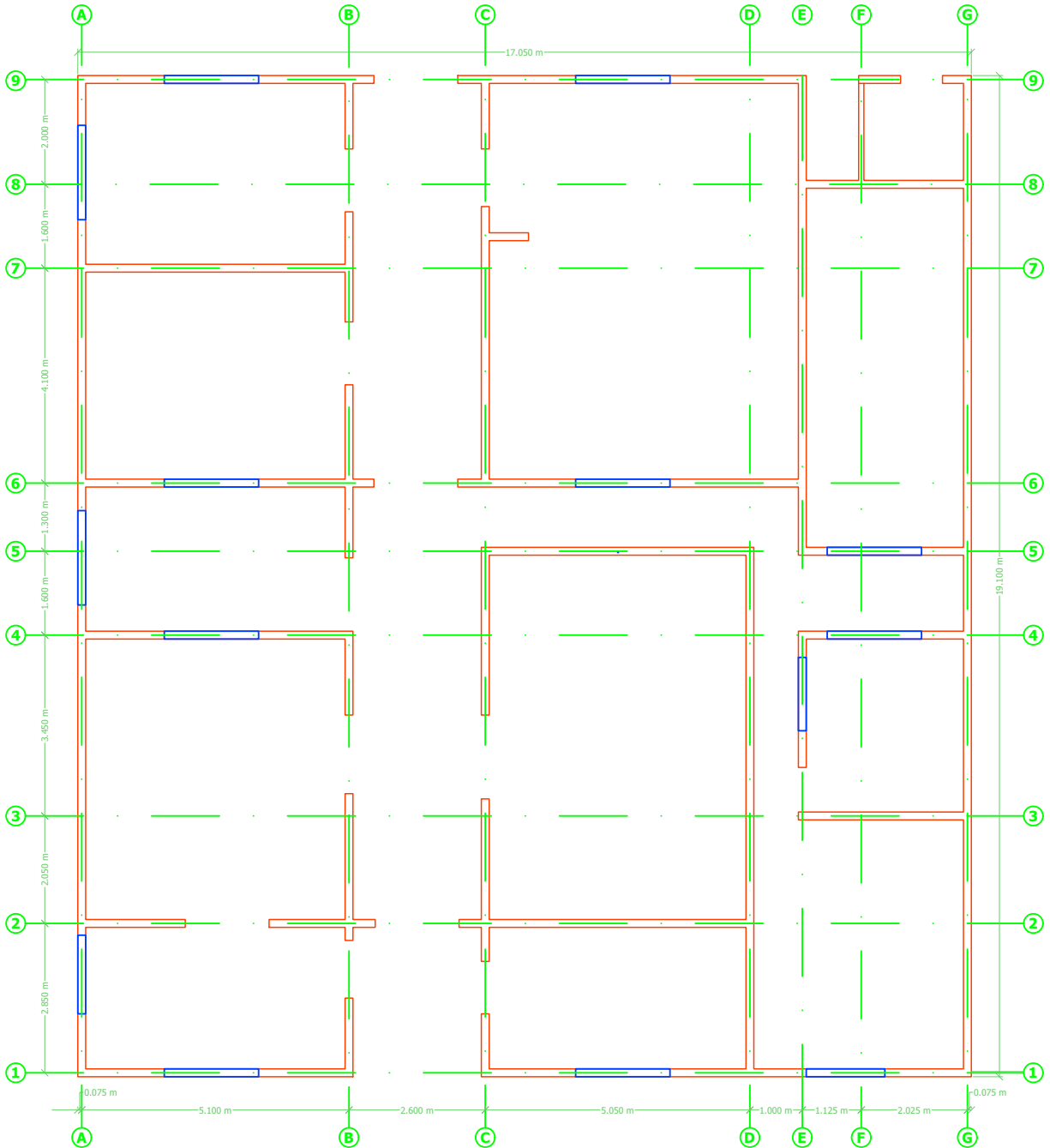
ANEXO G - ESFUERZOS AXIALES

ANEXO H - ASENTAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

ANEXO I - DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES

ANEXO J - ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN MUROS

## ANEXO A - DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS MUROS



|                                                                                                         |                                           |                                 |                                                                                                        |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>PROYECTO:</b><br><b>DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL DE LA OFICINA DE ARCHIVO DE LA GOBERNACIÓN DEL CHOCÓ</b> |                                           |                                 | <b>CONTIENE:</b><br><b>DISTRIBUCIÓN DE LOS MUROS ESTRUCTURALES</b>                                     |                             |
| <b>ARCHIVO:</b><br><b>DISTRIBUCION_MUROS.DWG</b>                                                        | <b>FECHA:</b><br><b>AGOSTO 17 DE 2011</b> | <b>DISEÑO:</b>                  |                                                                                                        | <b>PLANO:</b><br><b>1/1</b> |
| <b>ESCALA:</b><br><b>1:200</b>                                                                          | <b>VERSIÓN:</b><br><b>1.00</b>            | <b>REVISIÓN:</b><br><b>1.00</b> | <b>DIBUJO:</b><br> |                             |

## ANEXO B - ANÁLISIS GEOMÉTRICO

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

| MURO | SEGMENTO | GEOMETRÍA  | TIPO   | xi (m) | yi (m) | zi (m) | L (m) | H (m) | A (m²) | Xc (m) | Yc (m) | Zc (m) | AXc (m³) | AYc (m³) | AZc (m³) | e (m) | W (ton) |
|------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|-------|---------|
| 1AB  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 0.150  | 0.075  | 0.000  | 4.950 | 4.330 | 21.434 | 2.475  | 0.000  | 2.165  | 56.263   | 1.608    | 46.404   | 0.150 | 6.91    |
|      | II       | RECTANGULO | HUECO  | 1.650  | 0.075  | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -6.885   | -0.203   | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
| 2AB  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 0.150  | 2.925  | 0.000  | 4.950 | 4.330 | 21.434 | 2.475  | 0.000  | 2.165  | 56.263   | 62.693   | 46.404   | 0.150 | 6.91    |
|      | II       | RECTANGULO | HUECO  | 2.050  | 2.925  | 0.000  | 1.600 | 2.500 | -4.000 | 0.800  | 0.000  | 1.250  | -11.400  | -11.700  | -5.000   | 0.150 | -1.29   |
| 4AB  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 0.150  | 8.425  | 0.000  | 4.950 | 4.330 | 21.434 | 2.475  | 0.000  | 2.165  | 56.263   | 180.577  | 46.404   | 0.150 | 6.91    |
|      | II       | RECTANGULO | HUECO  | 1.650  | 8.425  | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -6.885   | -22.748  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
| 6AB  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 0.150  | 11.325 | 0.000  | 4.950 | 4.330 | 21.434 | 2.475  | 0.000  | 2.165  | 56.263   | 242.734  | 46.404   | 0.150 | 6.91    |
|      | II       | RECTANGULO | HUECO  | 1.650  | 11.325 | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -6.885   | -30.578  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
| 7AB  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 0.150  | 15.425 | 0.000  | 4.950 | 4.330 | 21.434 | 2.475  | 0.000  | 2.165  | 56.263   | 330.612  | 46.404   | 0.150 | 6.91    |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 0.150  | 19.025 | 0.000  | 4.950 | 4.330 | 21.434 | 2.475  | 0.000  | 2.165  | 56.263   | 407.772  | 46.404   | 0.150 | 6.91    |
| 9AB  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 1.650  | 19.025 | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -6.885   | -51.368  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 5.250  | 2.925  | 0.000  | 2.450 | 4.330 | 10.609 | 1.225  | 0.000  | 2.165  | 68.690   | 31.030   | 22.967   | 0.150 | 3.42    |
| 2BC  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 5.675  | 2.925  | 0.000  | 1.600 | 2.830 | -4.528 | 0.800  | 0.000  | 1.415  | -29.319  | -13.244  | -6.407   | 0.150 | -1.46   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 5.250  | 11.325 | 0.000  | 2.450 | 4.330 | 10.609 | 1.225  | 0.000  | 2.165  | 68.690   | 120.141  | 22.967   | 0.150 | 3.42    |
| 6BC  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 5.675  | 11.325 | 0.000  | 1.600 | 2.830 | -4.528 | 0.800  | 0.000  | 1.415  | -29.319  | -51.280  | -6.407   | 0.150 | -1.46   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 5.250  | 19.025 | 0.000  | 2.450 | 4.330 | 10.609 | 1.225  | 0.000  | 2.165  | 68.690   | 201.827  | 22.967   | 0.150 | 3.42    |
| 9BC  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 5.675  | 19.025 | 0.000  | 1.600 | 2.830 | -4.528 | 0.800  | 0.000  | 1.415  | -29.319  | -86.145  | -6.407   | 0.150 | -1.46   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 7.850  | 0.075  | 0.000  | 4.900 | 4.330 | 21.217 | 2.450  | 0.000  | 2.165  | 218.535  | 1.591    | 45.935   | 0.150 | 6.84    |
| 1CD  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 9.500  | 0.075  | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -28.080  | -0.203   | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 7.850  | 2.925  | 0.000  | 4.900 | 4.330 | 21.217 | 2.450  | 0.000  | 2.165  | 218.535  | 62.060   | 45.935   | 0.150 | 6.84    |
| 5CD  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 7.850  | 10.025 | 0.000  | 4.900 | 4.330 | 21.217 | 2.450  | 0.000  | 2.165  | 218.535  | 212.700  | 45.935   | 0.150 | 6.84    |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 7.850  | 11.325 | 0.000  | 5.900 | 4.330 | 25.547 | 2.950  | 0.000  | 2.165  | 275.908  | 289.320  | 55.309   | 0.150 | 8.24    |
| 6CE  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 9.500  | 11.325 | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -28.080  | -30.578  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 7.850  | 19.025 | 0.000  | 5.900 | 4.330 | 25.547 | 2.950  | 0.000  | 2.165  | 275.908  | 486.032  | 55.309   | 0.150 | 8.24    |
| 9CE  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 9.500  | 19.025 | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -28.080  | -51.368  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 12.900 | 0.075  | 0.000  | 4.000 | 4.330 | 17.320 | 2.000  | 0.000  | 2.165  | 258.068  | 1.299    | 37.498   | 0.150 | 5.59    |
| 1DG  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 13.900 | 0.075  | 1.000  | 1.500 | 1.500 | -2.250 | 0.750  | 0.000  | 0.750  | -32.963  | -0.169   | -3.938   | 0.150 | -0.73   |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 13.750 | 4.975  | 0.000  | 3.150 | 4.330 | 13.640 | 1.575  | 0.000  | 2.165  | 209.025  | 67.857   | 29.530   | 0.150 | 4.40    |
| 4EG  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 13.900 | 8.425  | 0.000  | 3.000 | 4.330 | 12.990 | 1.500  | 0.000  | 2.165  | 200.046  | 109.441  | 28.123   | 0.150 | 4.19    |
|      | II       | RECTANGULO | HUECO  | 14.300 | 8.425  | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -41.040  | -22.748  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
| 5EG  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 13.900 | 10.025 | 0.000  | 3.000 | 4.330 | 12.990 | 1.500  | 0.000  | 2.165  | 200.046  | 130.225  | 28.123   | 0.150 | 4.19    |
|      | II       | RECTANGULO | HUECO  | 14.300 | 10.025 | 1.000  | 1.800 | 1.500 | -2.700 | 0.900  | 0.000  | 0.750  | -41.040  | -27.068  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
| 8EG  | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 13.900 | 17.025 | 0.000  | 3.000 | 4.330 | 12.990 | 1.500  | 0.000  | 2.165  | 200.046  | 221.155  | 28.123   | 0.150 | 4.19    |
|      | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 13.900 | 19.025 | 0.000  | 3.000 | 4.330 |        | 1.500  | 0.000  | 2.165  | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.150 | 0.00    |
| 9EG  | II       | RECTANGULO | HUECO  | 13.900 | 19.025 | 0.000  | 1.000 | 2.500 |        | 0.500  | 0.000  | 1.250  | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.150 | 0.00    |
|      | III      | RECTANGULO | HUECO  | 15.700 | 19.025 | 0.000  | 0.800 | 2.500 |        | 0.400  | 0.000  | 1.250  | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.150 | 0.00    |

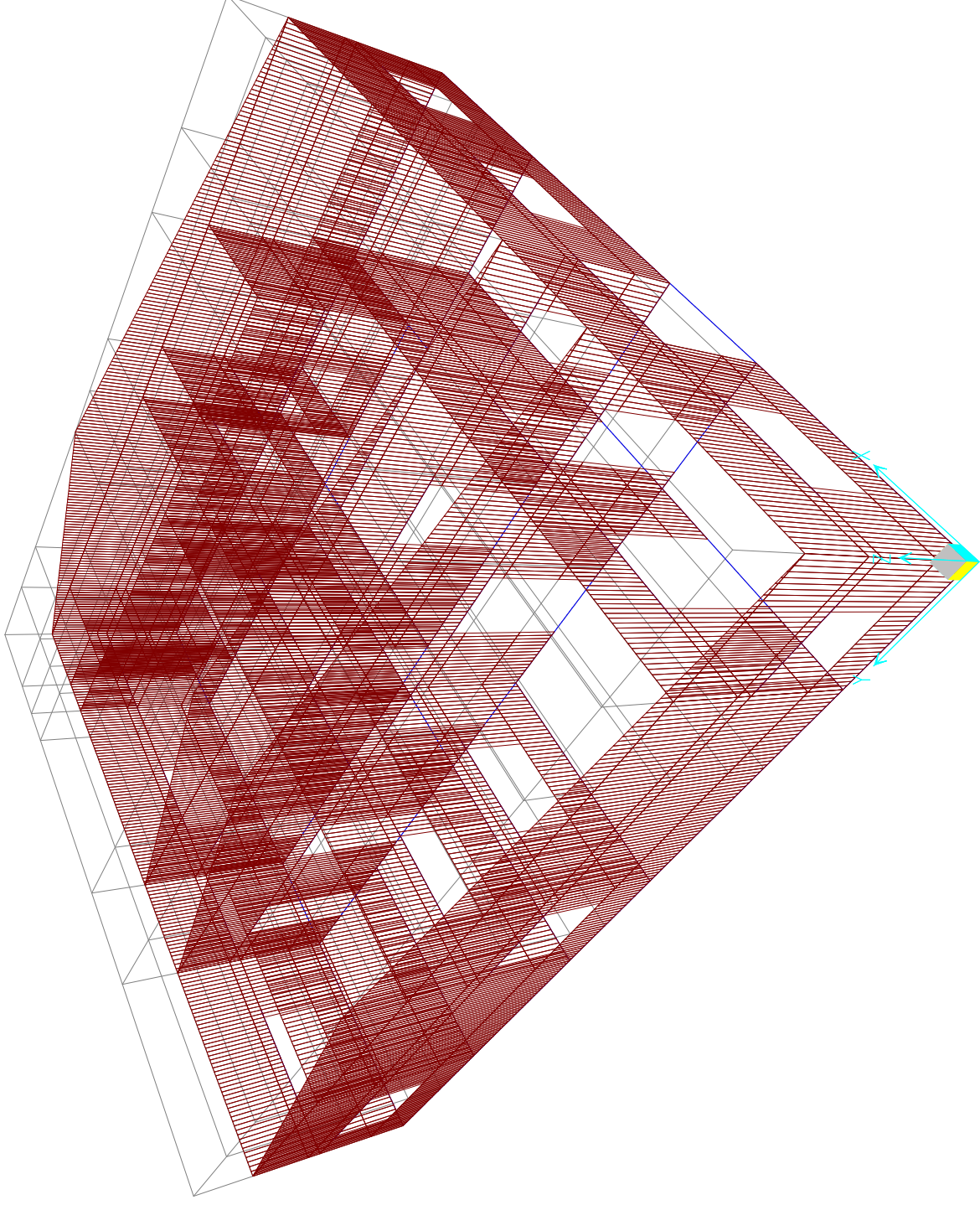
ANÁLISIS GEOMÉTRICO

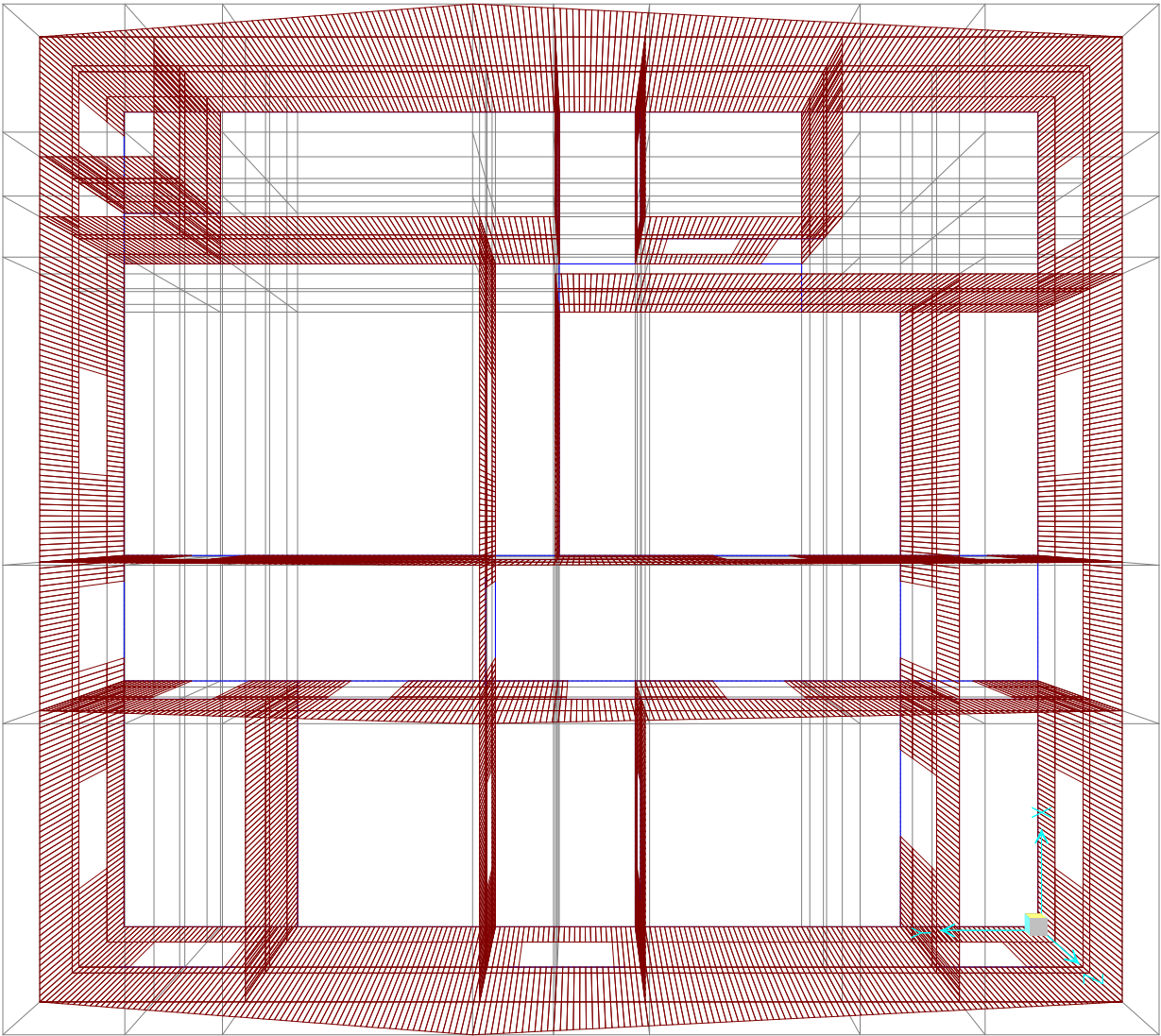
| MURO       | SEGMENTO | GEOMETRÍA  | TIPO   | x1 (m) | y1 (m) | z1 (m) | L (m)  | H (m) | A (m²) | Xc (m) | Yc (m) | Zc (m) | AXc (m³)  | AYc (m³) | AZc (m³) | e (m) | W (ton) |
|------------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|----------|----------|-------|---------|
| A19        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 0.075  | 0.000  | 0.000  | 19.100 | 4.330 | 82.703 | 0.000  | 9.550  | 2.165  | 6.203     | 789.814  | 179.052  | 0.150 | 26.67   |
|            | II       | RECTANGULO | HUECO  | 0.075  | 1.200  | 1.000  | 1.500  | 1.500 | -2.250 | 0.000  | 0.750  | 0.750  | -0.169    | -4.388   | -3.938   | 0.150 | -0.73   |
|            | III      | RECTANGULO | HUECO  | 0.075  | 9.000  | 1.000  | 1.800  | 1.500 | -2.700 | 0.000  | 0.900  | 0.750  | -0.203    | -26.730  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
|            | IV       | RECTANGULO | HUECO  | 0.075  | 16.350 | 1.000  | 1.800  | 1.500 | -2.700 | 0.000  | 0.900  | 0.750  | -0.203    | -46.575  | -4.725   | 0.150 | -0.87   |
| B19        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 5.175  | 0.000  | 0.000  | 19.100 | 4.330 | 82.703 | 0.000  | 9.550  | 2.165  | 427.988   | 789.814  | 179.052  | 0.150 | 26.67   |
|            | II       | RECTANGULO | HUECO  | 5.175  | 1.500  | 0.000  | 1.100  | 2.830 | -3.113 | 0.000  | 0.550  | 1.415  | -16.110   | -6.382   | -4.405   | 0.150 | -1.00   |
|            | III      | RECTANGULO | HUECO  | 5.175  | 5.400  | 0.000  | 1.500  | 2.830 | -4.245 | 0.000  | 0.750  | 1.415  | -21.968   | -26.107  | -6.007   | 0.150 | -1.37   |
|            | IV       | RECTANGULO | HUECO  | 5.175  | 8.500  | 0.000  | 1.400  | 2.830 | -3.962 | 0.000  | 0.700  | 1.415  | -20.503   | -36.450  | -5.606   | 0.150 | -1.28   |
|            | V        | RECTANGULO | HUECO  | 5.175  | 13.200 | 0.000  | 1.200  | 2.830 | -3.396 | 0.000  | 0.600  | 1.415  | -17.574   | -46.865  | -4.805   | 0.150 | -1.10   |
|            | VI       | RECTANGULO | HUECO  | 5.175  | 16.500 | 0.000  | 1.200  | 2.830 | -3.396 | 0.000  | 0.600  | 1.415  | -17.574   | -58.072  | -4.805   | 0.150 | -1.10   |
| C19        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 7.775  | 0.000  | 0.000  | 19.100 | 4.330 | 82.703 | 0.000  | 9.550  | 2.165  | 643.016   | 789.814  | 179.052  | 0.150 | 26.67   |
|            | II       | RECTANGULO | HUECO  | 7.775  | 1.200  | 0.000  | 1.000  | 2.830 | -2.830 | 0.000  | 0.500  | 1.415  | -22.003   | -4.811   | -4.004   | 0.150 | -0.91   |
|            | III      | RECTANGULO | HUECO  | 7.775  | 5.300  | 0.000  | 1.600  | 2.830 | -4.528 | 0.000  | 0.800  | 1.415  | -35.205   | -27.621  | -6.407   | 0.150 | -1.46   |
|            | IV       | RECTANGULO | HUECO  | 7.775  | 10.100 | 0.000  | 1.150  | 2.830 | -3.255 | 0.000  | 0.575  | 1.415  | -25.304   | -34.742  | -4.605   | 0.150 | -1.05   |
|            | V        | RECTANGULO | HUECO  | 7.775  | 16.600 | 0.000  | 1.100  | 2.830 | -3.113 | 0.000  | 0.550  | 1.415  | -24.204   | -53.388  | -4.405   | 0.150 | -1.00   |
| D15        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 12.825 | 0.000  | 0.000  | 10.100 | 4.330 | 43.733 | 0.000  | 5.050  | 2.165  | 560.876   | 220.852  | 94.682   | 0.150 | 14.10   |
| E34        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 13.825 | 4.900  | 0.000  | 3.600  | 4.330 | 15.588 | 0.000  | 1.800  | 2.165  | 215.504   | 104.440  | 33.748   | 0.150 | 5.03    |
|            | II       | RECTANGULO | HUECO  | 13.825 | 5.050  | 0.000  | 0.850  | 2.500 | -2.125 | 0.000  | 0.425  | 1.250  | -29.378   | -11.634  | -2.656   | 0.150 | -0.69   |
|            | III      | RECTANGULO | HUECO  | 13.825 | 6.600  | 1.000  | 1.400  | 1.500 | -2.100 | 0.000  | 0.700  | 0.750  | -29.033   | -15.330  | -3.675   | 0.150 | -0.68   |
| E59        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 13.825 | 9.950  | 0.000  | 9.150  | 4.330 | 39.620 | 0.000  | 4.575  | 2.165  | 547.740   | 575.473  | 85.776   | 0.150 | 12.78   |
| F89        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 14.950 | 17.100 | 0.000  | 1.850  | 4.330 | 8.011  | 0.000  | 0.925  | 2.165  | 119.757   | 144.389  | 17.343   | 0.100 | 1.72    |
| G19        | I        | RECTANGULO | SOLIDO | 16.975 | 0.000  | 0.000  | 19.100 | 4.330 | 82.703 | 0.000  | 9.550  | 2.165  | 1 403.883 | 789.814  | 179.052  | 0.150 | 26.67   |
| CUJATA A16 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 0.075  | 0.000  | 4.330  | 11.325 | 1.500 | 8.494  | 0.000  | 7.550  | 0.500  | 0.637     | 64.128   | 41.025   | 0.150 | 2.74    |
| CUJATA A69 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 0.075  | 11.325 | 4.330  | 7.775  | 1.500 | 5.831  | 0.000  | 2.592  | 0.500  | 0.437     | 81.152   | 28.165   | 0.150 | 1.88    |
| CUJATA B16 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 5.175  | 0.000  | 4.330  | 11.325 | 1.500 | 8.494  | 0.000  | 7.550  | 0.500  | 43.955    | 64.128   | 41.025   | 0.150 | 2.74    |
| CUJATA B69 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 5.175  | 11.325 | 4.330  | 7.775  | 1.500 | 5.831  | 0.000  | 2.592  | 0.500  | 30.177    | 81.152   | 28.165   | 0.150 | 1.88    |
| CUJATA C16 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 7.775  | 0.000  | 4.330  | 11.325 | 1.500 | 8.494  | 0.000  | 7.550  | 0.500  | 66.039    | 64.128   | 41.025   | 0.150 | 2.74    |
| CUJATA C69 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 7.775  | 11.325 | 4.330  | 7.775  | 1.500 | 5.831  | 0.000  | 2.592  | 0.500  | 45.338    | 81.152   | 28.165   | 0.150 | 1.88    |
| CUJATA G16 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 16.975 | 0.000  | 4.330  | 11.325 | 1.500 | 8.494  | 0.000  | 7.550  | 0.500  | 144.181   | 64.128   | 41.025   | 0.150 | 2.74    |
| CUJATA G69 |          | TRIANGULO  | SOLIDO | 16.975 | 11.325 | 4.330  | 7.775  | 1.500 | 5.831  | 0.000  | 2.592  | 0.500  | 98.985    | 81.152   | 28.165   | 0.150 | 1.88    |

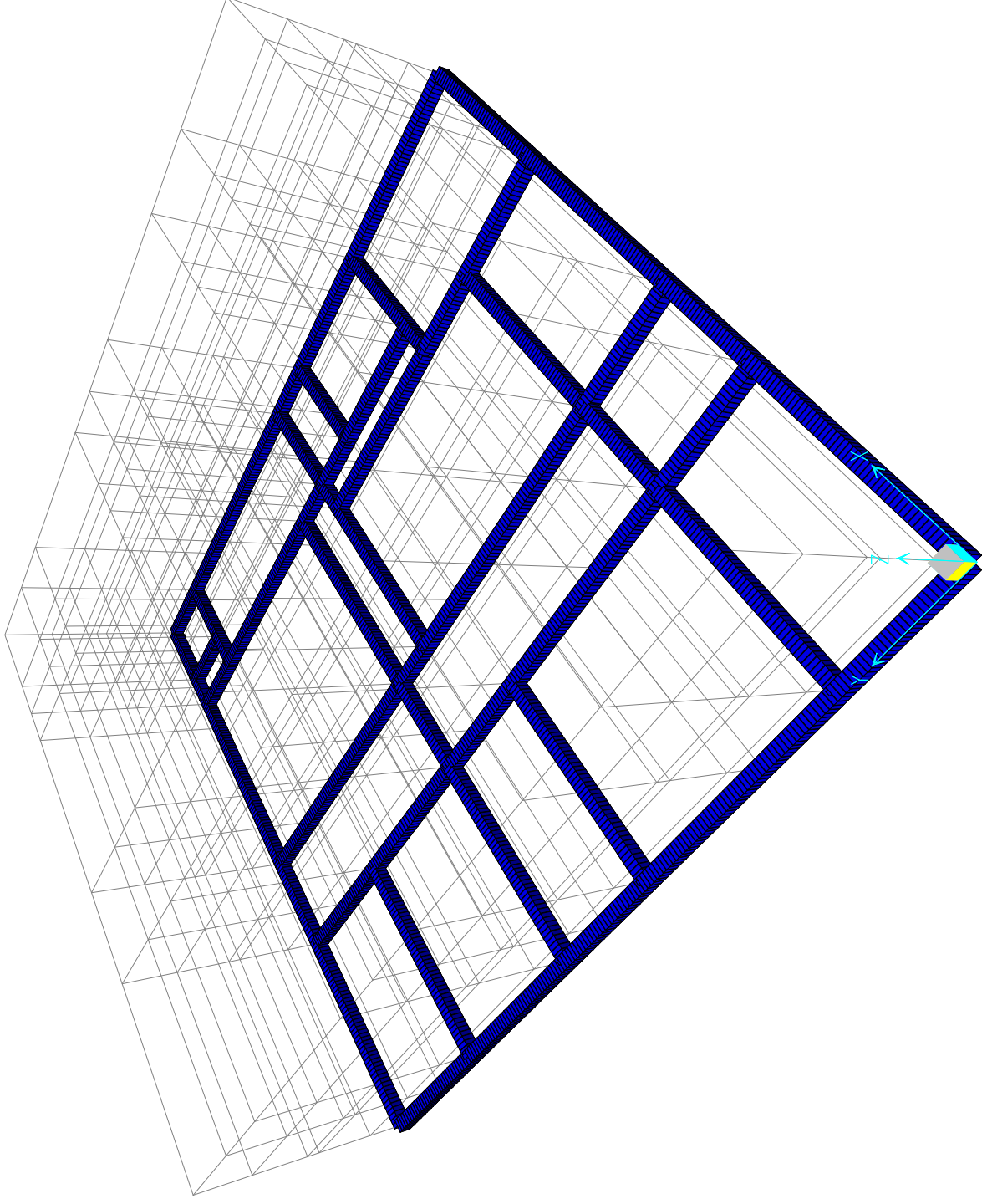
|       |  |  |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |           |           |           |  |         |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|-----------|-----------|-----------|--|---------|
| TOTAL |  |  |  |  |  |  |  |  | 752.318 |  |  |  | 6 587.407 | 7 147.709 | 1 836.207 |  | 241.761 |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|-----------|-----------|-----------|--|---------|

xc  
8.756 m  
yc  
9.501 m  
zc  
2.441 m

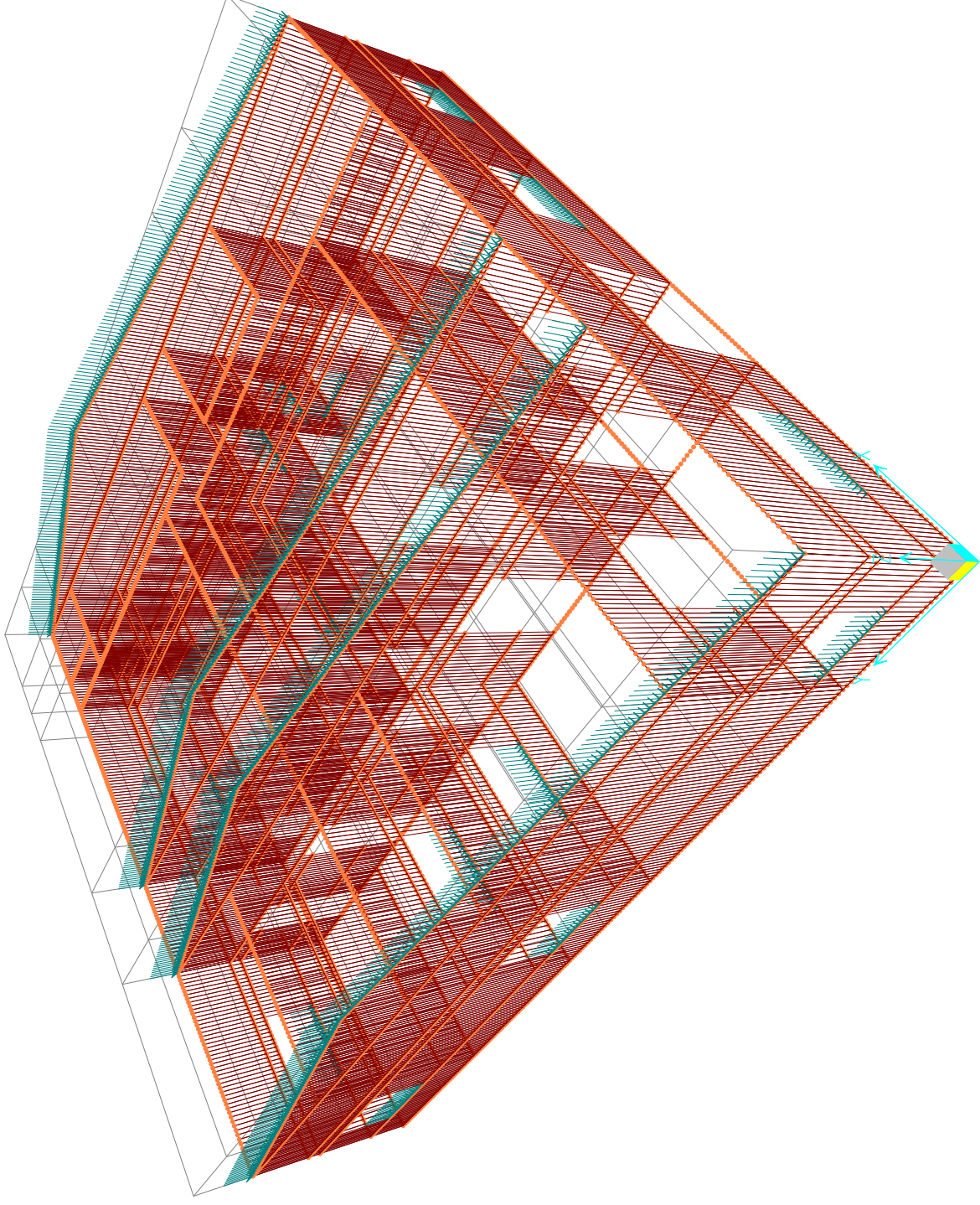
## **ANEXO C - MODELO TRIDIMENSIONAL DE MALLA DE ELEMENTOS FINITOS**

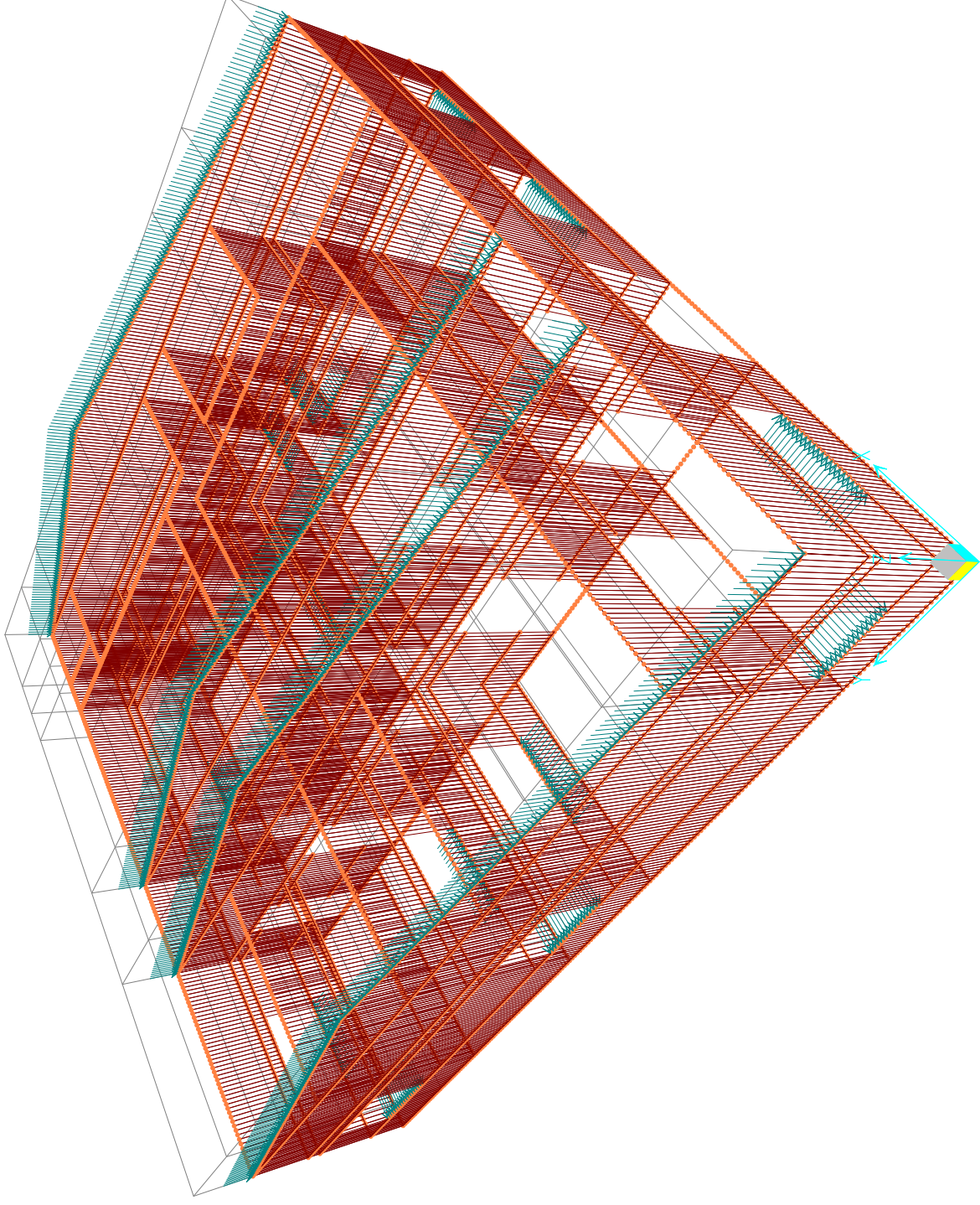




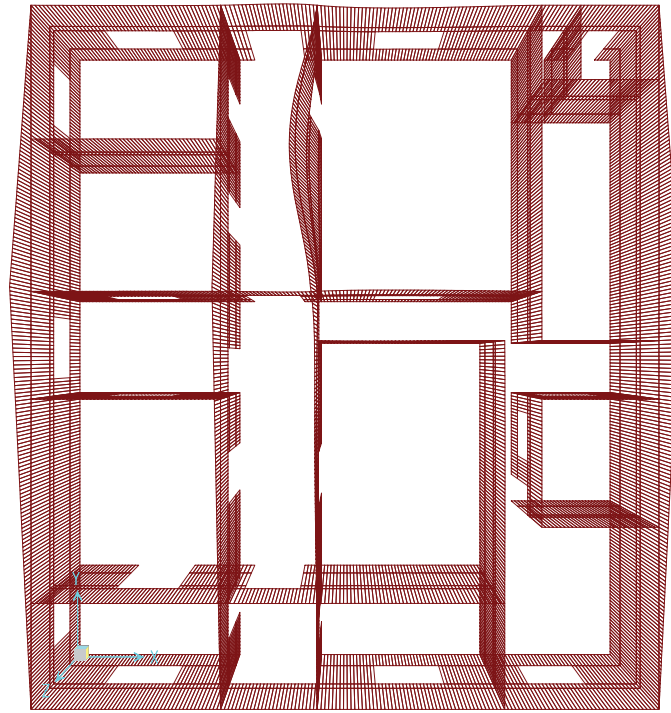


## ANEXO D - SOLICITACIONES EXTERNAS

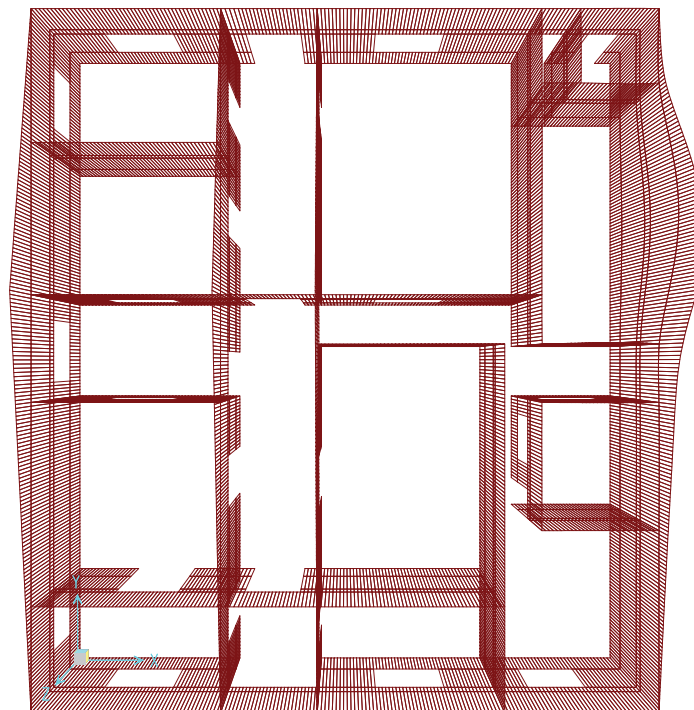




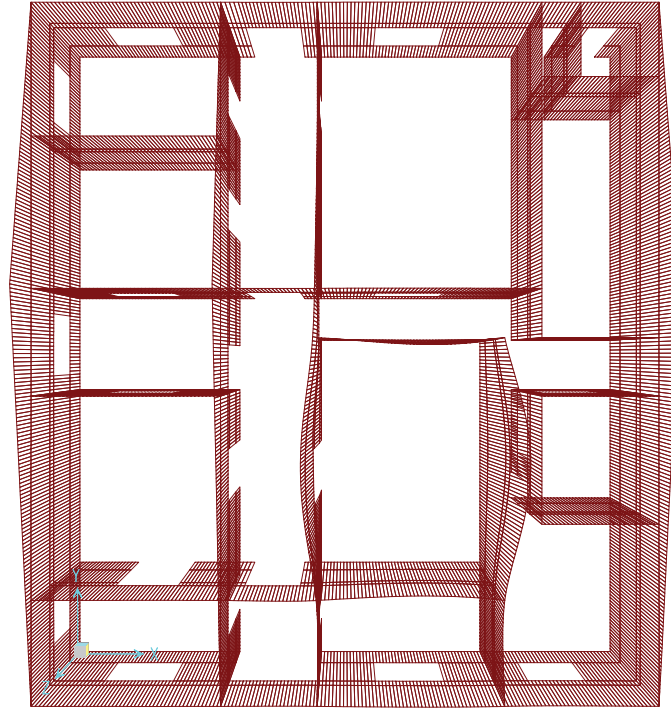
## ANEXO E - MODOS DE VIBRACIÓN



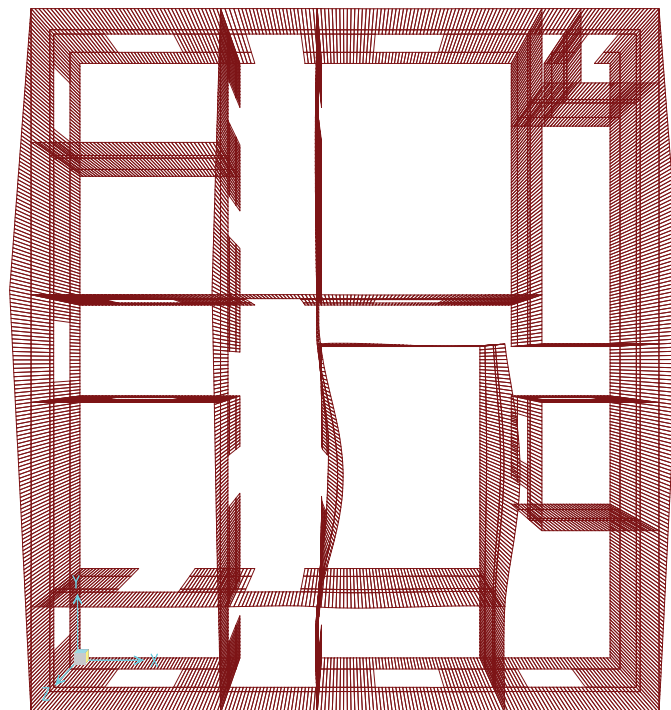
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 1 Period 1.0566 seconds - KN-m Units



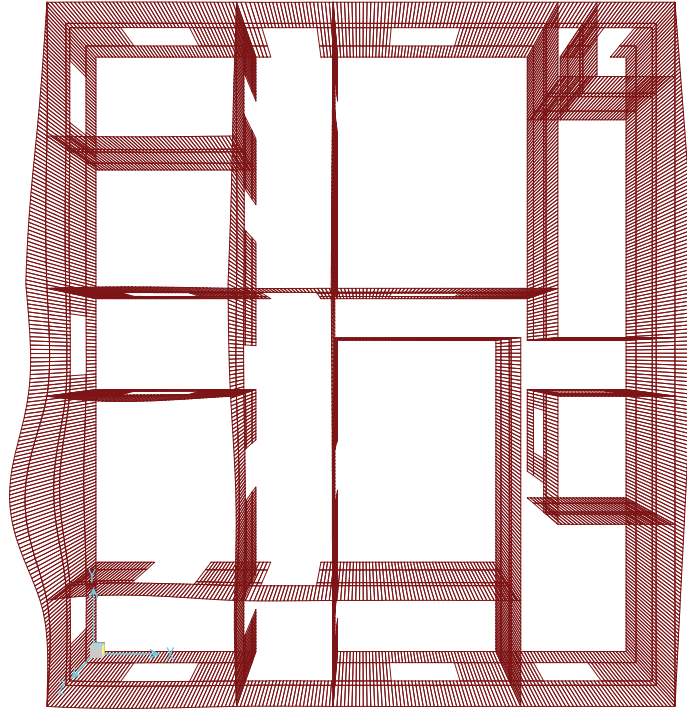
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 2 Period 1.0052 seconds - KN-m Units



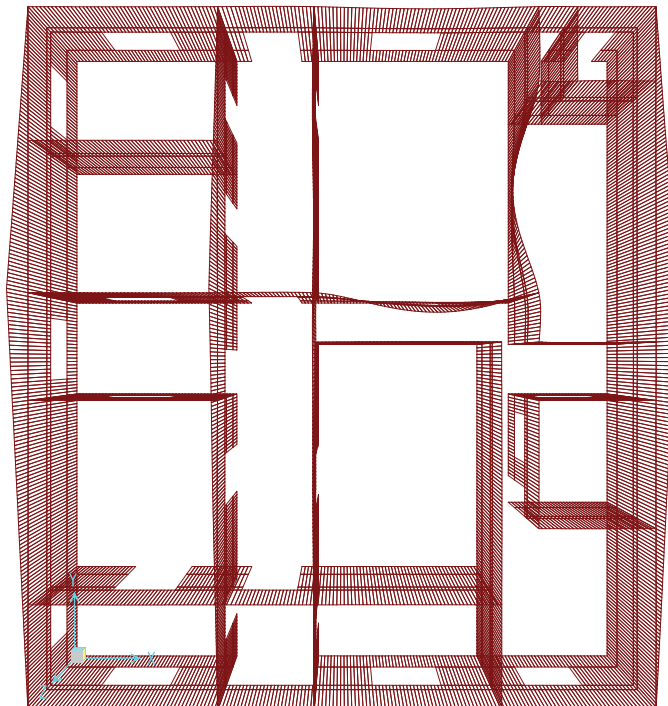
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 3 Period 0.9082 seconds - KN-m Units



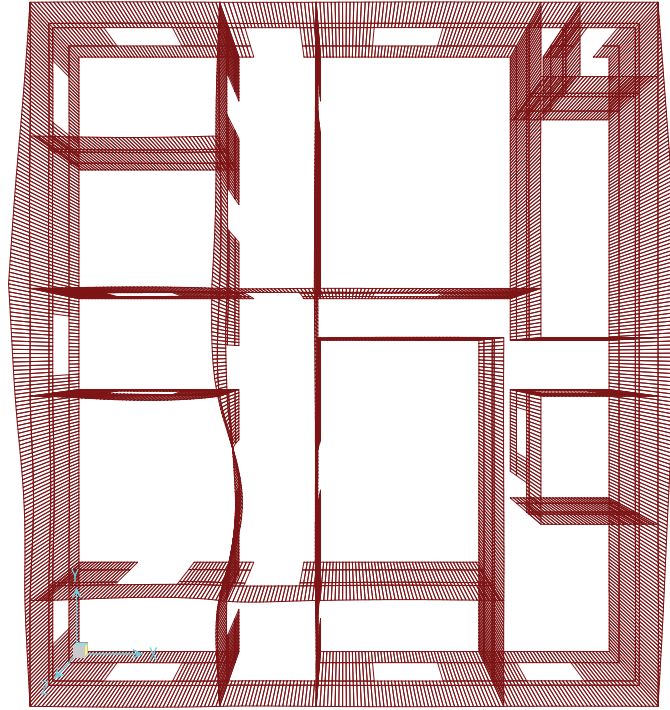
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 4 Period 0.8829 seconds - KN-m Units



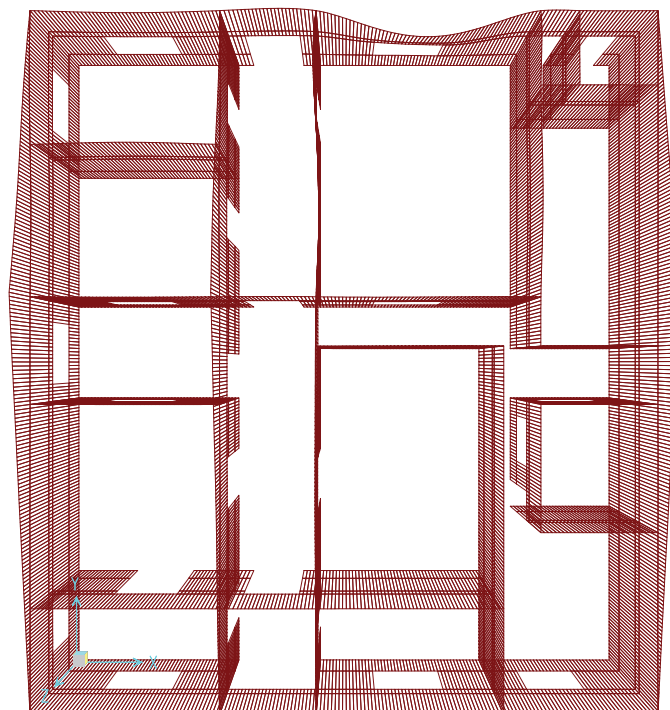
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 5 Period 0.6662 seconds - KN-m Units



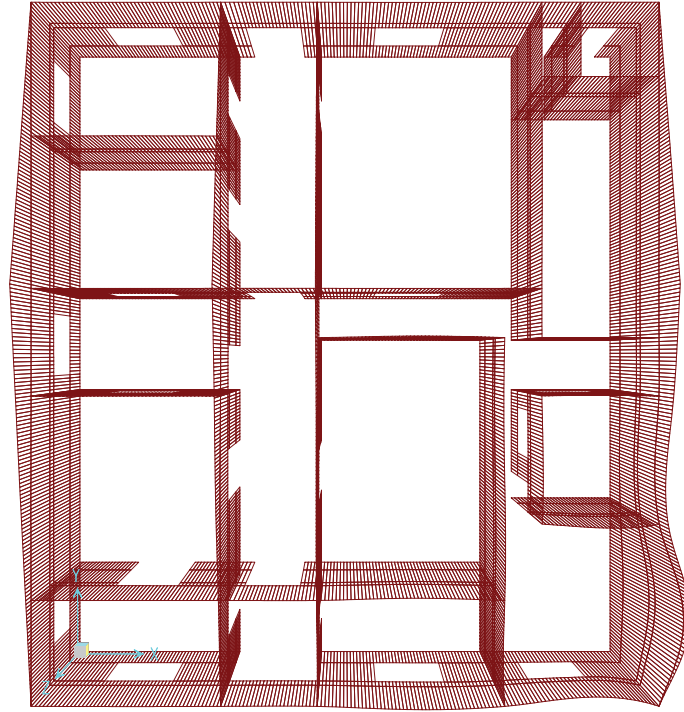
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 6 Period 0.6269 seconds - KN-m Units



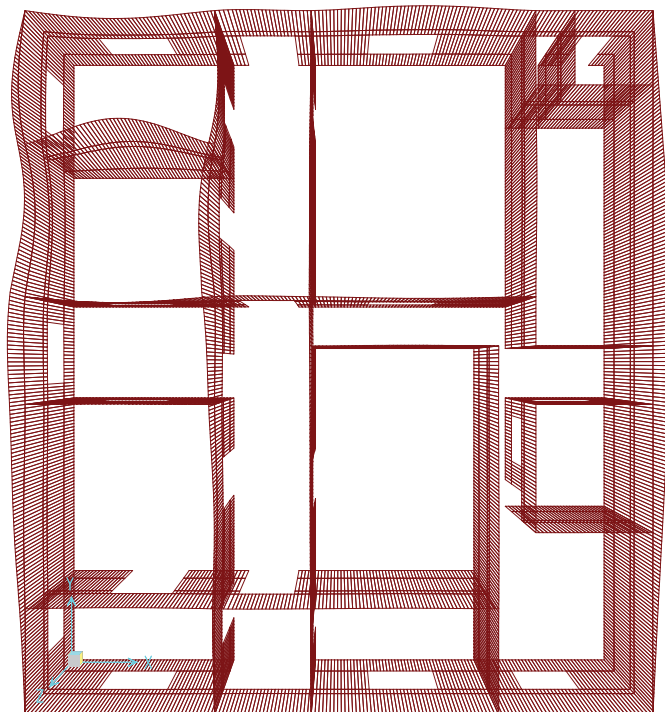
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 7 Period 0.5984 seconds - KN-m Units



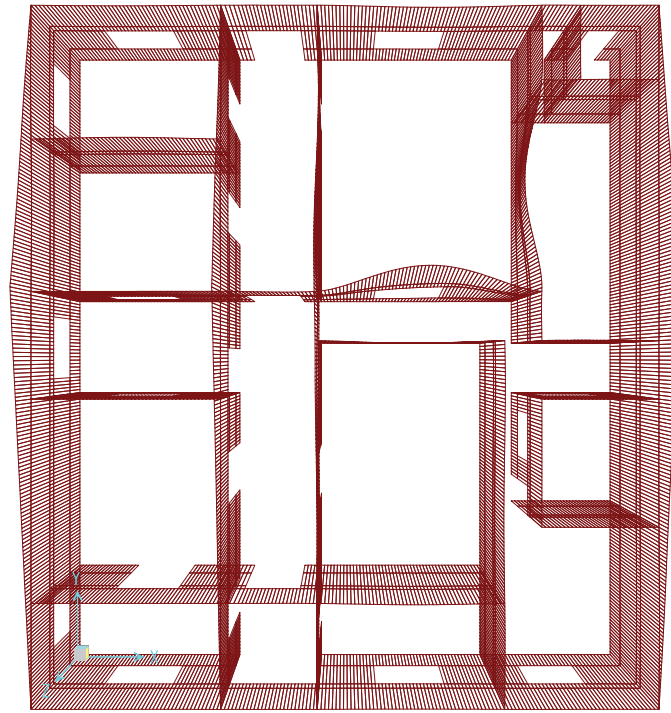
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 8 Period 0.5786 seconds - KN-m Units



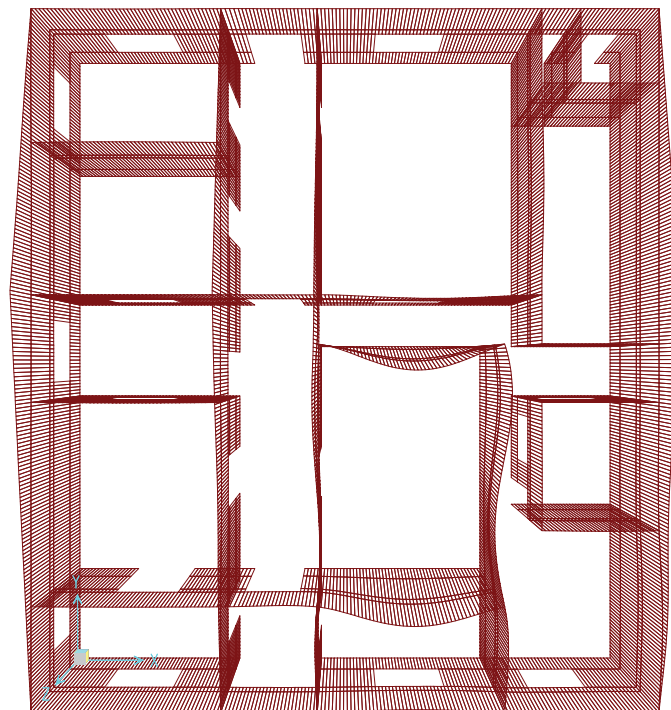
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 9 Period 0.5716 seconds - KN-m Units



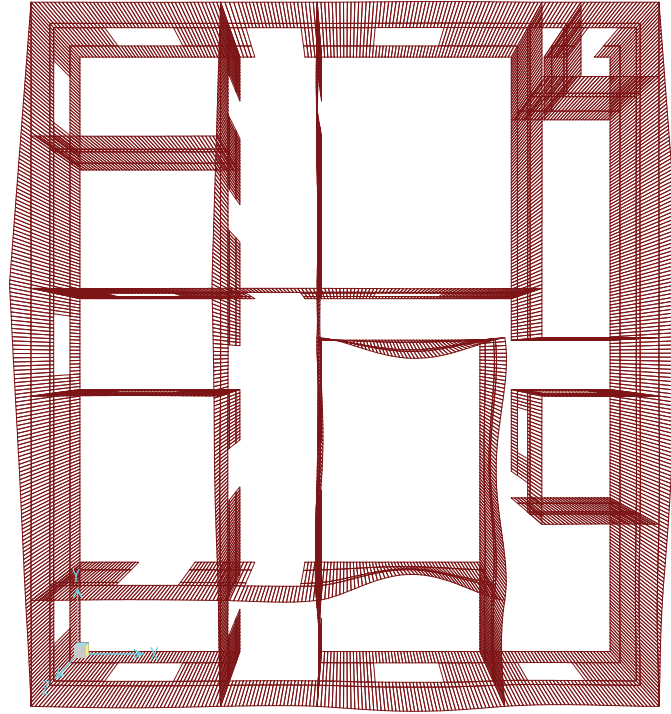
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 10 Period 0.5584 seconds - KN-m Units



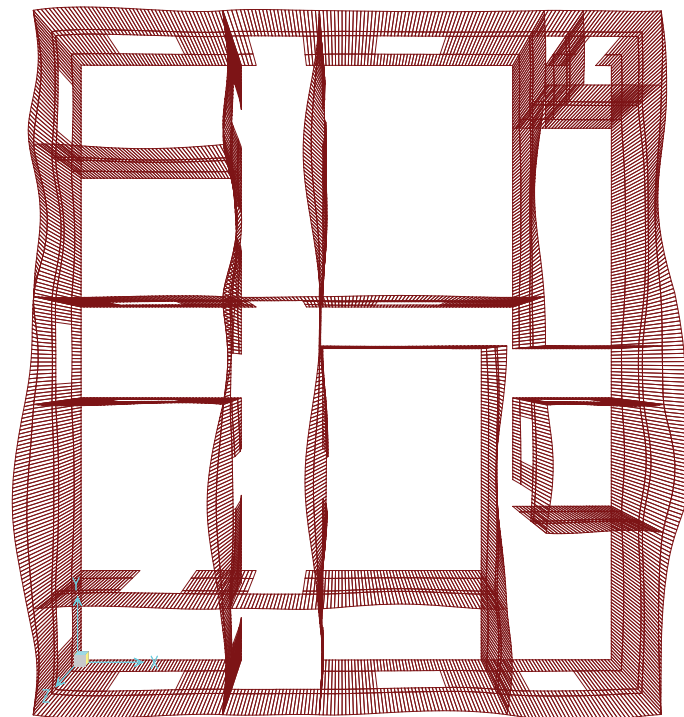
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 11 Period 0.5512 seconds - KN-m Units



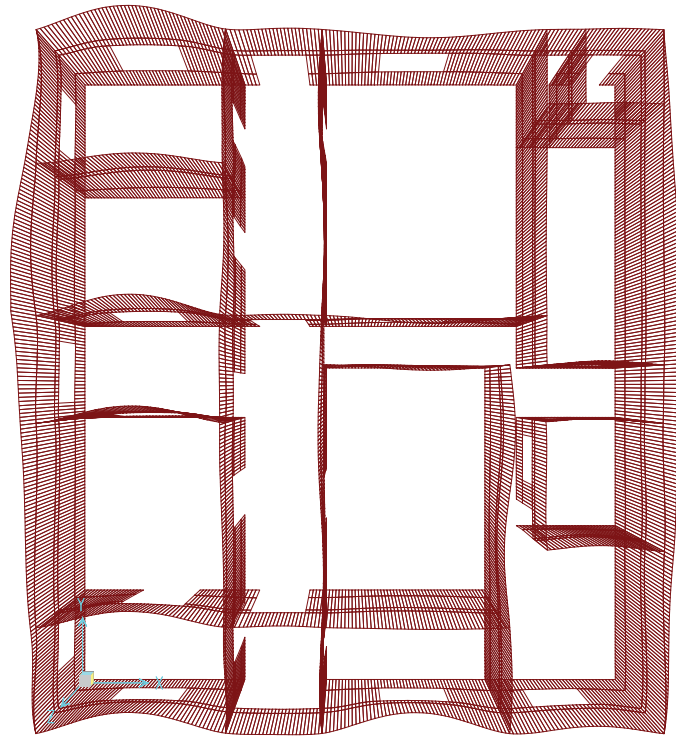
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 12 Period 0.5381 seconds - KN-m Units



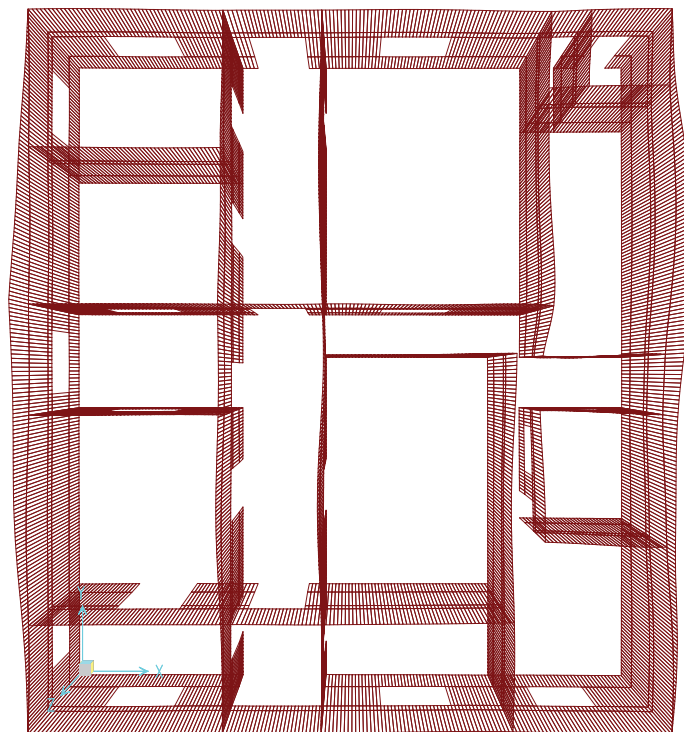
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 13 Period 0.5013 seconds - KN-m Units



SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 14 Period 0.2874 seconds - KN-m Units

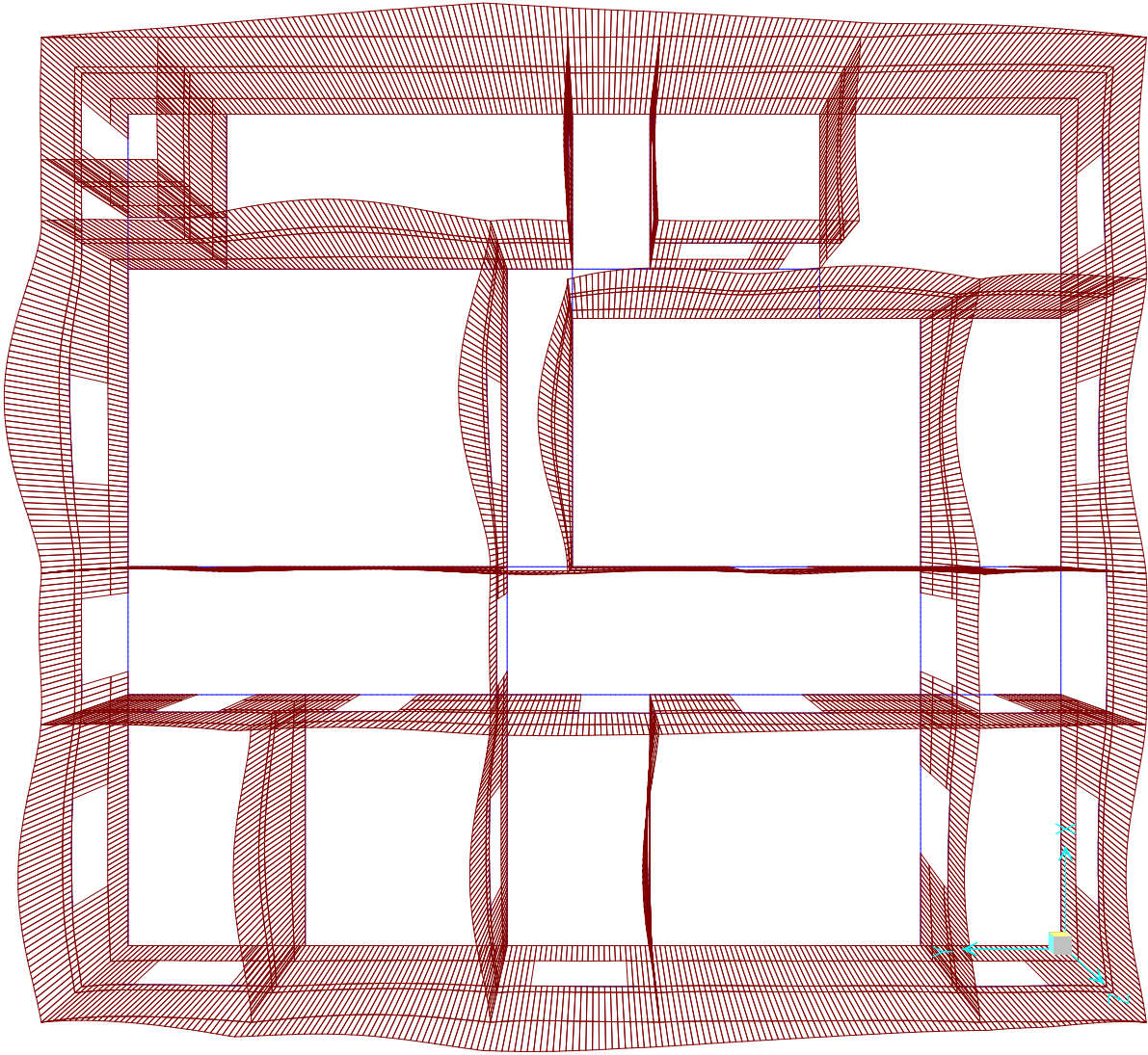


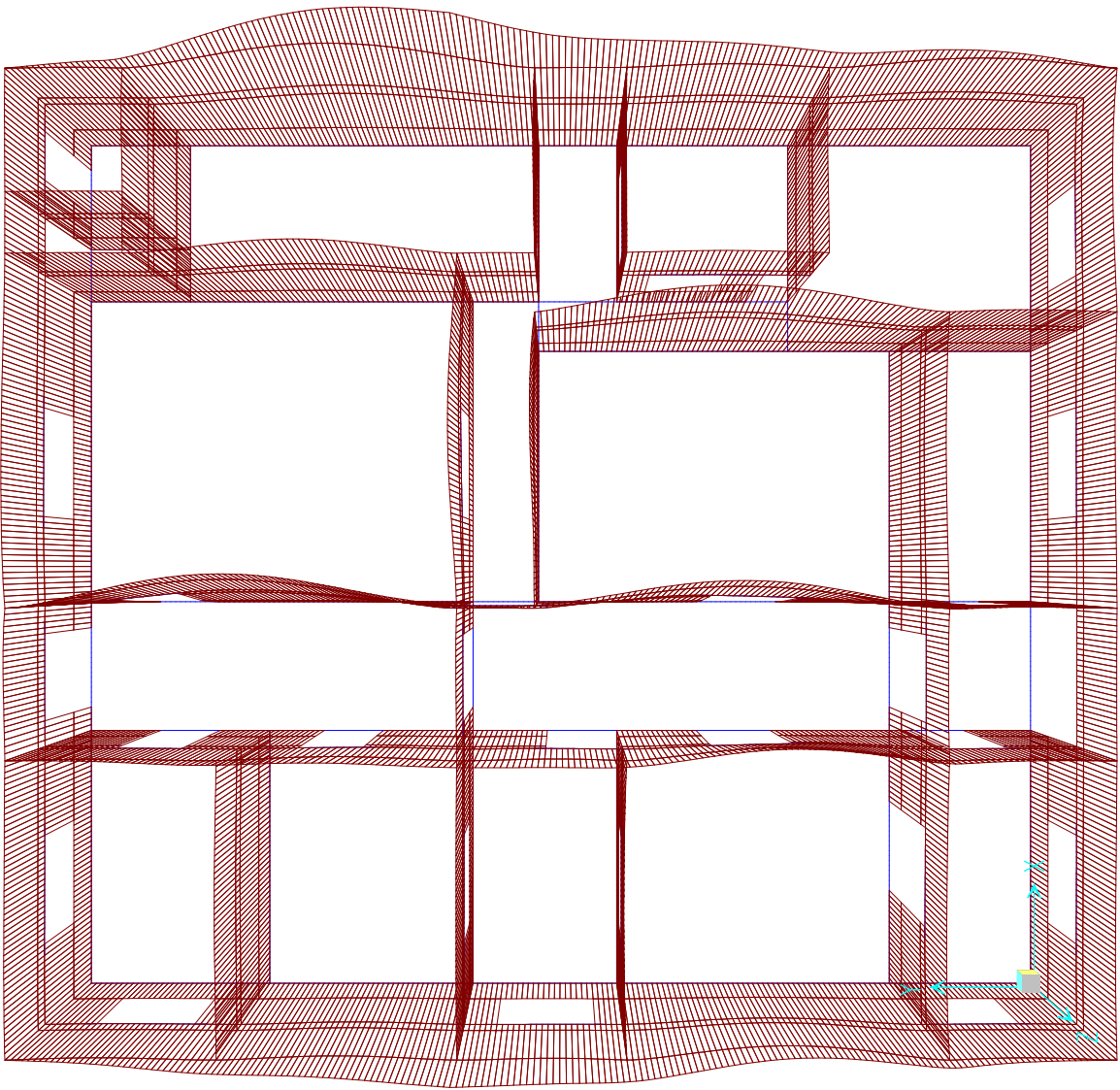
SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 15 Period 0.3131 seconds - KN-m Units



SAP2000 v7.21 - File:Modelo\_Estructura\_XZ - Mode 16 Period 0.1123 seconds - KN-m Units

## ANEXO F - RESPUESTA ESPECTRAL

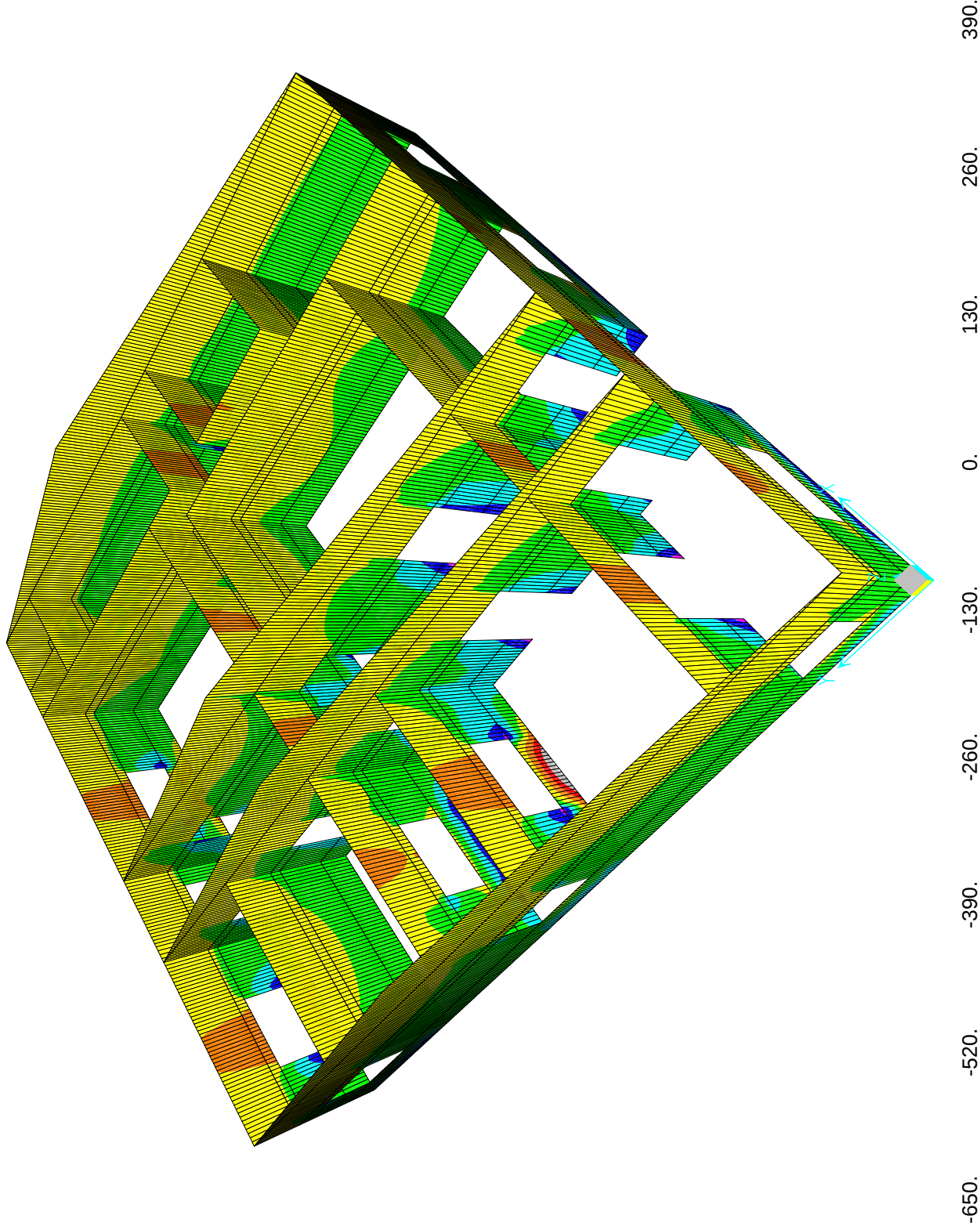


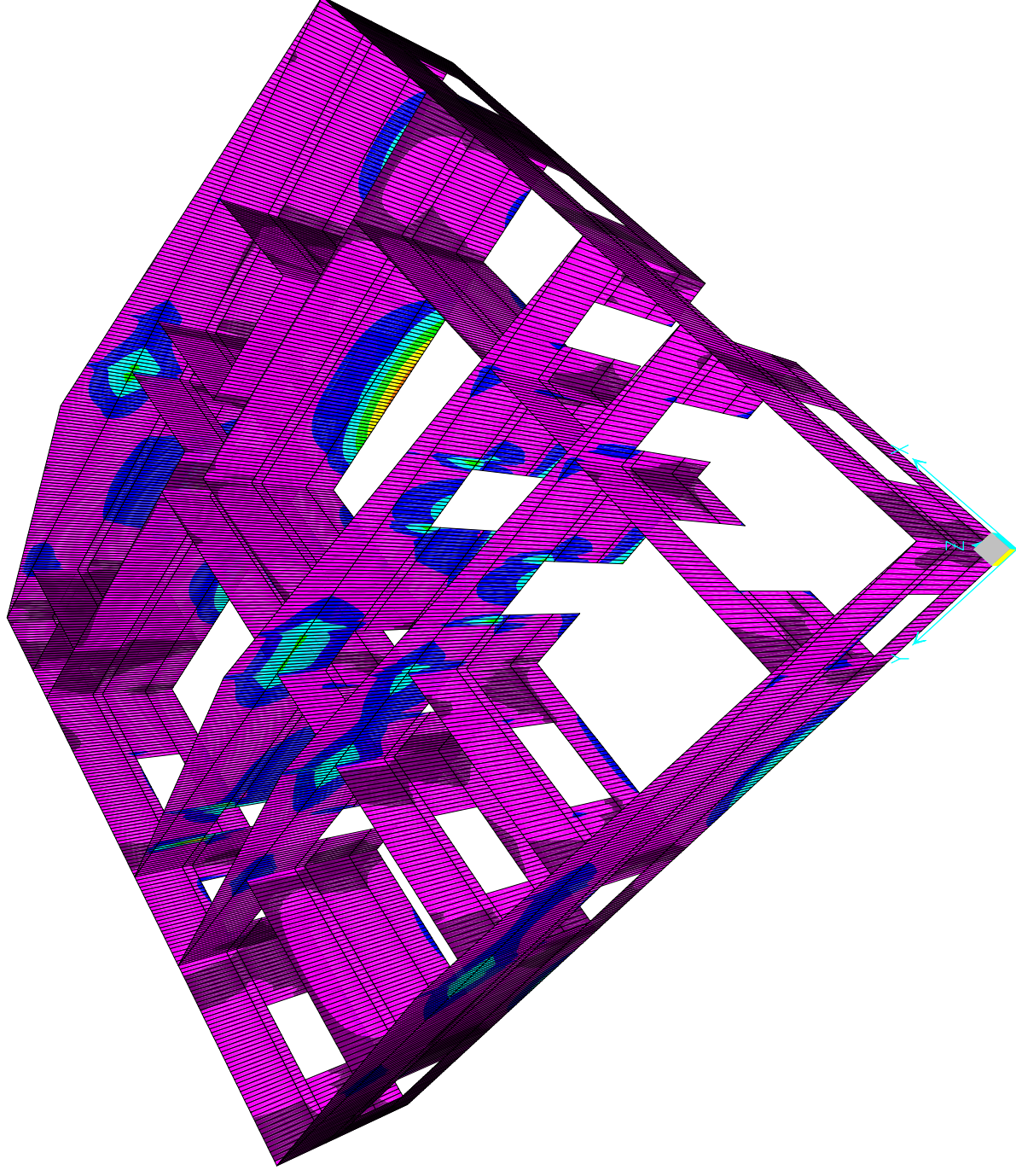


## ANEXO G - ESFUERZOS AXIALES

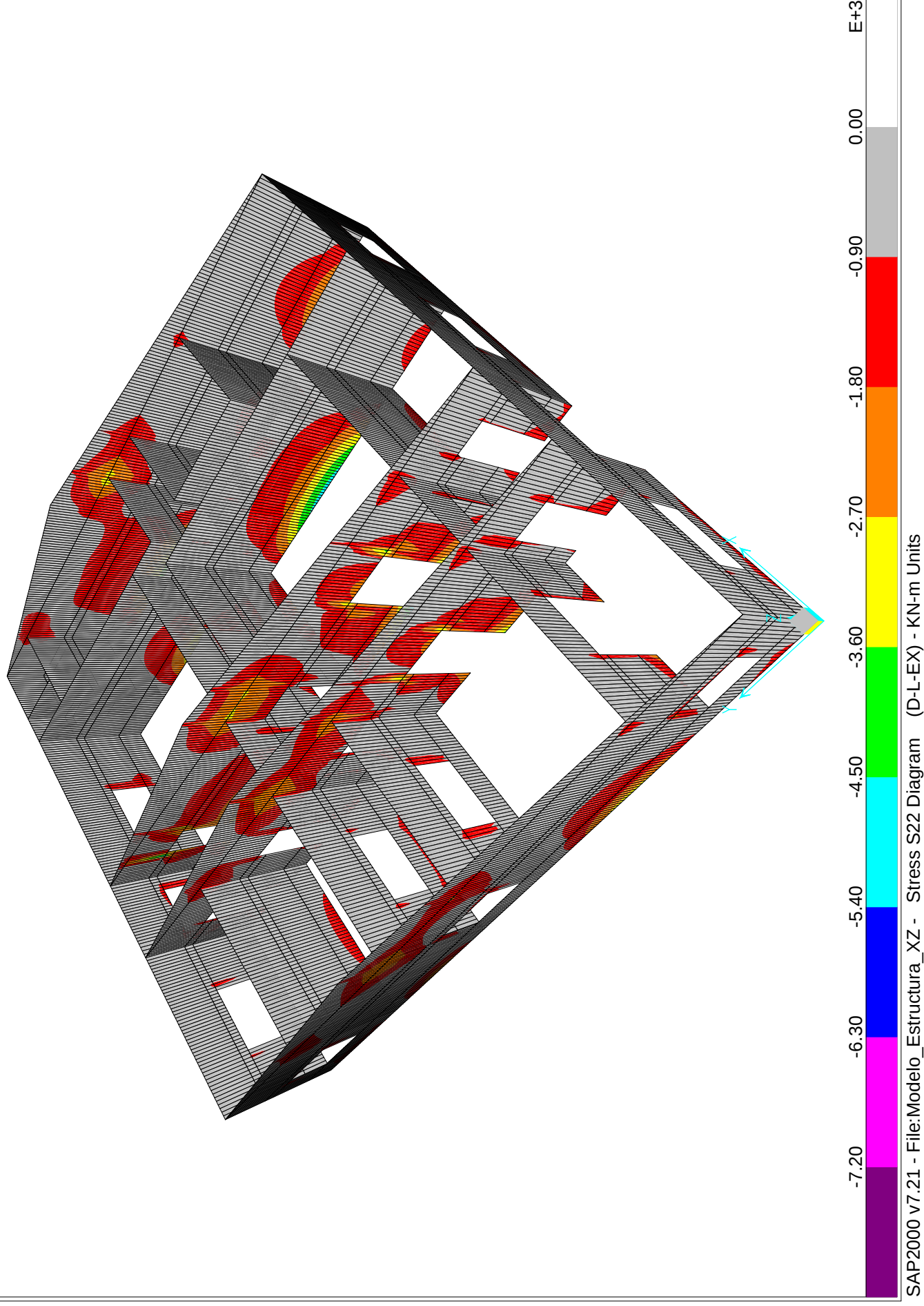
## COMBINACIONES DE CARGA -CONVENCIONES-

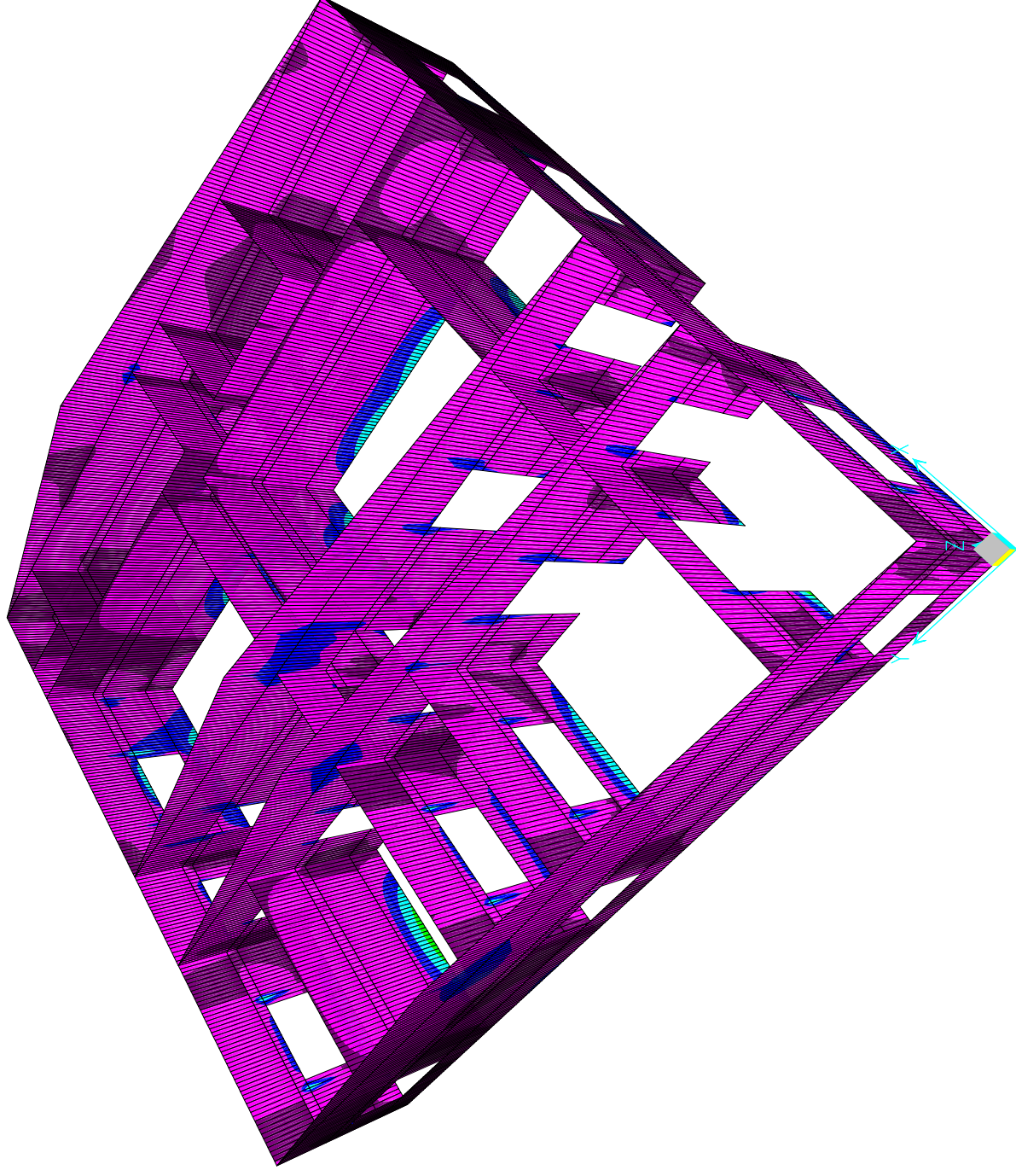
|        |                                         |
|--------|-----------------------------------------|
| DL     | : $1.00D + 1.00L$                       |
| D-L-EX | : $1.00D + 1.00L \pm 0.70EX \pm 0.21EY$ |
| D-L-EY | : $1.00D + 1.00L \pm 0.21EX \pm 0.70EY$ |
| D-EX   | : $1.00D \pm 0.70EX \pm 0.21 EY$        |
| D-EY   | : $1.00D \pm 0.21EX \pm 0.70 EY$        |



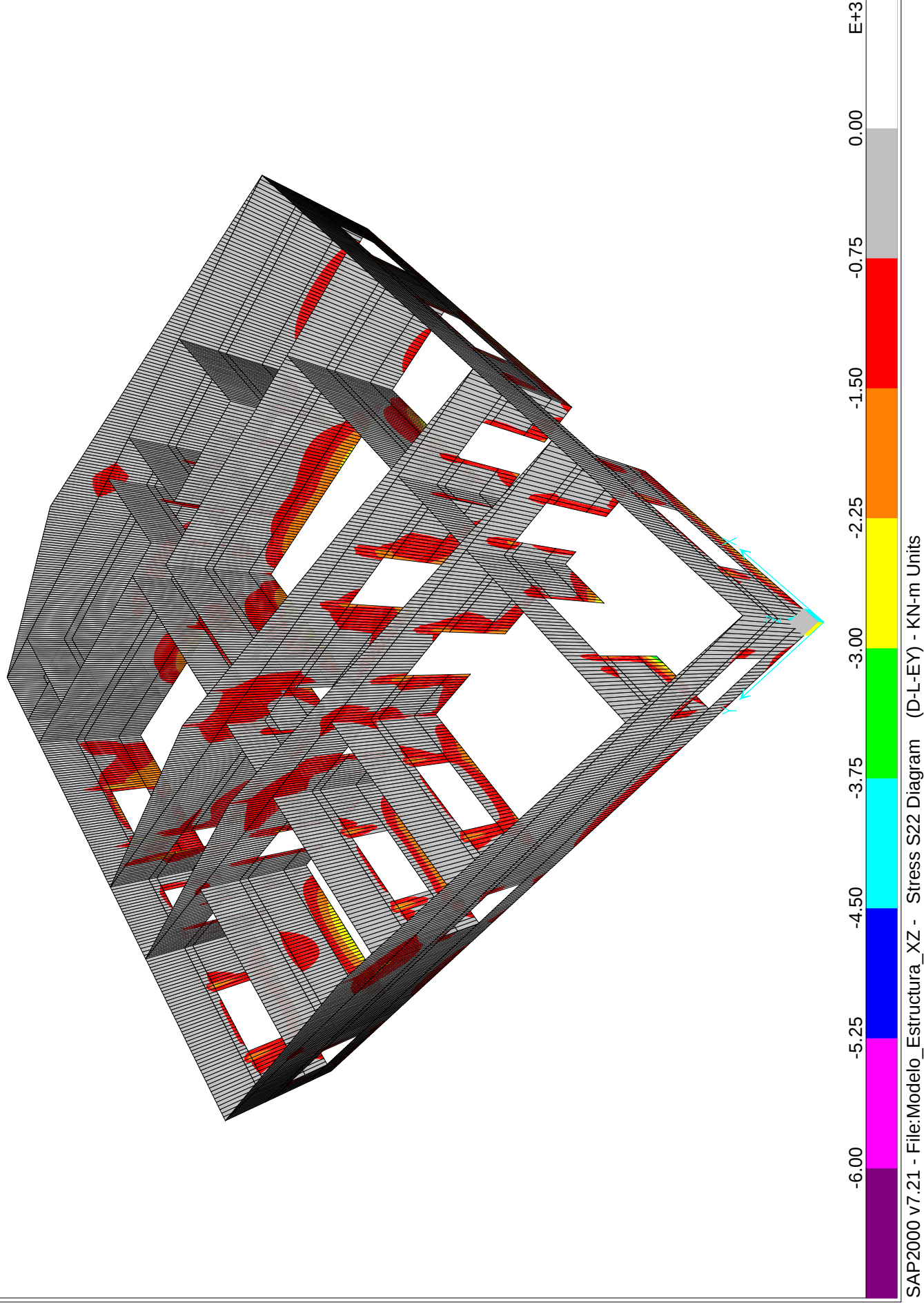


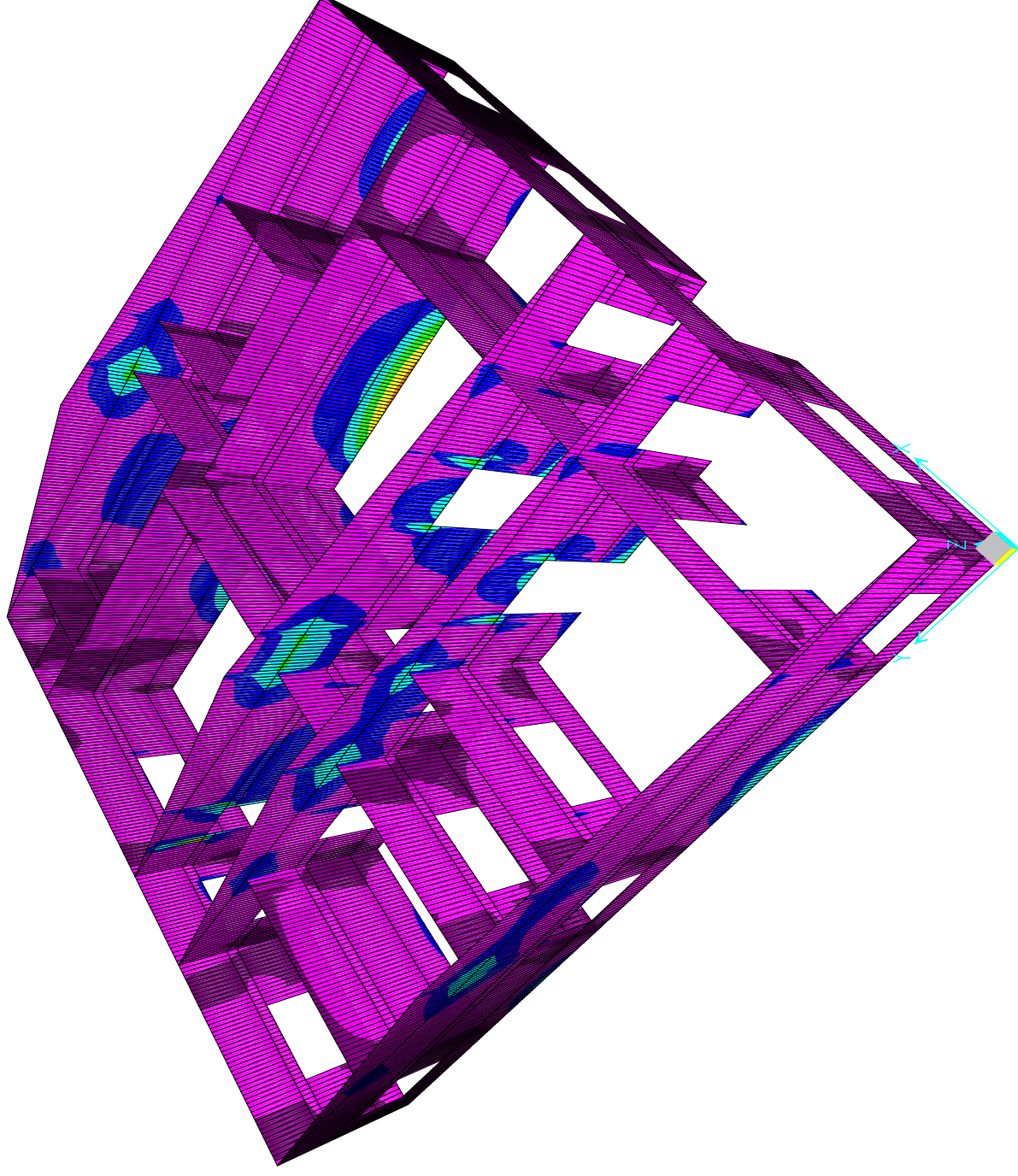
0.00 0.85 1.70 2.55 3.40 4.25 5.10 5.95 6.80 E+3

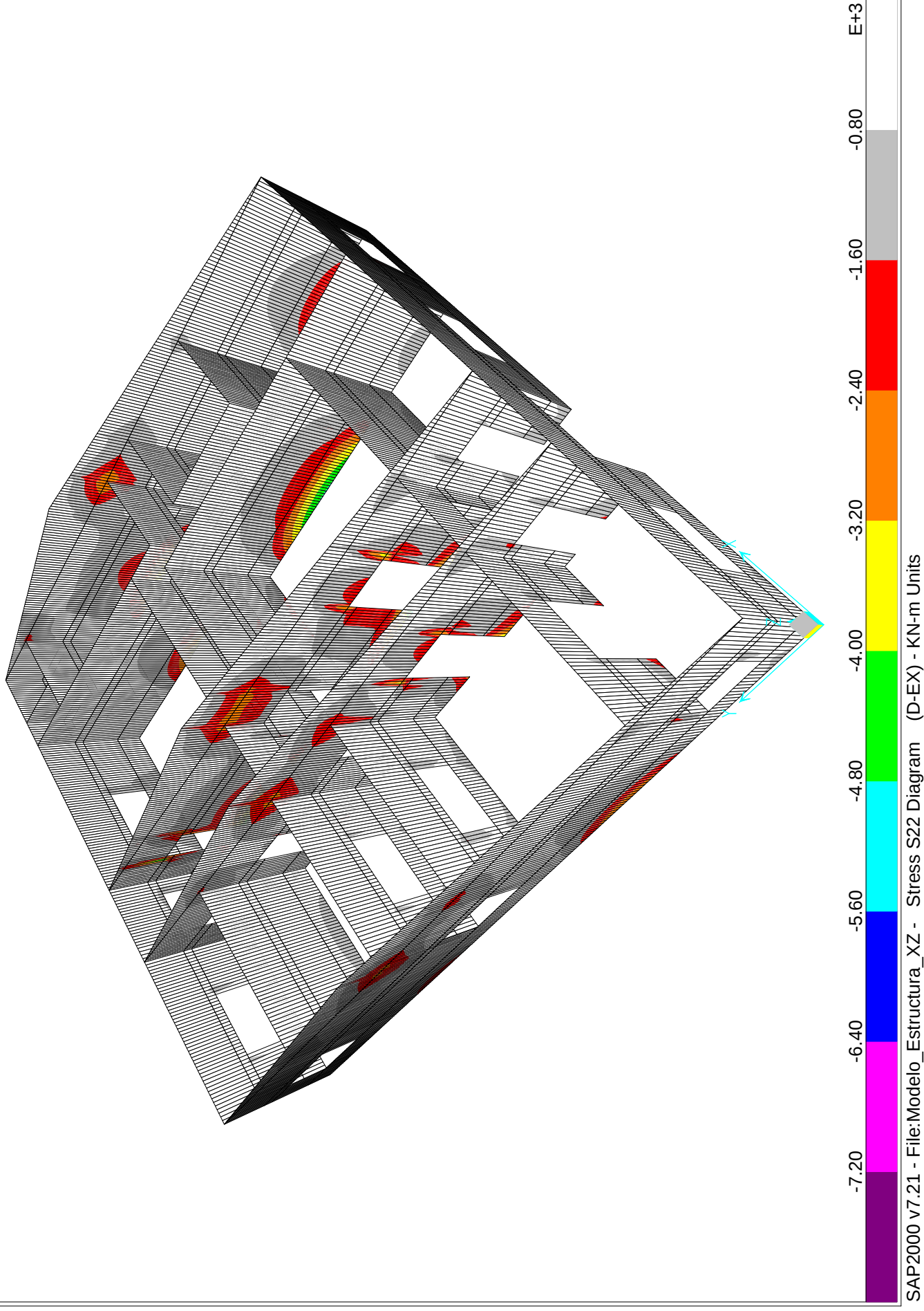


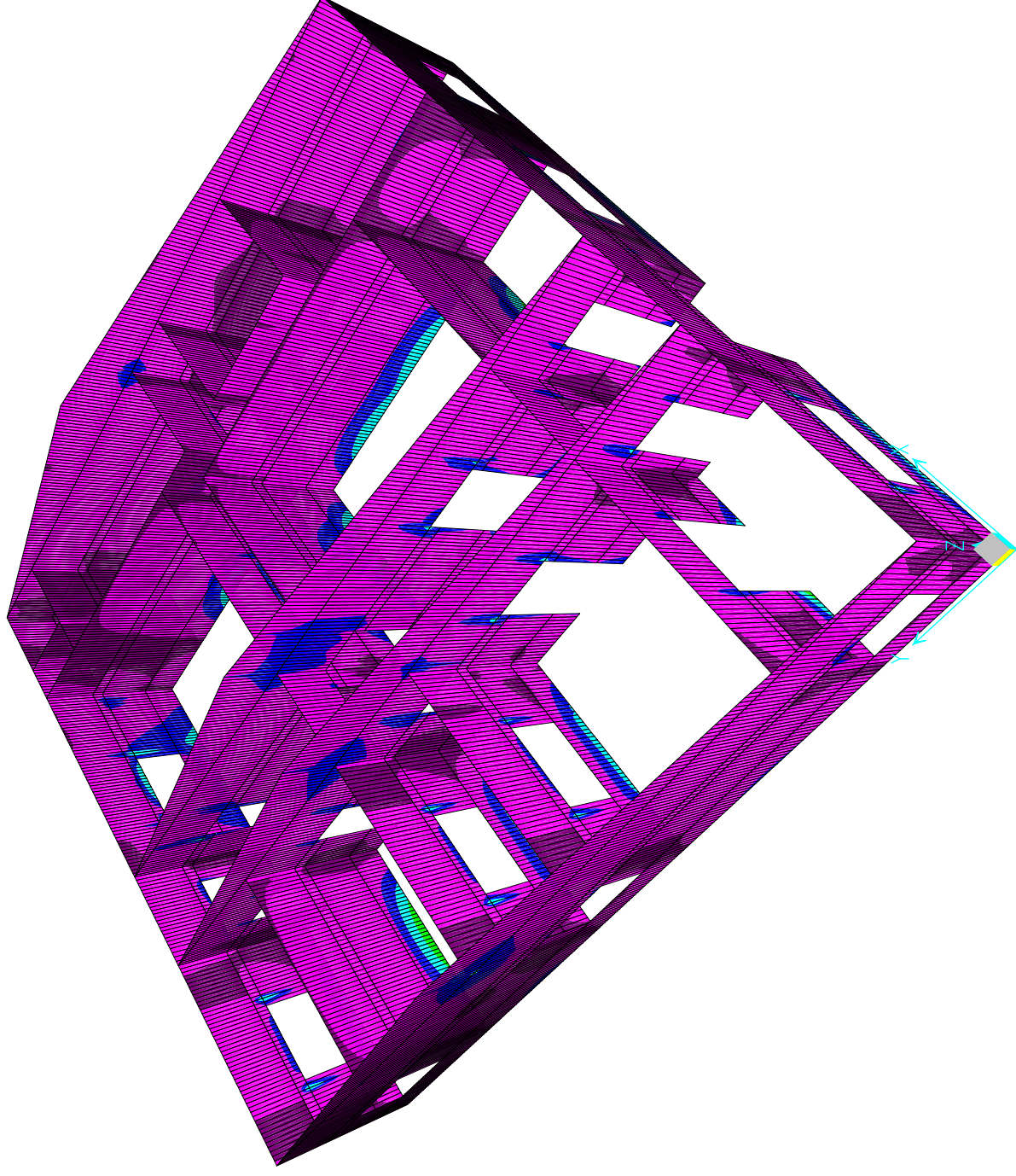


0.00 0.75 1.50 2.25 3.00 3.75 4.50 5.25 E+3

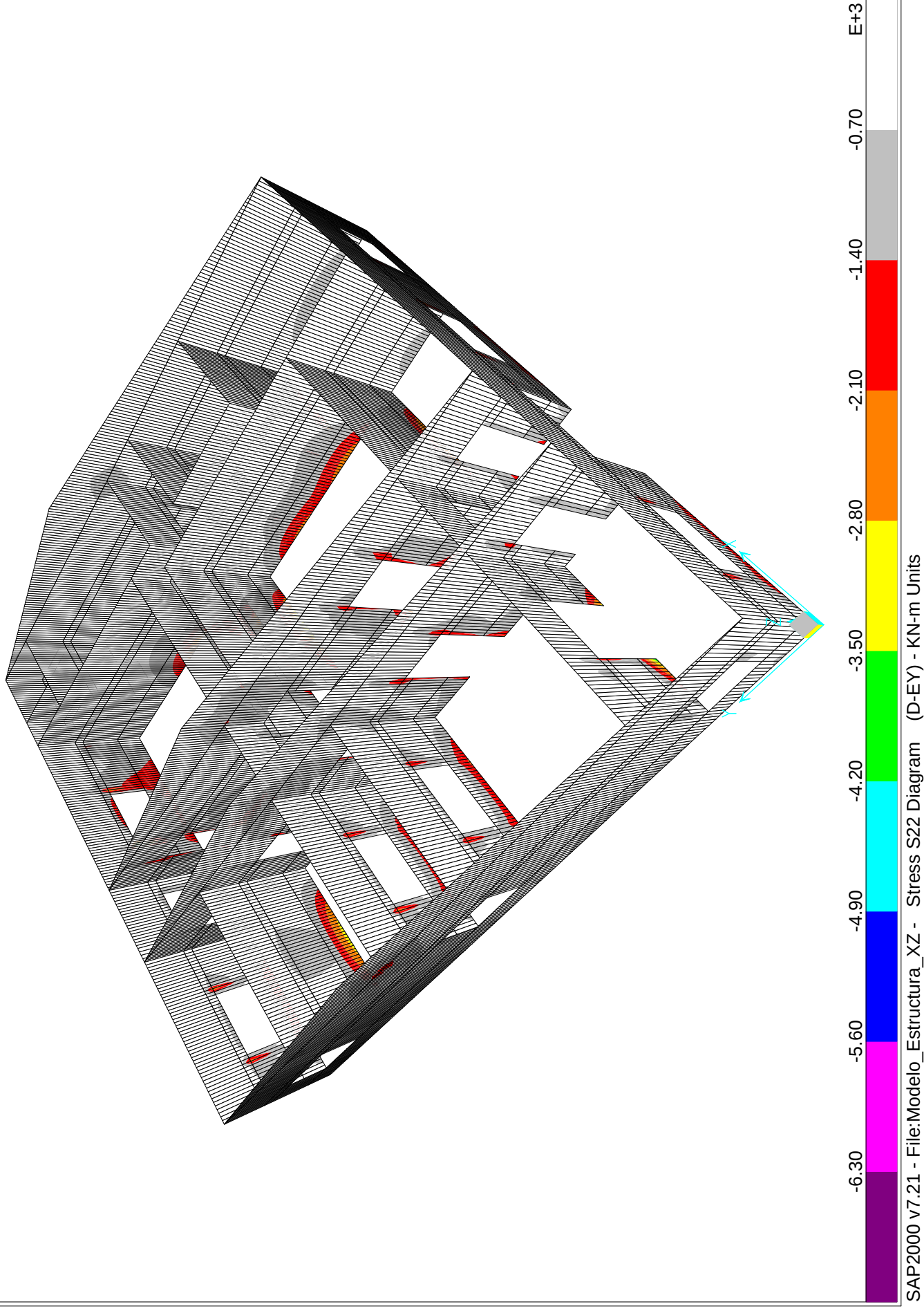








0.00 0.70 1.40 2.10 2.80 3.50 4.20 4.90 5.60 E+3



## ANEXO H - ASENTAMIENTOS EN LA CIMENTACIÓN

| ASENTAMIENTOS DE LA CIMENTACIÓN (mm) |          |                      |       |        |        |       |       |       |
|--------------------------------------|----------|----------------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| COMBINACIÓN                          | EXTREMOS | COMBINACIÓN DE CARGA |       |        |        |       |       |       |
|                                      |          | D                    | DL    | D-L-EX | D-L-EY | D-EX  | D-EY  |       |
| EJE A                                | MÁX.     |                      | -3.49 | -5.27  | -5.11  | -5.08 | -4.93 | -5.27 |
|                                      | MÍN.     |                      | -3.04 | -1.42  | -1.33  | -1.24 | -1.17 | -1.17 |
| EJE B                                | MÁX.     |                      | -3.26 | -4.51  | -4.54  | -4.32 | -4.37 | -4.54 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.79 | -1.80  | -1.40  | -1.66 | -1.26 | -1.26 |
| EJE C                                | MÁX.     |                      | -3.42 | -4.54  | -4.62  | -4.25 | -4.35 | -4.62 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.76 | -1.73  | -1.49  | -1.60 | -1.35 | -1.35 |
| EJE D                                | MÁX.     |                      | -3.07 | -4.27  | -4.53  | -4.15 | -4.40 | -4.53 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.49 | -1.51  | -1.49  | -1.55 | -1.48 | -1.48 |
| EJE E                                | MÁX.     |                      | -3.09 | -4.43  | -4.59  | -4.30 | -4.46 | -4.59 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.21 | -0.29  | -0.77  | -0.31 | -0.78 | -0.29 |
| EJE F                                | MÁX.     |                      | -3.12 | -4.20  | -4.51  | -4.08 | -4.39 | -4.51 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.97 | -1.79  | -1.48  | -1.67 | -1.36 | -1.36 |
| EJE G                                | MÁX.     |                      | -3.73 | -5.75  | -5.33  | -5.45 | -5.11 | -5.75 |
|                                      | MÍN.     |                      | -3.33 | -1.39  | -1.55  | -1.17 | -1.33 | -1.17 |
| EJE 1                                | MÁX.     |                      | -3.44 | -5.49  | -5.33  | -5.27 | -5.33 | -5.49 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.48 | -1.39  | -1.31  | -1.17 | -1.31 | -1.17 |
| EJE 2                                | MÁX.     |                      | -3.21 | -4.69  | -4.57  | -4.50 | -4.39 | -4.69 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.79 | -1.73  | -1.76  | -1.55 | -1.60 | -1.55 |
| EJE 3                                | MÁX.     |                      | -3.66 | -5.68  | -5.12  | -5.40 | -4.84 | -5.68 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.65 | -1.32  | -1.34  | -1.28 | -1.30 | -1.28 |
| EJE 4                                | MÁX.     |                      | -3.73 | -5.74  | -5.08  | -5.45 | -4.79 | -5.74 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.21 | -0.40  | -0.78  | -0.41 | -0.79 | -0.40 |
| EJE 5                                | MÁX.     |                      | -3.73 | -5.71  | -5.07  | -5.42 | -4.77 | -5.71 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.42 | -1.51  | -1.48  | -1.46 | -1.52 | -1.46 |
| EJE 6                                | MÁX.     |                      | -3.47 | -5.09  | -4.66  | -4.89 | -4.46 | -5.09 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.66 | -1.71  | -1.76  | -1.64 | -1.75 | -1.64 |
| EJE 7                                | MÁX.     |                      | -3.43 | -5.27  | -4.91  | -5.08 | -4.72 | -5.27 |
|                                      | MÍN.     |                      | -3.21 | -1.58  | -1.94  | -1.39 | -1.76 | -1.39 |
| EJE 8                                | MÁX.     |                      | -3.48 | -5.30  | -4.99  | -5.06 | -4.75 | -5.30 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.95 | -1.66  | -1.94  | -1.42 | -1.73 | -1.42 |
| EJE 9                                | MÁX.     |                      | -3.33 | -5.12  | -5.11  | -4.94 | -4.93 | -5.12 |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.89 | -1.42  | -1.43  | -1.24 | -1.25 | -1.24 |
| GLOBAL                               | MÁX.     |                      | -3.73 | -5.75  | -5.33  | -5.45 | -5.33 |       |
|                                      | MÍN.     |                      | -2.21 | -0.29  | -0.77  | -0.31 | -0.78 |       |

+    ↑  
 -    ↓

## ANEXO I - DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES

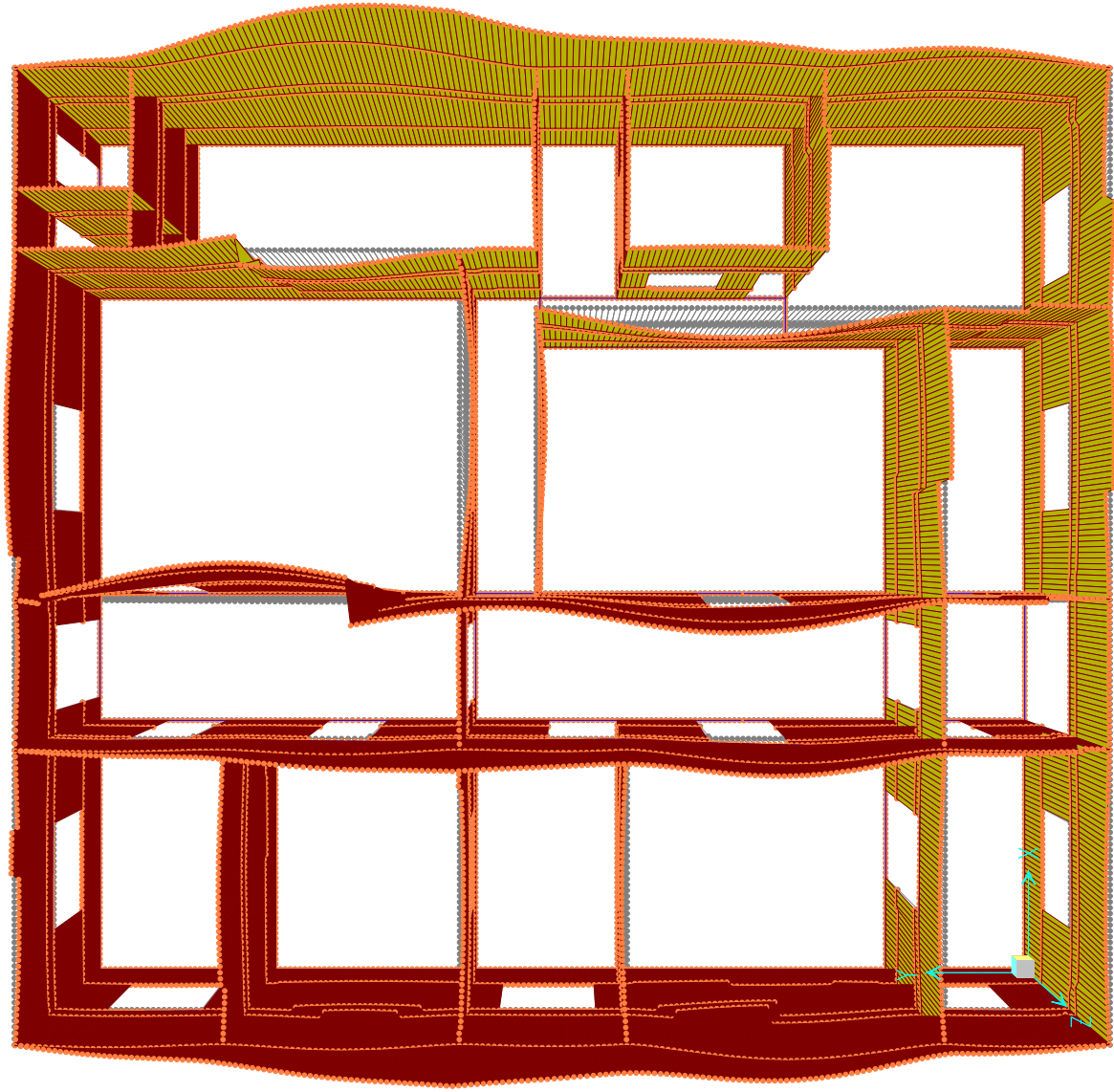
**DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS (m), RELATIVOS A LA BASE**

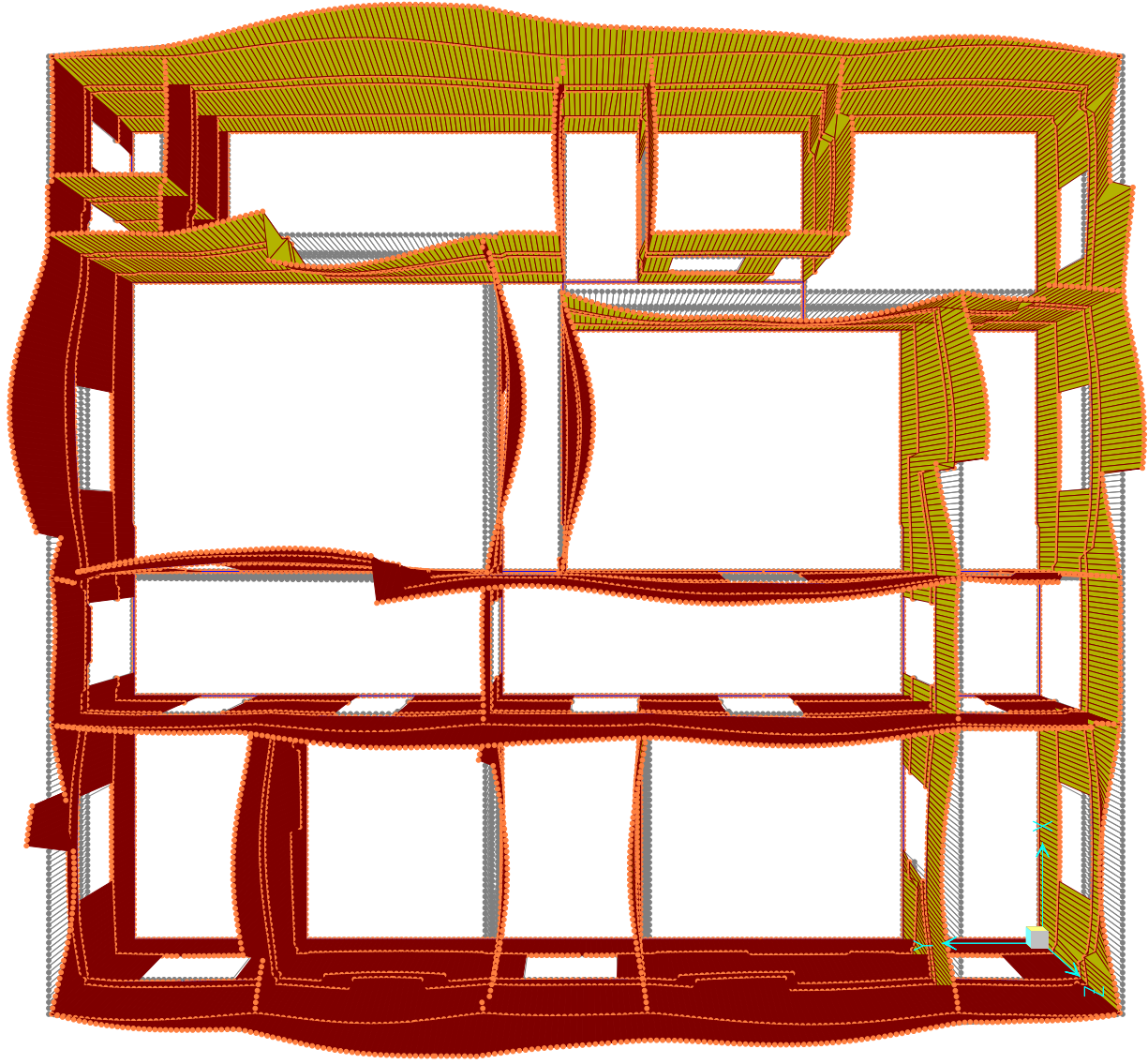
| DIRECCIÓN | NIVEL | OBTENIDO | ADMISIBLE | DESCRIPCÓN           |
|-----------|-------|----------|-----------|----------------------|
| X         | 4.33  | 0.25     | 0.02      | Base de la culata    |
|           | 5.83  | 0.17     | 0.03      | Cuspide de la culata |
| Y         | 4.33  | 0.14     | 0.02      | Base de la culata    |
|           | 5.83  | 0.01     | 0.03      | Cuspide de la culata |

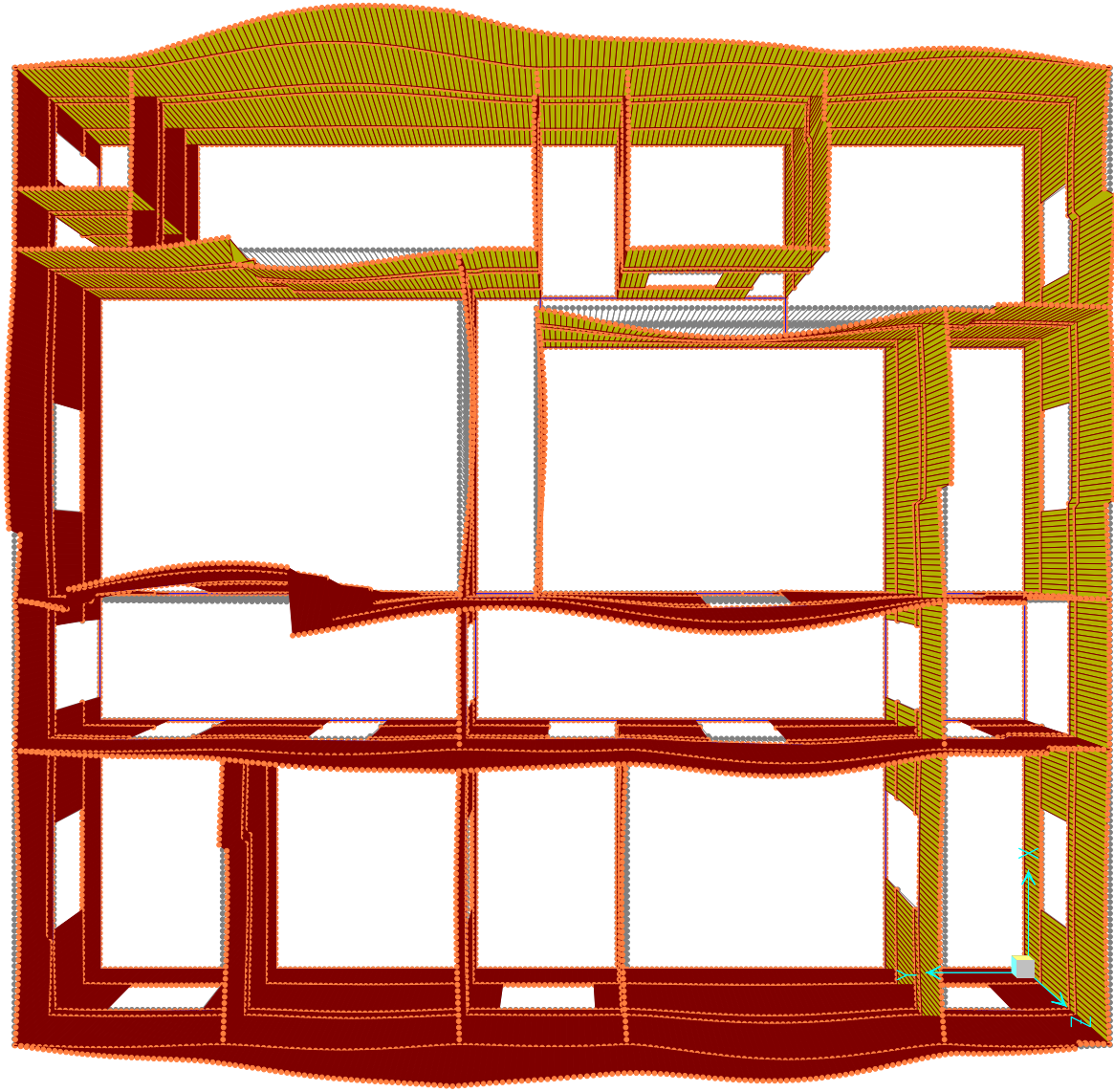
## ANEXO J - ANÁLISIS DE MUROS

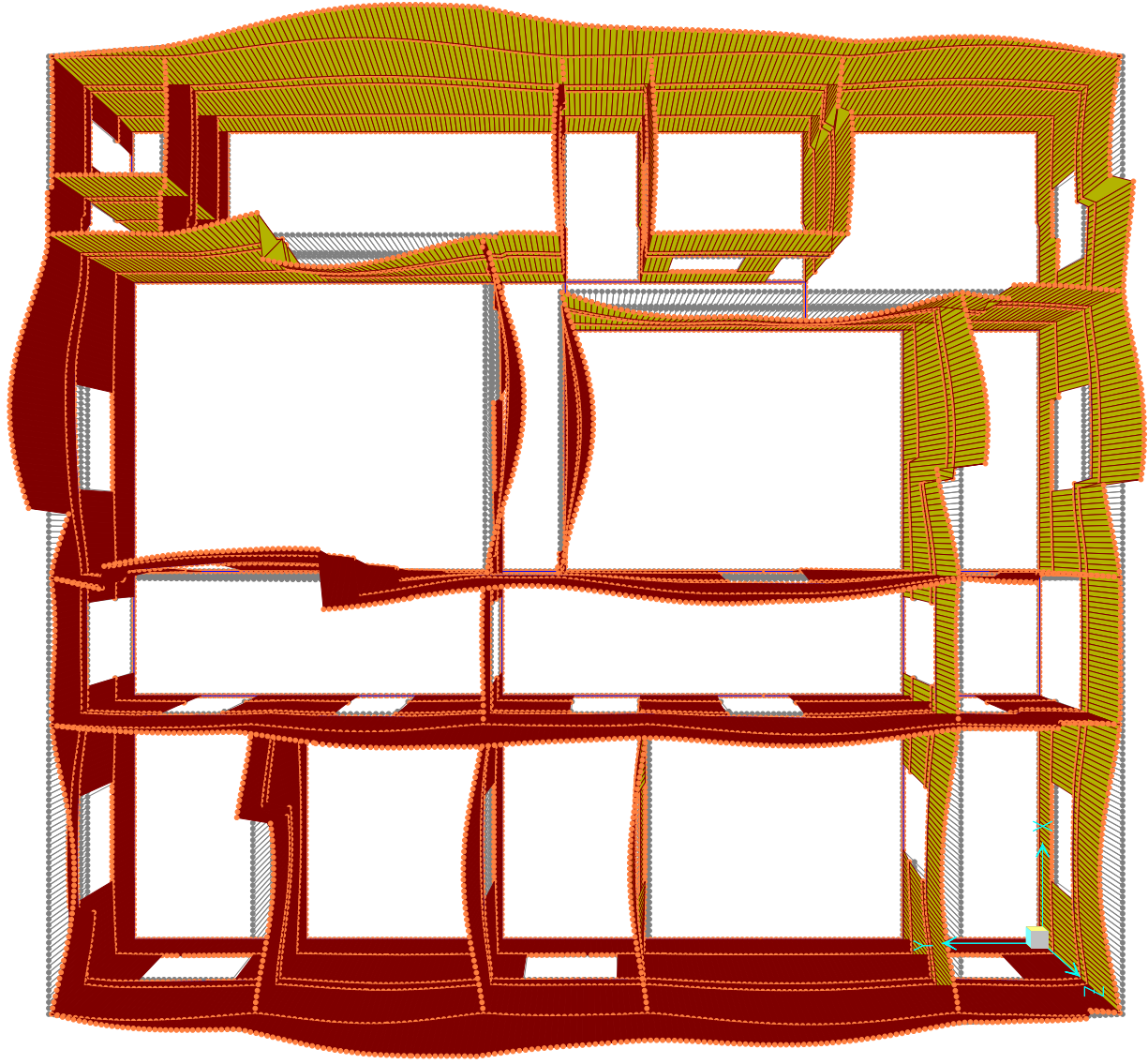
## DEFORMACIONES EN LOS MUROS POR CARGA VERTICAL Y EFECTOS SÍSMICOS

(La escala de deformaciones ha sido aumentada para resaltar los puntos de falla)









## ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN MUROS

(Los esfuerzos de cortante no se tuvieron en cuenta debido a su baja magnitud)

## ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA (MÉTODO ESFUERZOS DE TRABAJO)

| ID    | L     | h'    | t     | h'/t   | Re    | Fa    |                      | Fb    |                      | F <sub>TH</sub> |                      | F <sub>TV</sub> |                      |
|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|----------------------|-------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
|       | (m)   | (m)   | (m)   |        |       | (MPa) | (kN/m <sup>2</sup> ) | (MPa) | (kN/m <sup>2</sup> ) | (MPa)           | (kN/m <sup>2</sup> ) | (MPa)           | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| EJE A |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| A12   | 2.850 | 2.850 | 0.150 | 19.000 | 0.795 | 0.477 | 477.21               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| A24   | 2.000 | 2.000 | 0.150 | 13.333 | 0.899 | 0.540 | 539.53               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| A46   | 2.900 | 2.900 | 0.150 | 19.333 | 0.788 | 0.473 | 472.86               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| A67   | 4.100 | 4.100 | 0.150 | 27.333 | 0.576 | 0.346 | 345.88               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| A79   | 3.600 | 3.600 | 0.150 | 24.000 | 0.673 | 0.404 | 404.08               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE B |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| B12   | 1.425 | 1.425 | 0.150 | 9.500  | 0.949 | 0.569 | 569.30               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| B23   | 2.475 | 2.475 | 0.150 | 16.500 | 0.846 | 0.507 | 507.40               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| B34   | 1.600 | 1.600 | 0.150 | 10.667 | 0.936 | 0.561 | 561.30               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| B57   | 3.300 | 3.300 | 0.150 | 22.000 | 0.726 | 0.435 | 435.37               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| B86   | 2.100 | 2.100 | 0.150 | 14.000 | 0.889 | 0.533 | 533.33               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| B89   | 1.325 | 1.325 | 0.150 | 8.833  | 0.956 | 0.573 | 573.46               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE C |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| C12   | 1.125 | 1.125 | 0.150 | 7.500  | 0.968 | 0.581 | 580.87               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| C23   | 3.100 | 3.100 | 0.150 | 20.667 | 0.758 | 0.455 | 454.72               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| C35   | 3.125 | 3.125 | 0.150 | 20.833 | 0.754 | 0.452 | 452.37               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| C68   | 5.275 | 5.275 | 0.150 | 35.167 | 0.357 | 0.214 | 213.96               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| C89   | 1.325 | 1.325 | 0.150 | 8.833  | 0.956 | 0.573 | 573.46               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE D |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| D12   | 2.850 | 2.850 | 0.150 | 19.000 | 0.795 | 0.477 | 477.21               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| D25   | 7.100 | 7.100 | 0.150 | 47.333 | 0.197 | 0.118 | 118.10               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE E |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| E34   | 2.525 | 2.525 | 0.150 | 16.833 | 0.839 | 0.504 | 503.62               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| E56   | 1.300 | 1.300 | 0.150 | 8.667  | 0.957 | 0.574 | 574.45               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| E68   | 5.700 | 5.700 | 0.150 | 38.000 | 0.305 | 0.183 | 183.24               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| E89   | 2.000 | 2.000 | 0.150 | 13.333 | 0.899 | 0.540 | 539.53               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE F |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| F89   | 2.000 | 2.000 | 0.100 | 20.000 | 0.773 | 0.464 | 463.95               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE G |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| G13   | 4.896 | 4.896 | 0.150 | 32.640 | 0.414 | 0.248 | 248.36               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| G34   | 3.450 | 3.450 | 0.150 | 23.000 | 0.700 | 0.420 | 420.07               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| G45   | 1.600 | 1.600 | 0.150 | 10.667 | 0.936 | 0.561 | 561.30               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| G58   | 7.000 | 7.000 | 0.150 | 46.667 | 0.203 | 0.122 | 121.50               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| G89   | 2.000 | 2.000 | 0.150 | 13.333 | 0.899 | 0.540 | 539.53               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 1 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 1AB   | 5.100 | 4.950 | 0.150 | 33.000 | 0.405 | 0.243 | 242.98               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| 1CD   | 5.050 | 4.900 | 0.150 | 32.667 | 0.413 | 0.248 | 247.96               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| 1DG   | 4.150 | 4.000 | 0.150 | 26.667 | 0.597 | 0.358 | 358.13               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 2 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 2AB   | 5.100 | 4.950 | 0.150 | 33.000 | 0.405 | 0.243 | 242.98               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| 2CD   | 5.050 | 4.900 | 0.150 | 32.667 | 0.413 | 0.248 | 247.96               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 3 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 3EG   | 3.225 | 3.150 | 0.150 | 21.000 | 0.750 | 0.450 | 450.00               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 4 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 4AB   | 5.100 | 4.950 | 0.150 | 33.000 | 0.405 | 0.243 | 242.98               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| 4EG   | 3.225 | 3.150 | 0.150 | 21.000 | 0.750 | 0.450 | 450.00               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 5 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 5CD   | 5.050 | 4.900 | 0.150 | 32.667 | 0.413 | 0.248 | 247.96               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| 5EG   | 3.225 | 3.150 | 0.150 | 21.000 | 0.750 | 0.450 | 450.00               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 6 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 6AB   | 5.100 | 4.950 | 0.150 | 33.000 | 0.405 | 0.243 | 242.98               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| 6CE   | 6.050 | 5.900 | 0.150 | 39.333 | 0.285 | 0.171 | 171.03               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 7 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 7AB   | 5.100 | 4.950 | 0.150 | 33.000 | 0.405 | 0.243 | 242.98               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 8 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 8EG   | 3.150 | 3.000 | 0.150 | 20.000 | 0.773 | 0.464 | 463.95               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| EJE 9 |       |       |       |        |       |       |                      |       |                      |                 |                      |                 |                      |
| 9AB   | 5.100 | 4.950 | 0.150 | 33.000 | 0.405 | 0.243 | 242.98               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |
| 9CE   | 6.050 | 5.900 | 0.150 | 39.333 | 0.285 | 0.171 | 171.03               | 0.990 | 990                  | 0.21            | 210                  | 0.1             | 100                  |



Excede valor admisible

## ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA (MÉTODO ESFUERZOS DE TRABAJO)

| ID    | F <sub>v</sub> |                      | f <sub>a</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) |        | f <sub>b</sub>       |             | Esfuerzos combinados |          | f <sub>TH</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) | f <sub>TV</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) | f <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) |
|-------|----------------|----------------------|-------------------------------------|--------|----------------------|-------------|----------------------|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|       | (MPa)          | (kN/m <sup>2</sup> ) | D                                   | D + L  | (kN/m <sup>2</sup> ) | Combinación | Valor                | ¿Cumple? |                                      |                                      |                                     |
| EJE A |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| A12   | 0.043          | 43                   | 303.56                              | 511.00 | 900                  |             | 1.98                 |          |                                      |                                      |                                     |
| A24   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| A46   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| A67   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| A79   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE B |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| B12   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| B23   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| B34   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| B57   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| B86   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| B89   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE C |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| C12   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| C23   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| C35   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| C68   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| C89   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE D |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| D12   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| D25   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE E |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| E34   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| E56   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| E68   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| E89   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE F |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| F89   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE G |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| G13   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| G34   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| G45   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| G58   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| G89   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 1 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 1AB   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| 1CD   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| 1DG   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 2 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 2AB   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| 2CD   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 3 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 3EG   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 4 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 4AB   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| 4EG   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 5 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 5CD   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| 5EG   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 6 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 6AB   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| 6CE   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 7 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 7AB   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 8 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 8EG   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| EJE 9 |                |                      |                                     |        |                      |             |                      |          |                                      |                                      |                                     |
| 9AB   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |
| 9CE   | 0.043          | 43                   |                                     |        |                      |             | 0.00                 |          |                                      |                                      |                                     |

 Excede valor admisible

**DEPARTAMENTO DEL CHOCO**  
**MUNICIPIO DE QUIBDO**

**ESTUDIO DE SUELOS SOBRE EL LOTE DONDE SE ENCUENTRA  
CONSTRUIDA LA OFICINA DE ARCHIVOS DE LA GOBERNACION EN  
LA CIUDAD DE QUIBDÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.**

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**JOSÉ ALBERTO CÓRDOBA ARIAS**

Ingeniero Civil

Quibdó, Julio de 2010

*B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274*  
*E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)*

## 1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe geotécnico se presenta a solicitud de las Ingenierías Arislandy Blair Serna Restrepo y María Patricia Arias Maturana, encargadas de los estudios patológicos.

El informe geotécnico contiene los resultados del estudio efectuado al terreno en donde se encuentra construida la obra, concretamente:

- ∞ Los trabajos de exploración de campo.
- ∞ El análisis geotécnico para el diseño de la fundación de la estructura.
- ∞ Las conclusiones y las recomendaciones que permitirán darle a la obra estabilidad y seguridad.
- ∞ Igualmente se dan recomendaciones para el manejo de la construcción de las fundaciones y específicamente de las excavaciones para las mismas.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA.

La oficina de archivos de la Gobernación del Chocó se encuentra construido en la Ciudad de Quibdó, sobre la carrera segunda (2ª) entre calles treinta y uno (31) y treinta y dos (32) en el barrio Kenedy.

## 3. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La edificación donde se encuentra la oficina de archivos de la Gobernación del Chocó, es una estructura aporticada con luces homogéneas. El sistema estructural transmitirá las cargas hacia la fundación mediante columnas, estas a su vez transmiten las cargas al suelo de fundación mediante una cimentación superficial, de acuerdo con los resultados del estudio y la exploración de campo realizada.

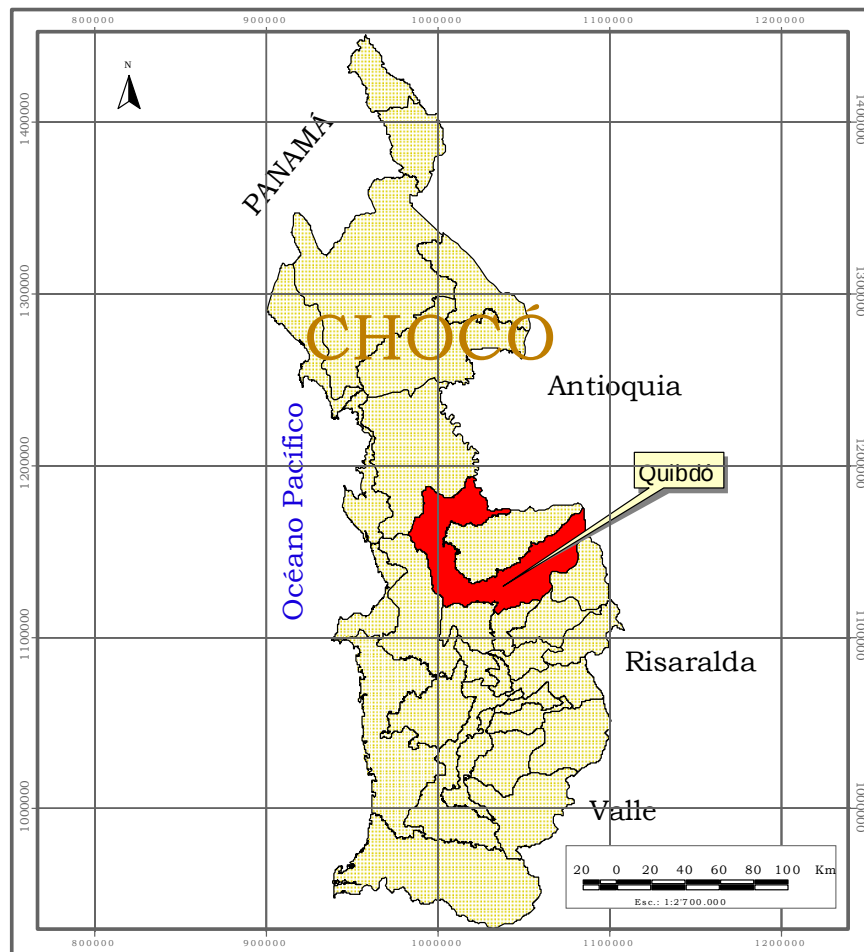


Figura 1. Localización del Municipio de Quibdó en el Departamento del Chocó.

## 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS.

### 4.1. GEOLOGÍA LOCAL.

Se realizara aquí una breve descripción del escenario geológico en el que se construirá el proyecto.

De acuerdo a los estudios geológicos realizados por el Instituto de Investigaciones Geológico Mineras, INGEOMINAS, los cuales están plasmados en el Mapa Geológico Generalizado del Departamento del Chocó (Ingeominas, 1994), En la zona en que se encuentra localizada la Ciudad de Quibdó afloran las siguientes formaciones geológicas (ver figura 2).

- ☞ **Formación Munguidó (Tpm):** Consiste principalmente de lodolitas calcáreas de color gris oliva, con algunos niveles piroclásticos de tobas e intercalaciones de niveles delgados de areniscas con glaucomita. Esta formación es de edad terciario superior (Plioceno) y tiene un espesor de 1420.7 m (Duque Caro, 1990). Sobre esta secuencia sedimentaria se depositaron sedimentos provenientes de los procesos de sedimentación generados por la dinámica del río Atrato principalmente, sobre estos sedimentos esta asentada gran parte de la Ciudad de Quibdó.
- ☞ **Cuaternario (Qal):** El Cuaternario en el área de la Ciudad de Quibdó está representado por los depósitos de origen aluvial que se encuentran en el valle del río Atrato, el cual nace en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental. Corresponden a terrazas aluviales compactadas y/o llanuras de inundación. Su composición es variable y depende de la litología que lava este río. En general son gravas, limo-arenosas, con cantos de rocas ígneas intrusivas y volcánicas, capas de arenas y sedimentos finos en general con presencia de materia orgánica (ver figura 2.)

La zona en que está ubicado el lote donde se encuentra construido la oficina de archivos de la Gobernación del Chocó, está formada por sedimentos aluviales depositados por el río Atrato con aportes menores y mas superficiales de las quebradas que constituían la red de drenaje antigua del área en que se encuentra el lote. Estos sedimentos se depositaron sobre la formación Munguidó.

Localmente se observan en la zona de trabajo rocas de origen sedimentario constituidas por suelos altamente orgánicos, arcillas de color amarillo claro, rojo y gravas arenosas de compacidad media. Todo este conjunto descansa sobre la formación Munguidó (Tpm) descrita anteriormente.

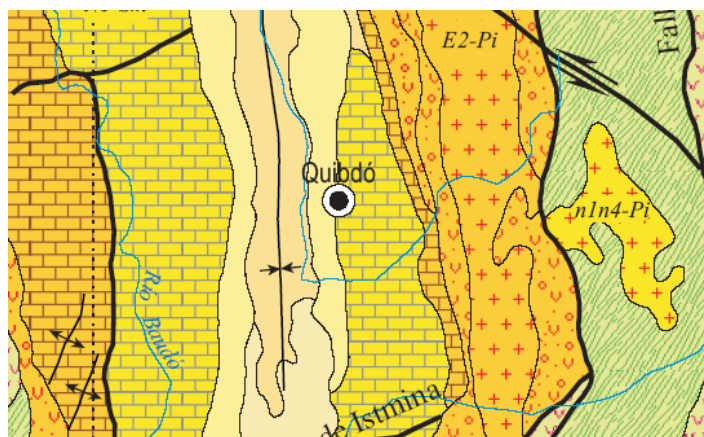


Figura 2. Mapa Geológico de la Zona. (Tomado del mapa geológico de Colombia – Ingeominas – 2006).

## 4.2. GEOMORFOLOGÍA.

Geomorfológicamente la zona corresponde a las zonas de inundación del río Atrato y las Quebradas que constituían la red de drenajes antiguos, de relieve prácticamente plano, en la cual se encuentra el lote donde está construida la oficina de Archivos de la Gobernación del Chocó.

## 4.3. SISMICIDAD.

Colombia, y en particular el departamento del Chocó, se encuentra ubicada en un ambiente tectónico complejo por la confluencia de las placas de Nazca, Suramérica y Caribe, y la llamada microplaca de Panamá. En el límite de las dos primeras se presenta subducción de la placa de Nazca bajo Suramérica a una velocidad aproximada de 60 mm/año, en una línea aproximadamente paralela a la costa pacífica.

Los eventos sísmicos a los cuales está expuesto el municipio de Quibdó teniendo en cuenta que el municipio se encuentra a unos 70 Km., aproximadamente del borde del Océano Pacífico, provienen en parte del fenómeno mismo de subducción, especialmente de una concentración de focos conocida como el plano de Benioff del Viejo Caldas. Las otras fuentes sismogénicas importantes para el municipio son superficiales, correspondientes a fallas intraplaca, entre las que se destaca el sistema Murri – Mutatá – Murindó. Por su cercanía, es importante mencionar el sistema Utría – Bahía Solano, además de las fallas Cauca – Romeral, Falla de Toro, Falla Argelia, Falla Garrapatas, y la Falla oculta del Atrato.

La localización del municipio de Quibdó con respecto a las diferentes fuentes sismogénicas hacen que en este municipio los eventos sísmicos representen una amenaza natural importante, aunque ellos no necesariamente provengan de estructuras tectónicas cercanas o incluidas dentro de su perímetro, sino de sismofuentes a distancias moderadas, pero de reconocida actividad reciente (USGS & Paris 2000) y con recurrencia de magnitudes suficientemente altas para producir efectos importantes en el municipio.

De acuerdo con la NSR-10, el Departamento del Chocó se encuentra en la zona de amenaza sísmica alta (ver figuras 3 y 4), es decir se pueden alcanzar aceleraciones laterales  $> 0.20 g$ , en particular el coeficiente  $A_a$  para el municipio de Quibdó es de  $0.35g$  (ver figura 4), por esto el diseño de cualquier estructura debe concebirse considerando amenaza sísmica alta, de tal manera que se tengan construcciones seguras para la vida humana ante la alta probabilidad de ocurrencia de sismos de alta magnitud e intensidad.

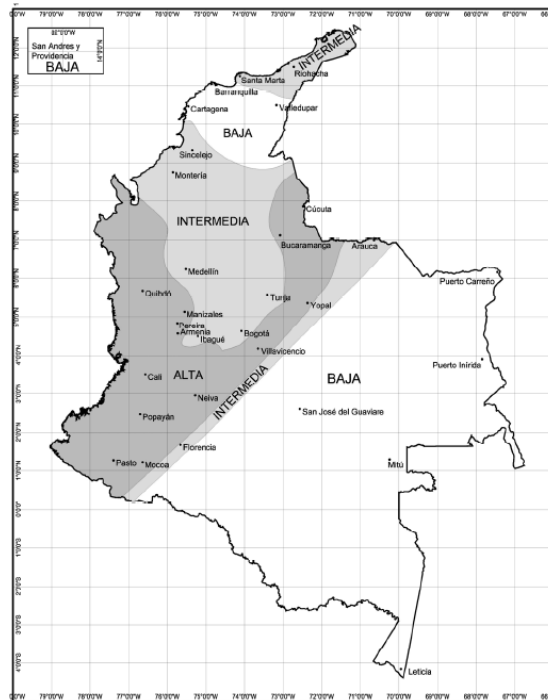


Figura 3. Zonas de Amenaza Sísmica (Fuente: NSR-10)

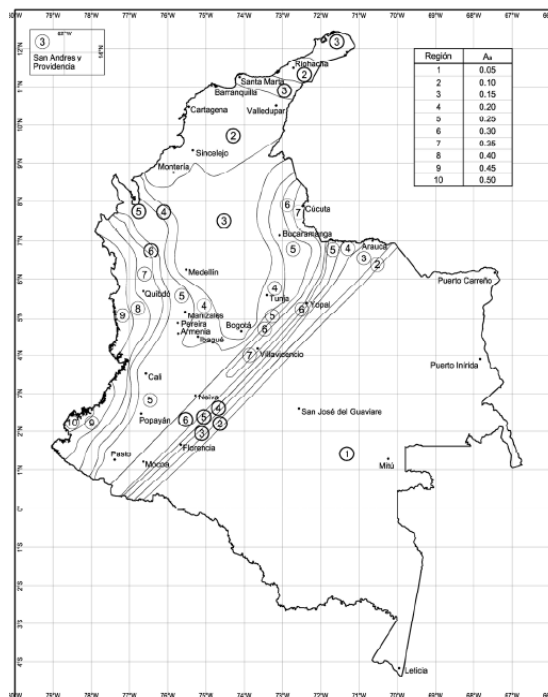


Figura 4. .Detalles de la Zonificación Sísmica para el Departamento del Chocó.

## 5. ASPECTOS GEOTÉCNICOS.

### 5.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO.

La exploración de campo consistió en la realización de las labores de reconocimiento del terreno donde se encuentra construida la oficina de archivo de la Gobernación del Chocó, localización de los sitios para las perforaciones y las labores relacionadas con la implementación de las perforaciones, muestreo y descripción de campo del suelo.

Se programaron dos (2) perforaciones hasta encontrar el nivel inferior de las zapatas construidas en la edificación, se realizaron las dos (2) perforaciones con éxito, estas perforaciones llegaron hasta una profundidad promedio de 0.60 m de profundidad, donde se suspendió debido a que se penetra 0.20 m más que el nivel inferior de las zapatas, además, se encontró un estrato denso, que presentó dificultades para ser penetrado.

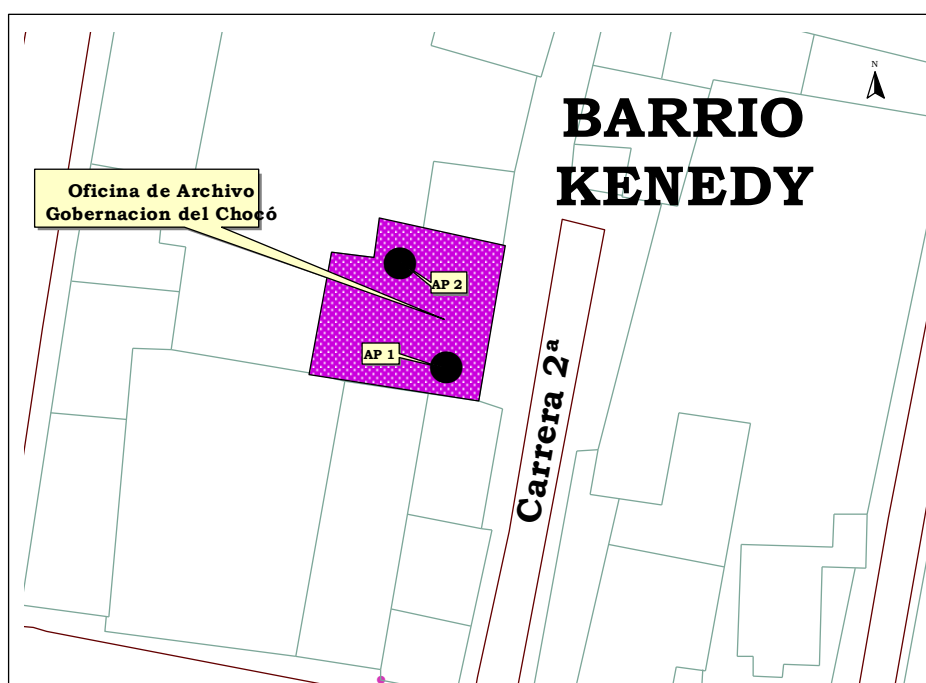


Figura 5. Localización de las perforaciones en el lote

En el área y en particular en el terreno donde se encuentra construida la oficina de archivos de la Gobernación del Chocó, no se presentan condiciones de inundación, pero el nivel freático puede ascender en épocas de lluvia fuertes por fenómeno de capilaridad, ya que el río Atrato que cruza muy cerca al lote del proyecto puede hacer variar este nivel. Este

aspecto debe tenerse en cuenta al momento de realizar las excavaciones para si es necesario algún reforzamiento de la cimentación de la estructura, debido a que produciría complicaciones para la estabilidad de las excavaciones.

Las anteriores consideraciones serán tenidas en cuenta para los cálculos de la capacidad portante del suelo de fundación, debido a la influencia que tiene el agua sobre la resistencia al corte de los suelos.

## 6. ENSAYOS DE LABORATORIO

De las excavaciones se tomaron muestras alteradas e inalteradas para los ensayos de laboratorio. Sobre las muestras recuperadas se realizaron ensayos de clasificación de suelos, humedad natural, consistencia y resistencia al corte. Como parámetros de resistencia al corte se asumieron valores típicos o medidos debidamente sustentados en la mecánica de suelos.

Los ensayos de laboratorio se hicieron en el laboratorio de Suelos y pavimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luís Córdoba”, en la Ciudad de Quibdó.

En la tabla 1 se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio:

TABLA No 1

| MUESTRA                                                                                       | PROFUNDIDAD<br>z | HUMEDAD<br>NATURAL<br>w | LIMITE<br>LIQUIDO<br>LL                 | LIMITE<br>PLÁSTICA<br>LP | ÍNDICE DE<br>PLASTICIDAD<br>IP | CLASIFICACIÓN<br>USCS | GRADACIÓN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------|
|                                                                                               | (m)              | %                       | %                                       | %                        | %                              |                       | G – A – F |
| AP1-z=0.60                                                                                    | 0.60             | 33.87                   | 45.29                                   | 22.84                    | 22.45                          | CL                    | 00-00-100 |
| AP2-z=0.60                                                                                    | 0.60             | 33.68                   | 43.06                                   | 21.79                    | 21.27                          | CL                    | 00-00-100 |
| <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE <math>q_u</math> ( Kg. / cm<sup>2</sup> )</b> |                  |                         |                                         |                          |                                |                       |           |
| AP1-z=0.60                                                                                    | 0.60             | 33.87                   | $q_u = 1.412$ ( Kg. / cm <sup>2</sup> ) |                          |                                | CL                    |           |
| AP2-z=0.60                                                                                    | 0.60             | 33.68                   | $q_u = 1.169$ ( Kg. / cm <sup>2</sup> ) |                          |                                | CL                    |           |

G – A – F → % de grava - % arena - % de finos.

## 7. CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

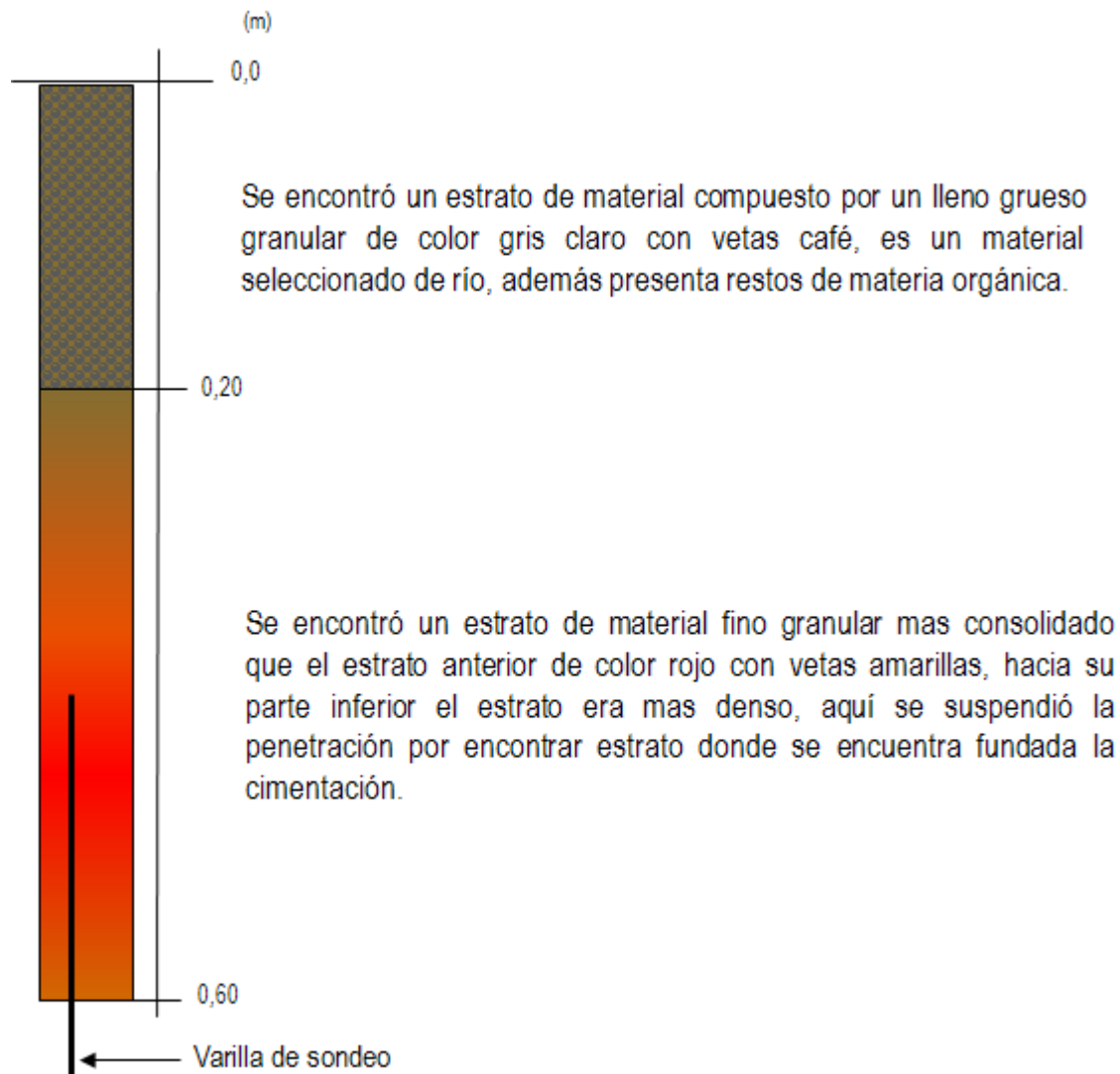
Los suelos encontrados son de origen aluvial, producidos por los procesos de sedimentación del río Atrato, bajo diferentes condiciones hidrodinámicas que dieron como resultado la acumulación de capas de suelos finos y gruesos, aunque en general localmente hay presencia predominante de suelos arcillosos de diferentes colores y consistencias como se

pudo observar. De acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio, la secuencia estratigráfica desde la superficie hasta el fondo en los sondeos es:

∞ **PERFORACIÓN 1 (AP1):** Esta perforación se demarco en el mapa con AP1 y se realizo hacia la parte frontal a margen derecha de la edificación, llegó hasta 0.60 m de profundidad, se encontró la siguiente secuencia estratigráfica.

De 0,0 m – 0,20 m, a esta profundidad se encontró un estrato de material compuesto por un lleno grueso granular de color gris claro con vetas café, es un material seleccionado de río, además presenta restos de materia orgánica.

De 0,20 m – 0,60 m, a esta profundidad se encontró un estrato de material fino granular mas consolidado que el estrato anterior de color rojo con vetas amarillas, hacia su parte inferior el estrato era mas denso, aquí se suspendió la penetración por encontrar estrato donde se encuentra fundada la cimentación.



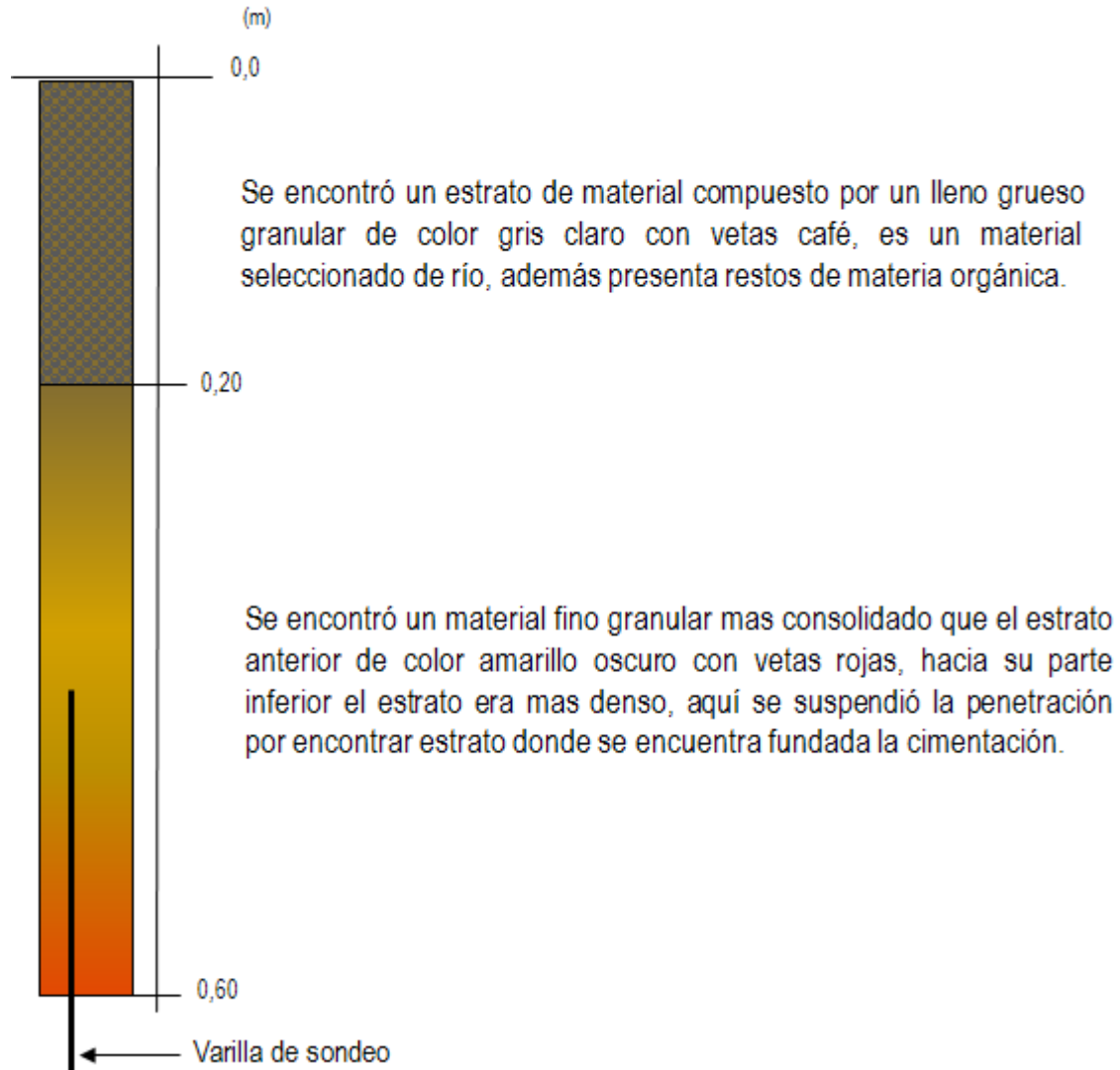
### Perfil de la perforación 1 (AP1)

☞ **PERFORACIÓN 2 (AP2):** Esta perforación se demarco en el mapa con AP2 y se realizo hacia la parte posterior a margen izquierda de la edificación, llegó hasta 0,60 m de profundidad, se encontró la siguiente secuencia estratigráfica.

De 0,0 m – 0,20 m, a esta profundidad se encontró un estrato de material compuesto por un lleno grueso granular de color gris claro con vetas café, es un material seleccionado de río, además presenta restos de materia orgánica.

De 0,20 m – 0,60 m, a esta profundidad se encontró un material fino granular mas consolidado que el estrato anterior de color amarillo oscuro con vetas rojas, hacia su parte

inferior el estrato era mas denso, aquí se suspendió la penetración por encontrar estrato donde se encuentra fundada la cimentación.



**Perfil de la perforación 2 (AP2)**

## 8. CARGAS TRANSMITIDAS POR LA ESTRUCTURA

De acuerdo con la información recibida se estima que soporta cargas máximas de 20 ton., las cuales como se anoto antes se transmiten al suelo de fundación a través de cimentaciones superficiales.

Del perfil geotécnico se puede deducir que una cimentación superficial es viable siempre y cuando se lleve a una profundidad de 0.40 m a 0.50 m para llevar las cargas de la estructura a estratos de mejor capacidad portante teniendo en cuenta que no se quiere ningún tipo de asentamiento o si se presenta sea aceptable.

## 9. CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN.

De acuerdo con la información de campo y el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio se plantea como alternativa para la cimentación de la edificación la utilización de cimentaciones superficiales mediante zapatas cuadradas o rectangulares que se apoyaran en el estrato de suelo fino granular denso de color rojo con vetas amarillas que se encuentra a partir de 0.20 m aproximadamente.

Las zapatas se pueden apoyar directamente sobre el estrato o mediante un reemplazo de la arcilla de color rojo por material granular muy bien compactado, mínimo al 95% de la densidad máxima alcanzada por el material granular en la prueba Proctor modificado, suelo cemento o concreto ciclópeo pobre de 0.30 a 0.50 m de profundidad. El reemplazo debe apoyarse en la arcilla de color rojo con vetas amarilla oscura, tal como se indica en las siguientes figuras:

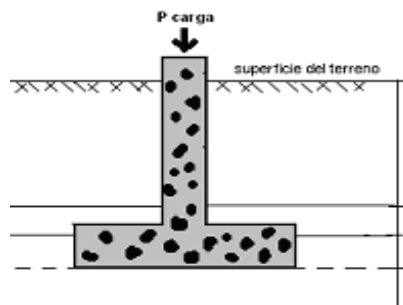


Figura 6. Cimentación directa sobre la capa de arcilla densa.

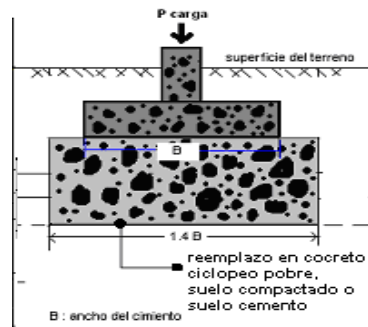


Figura 7. Cimentación mediante un reemplazo con material granular compactado, suelo cemento o concreto ciclópeo pobre.

### Calculo de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación.

Para la cimentación de la estructura se recomienda una cimentación superficial constituida por zapatas rectangulares o cuadradas apoyadas a una profundidad de 0.50 m, o mediante un reemplazo en concreto ciclópeo o material granular bien compactado apoyado a la misma profundidad m, es decir cambiando parte de la arcilla que se encontró en las perforaciones.

La capacidad portante del suelo de cimentación se calculará con la teoría de capacidad portante de Terzaghi para cimentaciones superficiales en suelos granulares, considerando falla por corte general.

Según lo anterior la capacidad portante última ( $\sigma_{ult}$ ) de un suelo está dada por la siguiente expresión matemática.

$$\sigma_{ult} = C N_c S_c + \sigma'_0 N_q S_q + 0.5 \gamma'_0 B N_\gamma S_\gamma$$

Dónde:

$\sigma_{ult}$  → Capacidad de carga ultima del suelo de cimentación (Ton/m<sup>2</sup>)

**C** → Cohesión del suelo (Ton/m<sup>2</sup>)

$\sigma'_0$  → Presión efectiva de sobrecarga del suelo por encima del nivel de cimentación. (Ton/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  → Peso unitario del suelo de cimentación. (Ton/m<sup>3</sup>)

**B** → Ancho de la cimentación. (m)

**L** → Largo de la cimentación. (m)

**N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub> y N<sub>γ</sub>** → **f(φ)**. Son factores adimensionales de capacidad de carga. Su valor depende del ángulo de fricción interna del suelo (φ).

La **NSR – 10**, en el título H, recomienda que estos factores sean calculados según las siguientes ecuaciones:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan (45^\circ + \phi/2).$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi$$

$S_c$ ,  $S_q$  y  $S_\gamma \rightarrow$  Son factores de forma de la cimentación que dependen de B y L. Se definen de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cimentaciones Superficiales

| TIPO DE ZAPATA | FACTORES DE FORMA       |       |                         |
|----------------|-------------------------|-------|-------------------------|
|                | $S_c$                   | $S_q$ | $S_\gamma$              |
| CORRIDA        | 1.0                     | 1.0   | 1.0                     |
| CIRCULAR       | 1.3                     | 1.0   | 0.6                     |
| CUADRADA       | 1.3                     | 1.0   | 0.8                     |
| RECTANGULAR    | $(1 + 0.3 \frac{B}{L})$ | 1.0   | $(1 - 0.2 \frac{B}{L})$ |

De acuerdo con el perfil estratigráfico la cimentación se apoyará en el estrato de arcilla de color rojo con vetas amarilla oscuras a una profundidad aproximada 0.30 m a 0.50 m.

Para estimar la capacidad portante última ( $\sigma_{ult}$ ) del suelo de cimentación se arrojan para el estrato fino granular los siguientes parámetros de resistencia al corte de acuerdo con sus características físicas y mecánicas:

Perforación AP 1

$$q_u = 1.412 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow C = q_u / 2 = 1.412/2 = 0.706 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi = 0^\circ$$

Perforación AP 2

$$q_u = 1.169 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow C = q_u / 2 = 1.169/2 = 0.585 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi = 0^\circ$$

El valor del peso unitario para cada estrato, se tomo teniendo en cuenta las características del suelo y las condiciones de humedad, de acuerdo con esto, para el suelo de cimentación se tomo un peso unitario promedio,  $\gamma_0$ , de 1.80 Ton/m<sup>3</sup>, y para los suelos que suprayacen el

suelo de cimentación se tomó un peso unitario promedio ( $\gamma$ ) de 1.90 Ton/m<sup>3</sup>, estimados a partir de los pesos unitarios secos y el contenido de humedad, así:

Peso unitario del suelo de cimentación.  $\gamma_0 = 1.80 \text{ Ton/m}^3$

Peso unitario del suelo de sobrecarga.  $\gamma = 1.90 \text{ Ton/m}^3$

Estimada la capacidad de carga última ( $\sigma_{ult}$ ) del suelo de cimentación, se calculará la capacidad portante admisible o permisible o de diseño ( $\sigma_{adm}$ ) con un factor de seguridad (F.S.) de 3.0:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ult.}}{F.S} = \frac{\sigma_{ult.}}{3}$$

Como cimentación superficial se utilizarán zapatas rectangulares o cuadradas colocadas a una profundidad de cimentación ( $D_f$ ) de 0.50 m.

A continuación se procederá entonces a estimar la capacidad portante última ( $\sigma_{ult}$ ) del suelo de cimentación de acuerdo con lo expuesto.

☞ **Suelo de cimentación:** material fino granular de color rojo con vetas amarillo oscuro CL

— Asumimos comportamiento puramente cohesivo

— Parámetros de resistencia al corte :

Perforación AP 1

- **C = 0.706 Kg/cm<sup>2</sup>**

-  $\phi = 0^\circ$

Perforación AP 2

- **C = 0.585 Kg/cm<sup>2</sup>**

-  $\phi = 0^\circ$

☞ **Tipo de cimentación:** Superficial – Zapatas cuadradas o rectangulares.

☞ **Calculo de la Capacidad Portante Última del Suelo de cimentación. ( $\sigma_{ult}$ ).**

$$\sigma_{ult} = CN_c S_c + \sigma_0' N_q S_q + 0.5 \gamma_0' B N_\gamma S_\gamma$$

$$\phi = 0^\circ \Rightarrow 0.5 \gamma_0' B N_\gamma S_\gamma = 0$$

$$\sigma_{ult} = CN_c S_c + \sigma_0' N_q S_q$$

$$\begin{aligned}\sigma'_0 &= q_0 + \sum (\gamma_i \times Z_i) = \gamma_1 Z_1 + \gamma_2 Z_2 \\ \sigma'_0 &= (1.90)(0.30) + (1.80)(0.2) \\ \sigma'_0 &= 0.93 \text{ Ton/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Para } \phi &= 0^\circ \rightarrow N_c = 5.7 \\ &\rightarrow N_q = 1.0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Factores de forma: } S_q &= 1.0 \\ S_c &= 1.3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perforación AP 1} \\ \sigma_{ult} &= (5.7)(7.06)(1.3) + (0.93)(1.0)(1.0) \\ \sigma_{ult} &= 52.31 + 0.93 \\ \sigma_{ult} &= \mathbf{53.24 \text{ (Ton/m}^2\text{)}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perforación AP 2} \\ \sigma_{ult} &= (5.7)(5.85)(1.3) + (0.93)(1.0)(1.0) \\ \sigma_{ult} &= 43.35 + 0.93 \\ \sigma_{ult} &= \mathbf{44.28 \text{ (Ton/m}^2\text{)}}\end{aligned}$$

∞ Cálculo de la Capacidad Portante Admisible del Suelo de Cimentación ( $\sigma_{adm}$ ).

$$\begin{aligned}\text{Perforación AP 1} \\ \sigma_{adm} &= \frac{\sigma_{ult.}}{F.S} = \frac{53.24}{3} \\ \sigma_{adm} &= 17.75(\text{Ton/m}^2) = 18.0(\text{Ton/m}^2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perforación AP 2} \\ \sigma_{adm} &= \frac{\sigma_{ult.}}{F.S} = \frac{44.28}{3} \\ \sigma_{adm} &= 14.76(\text{Ton/m}^2) = 15.0(\text{Ton/m}^2)\end{aligned}$$

Las zapatas deben diseñarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

$$\infty \text{ La presión de contacto } (\sigma_{cont}) \leq \sigma_{adm}, \text{ es decir: } \frac{P}{B \times L} \leq \sigma_{adm}$$

El asentamiento que produce  $\sigma_{cont}$ , debe estar dentro del rango permisible.

Los asentamientos se estimaron con la carga máxima supuesta, esto es 20 ton., teniendo en cuenta el índice de consolidación  $C_c$ , calculado de la siguiente manera:

$$C_c = 0.009(LL-10)$$

Y la relación de vacíos inicial  $e_0$  calculada así:

$$e_0 = wGs.$$

De esta manera el asentamiento se puede estimar de la siguiente manera:

$$S_e = \frac{B \times q_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha_r$$

Donde

$S_e$ : Asentamiento elástico

$E_s$ : Modulo de elasticidad del suelo

$\mu_s$ : Relación de Poisson del suelo

$$S_e = \frac{1.5 \times 20}{2.5 \times 10^6} (1 - 0.4^2) \times 1.0$$

$$S_e = 1.01mm$$

Para la carga supuesta, los asentamientos estarán dentro de los rangos permitidos para este tipo de estructura y serán menores de 3 cm.

Cuando se lleve acabo el diseño de la estructura y se conozcan con precisión las cargas que transmite la estructura al suelo a través de sus columnas, se chequearan los asentamientos si es necesario, para tomar las medidas pertinentes, si la situación lo amerita.

## 10. CONCLUSIONES

- ☞ Los suelos encontrados son aluviales originados por los procesos de sedimentación del río Atrato en los cuales están comprometidos diferentes condiciones hidráulicas, desde fluviales hasta periodos de baja velocidad que dieron origen a los estratos de suelos finos, propios de ambientes de depositación lacustre. Fundamentalmente se encuentra un depósito formado por varios estratos arcillosos, arenas finas arcillosas, gravas arcillosas de compacidad media a alta. Los suelos finos tienen capacidad portante de media a firme, tal como lo muestran las diferentes medidas que se hicieron en campo y en el laboratorio.
- ☞ El nivel freático (N.F), no se encontró durante las perforaciones pero este tiene tendencia a ascender en épocas de lluvia fuertes, ya que este es controlado por el río Atrato, las fuentes aledañas al sitio del proyecto y los frentes de humedad que descienden de la superficie. Por esta razón la profundidad a la que se encuentra el manto freático fluctúa con las épocas de sequía y lluvia. En el área y en particular en el terreno de construcción de la oficina de archivo de la Gobernación del Chocó no se presentan condiciones de inundación. Este aspecto se debió tener en cuenta en el momento de la construcción de cualquier obra subterránea.
- ☞ De acuerdo con la NSR-10, el Departamento del Chocó se encuentra en la zona de amenaza sísmica alta, es decir se pueden alcanzar aceleraciones laterales  $> 0.20 g$ ., en particular el coeficiente  $A_a$  para el municipio de Quibdó es de  $0.35g$ , por esto el diseño de cualquier estructura debe concebirse considerando amenaza sísmica alta, de tal manera que se tengan construcciones seguras para la vida humana ante la alta probabilidad de ocurrencia de sismos de alta magnitud e intensidad en esta región del país.

## 11. RECOMENDACIONES

- ☞ Como solución de cimentación se recomienda una cimentación superficial directa sobre la arcilla roja (CL) mediante zapatas rectangulares o cuadradas colocadas a una profundidad de 0.50 m aproximadamente, es decir penetrando aproximadamente 0.30 m en el estrato de cimentación y con una capacidad portante admisible para AP1 de 18.0 Ton/m<sup>2</sup> y para AP 2 de 15.0 Ton/m<sup>2</sup>. También se podría hacer un reemplazo en concreto ciclópeo, suelo cemento o material granular bien compactado del suelo de fundación con las especificaciones dadas anteriormente, esta solución tiene la ventaja de que facilita el amarre de la cimentación.
- ☞ Ningún tipo de estructura se deberá fundar sobre material con contenido orgánico, si este tipo de material llega a encontrarse debe removerse y reemplazarse. Con aprobación del Ingeniero Geotecnista, cualquier estructura menor se deberá fundar sobre un material granular con espesos de 0.2 – 0.40 m, compactado con una densidad mínima que sea mayor que el 90% de la densidad máxima del Proctor modificado. La compactación deberá realizarse en capas de espesor no mayor de 0.20 m (20 cm.).
- ☞ Es importante que durante la verificación de las cimentaciones se cuente con la presencia del consultor, o en su defecto con un profesional especialista en el área de geotecnia, para que verifique que las condiciones de campo sean las esperadas de acuerdo con los resultados de este estudio, y para que el mismo indique los ajustes necesarios para lograr una buena cimentación.
- ☞ Es importante que las obras de refuerzo si lo requiere la cimentación se realice en época de verano y se tomen las precauciones de seguridad al realizar las excavaciones, y utilizar entibación a juicio del ingeniero que dirige la obra.
- ☞ *Este informe se efectuó con base en los resultados de la campaña de exploración del subsuelo y en el programa de ensayos de laboratorio. En caso de encontrarse condiciones diferentes a las aquí consignadas se deberá informar a la mayor brevedad al ingeniero geotecnista para analizar la situación y verificar las*

B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274

E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)

condiciones propias de los cambios que se requieran efectuar. Cualquier modificación que se quiera realizar, deberá consultarse con un profesional competente, quien deberá tener en cuenta este estudio.

- De acuerdo con las normas Colombianas de construcción SISMORESISTENTE (NSR-10), para efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben considerarse los siguientes parámetros Geotécnicos y Sísmicos:

| PARÁMETROS GEOTECNICOS Y SISMICOS RECOMENDADOS<br>PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA<br>(De acuerdo con la NSR – 10) |                                                                              |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                                                                                                                 | Suelo de cimentación de las zapatas                                          | Fino granular                     |
| 2                                                                                                                 | Profundidad de cimentación de las zapatas en AP 1                            | $D_f = 0.50 \text{ m}$            |
| 3                                                                                                                 | Capacidad Portante Última de la zapata de cimentación en AP 1, $Q_{ult.}$    | $Q_{ult.} = 54.0 \text{ ton/m}^2$ |
| 4                                                                                                                 | Capacidad Portante admisible de la zapata de cimentación en AP 1, $Q_{adm.}$ | $Q_{adm.} = 18.0 \text{ ton/m}^2$ |
| 5                                                                                                                 | Profundidad de cimentación de las zapatas en AP 2                            | $D_f = 0.50 \text{ m}$            |
| 6                                                                                                                 | Capacidad Portante Última de la zapata de cimentación en AP 2, $Q_{ult.}$    | $Q_{ult.} = 45.0 \text{ ton/m}^2$ |
| 7                                                                                                                 | Capacidad Portante admisible de la zapata de cimentación en AP 2, $Q_{adm.}$ | $Q_{adm.} = 15.0 \text{ ton/m}^2$ |
| <b>Para efectos locales de la respuesta sísmica de la Estructura:</b>                                             |                                                                              |                                   |
| 8                                                                                                                 | Zona de Amenaza Sísmica(NSR-10)                                              | Alta                              |
| 9                                                                                                                 | Coeficiente de Aceleración lateral Pico Efectiva                             | $A_a = 0.35g$                     |
| 10                                                                                                                | Coeficiente de Aceleración de Velocidad Horizontal Pico Efectiva             | $A_v = 0.35g$                     |
| 11                                                                                                                | Coeficiente de Amplificación                                                 | $F_a = 1.15$                      |
| 12                                                                                                                | Coeficiente de Amplificación                                                 | $F_v = 1.70$                      |
| 13                                                                                                                | Tipo de Perfil de Suelos                                                     | D                                 |
| 14                                                                                                                | Coeficiente de Sitio                                                         | $S = 1.5$                         |
| 15                                                                                                                | Coeficiente de Importancia                                                   | $I = 1.2$                         |

- Para ayudar a atender las solicitudes de eventos sísmicos, hay que verificar que la estructura se encuentre rigidizada en su fundación mediante vigas de amarre.
- No obstante las recomendaciones presentadas el constructor debe evaluar durante el avance de los trabajos si las condiciones asumidas con base en la exploración para el diseño son aplicables o no, ya que las recomendaciones anteriores son válidas para las profundidades exploradas

- ☞ En la obra deberá disponerse de una copia de este informe como documento de apoyo y orientación en la construcción de las fundaciones. Cualquier modificación que se quiera realizar, deberá consultarse con un profesional competente, quien deberá tener en cuenta este estudio.
- ☞ Se recomienda obras de drenaje continuo de aguas lluvias y superficiales durante el reforzamiento y la vida útil de la estructura para así garantizar la estabilidad de la estructura

Quedo a su disposición, para aclarar cualquier inquietud relacionada con este estudio, con gusto se darán las explicaciones y recomendaciones necesarias

Atentamente,

**JOSÉ ALBERTO CÓRDOBA ARIAS**

Ingeniero Civil

M.P. 05202099096 ANT

## 12. REFERENCIAS

1. DAS, Braja M. Principios de Ingenierías de Cimentación. International Thomson Editores. Cuarta Edición. México, 2002
2. DAS, Braja M. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Internacional Thomson Editores S.A., México, 2001.
3. DAS, Braja M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Internacional Thomson Editores S.A., México, 2001.
4. CUJAR CH. Germán. Cimentaciones Superficiales. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, Popayán 2003.
5. WHITLOW, Roy. Fundamentos de Mecánica de Suelos. Grupo Editorial Patria Cultural S.A., México, 2000
6. ARANGO VELEZ, Antonio. Propiedades Ingenieriles de los Suelos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas, 1985.
7. BOWLES, Joseph E. Foundations Analysis and design. Editorial McGraw Hill, Cuarta Edición, Singapur. 1988.
8. JUÁREZ BADILLO et All. Mecánica de Suelos. Tomo 2. Editorial Limusa.1996
9. NSR – 98 Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, Bogotá 1998
10. Ingeominas. Mapa Geológico del Departamento del Chocó, 2003.
11. CANADIAN GEOTECHNICAL SOCIETY, Geotechnical Design of Deep Foundations, En: Foundation Engineering Handbook (Eds. HSAI-YANG Fang), Second. Edition. Newyork. London, Chapman & Hall, 283 – 330,
12. LAMBE, T. William & WHITMAN, Robert V, Mecánica de Suelos, Editores J. Salas. y J. Rodríguez O. Ed Limusa. México, 2004.

*JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS*  
*INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)*  
*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*

## ANEXOS

*JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS*  
*INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)*  
*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*

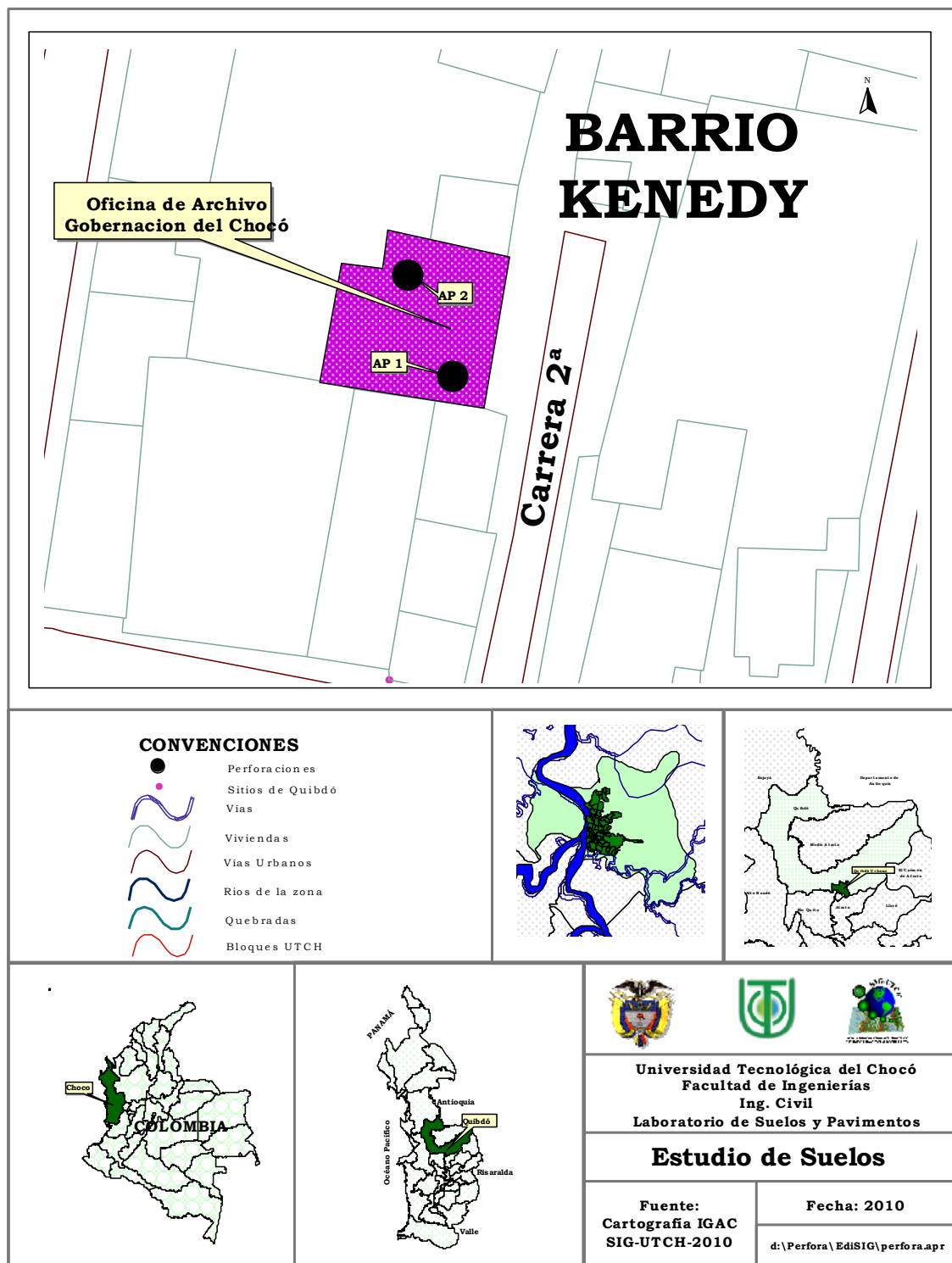
## **ANEXO N° 1**

# **ENSAYOS DE LABORATORIO**

*JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS*  
*INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)*  
*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*

## **ANEXO N° 2**

# **FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE CAMPO**



Lote donde se realizara El proyecto

B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274

E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS  
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*



## Trabajos en la primera perforación AP1

*B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274*

*E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)*

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS  
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*



## Trabajos en la primera perforación AP1

*B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274*

*E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)*

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS  
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*



## Trabajos en la primera perforación AP1

*B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274*

*E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)*

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS  
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*



## Trabajos en la primera perforación AP1

B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274

E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS  
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*



## Trabajos en la segunda perforación AP2

*B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274*

*E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)*

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS

INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento



## Trabajos en la segunda perforación AP2

B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274

E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS  
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*



## Trabajos en la segunda perforación AP2

*B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274*

*E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)*

JOSE ALBERTO CORDOBA ARIAS  
INGENIERO CIVIL (M.P. 05202 – 099096 de Antioquia)

*Capacitado en la Universidad del Cauca, en el manejo de equipos y ensayos de laboratorios de suelos y pavimento*



## Trabajos en la segunda perforación AP2

*B/El Jardín Sector Zona Minera Carrera 25 N°. 21 – 15 Tel. Cel. 3104149274*

*E-mail - [www.joebetto987@hotmail.com](mailto:www.joebetto987@hotmail.com) o [www.joebetto159@gmail.com](mailto:www.joebetto159@gmail.com) o [www.joebetto159@yahoo.com](mailto:www.joebetto159@yahoo.com)*