

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	2
2. BASES DE CÁLCULO.....	3
2.1. NORMATIVA UTILIZADA	3
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	3
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....	4
2.4. DURABILIDAD.....	4
2.5. ACCIONES CONSIDERADAS.....	5
2.5.1. PESO PROPIO.....	5
2.5.2. PESO AGUA.....	5
2.5.3. PAVIMENTO	5
2.5.4. SOBRECARGAS DE USO.....	5
2.5.5. EMPUJE DE AGUA Y TIERRAS.....	6
2.5.6. EMPUJE DE SOBRECARGAS.....	6
2.5.7. ACCIONES SÍSMICAS	6
2.6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD E HIPÓTESIS DE CARGA.....	6
2.6.1. VALORES DE CÁLCULO.....	6
2.6.2. HIPÓTESIS DE CARGA.....	7
2.7. CÁLCULOS.....	8
2.7.1. CÁLCULOS ESTRUCTURALES	8
2.7.2. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD A LA FLOTACIÓN.....	9
3. CONCLUSIONES	10
4. LISTADOS DE CÁLCULO.....	10
ANEXO: ARQUETA DESARENADOR	11

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

El tanque de tormentas es una estructura de hormigón armado ejecutada "in situ" con planta rectangular. Está formada por muros de contención de 0,45 m de espesor, una losa de cimentación de 0,50 m de espesor y una losa superior de 0,50 m de espesor. Las dimensiones en planta del depósito son aproximadamente de 32,07x8,40 m.

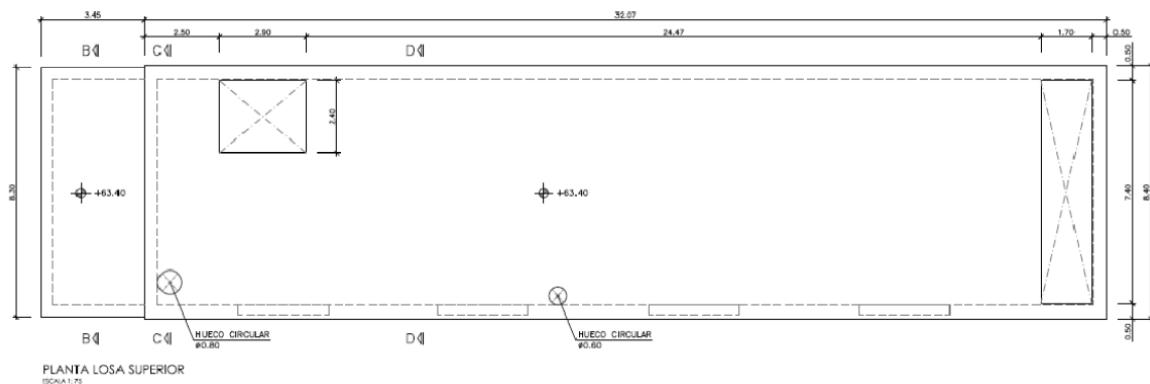


Figura 1. Planta losa superior.

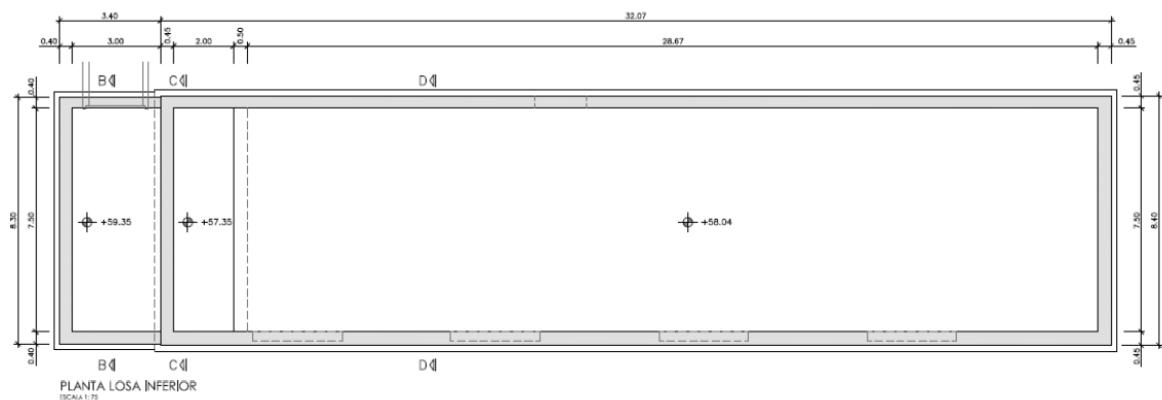


Figura 2. Planta losa inferior.

El depósito tiene un ancho interior constante de 7,50 m siendo la altura interior variable entre 5,56 y 4,86 m, puesto que existe un escalón en la losa de cimentación.

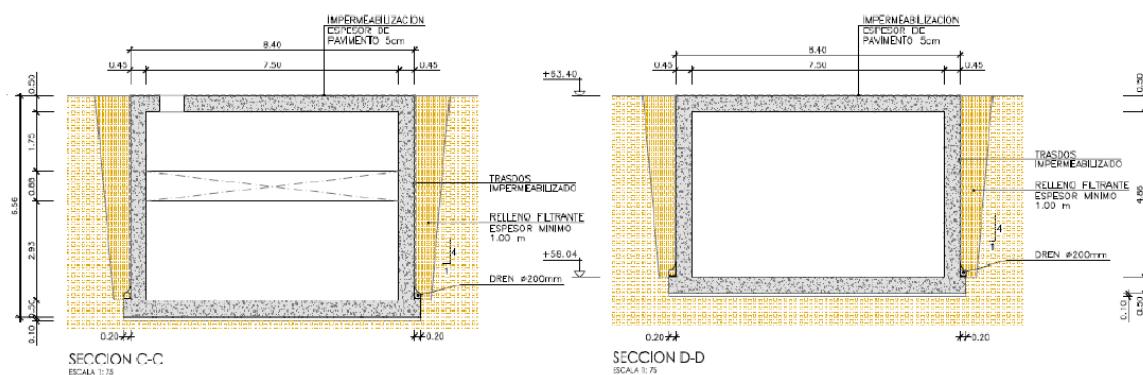


Figura 3. Secciones transversales del depósito.

A diferente nivel tiene una arqueta de aliviadero, con dimensiones interiores de 7,50 m de ancho y 3,65 m de alto. Dicha arqueta está formada por muros de 0,40 m de espesor y losa superior e inferior también de 0,40 m de espesor. Las dimensiones en planta de la arqueta son aproximadamente de 8,30x3,40 m.

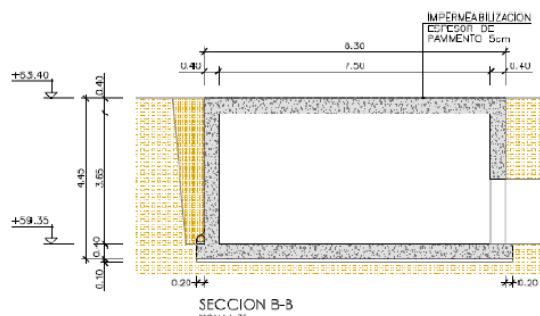


Figura 4. Sección transversal de la arqueta.

2. BASES DE CÁLCULO.

2.1. NORMATIVA UTILIZADA.

En el presente documento se han considerado las siguientes Normas e Instrucciones:

- EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.
- NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y edificación.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

A continuación se resumen las características de los materiales empleados:

HORMIGÓN ARMADO

Tipo	HA-30/B/20/IV
Nivel de control	Estadístico
Resistencia característica f_{ck}	30 MPa
Resistencia media f_{cm}	38 MPa
Coeficiente de minoración γ_c	1,50
Resistencia de cálculo $a_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	20 MPa
Módulo de Elasticidad acciones corta duración:	34000 MPa
Módulo de Elasticidad acciones larga duración:	29000 MPa

ARMADURAS PASIVAS

Tipo	B – 500 SD
Nivel de control	Normal

Resistencia característica f_{yk}	500 MPa
Coeficiente de minoración α_s (situac. Persistentes o transitorias)	1,15
Resistencia de cálculo f_{yd}	435 MPa
Módulo de Elasticidad E_s	200000 MPa

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.

Según se define en el estudio geotécnico, la cimentación del tanque de tormentas se ha resuelto mediante una losa armada, apoyándose en el estrato de limos arcillosos y arenosos identificado en los sondeos.

Se ha considerado una tensión admisible del terreno de 200 KN/m² y un coeficiente de balasto de 50.000 KN/m³.

Conclusiones		
Terreno	Naturaleza	Arenas, limos y arcillas
	Agresividad suelo/Ambiente	No agresivo / IIa
	Expansividad	No expansivo
	Nivel Freático	No detectado
	Agresividad del Agua/Ambiente de exposición	-
	Ripabilidad y Excavabilidad	Excavable
	Coeficiente de permeabilidad k_s	< 10 ⁻⁵ cm/s
	Apoyo Muros	< 10 ⁻⁵ cm/s
Cimentación	Tipo Cimentación	Losa
	Cota de Apoyo	-7.00 m
	Tensión admisible	200 KN/m ²
	Terreno	Limos arenosos
	Coeficiente de Balasto	50 MN/m ³
	Aceleración Sísmica de Cálculo	$a_c = 0.155g$

Figura 5. Resumen del informe geotécnico.

2.4. DURABILIDAD.

Según el estudio geotécnico realizado se define una clase de exposición ambiental tipo IIa para el tanque de tormentas.

No obstante y para estar del lado de la seguridad se ha comprobado la estructura del tanque de tormentas considerando un ambiente **tipo IV** debido a la naturaleza de los vertidos unitarios en polígonos industriales. Como consecuencia del tipo de ambiente definido, el hormigón armado debe cumplir las siguientes limitaciones:

AMBIENTE IV

- Relación máxima agua/cemento de 0,50
- Contenido mínimo en cemento de 325 kg/m³
- Resistencia mínima recomendada de 30 MPa
- Recubrimiento mínimo 35 mm para una vida útil de 50 años y un cemento acorde con la tabla 37.2.4.1.a y 37.2.4.1.b de la EHE-08. Considerando un control normal de la ejecución se adopta un recubrimiento nominal de 45 mm.
- Máxima abertura de fisura de 0,20 mm.

Para el análisis de la fisuración se ha considerado como ambiente IV los paramentos en contacto con el agua (paramentos interiores del depósito), limitándose en éstos la abertura de fisura a 0,20 mm; y como ambiente IIa los paramentos en contacto con el terreno (paramentos exteriores del depósito), limitándose en éstos la abertura de fisura a 0,30 mm.

2.5. ACCIONES CONSIDERADAS.**2.5.1. PESO PROPIO.**

Corresponde al peso de los elementos estructurales, con su sección bruta:

- Peso propio hormigón: $g_h = 25,00 \text{ kN/m}^3$

2.5.2. PESO AGUA.

Corresponde al peso de agua que puede ser almacenada dentro del tanque de tormentas.

- Peso agua: $g_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$

A efectos de cálculo, se ha considerado una altura máxima de agua en el interior del tanque de 2,50 m.

2.5.3. PAVIMENTO.

Se ha considerado un espesor de 0,10 m de pavimento actuando sobre la losa superior del depósito de tormentas,

- Pavimento ($e=10 \text{ cm}$): $2,40 \text{ kN/m}^2$

A efectos de evaluar en un futuro un posible incremento del espesor del pavimento, se ha considerado un valor superior de éste, correspondiente a 0,15 m.

- Pavimento máximo ($e=15 \text{ cm}$): $3,60 \text{ kN/m}^2$

2.5.4. SOBRECARGAS DE USO.

Se ha considerado actuando sobre la losa superior del tanque de tormentas una sobrecarga de uso correspondiente a tráfico ligero.

- Tráfico ligero: 4,00 kN/m²

2.5.5. EMPUJE DE AGUA Y TIERRAS.

Para el dimensionamiento de la estructura se ha considerado actuando sobre el trasdós de los muros la envolvente de empujes correspondiente a la actuación del empuje activo o al reposo (según sea más desfavorable para el elemento de estudio) y en el intradós de éstos la posible actuación del empuje de agua interior. Los coeficientes de empuje considerados en los cálculos se resumen a continuación:

- Empuje del agua interior: $K_w=1,00$
- Empuje activo de las tierras: $K_a=0,33$
- Empuje al reposo de las tierras: $K_0=0,50$

2.5.6. EMPUJE DE SOBRECARGAS.

Se ha considerado la posible actuación de una sobrecarga de 10 KN/m² en el la parte superior del trasdós de los muros del depósito. El empuje de dicha sobrecarga sobre el trasdós de los muros se ha evaluado análogamente al empuje de las tierras, es decir, considerándose la envolvente del empuje activo o al reposo según resulte más desfavorable.

2.5.7. ACCIONES SÍSMICAS.

Las acciones sísmicas en estructuras se considerarán cuando el valor de la aceleración de básica del terreno resulte igual o superior a 0,04 g (NCSE-02). En el lugar del emplazamiento de la estructura, la aceleración básica es de 0,15g, por lo que es necesario considerar los efectos sísmicos.

Se ha considerado en los cálculos una aceleración de cálculo de 0.155g

Para la evaluación del empuje dinámico de las posibles tierras acumuladas en el trasdós de los muros del tanque de tormentas, se ha considerado el empuje de tierras definido por la expresión de Mononobe – Okabe, obteniéndose un coeficiente de empuje dinámico de:

- Empuje dinámico activo: $K_{a,d}=0.45$

2.6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD E HIPÓTESIS DE CARGA.

2.6.1. VALORES DE CÁLCULO.

Se han aplicado los coeficientes parciales de seguridad γ_F a los valores de las acciones:

Tabla 12.1.a

Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite Últimos

Tipo de acción	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_a = 0,00$	$\gamma_a = 1,50$	$\gamma_a = 0,00$	$\gamma_a = 1,00$
Accidental	—	—	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Tabla 12.2

Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite de Servicio

Tipo de acción		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_a = 0,00$	$\gamma_a = 1,00$

2.6.2. HIPÓTESIS DE CARGA.

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea, según los criterios generales que se indican:

A) ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS.

Para la comprobación de los Estados Límites Últimos se considerarán las situaciones persistentes y transitorias, y las accidentales con o sin sismo. Los coeficientes empleados son los que aparecen en la tabla 12.1.a de la EHE-08.

B) ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.

Para la comprobación de los Estados Límites de Servicio se considerarán las situaciones persistentes y transitorias, y las accidentales con o sin sismo. Los coeficientes empleados son los que aparecen en la tabla 12.2 de la EHE-08.

2.7. CÁLCULOS

2.7.1. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.

Para el cálculo estructural del depósito se ha implementado un modelo tridimensional de elementos finitos bidimensionales con la geometría real de la estructura sobre la que se introducen las acciones descritas en el apartado 4.5

Los elementos finitos definidos tienen en cuenta tanto los esfuerzos de membrana como los de placa.

El modelo se ha implementado y procesado con el programa informático de elementos finitos SOFISTIK, desarrollado por SOFISTIK AG, que permite el análisis estático y dinámico, lineal o no lineal de sistemas estructurales complejos discretizados mediante elementos finitos tipo barra, placa y sólido.

Con el valor del módulo de balasto, el programa asigna de forma automática el reparto de rigidez en los nodos de la cimentación, considerando la cimentación apoyada sobre muelles en los nodos generados.

En las siguientes figuras se presentan la geometría y discretización de la malla de elementos finitos de la estructura adoptada.

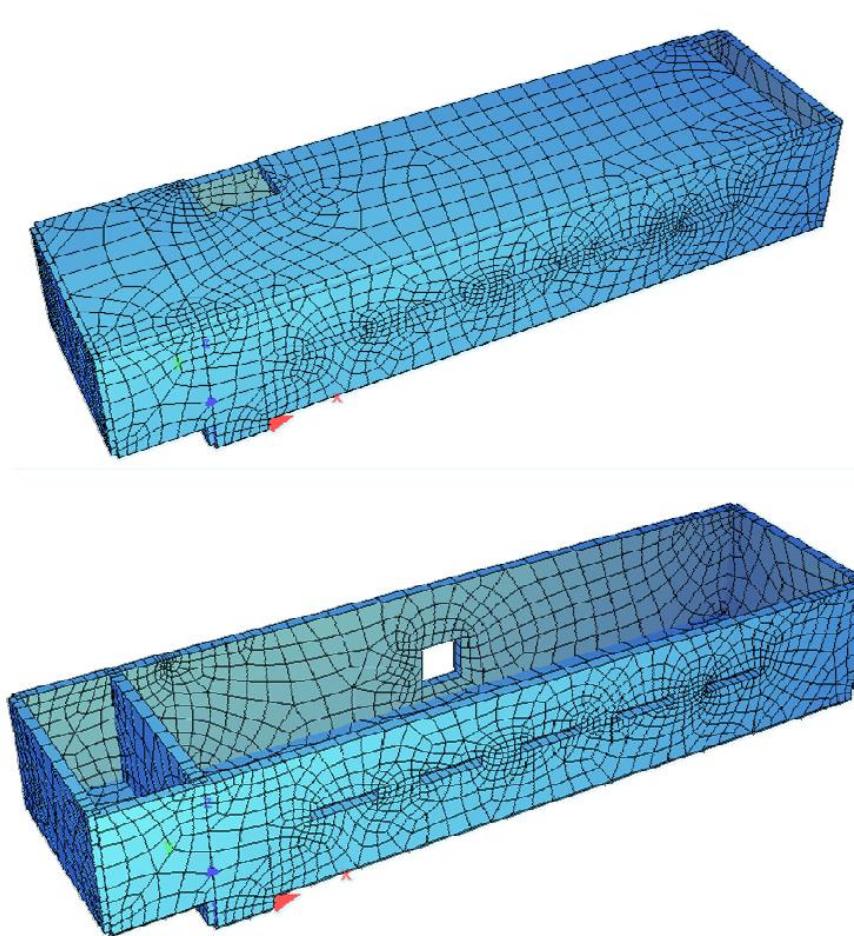


Figura 6. Modelo de cálculo del alzado del muro tipo.

Las acciones establecidas en el apartado 4.5 se introducen en el modelo sobre la geometría descrita con las siguientes consideraciones:

Las cargas de peso propio, cargas muertas, pesos y empujes del terreno y sobrecargas distribuidas se introducen como cargas distribuidas superficiales.

El modelo de elementos finitos utilizado emplea el método de rigidez para la obtención de desplazamientos en los nodos, a partir de los cuales se obtienen los esfuerzos en cada uno de ellos y las reacciones en el terreno para la losa inferior.

Los resultados se obtienen para cada hipótesis simple de carga y combinación, obtenidas éstas según la normativa correspondiente en cada caso.

El programa implementado proporciona las envolventes de esfuerzos, reacciones y desplazamientos, que sirven de base para la comprobación de los elementos estructurales.

Dicho programa proporciona los armados para las envolventes del estado límite último de flexión según la EHE y el de servicio de fisuración de acuerdo con el EC-2.

2.7.2. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD A LA FLOTACIÓN.

Pese a que no se ha detectado nivel freático en los sondeos, se ha realizado el análisis de la flotabilidad de la estructura considerando como acciones estabilizadoras el peso del hormigón y como acciones desestabilizadoras la subpresión actuando en la losa de cimentación, obteniéndose que la estructura es estable hasta alturas de agua freática en torno a los 3,00 m sobre la cara inferior de la losa de cimentación, tal como se deduce a continuación:

- | | |
|--|-----------------------|
| • Peso de la estructura de hormigón: | 11767,38 KN |
| • Subpresión en la base de la cimentación: | 2997,95· H_{max} KN |
| • Coeficiente de minoración del peso: | 0,90 |
| • Coeficiente de mayoración de subpresión: | 1,05 |

Así, la altura máxima freática es de: $0,90 \times 11767,38 = 1,05 \times 2997,95 \cdot H_{max} \rightarrow H_{max} = 3,36 \text{ m}$

Teniendo en cuenta que la profundidad máxima a la que llegaron los sondeos es de 15,60 m, que no se detectó nivel freático y que la cota de cimentación es la -7.00 m, el nivel freático tendría que subir $8,60 + 3,36 = 11,96 \text{ m}$, valor lo suficientemente conservador como para garantizar que no se producirá la flotación del depósito durante el periodo de vida útil de la estructura.

3. CONCLUSIONES

Para el dimensionamiento de la estructura se han realizado los cálculos necesarios, obteniendo dimensiones y armados, de una forma justificada tal como se ha expuesto en los puntos anteriores. Se adjuntan al presente documento los cálculos relevantes de la estructura y los planos de definición y detalles de los diferentes elementos.

4. LISTADOS DE CÁLCULO

Se adjuntan los siguientes listados del cálculo estructural:

- A.1. MODELO Y ACCIONES
- A.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO
- A.3. DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO
- A.4. TENSIONES EN EL TERRENO
- A.5. MEDICIONES AUXILIARES

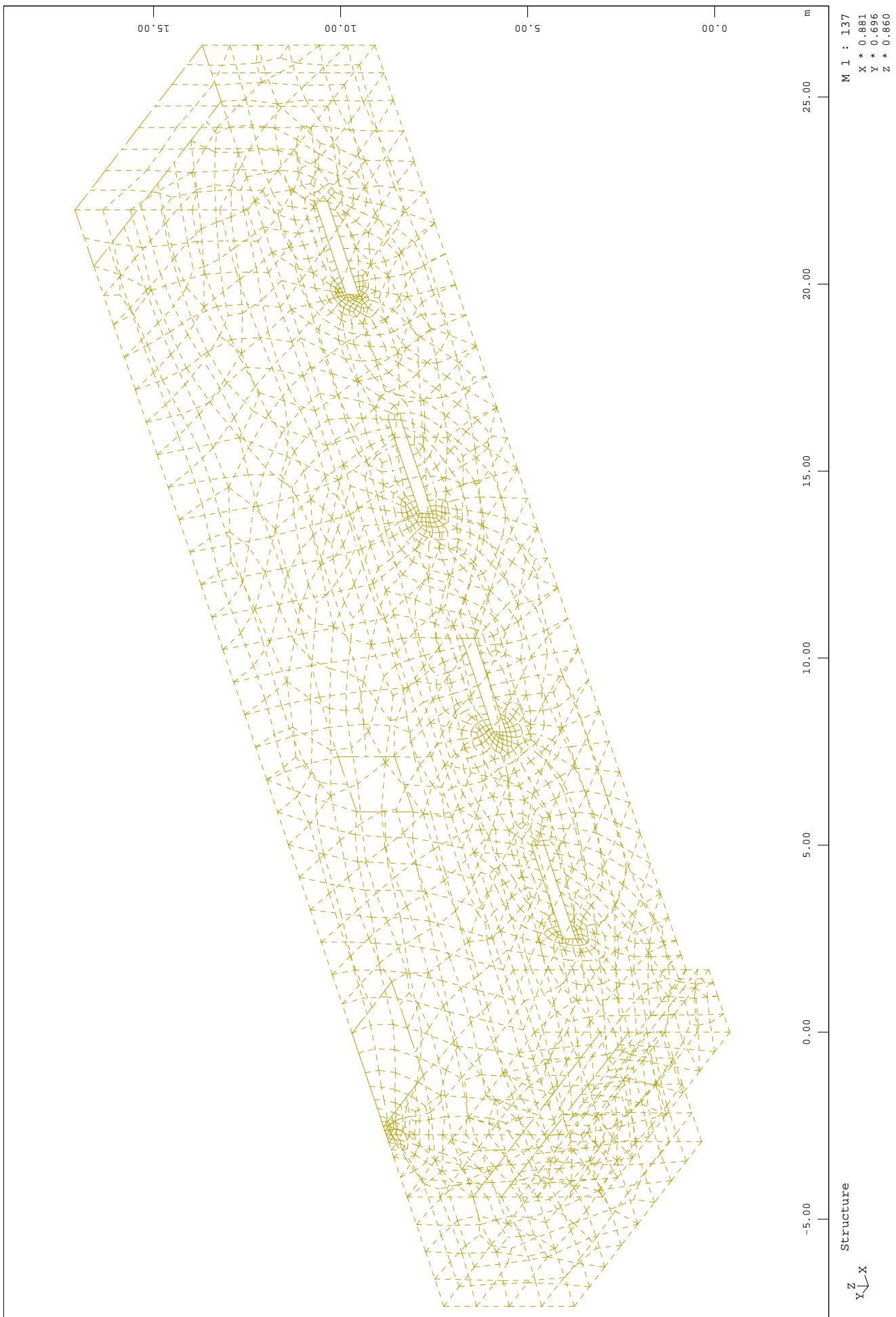
A.1. MODELO Y ACCIONES

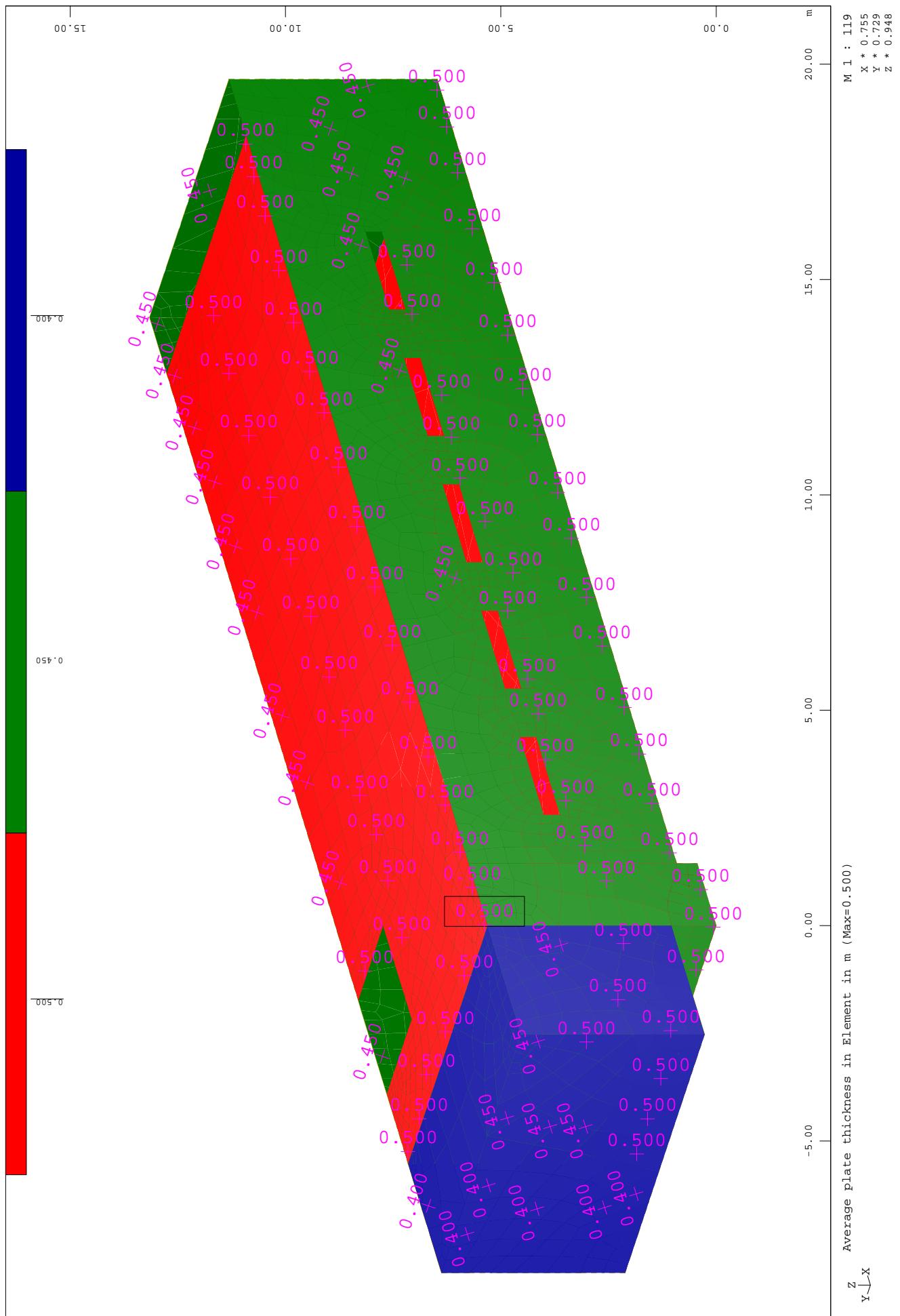
TQT

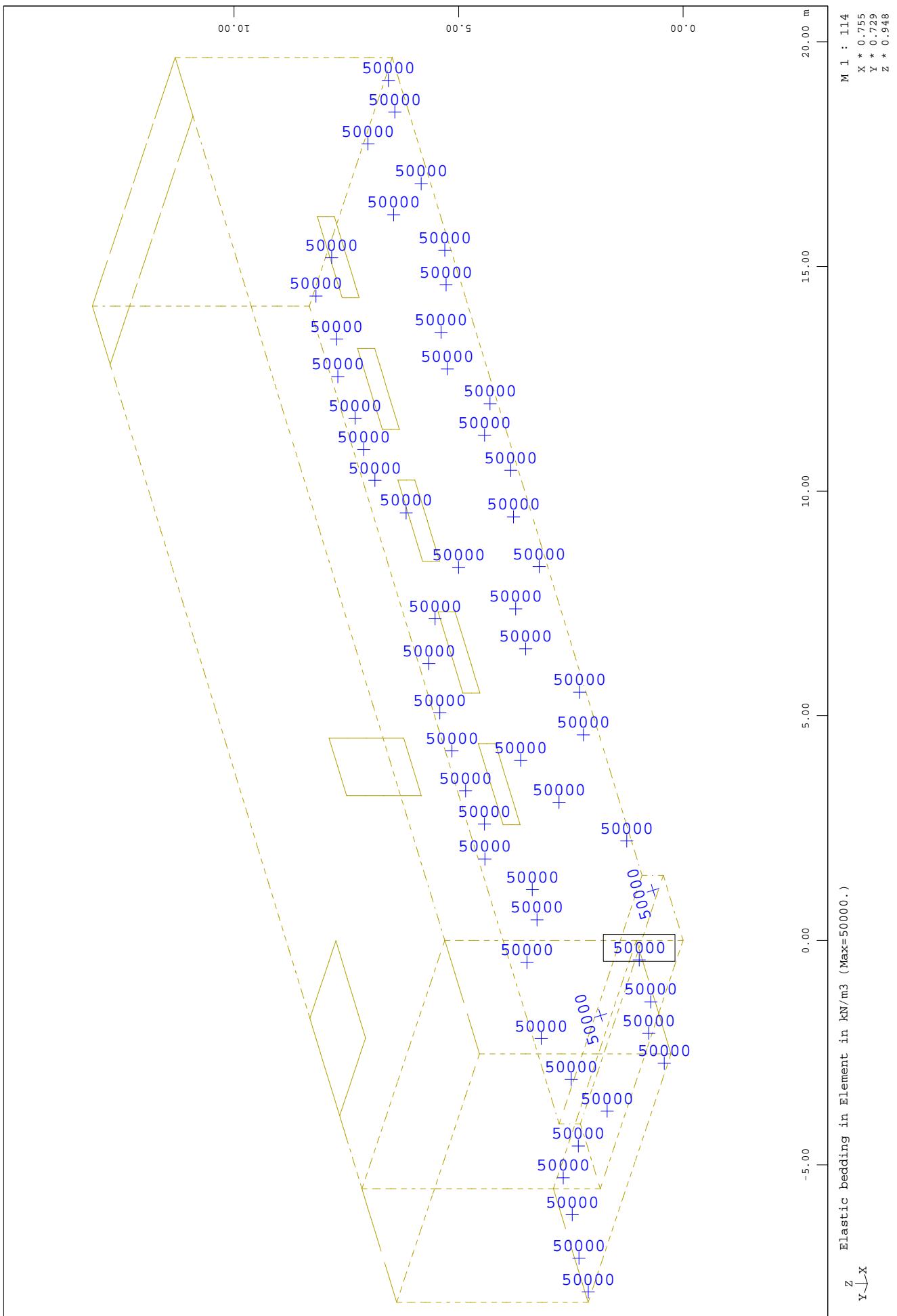
Default design code is EHE Instrucción de hormigón estructural 2008 (España) V 21.0

Materials

No. 1 HA 30 (EHE)
No. 2 B 500 (EHE)







TQT

Groups

Grp	number	type	min-no	max-no	Title
1	327	QUAD	10001	10327	
2	1337	QUAD	20001	21337	
3	315	QUAD	30001	30315	

Summary of all planar elements

Groups

Grp	TotArea [m ²]	TotVolume [m ³]	TotWeight [t]	Material No.
1	286.621	140.510	351.276	1
2	479.227	212.615	531.536	1
3	259.060	126.730	316.825	1
Sum	1024.908	479.855	1199.637	

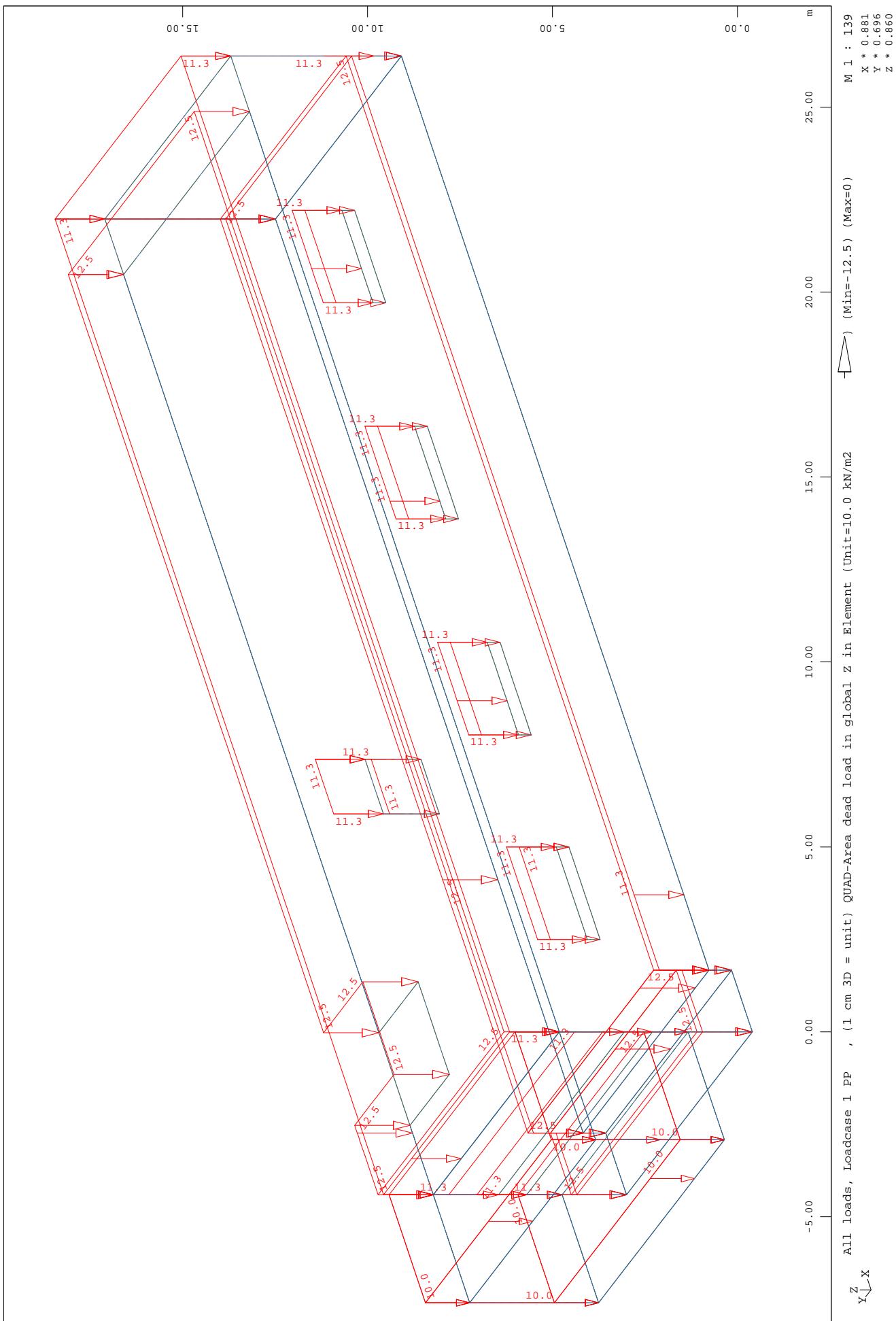
TQT
HIPOTESIS SIMPLES
LISTADO ACCIONES

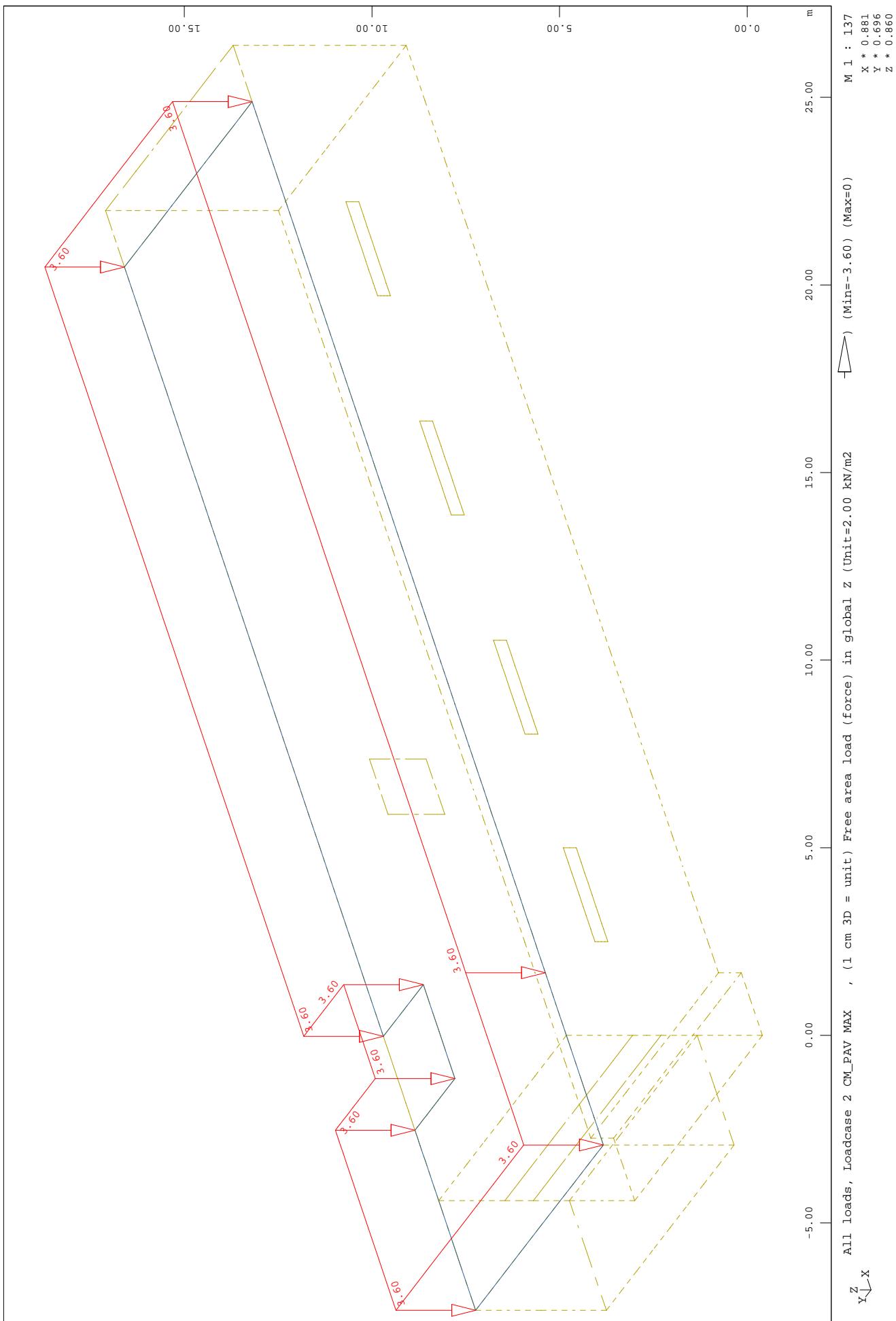
Sum of Loads

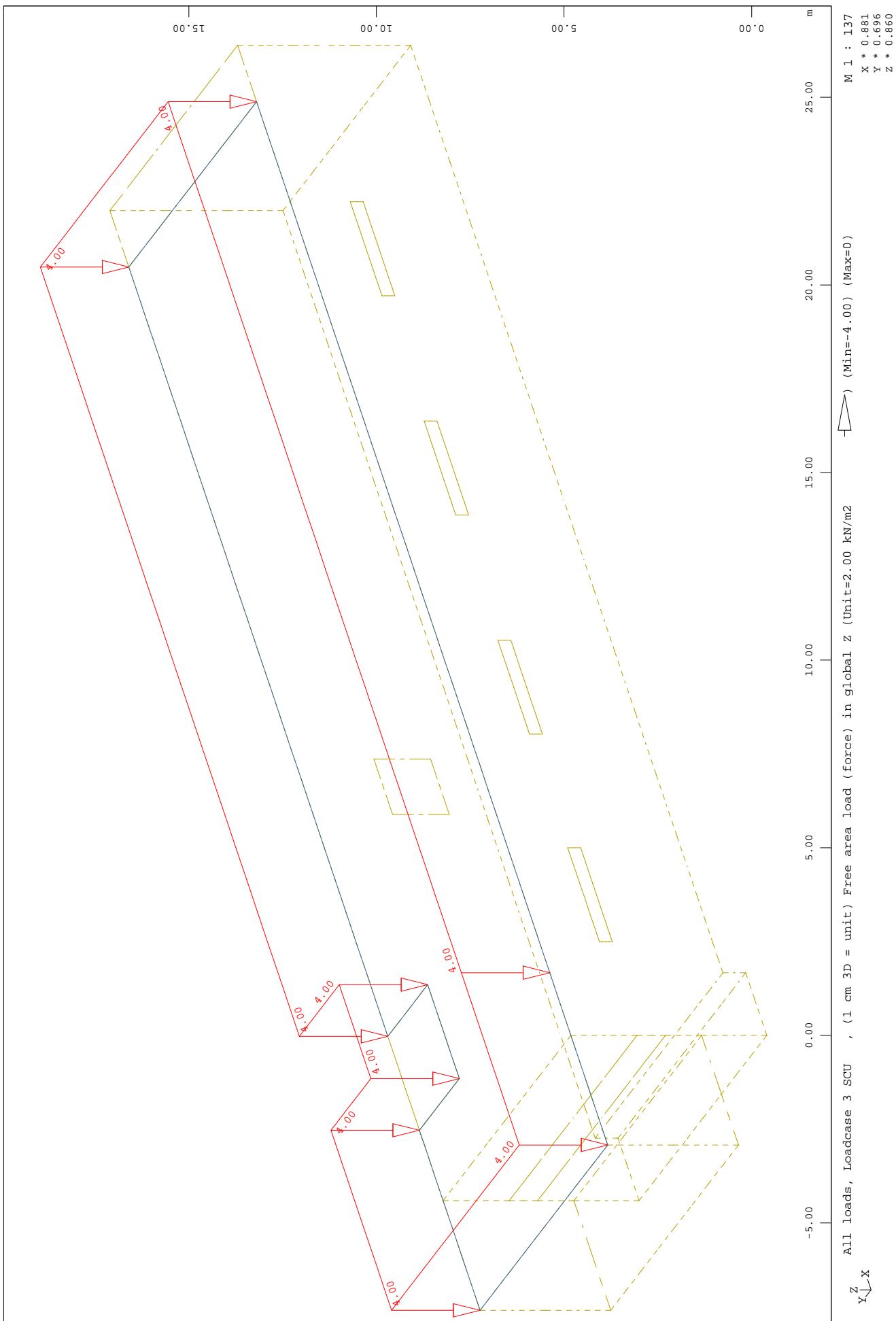
LC Title	PXX[kN]	PYY[kN]	PZZ[kN]
1 PP	0.0	0.0	-11996.4
2 CM_PAV MAX	0.0	0.0	-932.6
3 SCU	0.0	0.0	-1036.2
4 EMP_ACT	210.6	2.8	0.0
5 EMP REP	315.9	4.1	0.0
6 EMP_SCU_ACT	18.9	-5.7	0.0
7 EMP_SCU REP	28.4	-8.5	0.0
8 AGUA_INT	-173.1	-29.5	-8965.6
9 EMP_SIS	286.4	3.7	0.0
10 EMP_SCU_SIS	25.7	-7.7	0.0
11 RETRACCIÓN	0.0	0.0	0.0

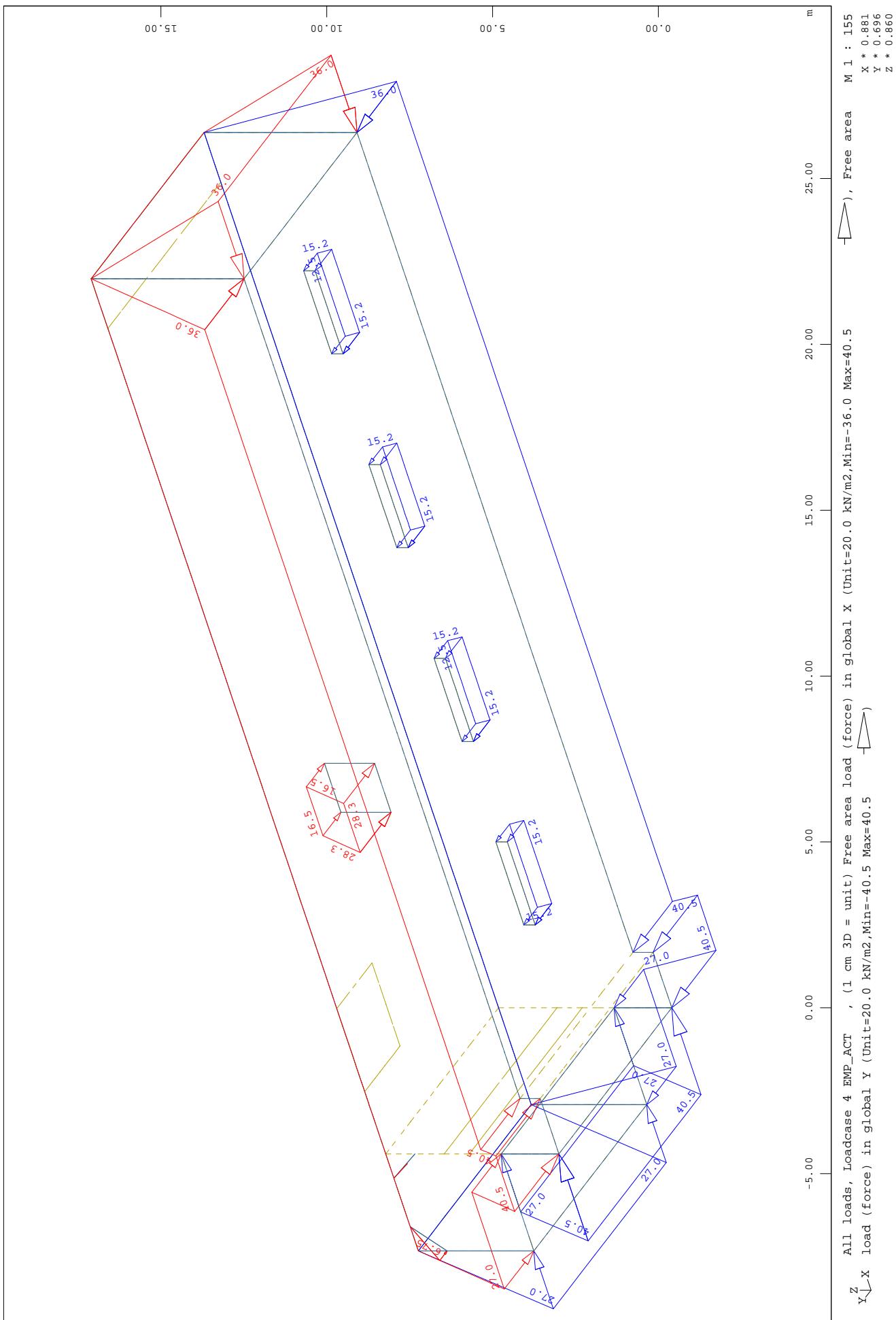
Sum of Reactions and Loads

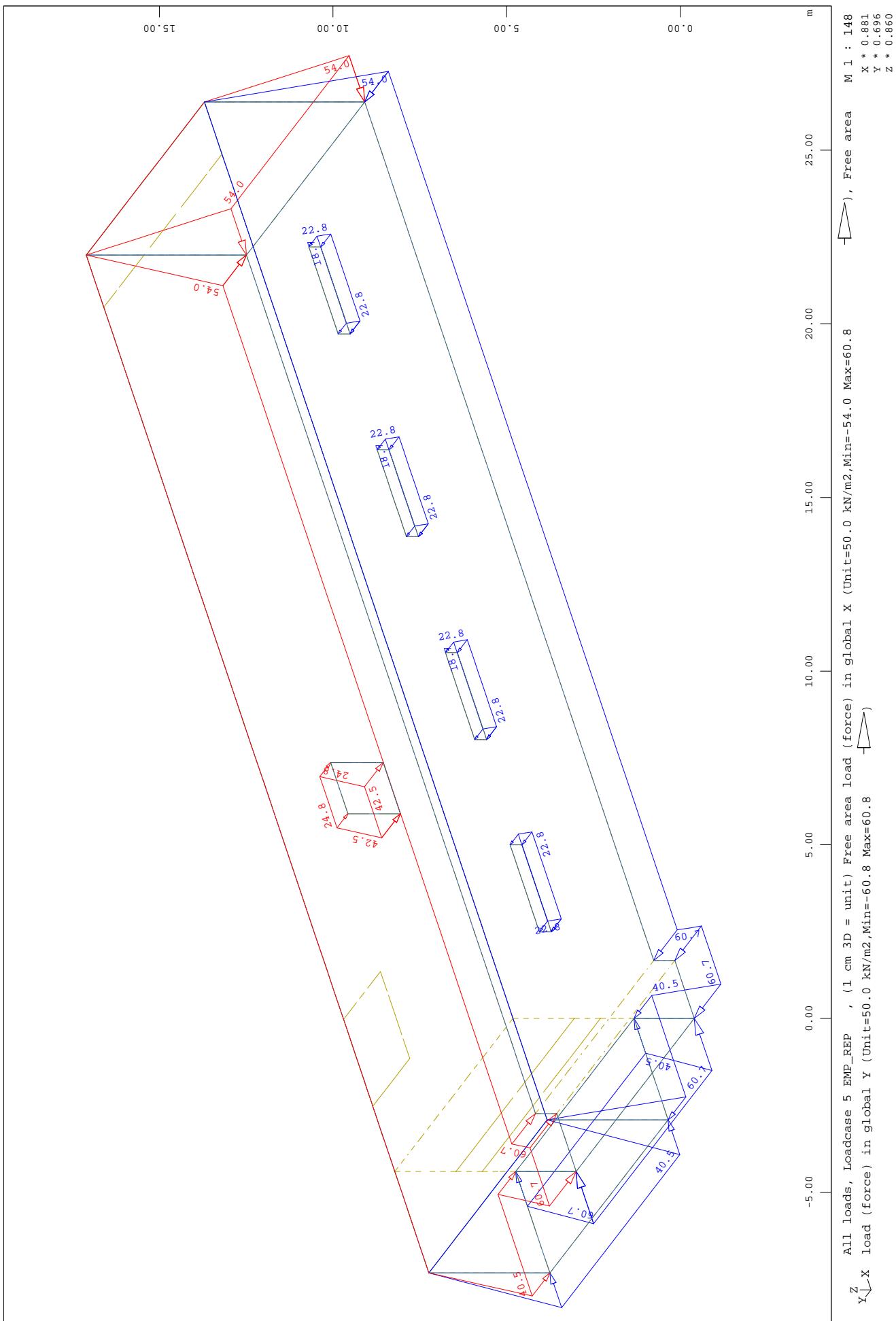
LC Title	PXX[kN]	PYY[kN]	PZZ[kN]
1 PP	0.0	0.0	11996.4
	0.0	0.0	-11996.4
2 CM_PAV MAX	0.0	0.0	932.6
	0.0	0.0	-932.6
3 SCU	0.0	0.0	1036.2
	0.0	0.0	-1036.2
4 EMP_ACT	-210.6	-2.8	0.0
	210.6	2.8	0.0
5 EMP REP	-315.9	-4.1	0.0
	315.9	4.1	0.0
6 EMP_SCU_ACT	-18.9	5.7	0.0
	18.9	-5.7	0.0
7 EMP_SCU REP	-28.4	8.5	0.0
	28.4	-8.5	0.0
8 AGUA_INT	173.1	29.5	8965.6
	-173.1	-29.5	-8965.6
9 EMP_SIS	-286.4	-3.7	0.0
	286.4	3.7	0.0
10 EMP_SCU_SIS	-25.7	7.7	0.0
	25.7	-7.7	0.0
11 RETRACCIÓN	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0

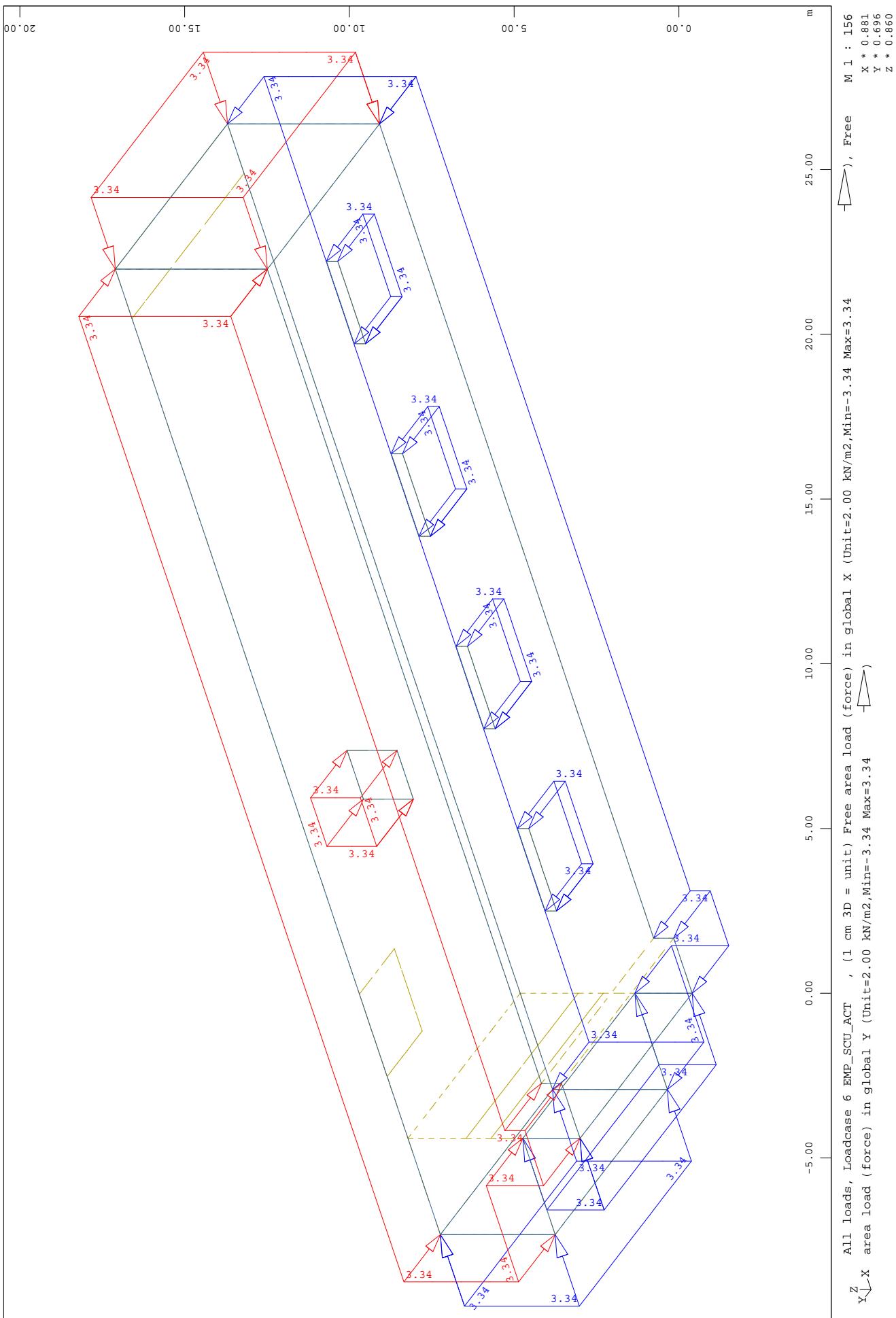


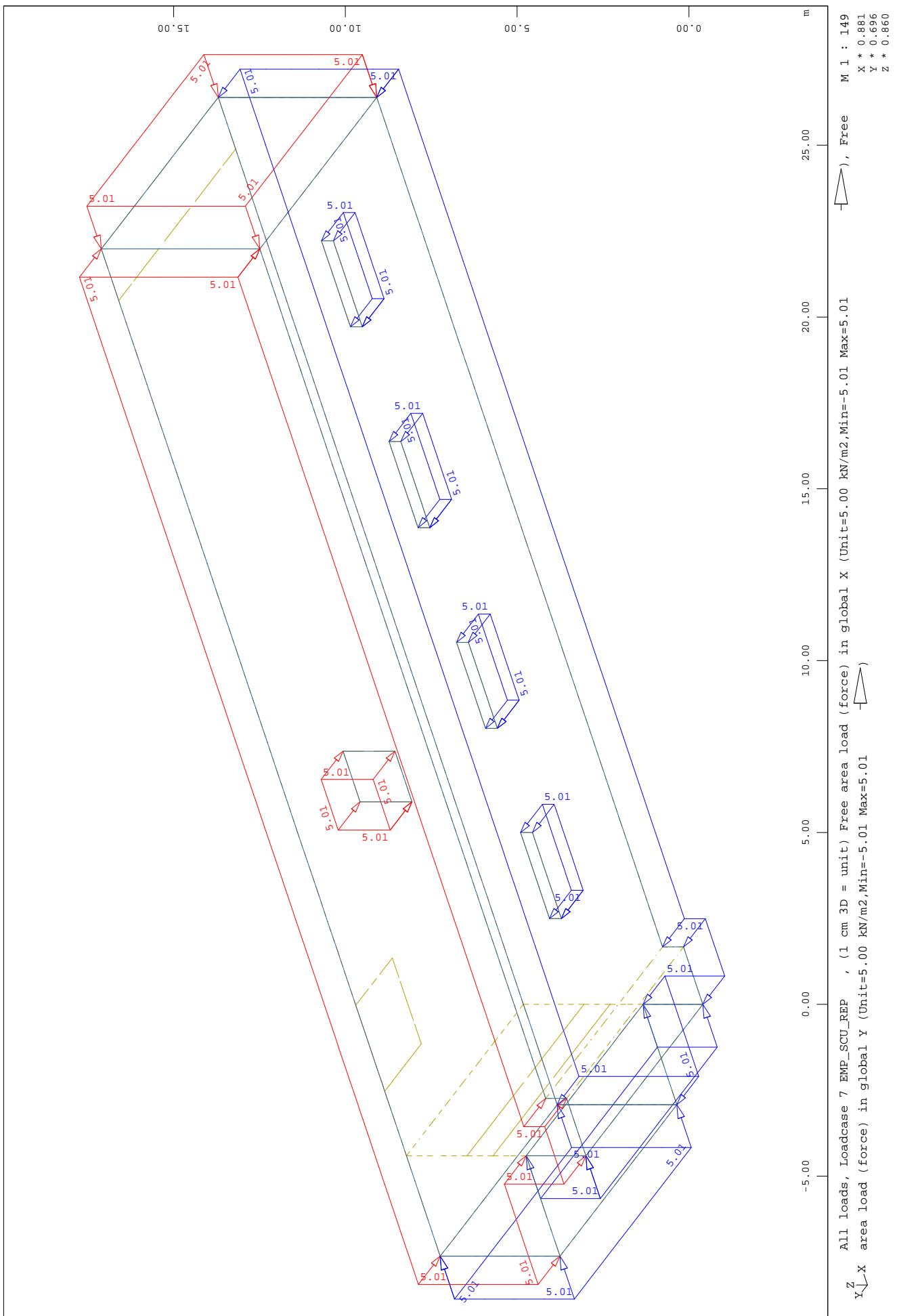


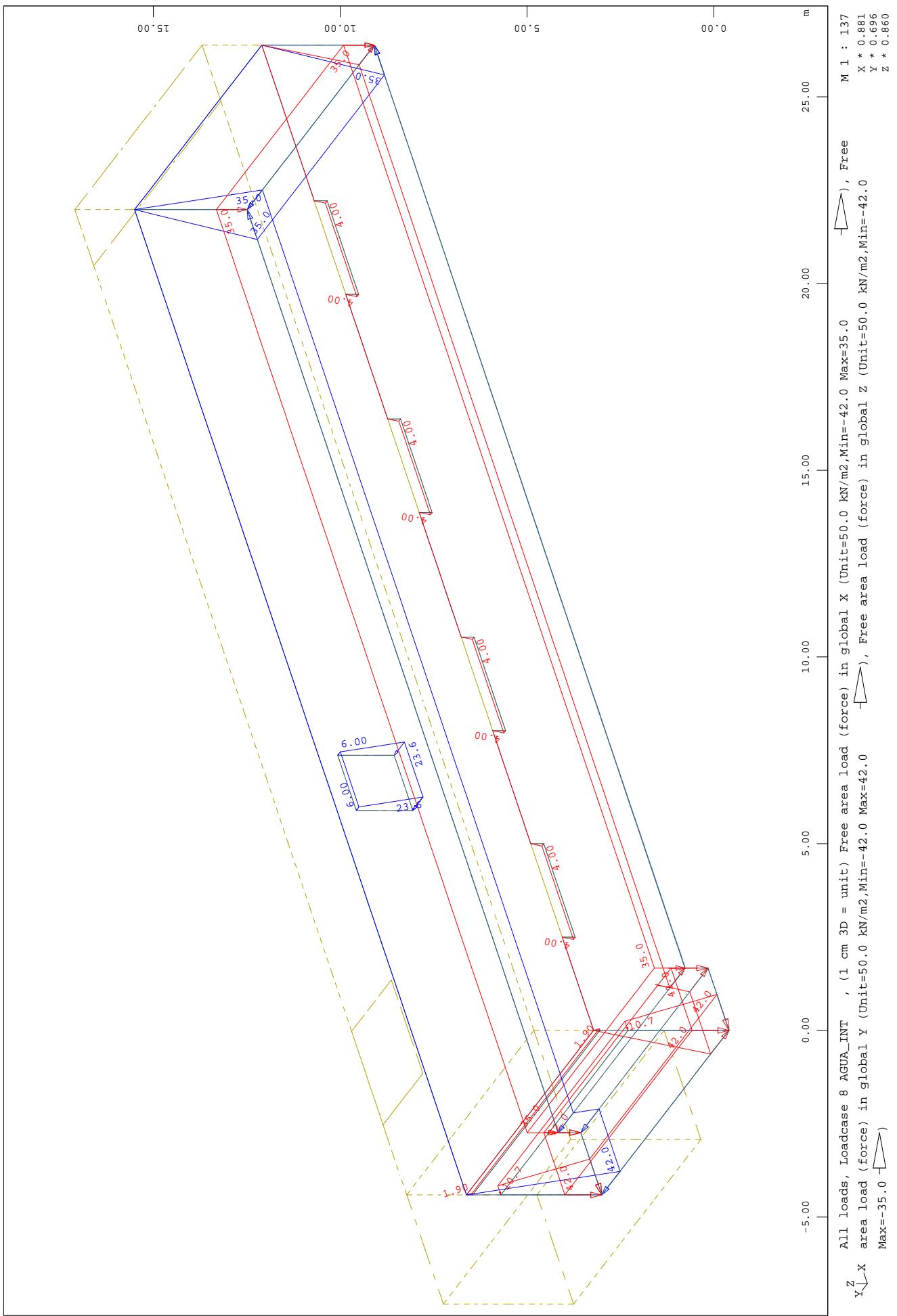


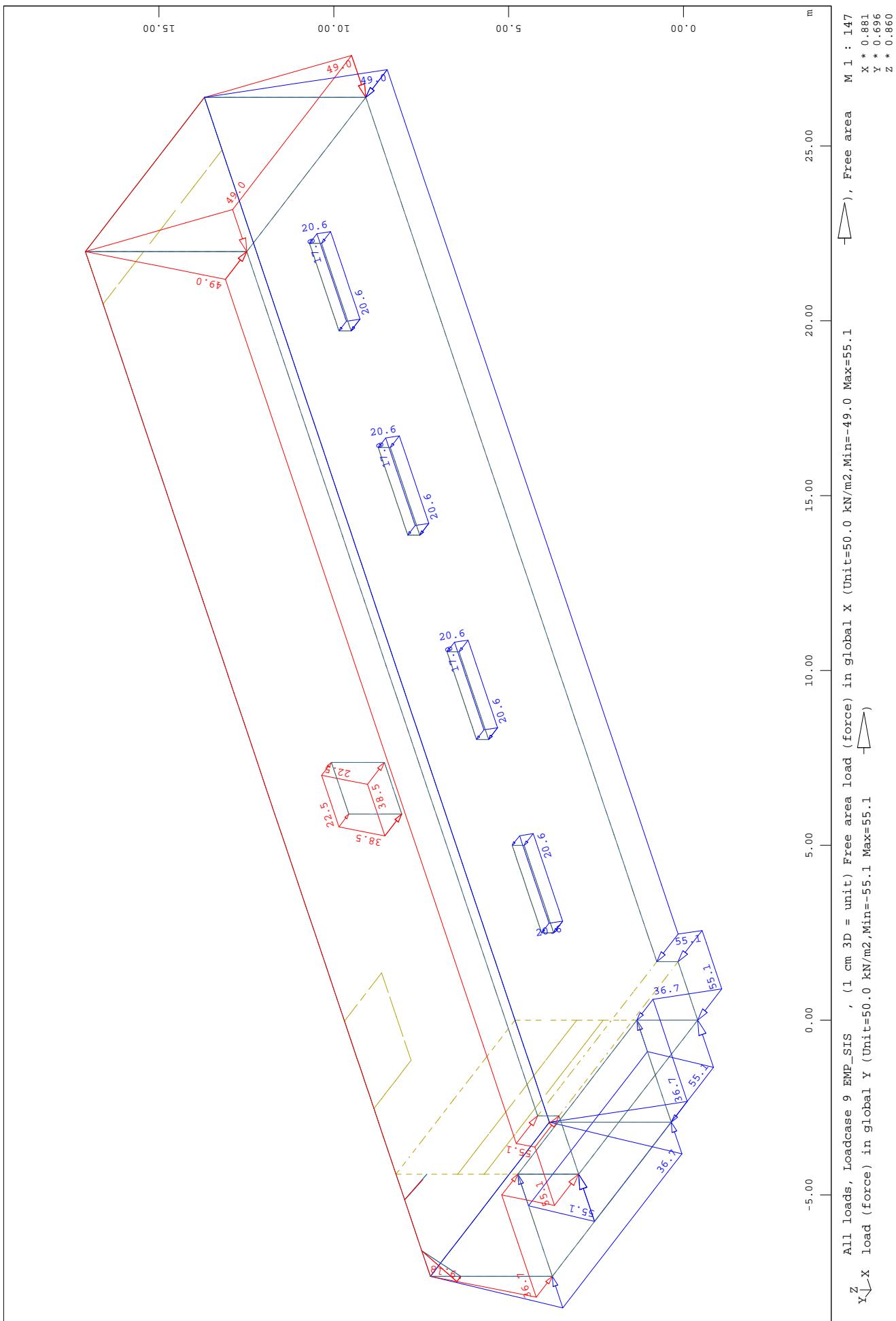


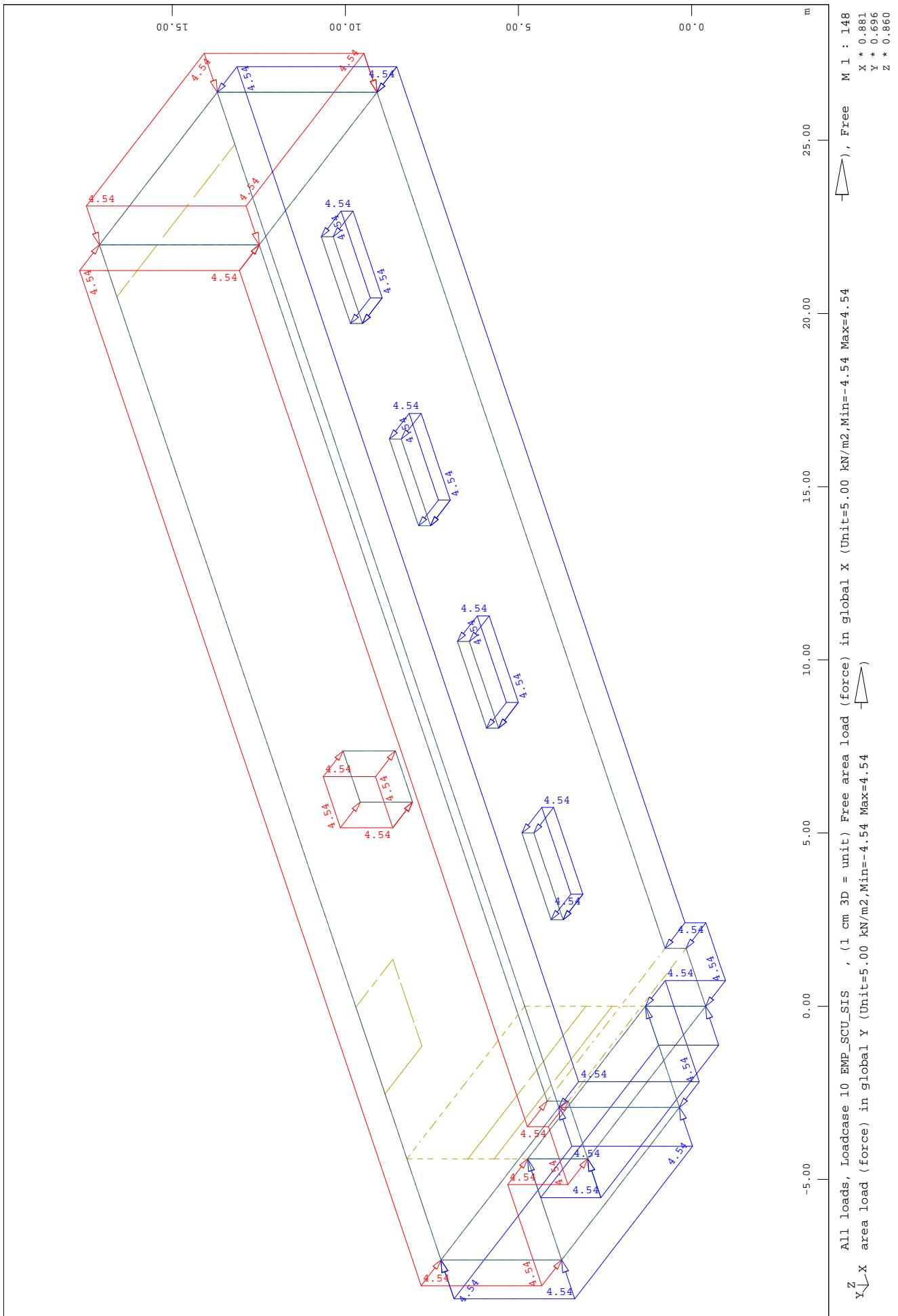


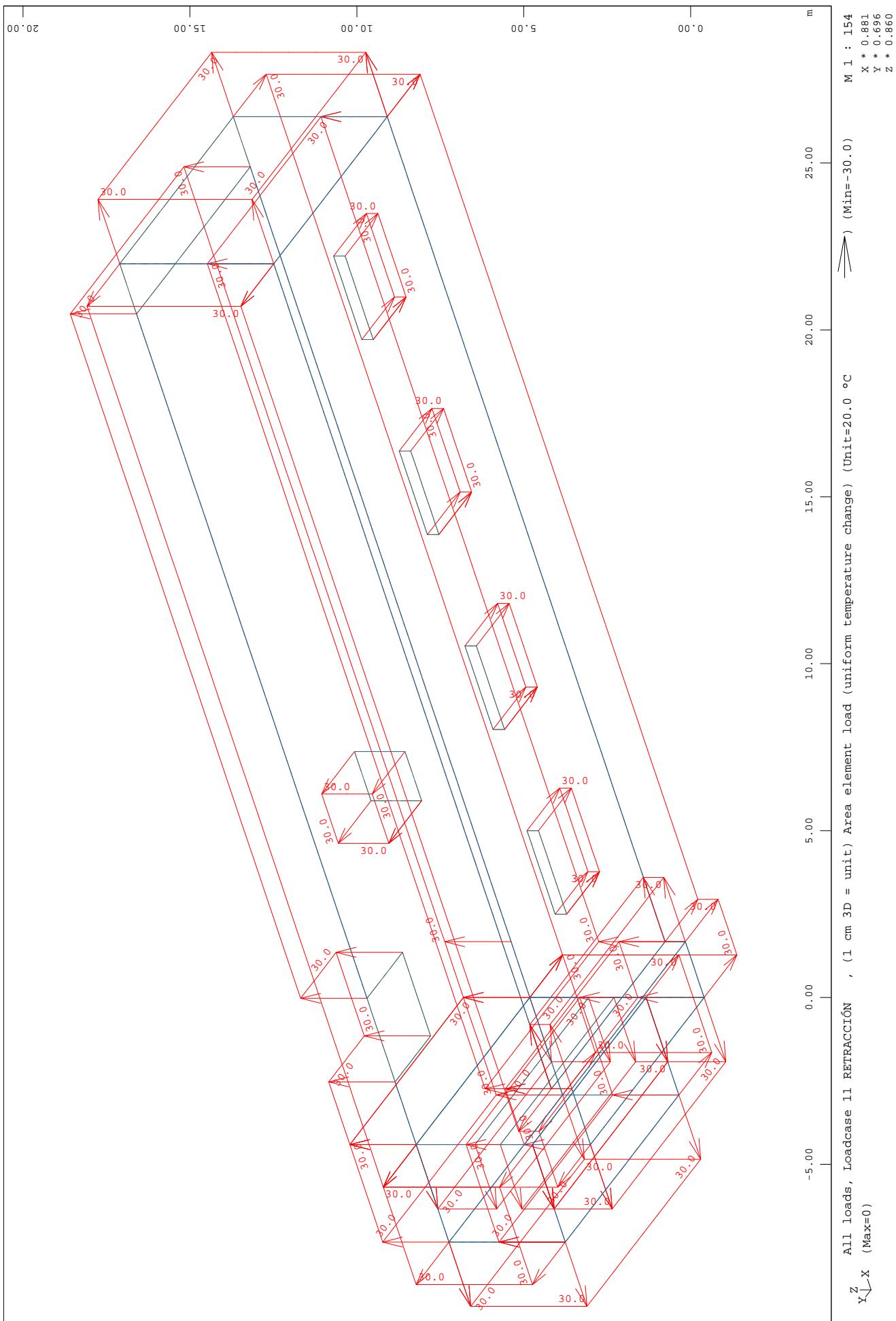












A.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO

TQT
ELU PERS

Combination rule Number 1

Design Combination

Resulting loadcases type Design Combination

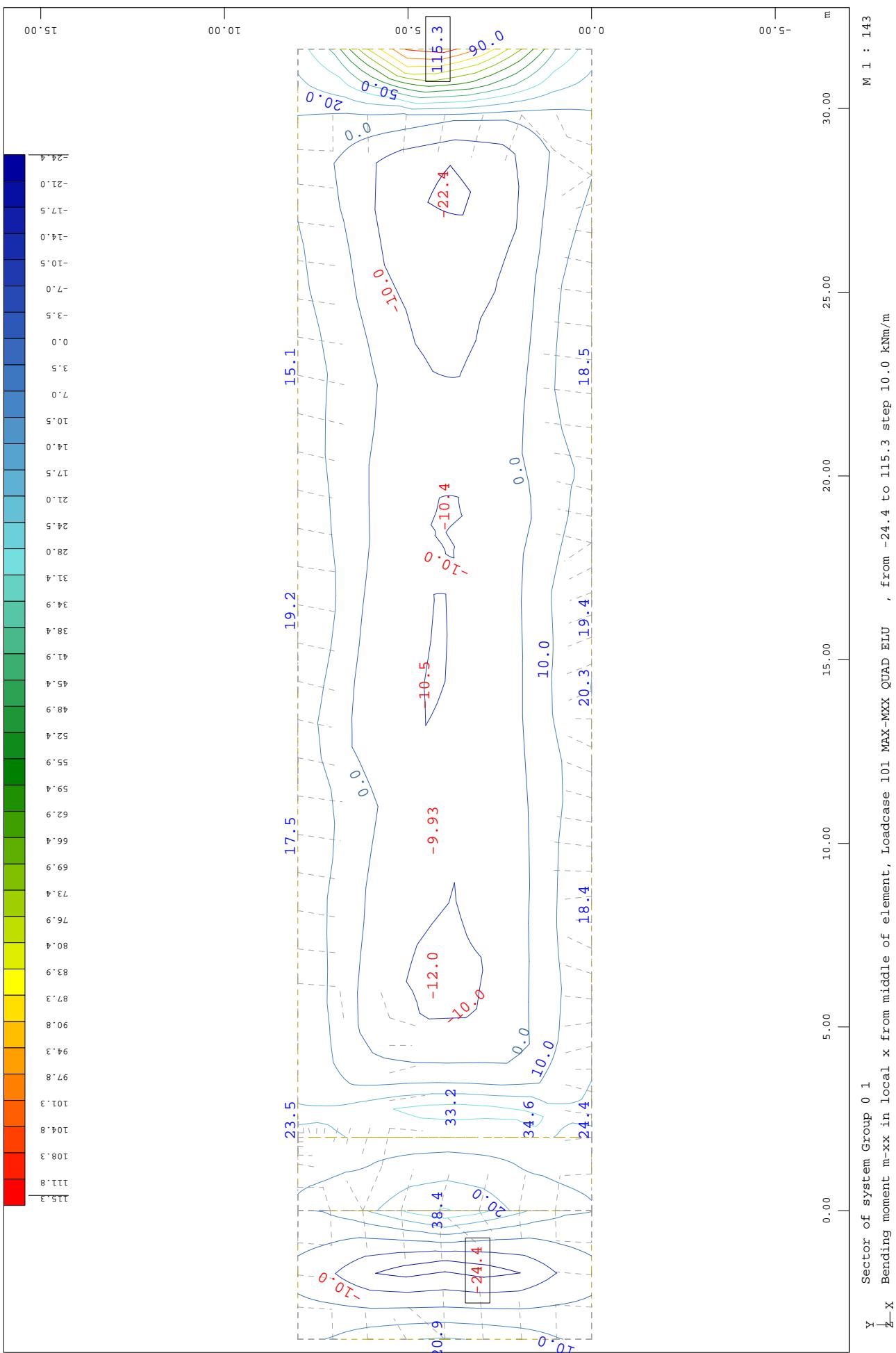
Loadcase selection

Number	factor	type		Title
1	1.00	permanent load grouped in actions		PP
1	0.35	Conditional LC	PP	
2	1.00	permanent load grouped in actions		CM_PAV MAX
2	0.35	Conditional LC	CM_PAV	MAX
3	1.50	Conditional LC	SCU	
4	1.00	Exclusive LC	AG	EMP_ACT
5	1.00	Exclusive LC	AG	EMP REP
4	0.50	Exclusive LC	A 1	EMP_ACT
5	0.50	Exclusive LC	A 1	EMP REP
6	1.50	Exclusive LC	A 2	EMP_SCU_ACT
7	1.50	Exclusive LC	A 2	EMP_SCU REP
8	1.50	Conditional LC		AGUA_INT
11	1.00	permanent load grouped in actions		RETRACCIÓN
11	0.35	Conditional LC		RETRACCIÓN

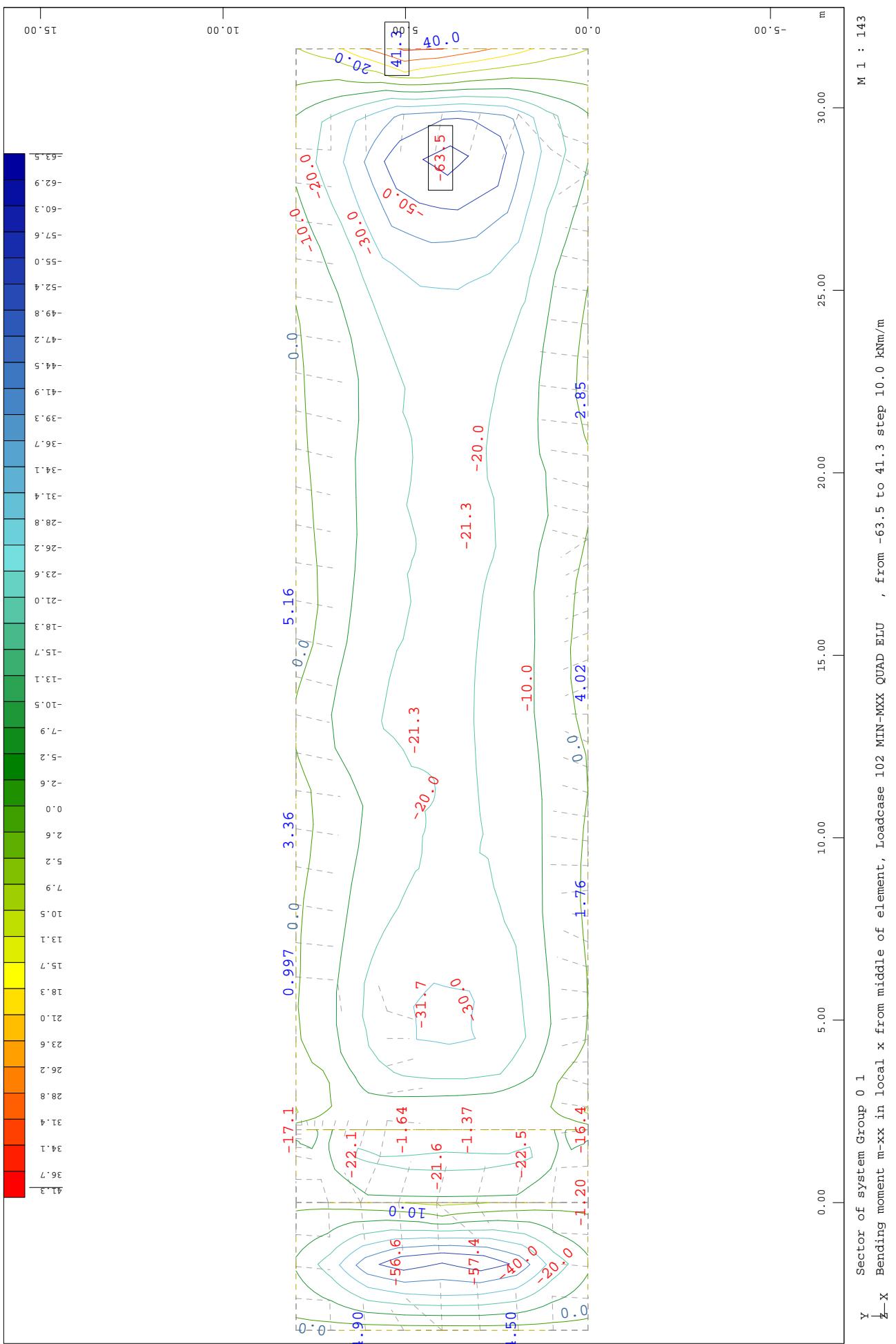
Generated Loadcases

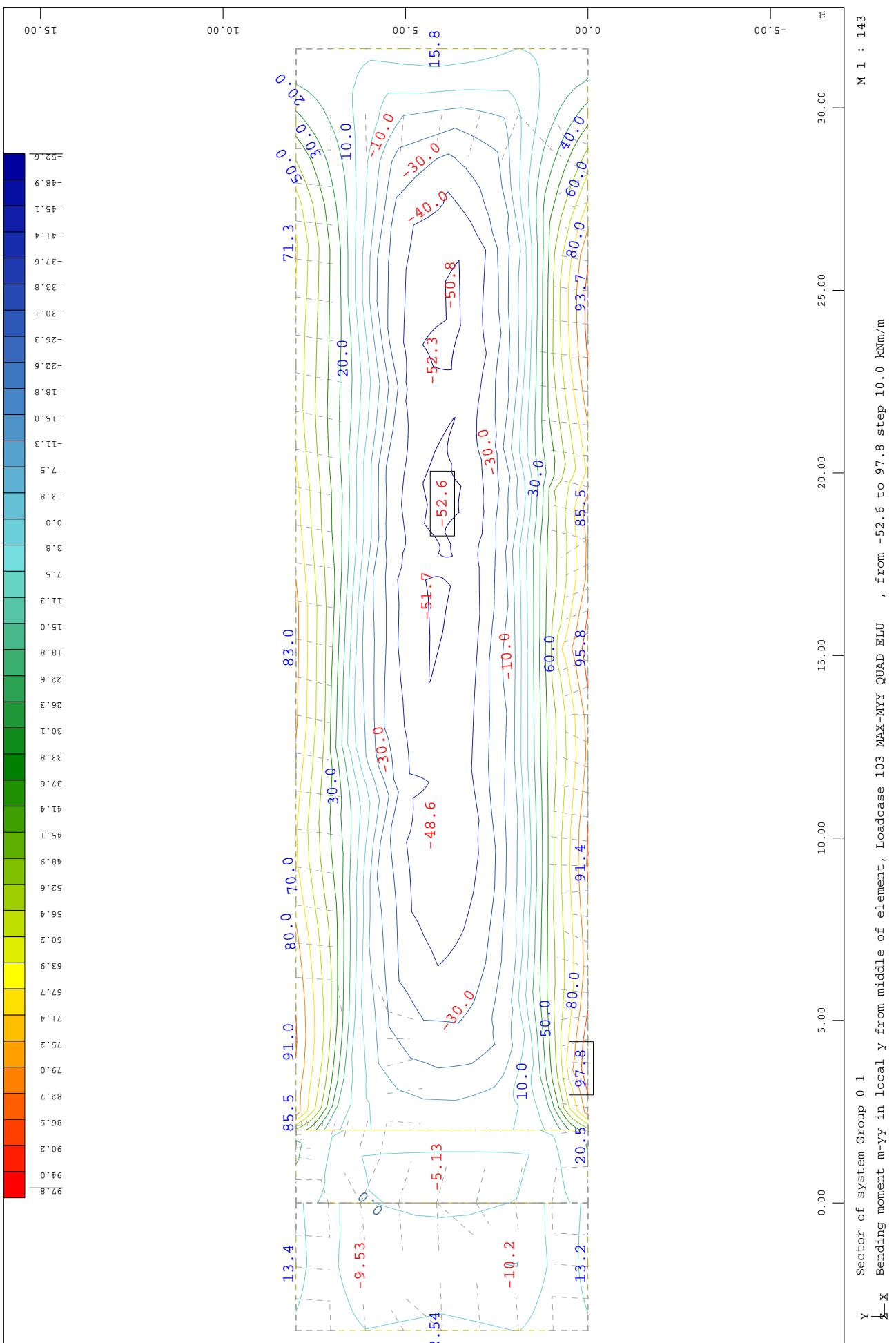
Number Comb Title

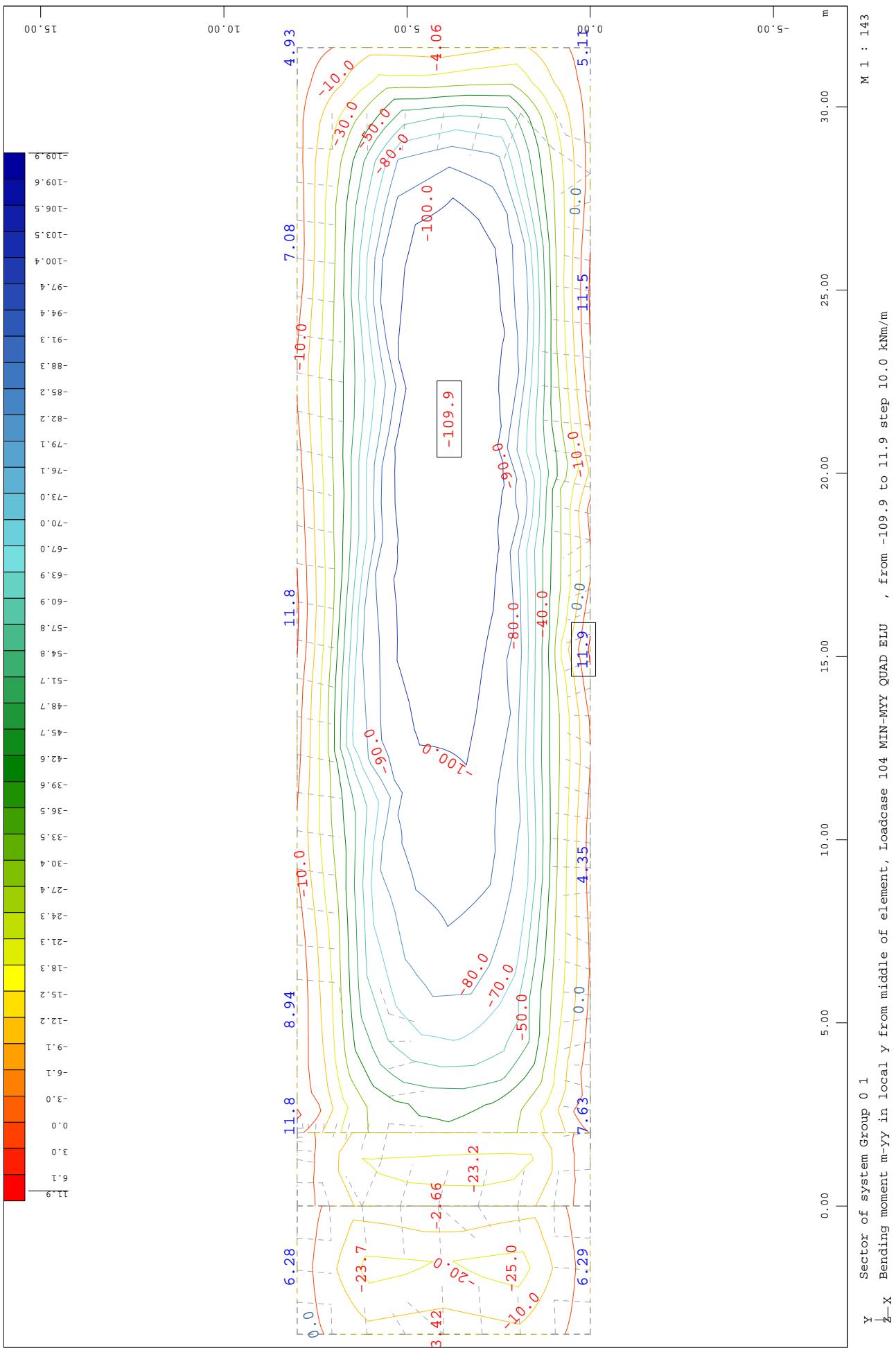
101	1	MAX-MXX	QUAD	ELU
102	1	MIN-MXX	QUAD	ELU
101	1	MAX-MXX	QUAK	ELU
102	1	MIN-MXX	QUAK	ELU
103	1	MAX-MYY	QUAD	ELU
104	1	MIN-MYY	QUAD	ELU
103	1	MAX-MYY	QUAK	ELU
104	1	MIN-MYY	QUAK	ELU
105	1	MAX-MXY	QUAD	ELU
106	1	MIN-MXY	QUAD	ELU
105	1	MAX-MXY	QUAK	ELU
106	1	MIN-MXY	QUAK	ELU
107	1	MAX-VX	QUAD	ELU
108	1	MIN-VX	QUAD	ELU
107	1	MAX-VX	QUAK	ELU
108	1	MIN-VX	QUAK	ELU
109	1	MAX-VY	QUAD	ELU
110	1	MIN-VY	QUAD	ELU
109	1	MAX-VY	QUAK	ELU
110	1	MIN-VY	QUAK	ELU
111	1	MAX-NXX	QUAD	ELU
112	1	MIN-NXX	QUAD	ELU
111	1	MAX-NXX	QUAK	ELU
112	1	MIN-NXX	QUAK	ELU
113	1	MAX-NYY	QUAD	ELU
114	1	MIN-NYY	QUAD	ELU
113	1	MAX-NYY	QUAK	ELU
114	1	MIN-NYY	QUAK	ELU
115	1	MAX-NXY	QUAD	ELU
116	1	MIN-NXY	QUAD	ELU
115	1	MAX-NXY	QUAK	ELU
116	1	MIN-NXY	QUAK	ELU

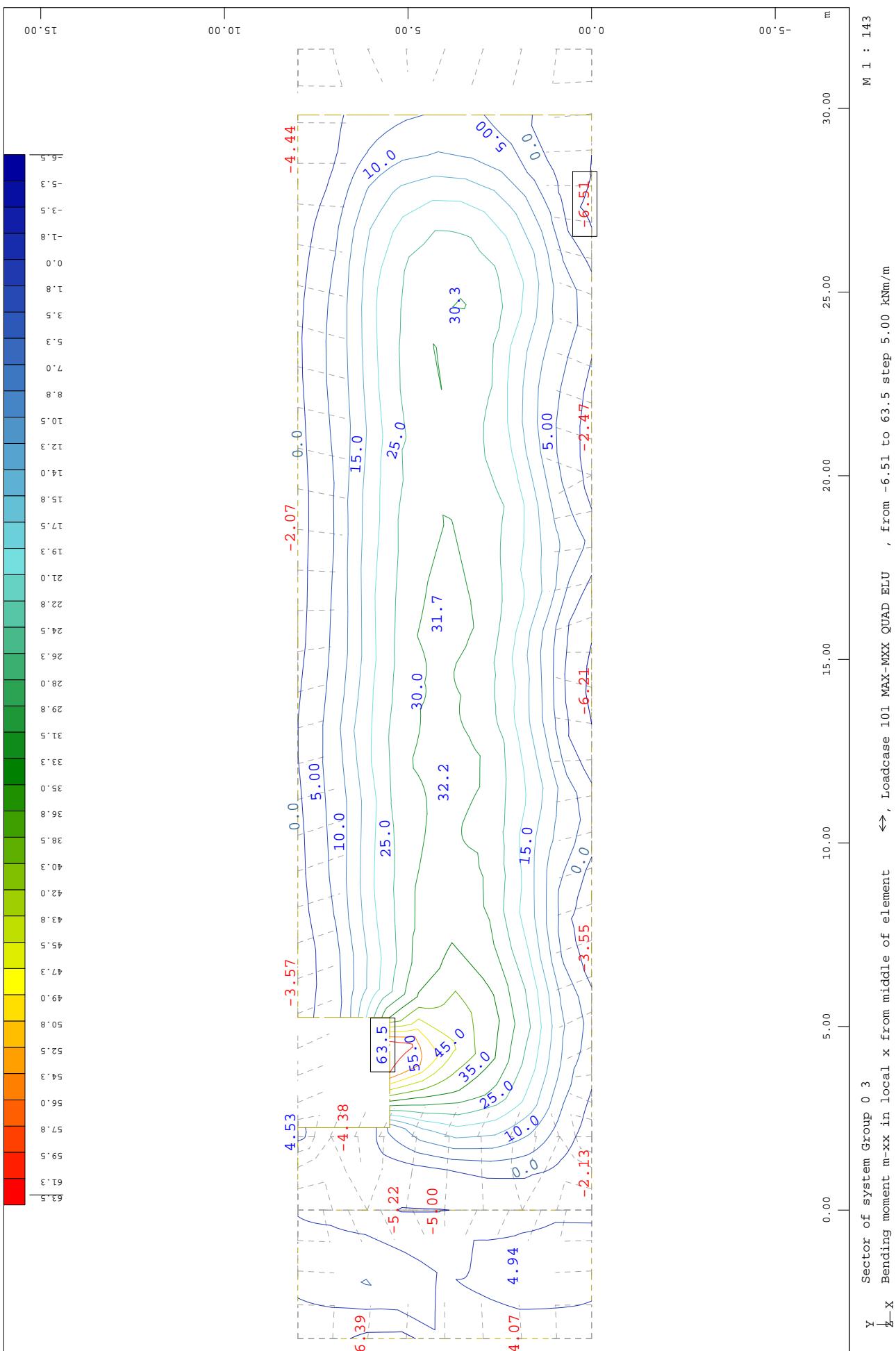


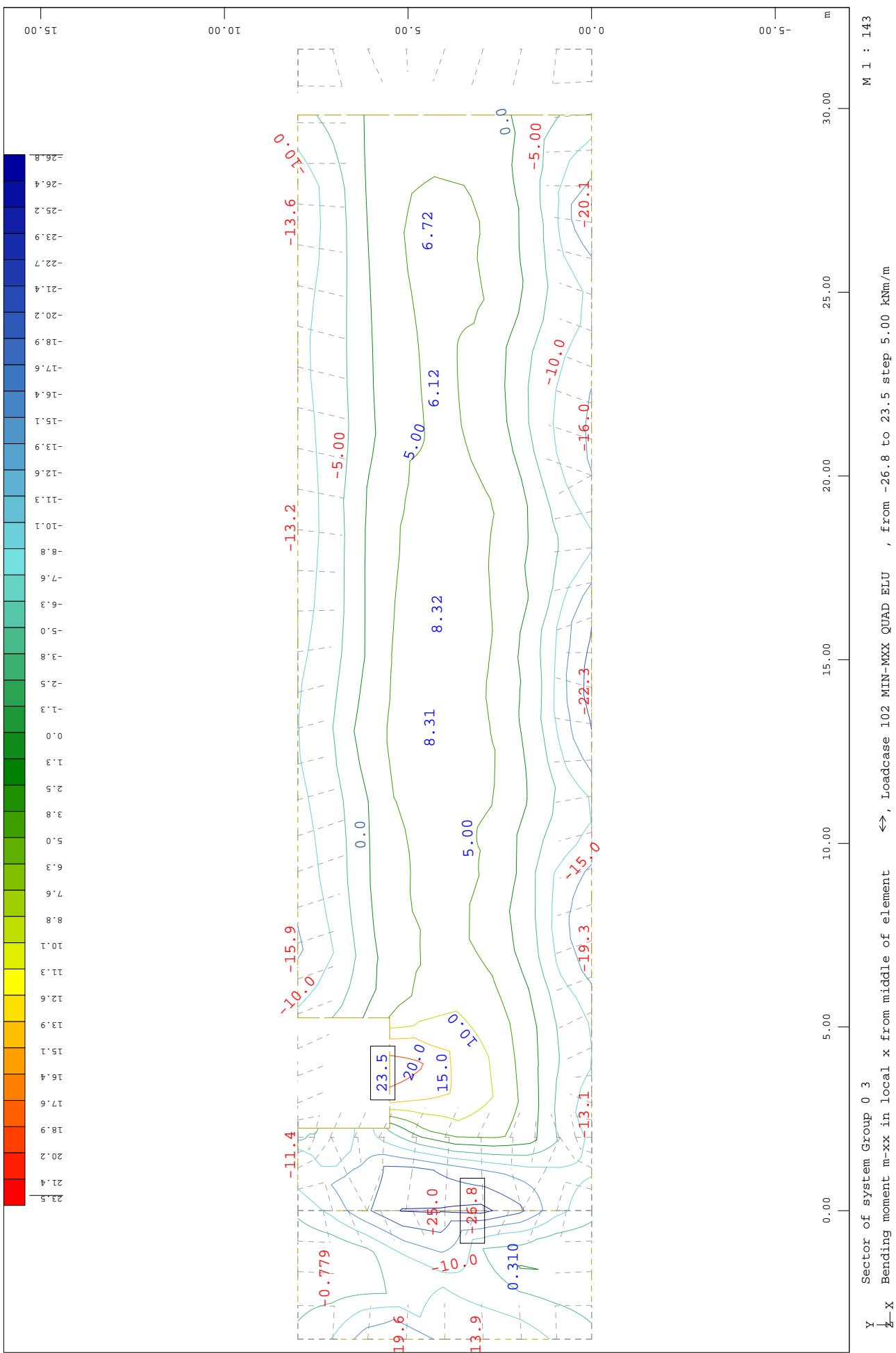
Sector of system Group 0
 $\frac{1}{2}X$ Bending moment m_{xxx} in local x from middle of element, Loadcase 101 MAX-MXX QUAD ELU , from -24.4 to 115.3 step 10.0 kNm/m
 M 1 : 143

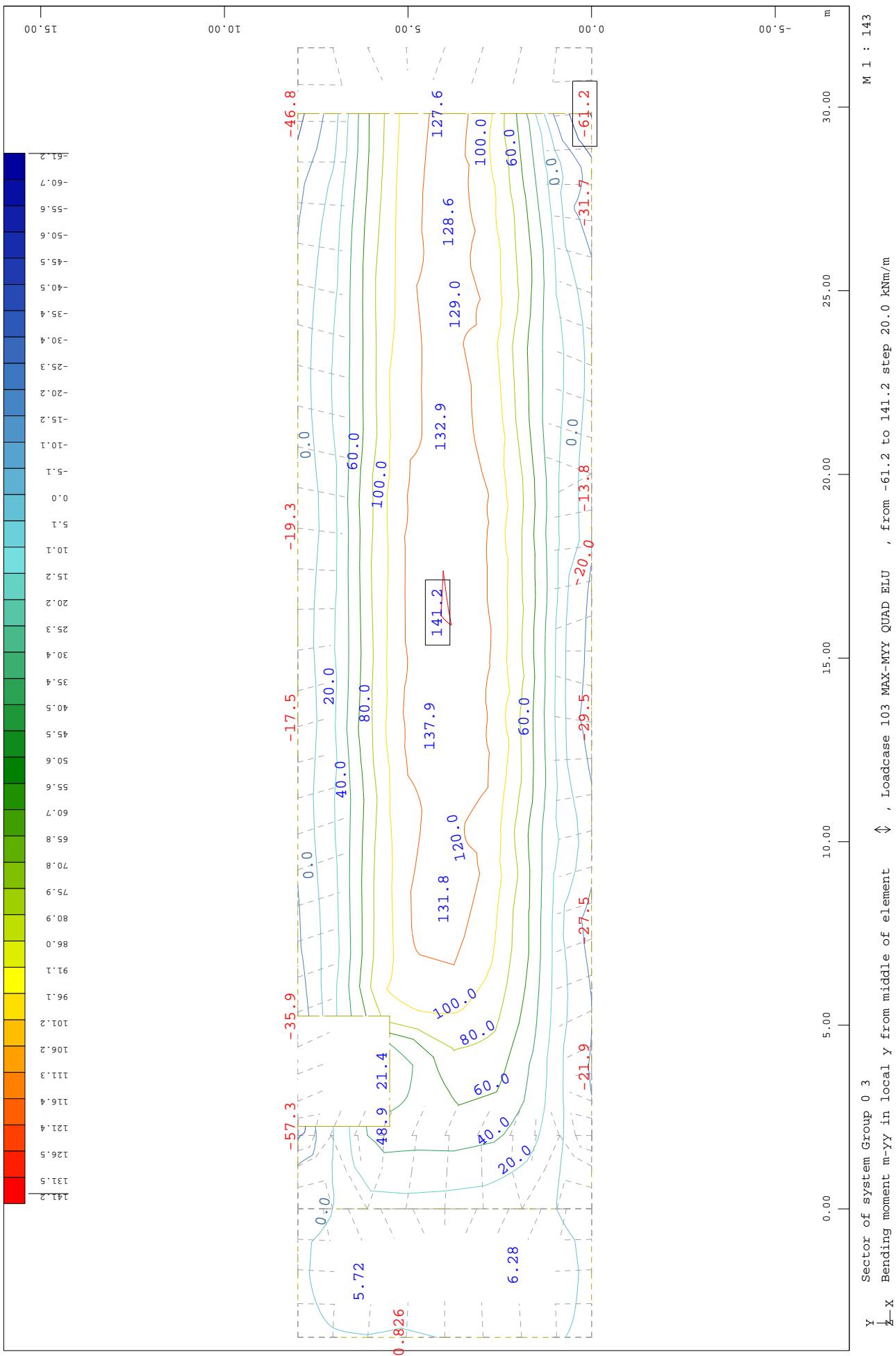




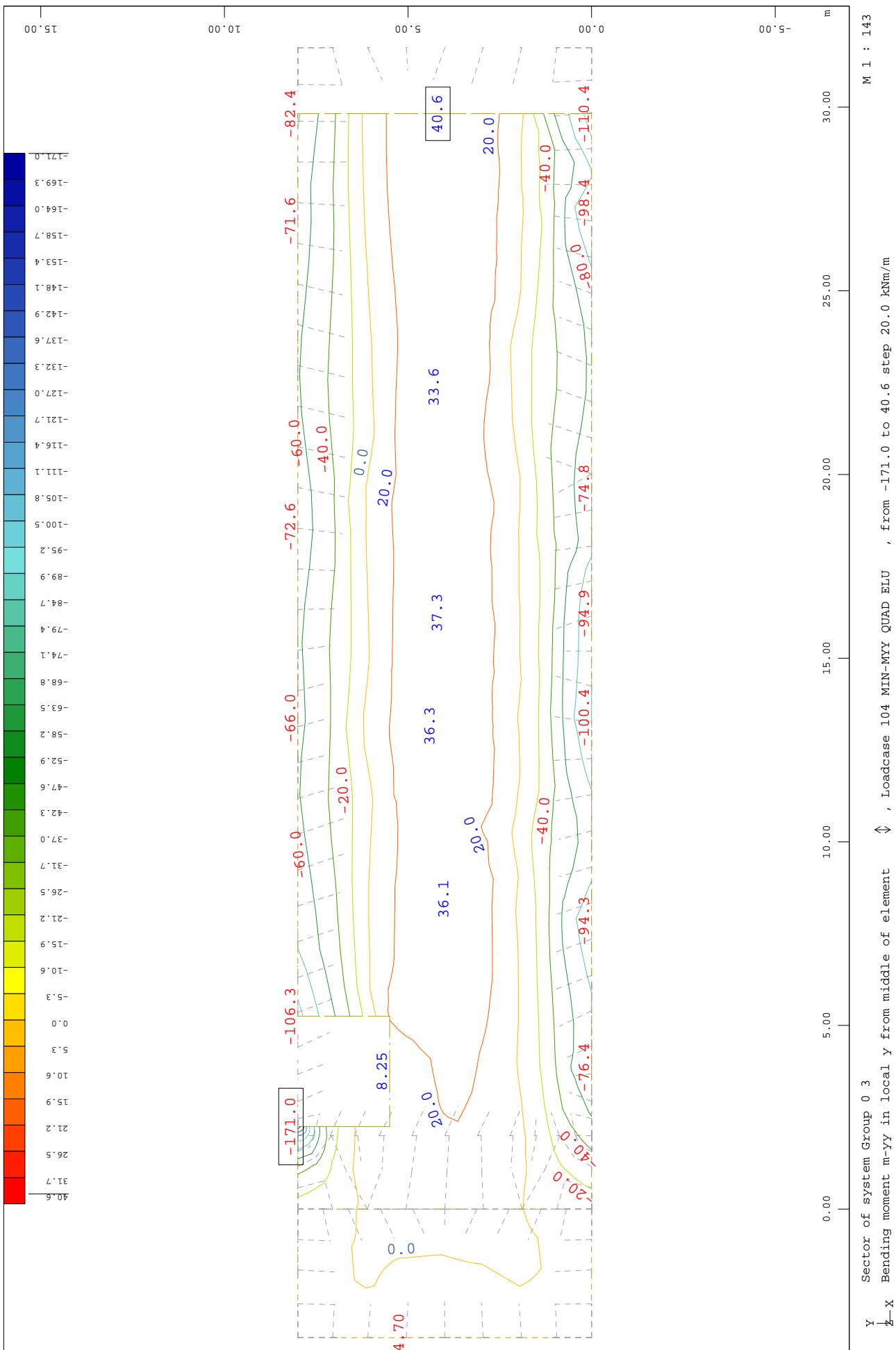


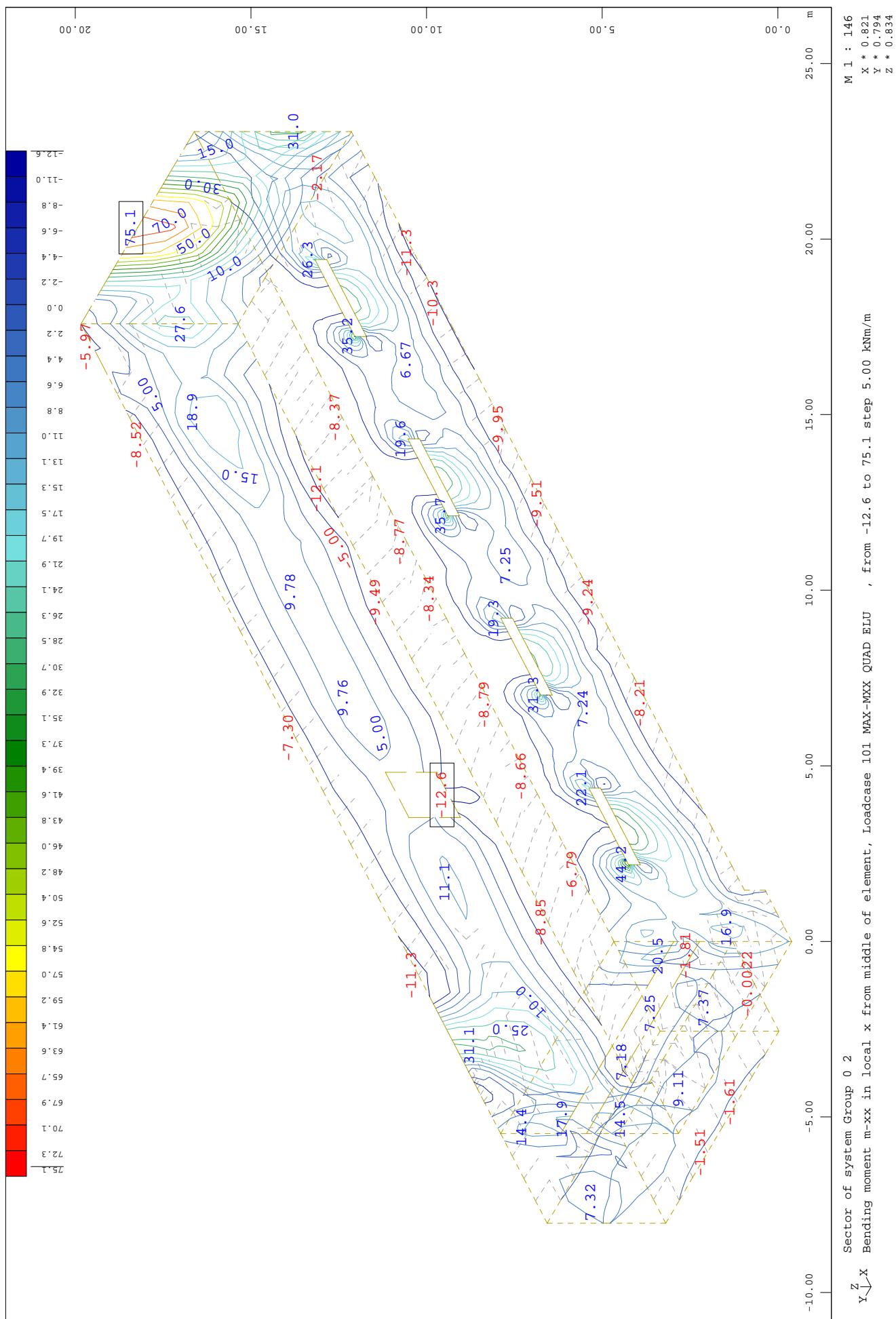


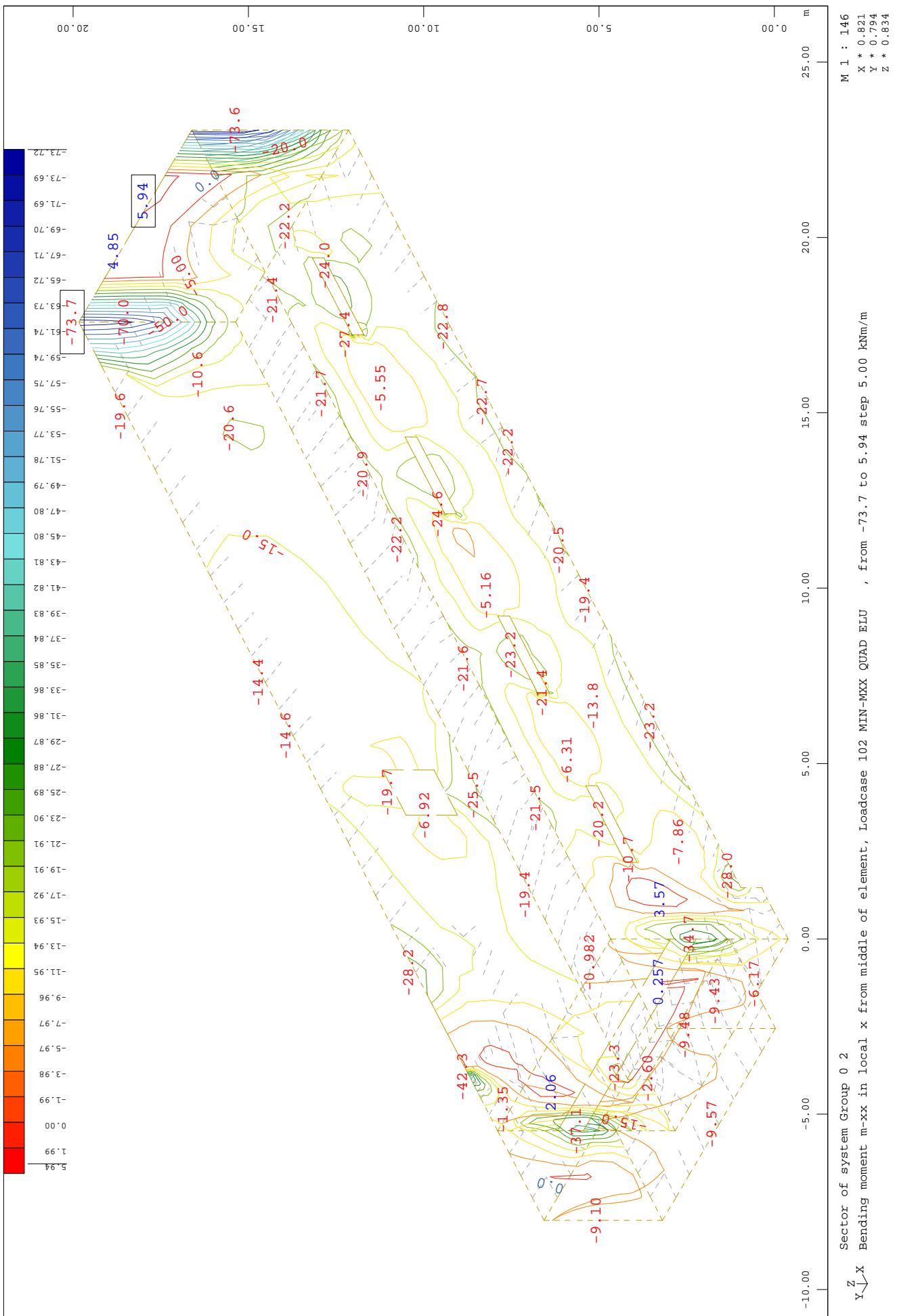


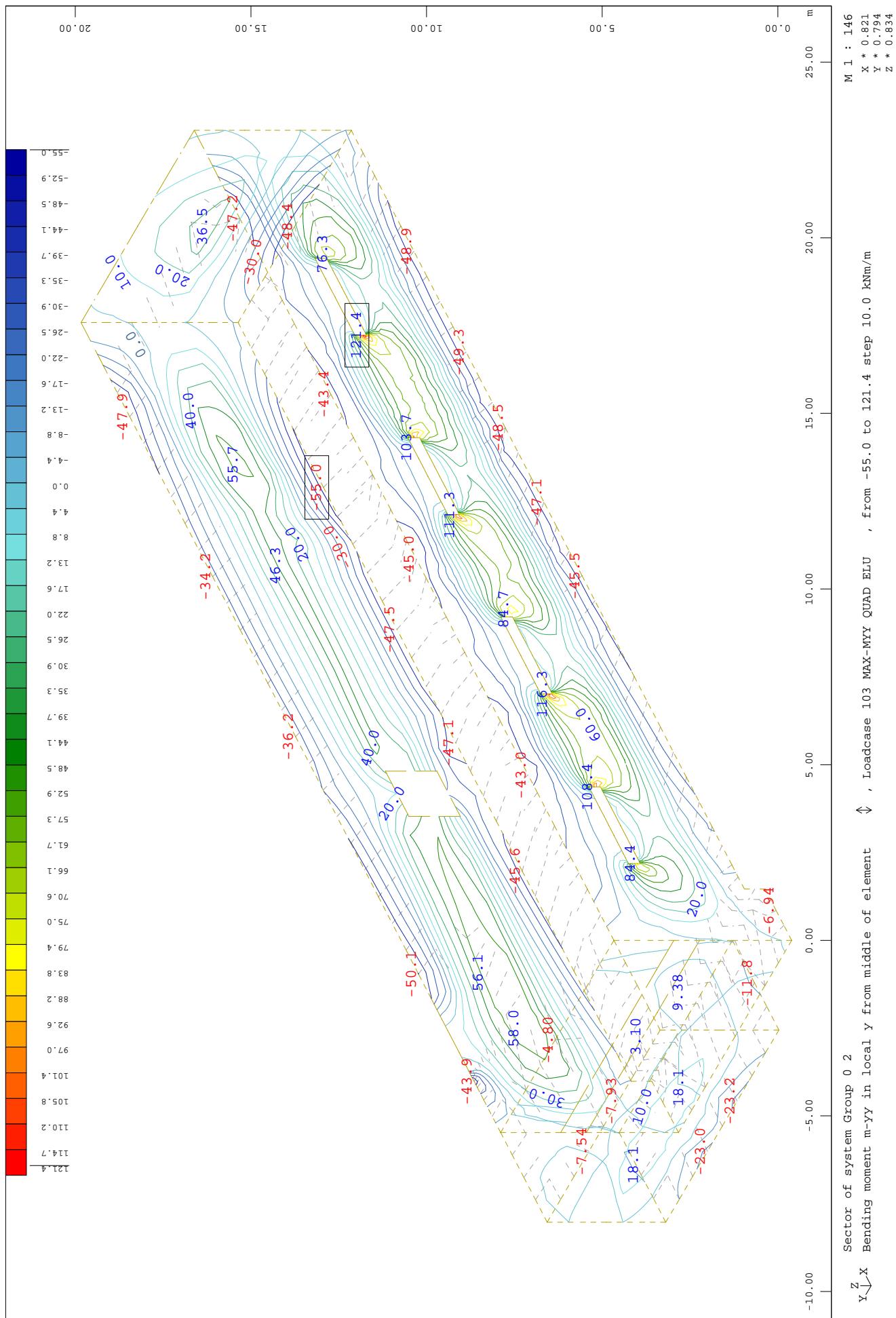


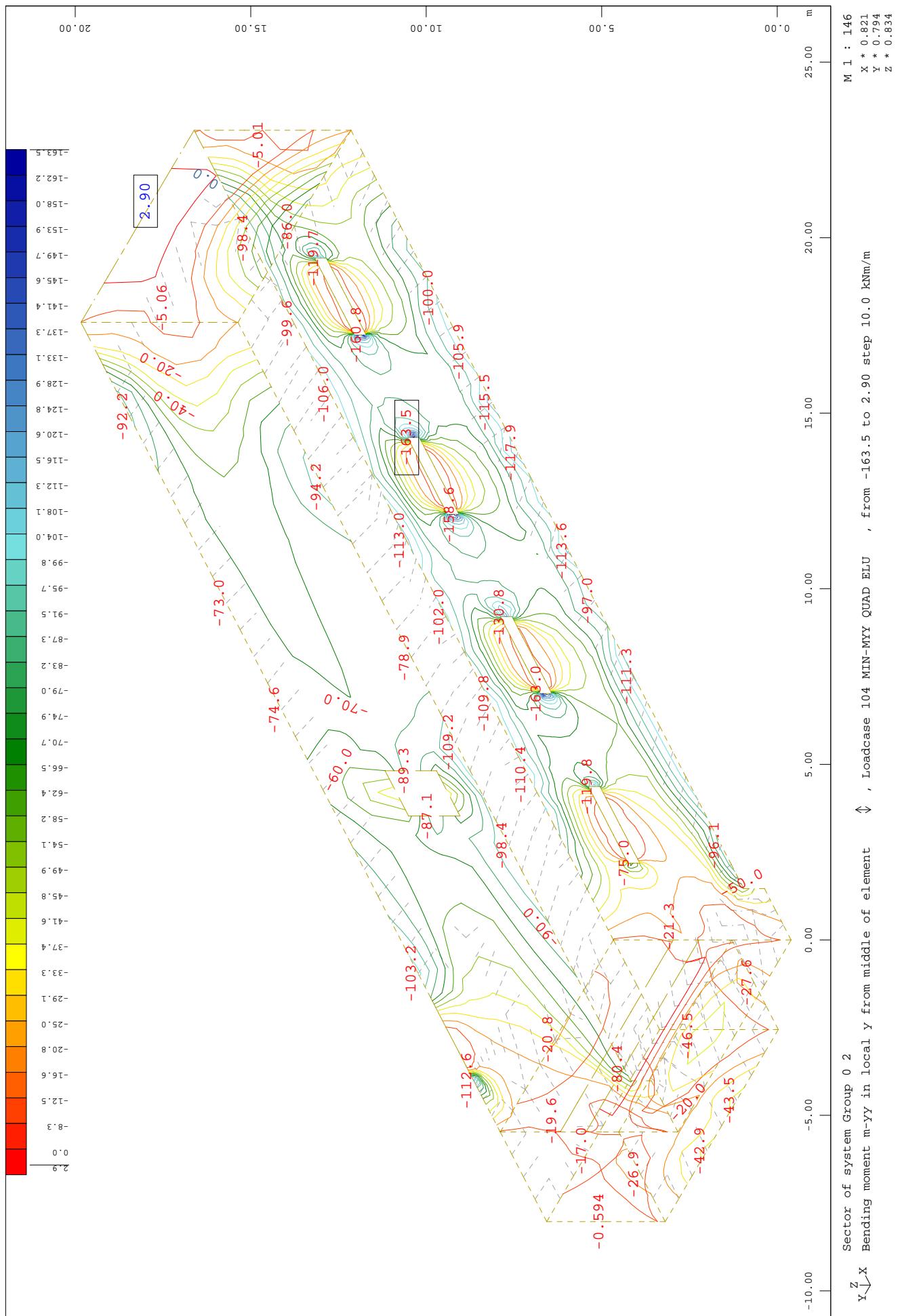
Sector of system Group 0 3
 \downarrow Bending moment m_{yy} in local y from middle of element \downarrow , Loadcase 103 MAX-MYY QUAD ELU , from -61.2 to 141.2 step 20.0 kNm/m











TQT
ELU SISMO

Combination rule Number 2

Design Combination

Resulting loadcases type Design Combination

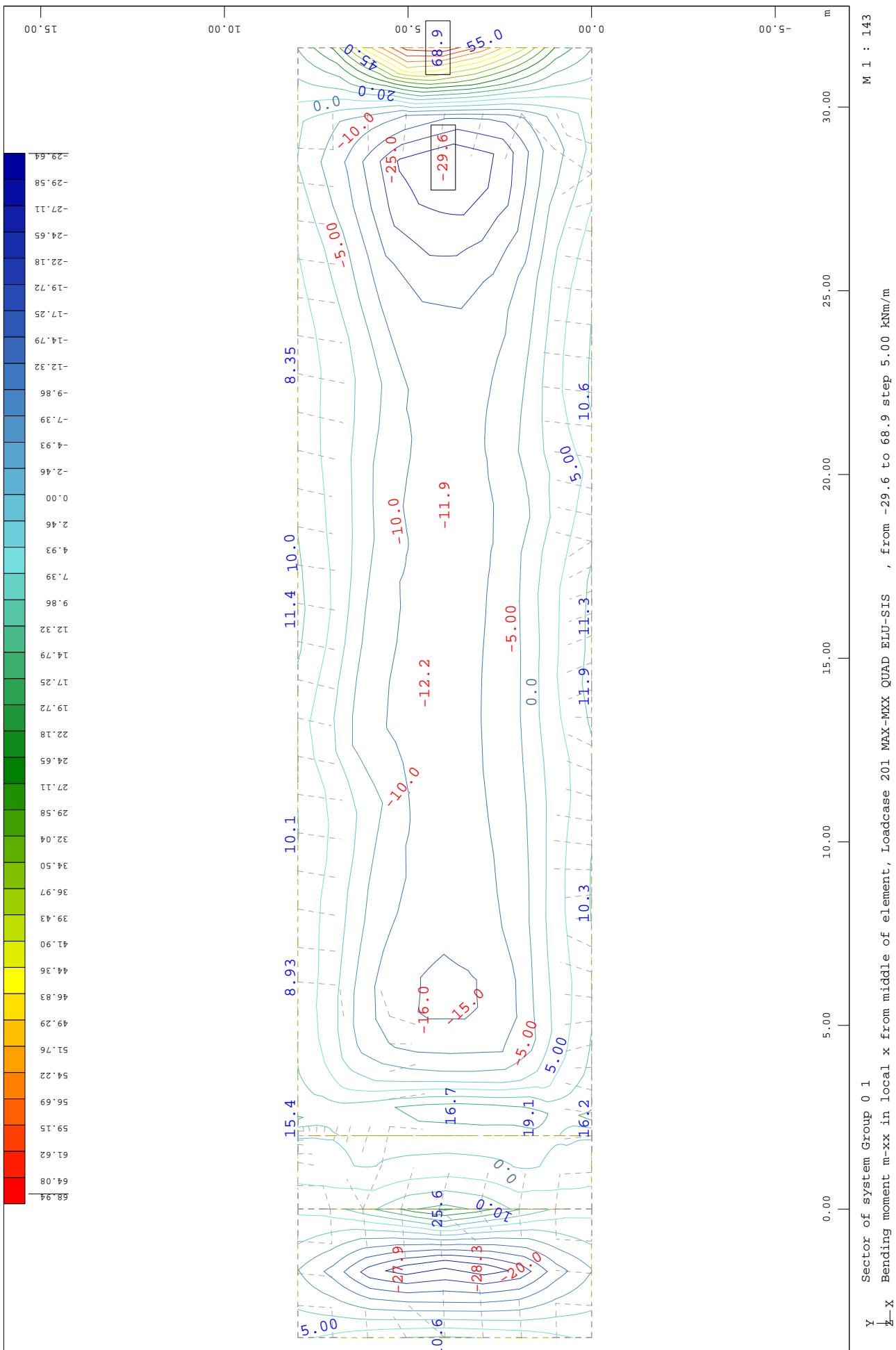
Loadcase selection

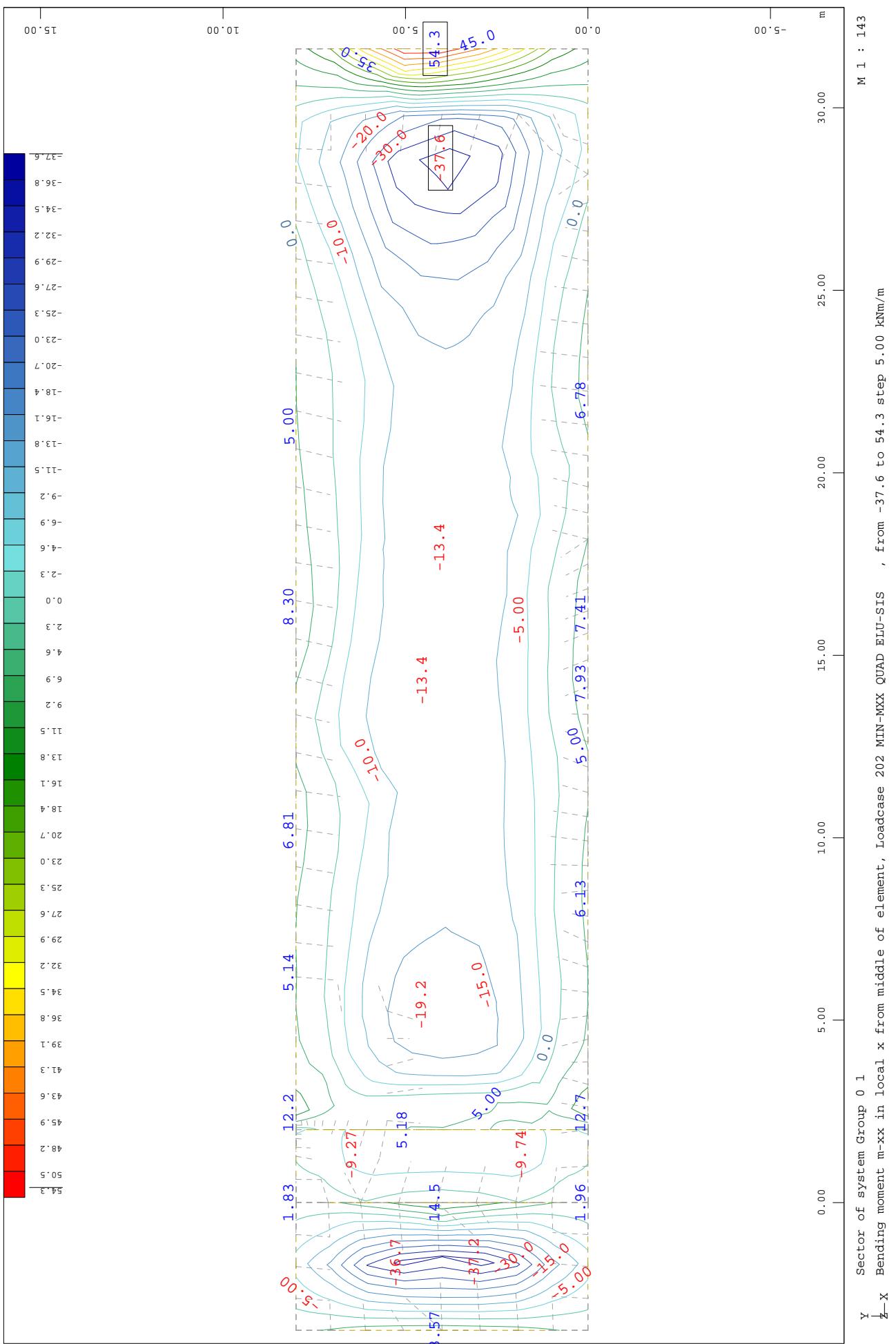
Number	factor	type	Title
1	1.00	permanent load grouped in actions	PP
2	1.00	permanent load grouped in actions	CM_PAV MAX
3	0.30	Conditional LC SCU	
8	1.00	Conditional LC AGUA_INT	
9	1.00	permanent load grouped in actions	EMP_SIS
10	0.30	Conditional LC EMP_SCU_SIS	
11	1.00	permanent load grouped in actions	RETRACCIÓN

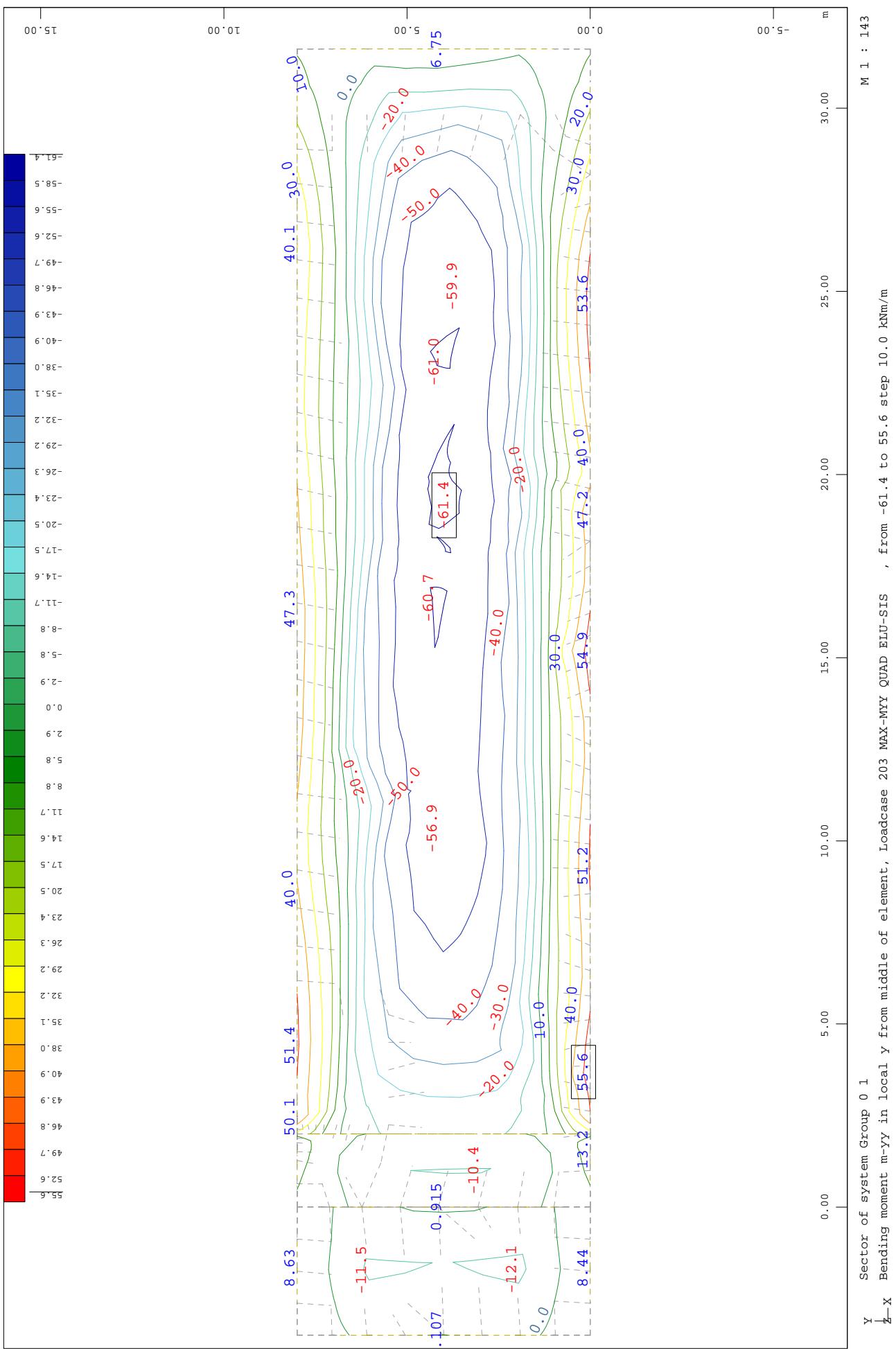
Generated Loadcases

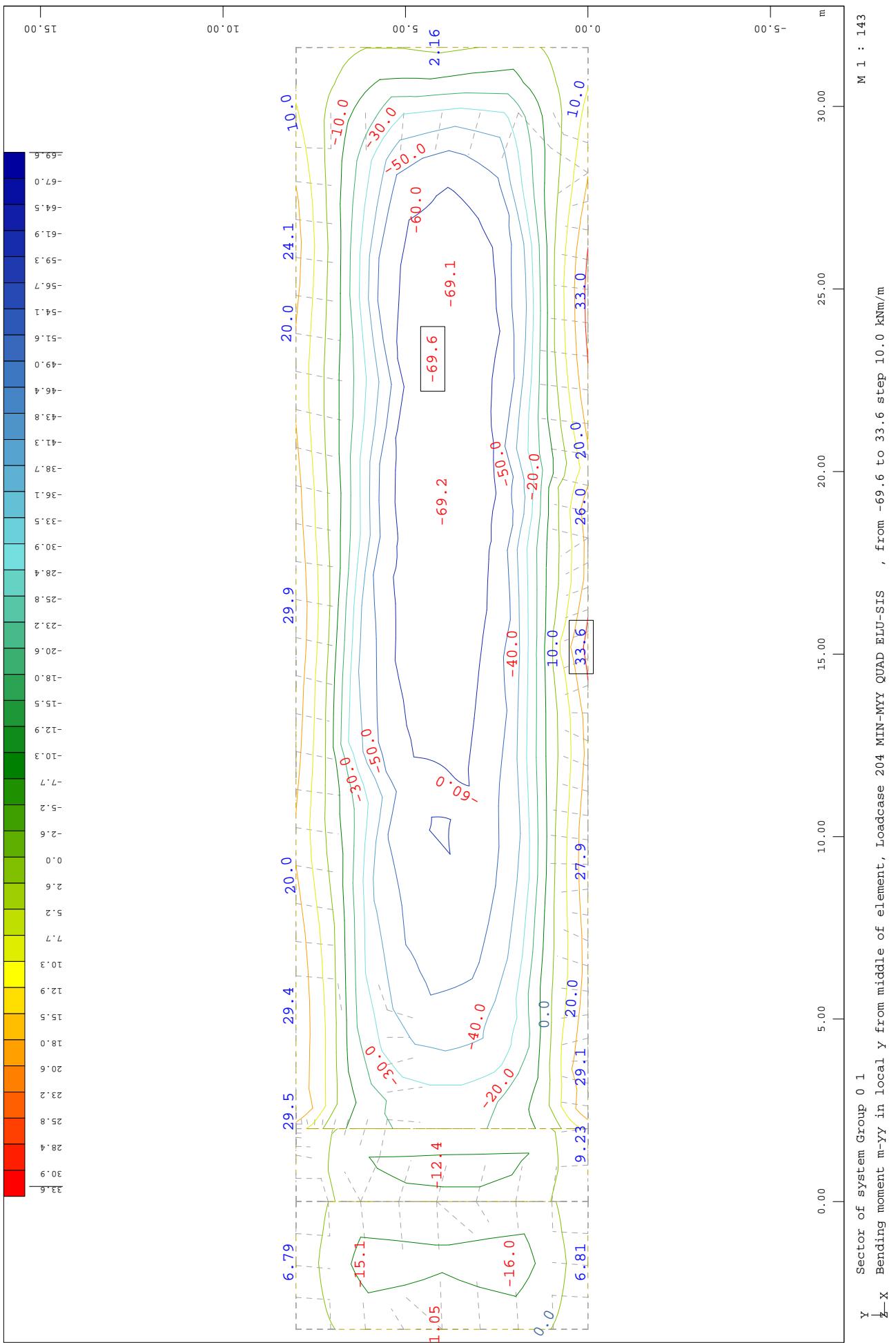
Number Comb Title

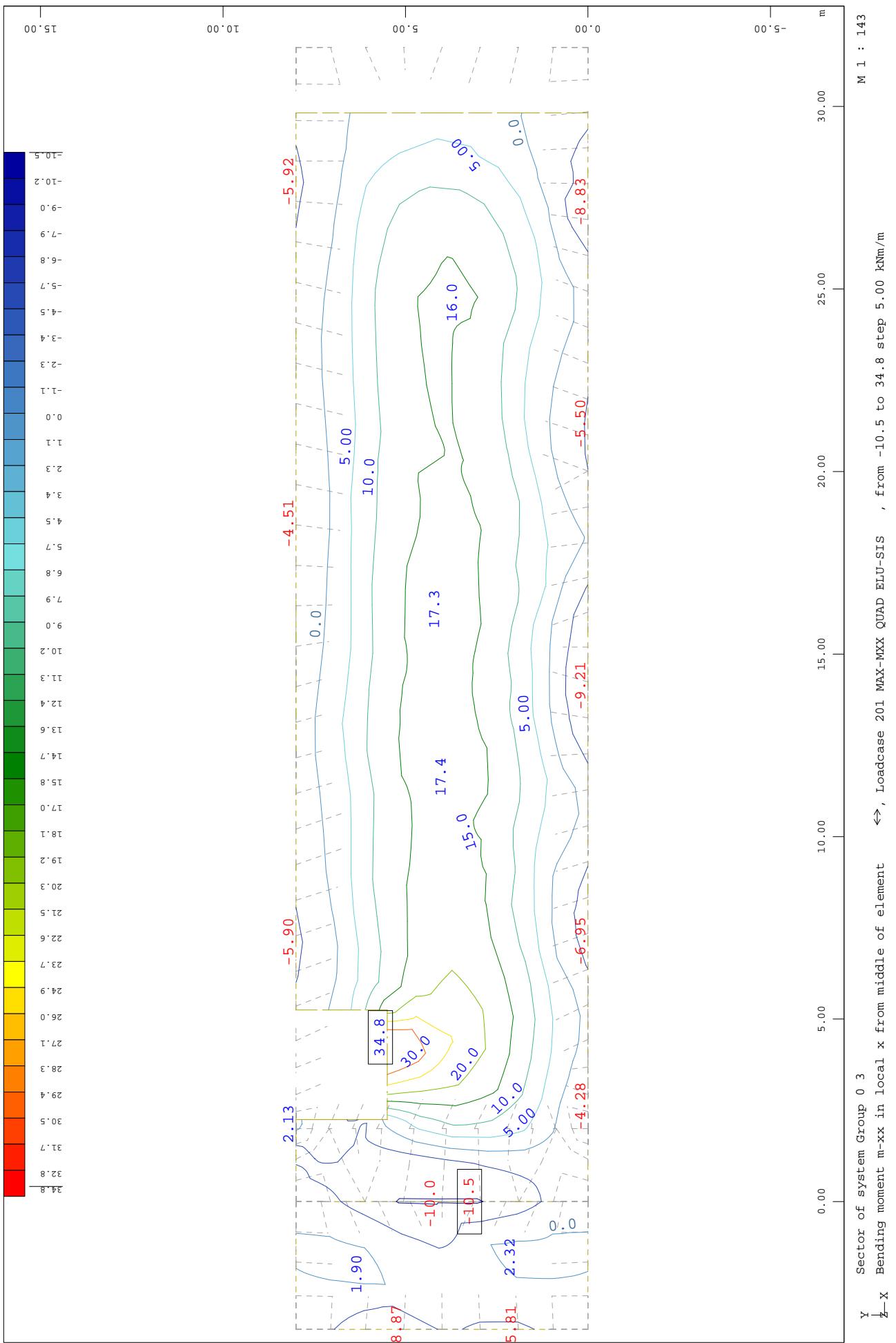
201	2	MAX-MXX QUAD	ELU-SIS
202	2	MIN-MXX QUAD	ELU-SIS
201	2	MAX-MXX QUAK	ELU-SIS
202	2	MIN-MXX QUAK	ELU-SIS
203	2	MAX-MYY QUAD	ELU-SIS
204	2	MIN-MYY QUAD	ELU-SIS
203	2	MAX-MYY QUAK	ELU-SIS
204	2	MIN-MYY QUAK	ELU-SIS
205	2	MAX-MXY QUAD	ELU-SIS
206	2	MIN-MXY QUAD	ELU-SIS
205	2	MAX-MXY QUAK	ELU-SIS
206	2	MIN-MXY QUAK	ELU-SIS
207	2	MAX-VX QUAD	ELU-SIS
208	2	MIN-VX QUAD	ELU-SIS
207	2	MAX-VX QUAK	ELU-SIS
208	2	MIN-VX QUAK	ELU-SIS
209	2	MAX-VY QUAD	ELU-SIS
210	2	MIN-VY QUAD	ELU-SIS
209	2	MAX-VY QUAK	ELU-SIS
210	2	MIN-VY QUAK	ELU-SIS
211	2	MAX-NXX QUAD	ELU-SIS
212	2	MIN-NXX QUAD	ELU-SIS
211	2	MAX-NXX QUAK	ELU-SIS
212	2	MIN-NXX QUAK	ELU-SIS
213	2	MAX-NYY QUAD	ELU-SIS
214	2	MIN-NYY QUAD	ELU-SIS
213	2	MAX-NYY QUAK	ELU-SIS
214	2	MIN-NYY QUAK	ELU-SIS
215	2	MAX-NXY QUAD	ELU-SIS
216	2	MIN-NXY QUAD	ELU-SIS
215	2	MAX-NXY QUAK	ELU-SIS
216	2	MIN-NXY QUAK	ELU-SIS
217	2	MAX-P QUAD	ELU-SIS
218	2	MIN-P QUAD	ELU-SIS

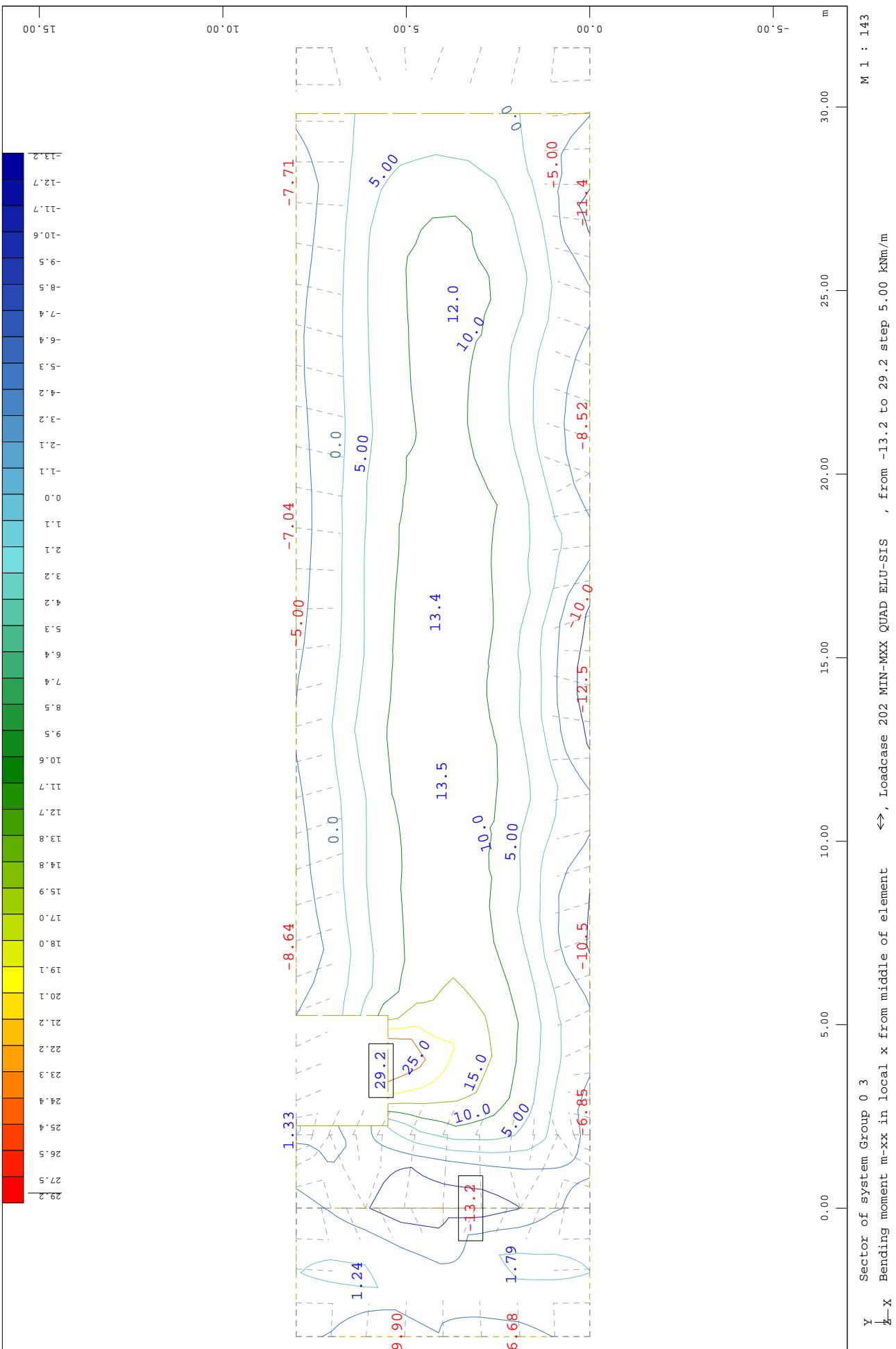


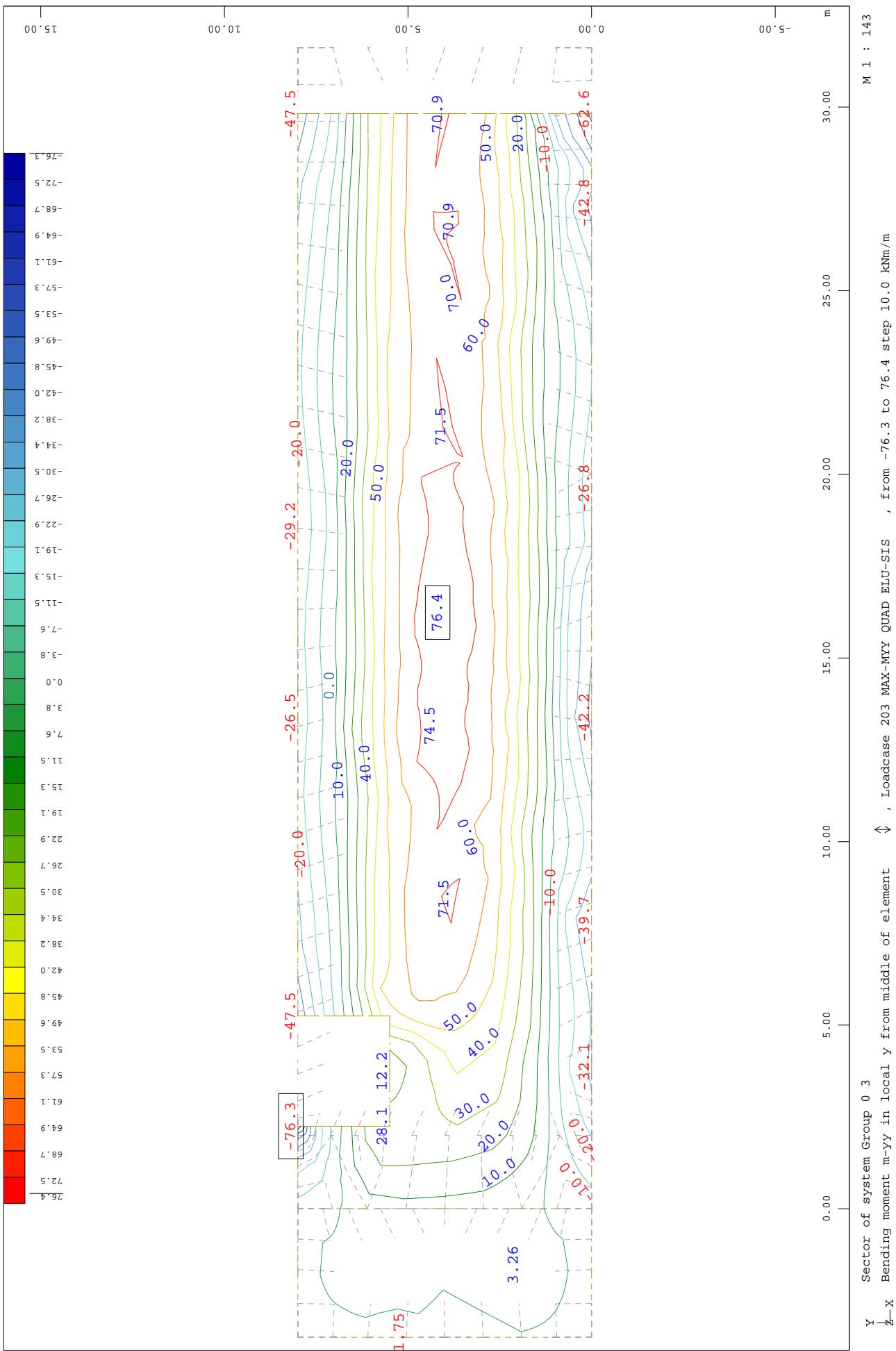


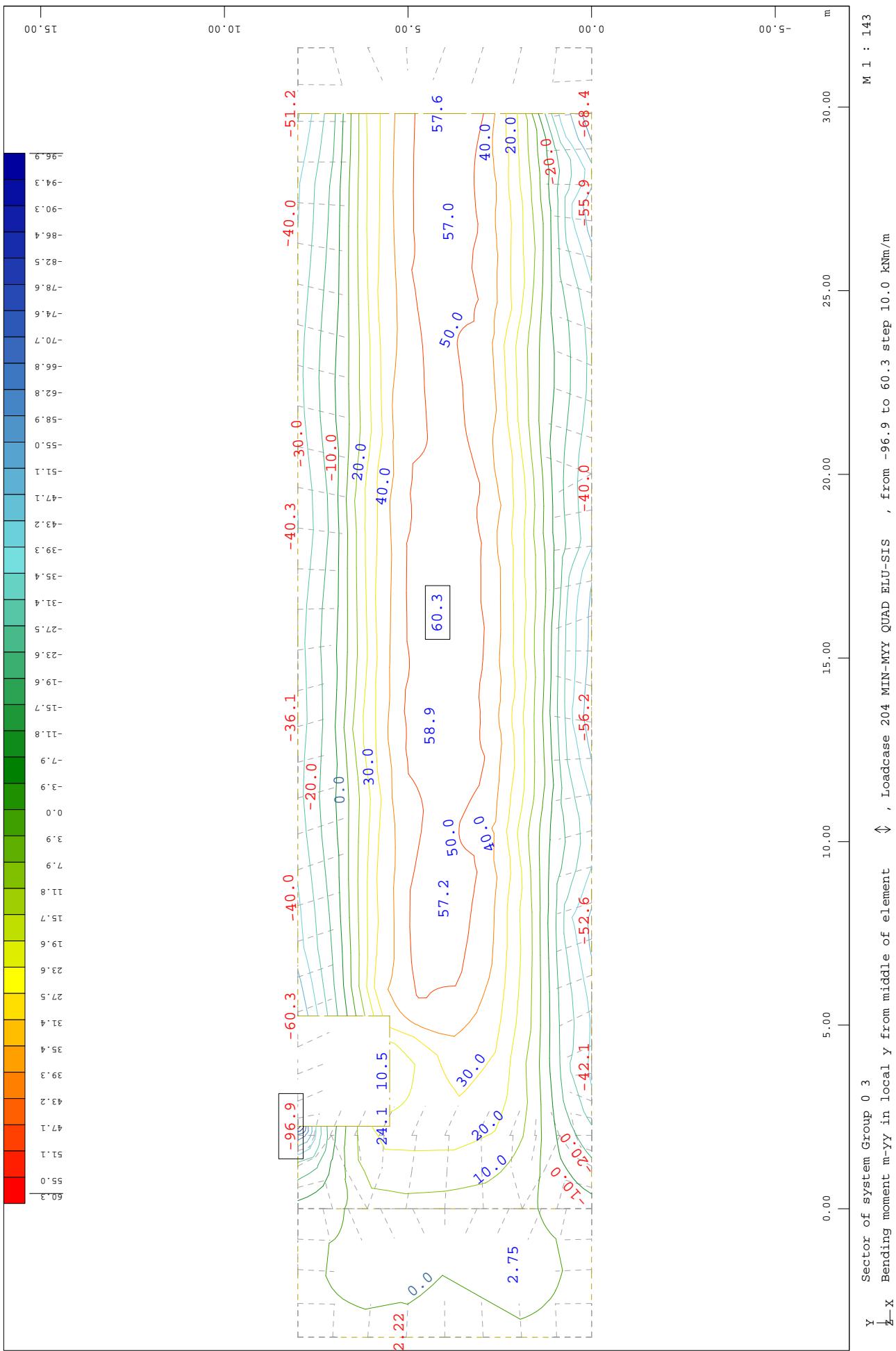


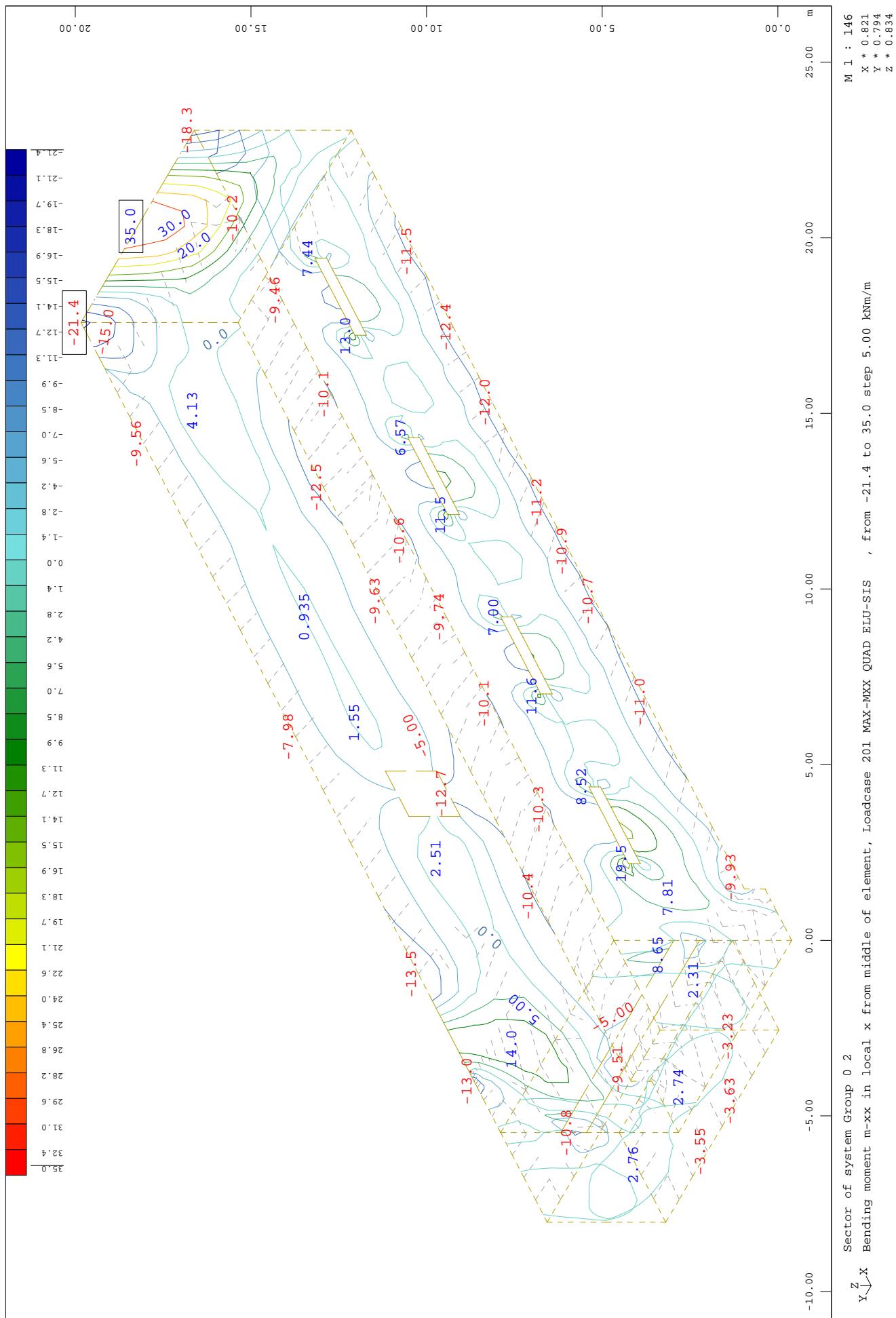


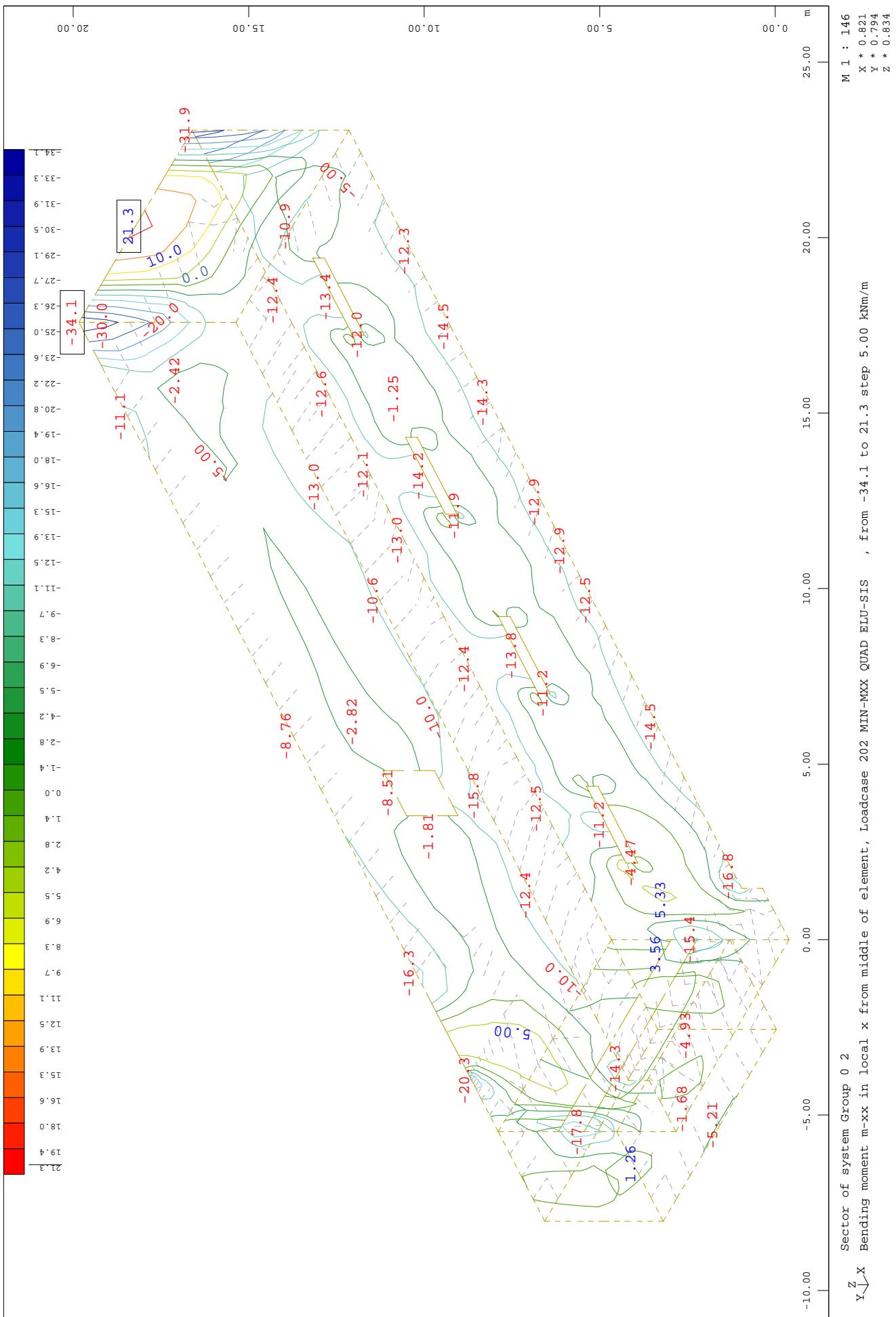


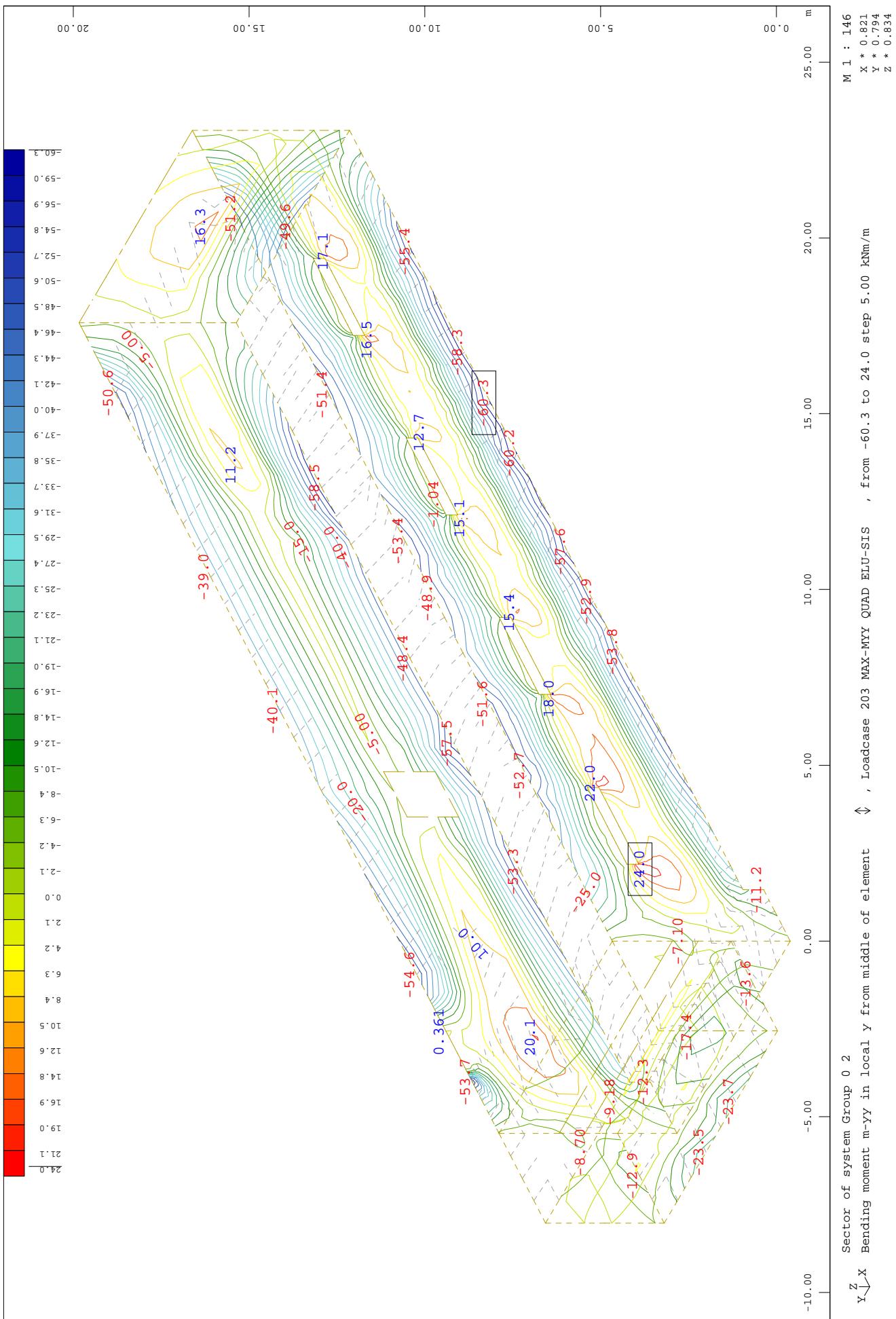


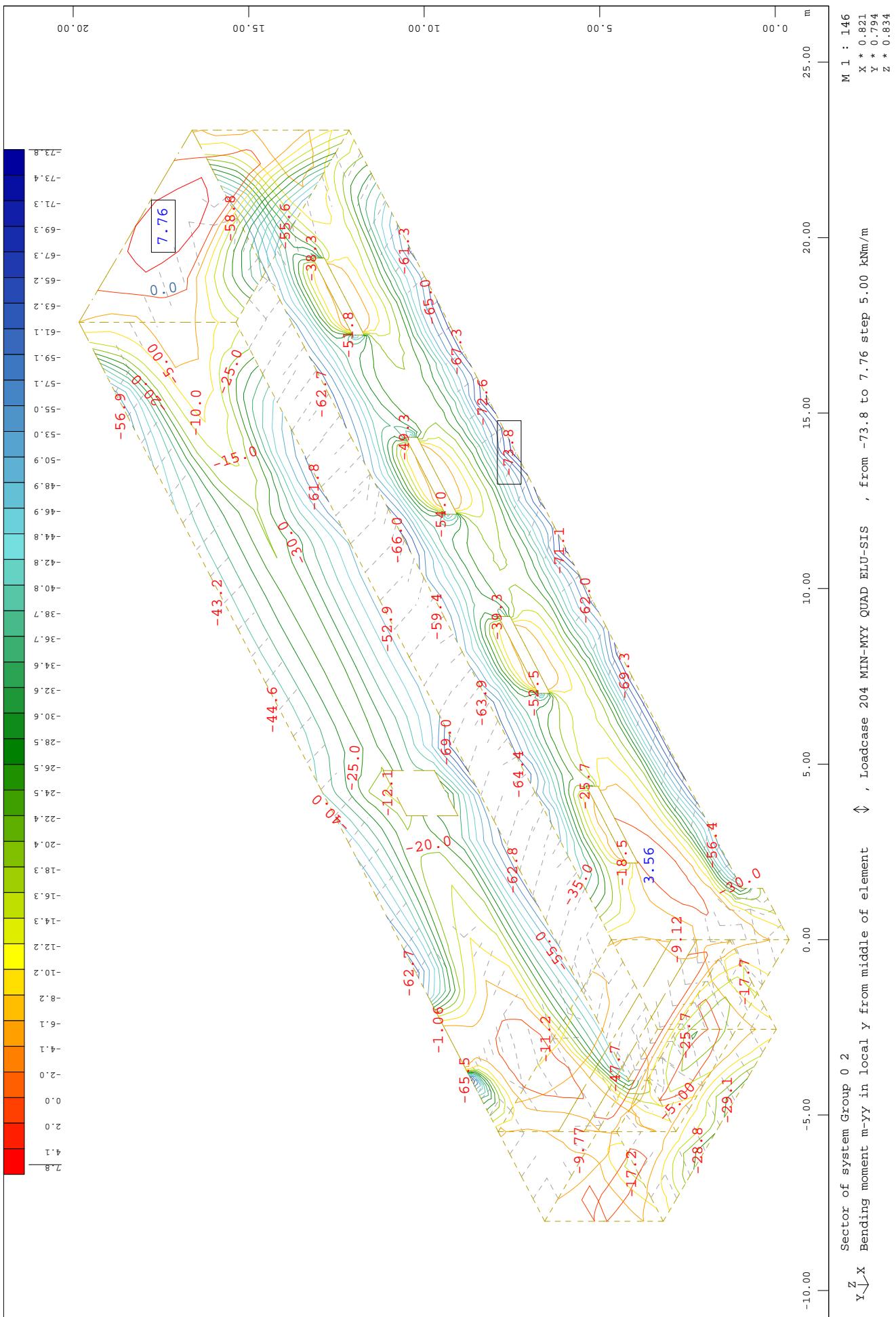












TQT
ELS FISU

Combination rule Number 3

Design Combination

Resulting loadcases type Design Combination

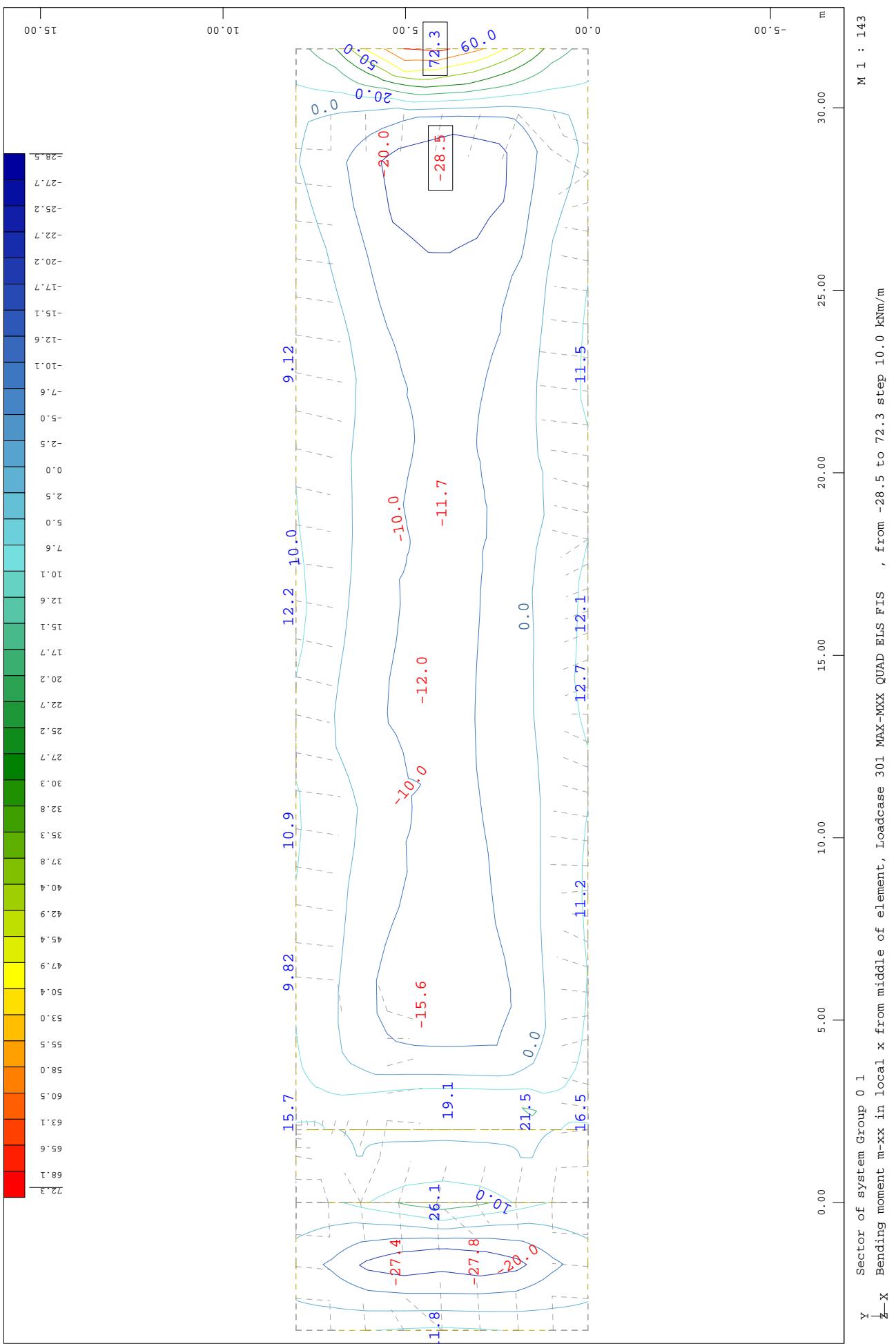
Loadcase selection

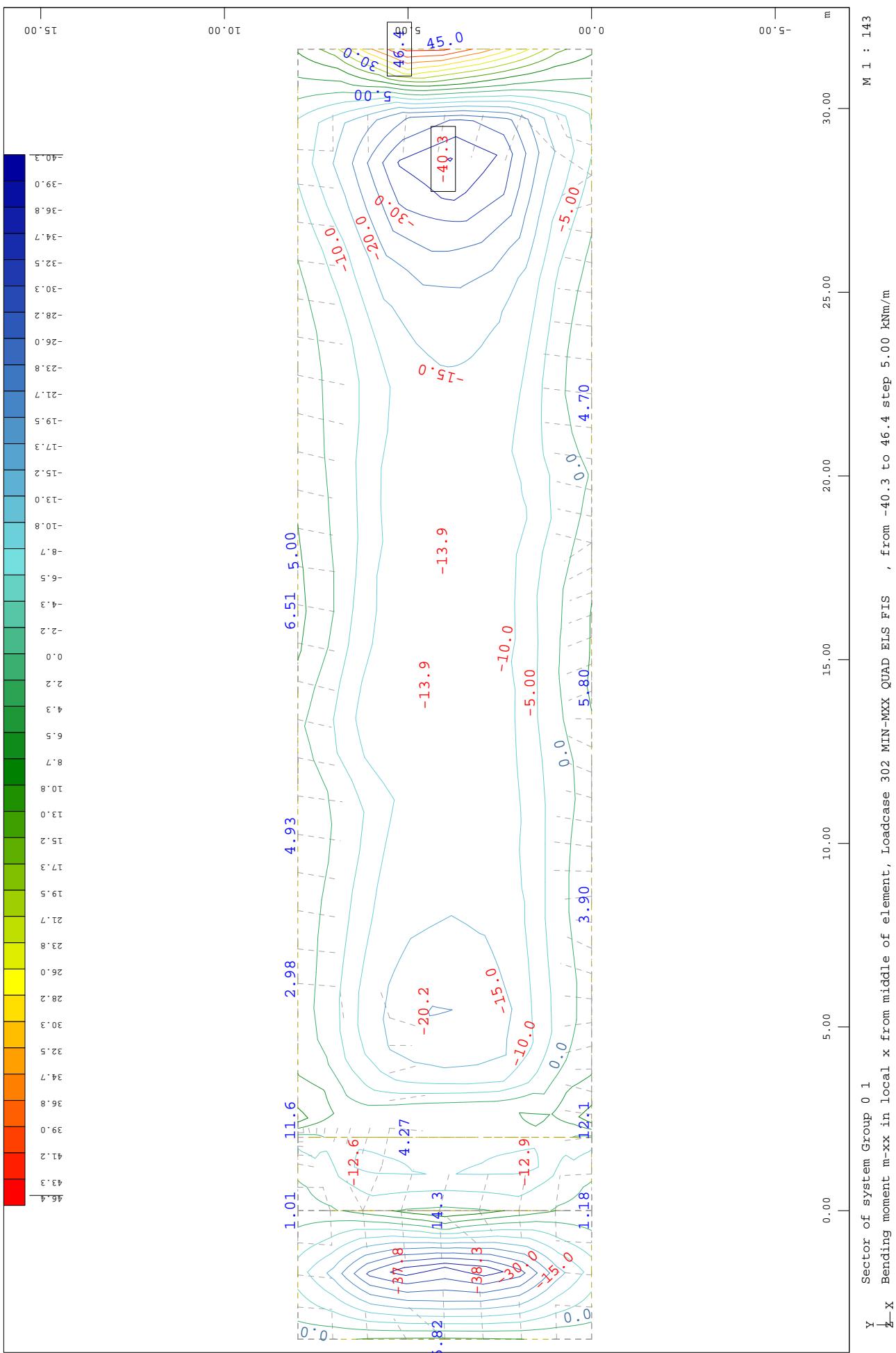
Number	factor	type		Title
1	1.00	permanent load grouped in actions		PP
2	1.00	permanent load grouped in actions		CM_PAV MAX
3	0.30	Conditional LC	SCU	
4	1.00	Exclusive LC	AG EMP_ACT	
5	1.00	Exclusive LC	AG EMP REP	
6	0.30	Exclusive LC	A 1 EMP_SCU_ACT	
7	0.30	Exclusive LC	A 1 EMP_SCU REP	
8	1.00	Conditional LC	AGUA_INT	
11	1.00	permanent load grouped in actions		RETRACCIÓN

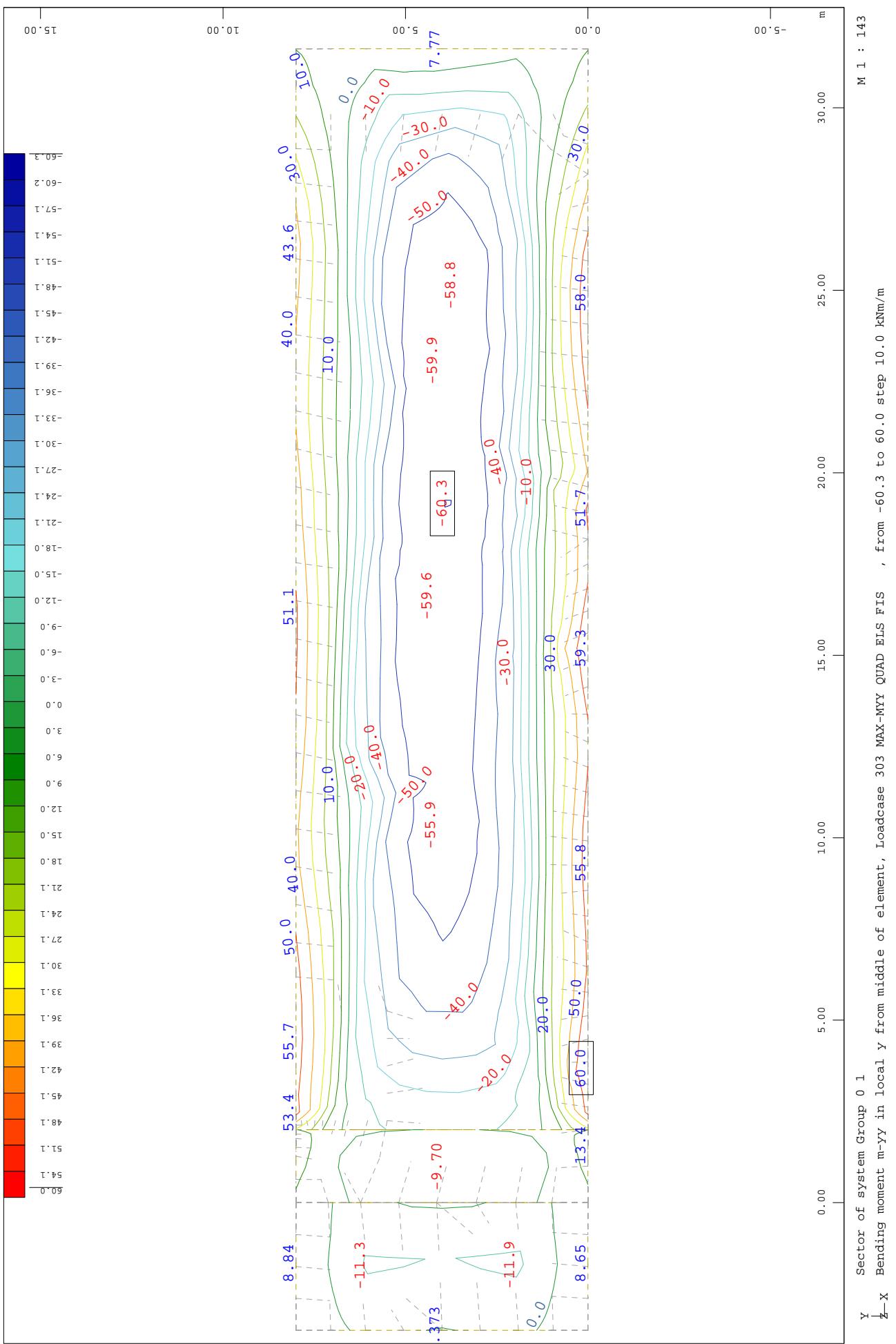
Generated Loadcases

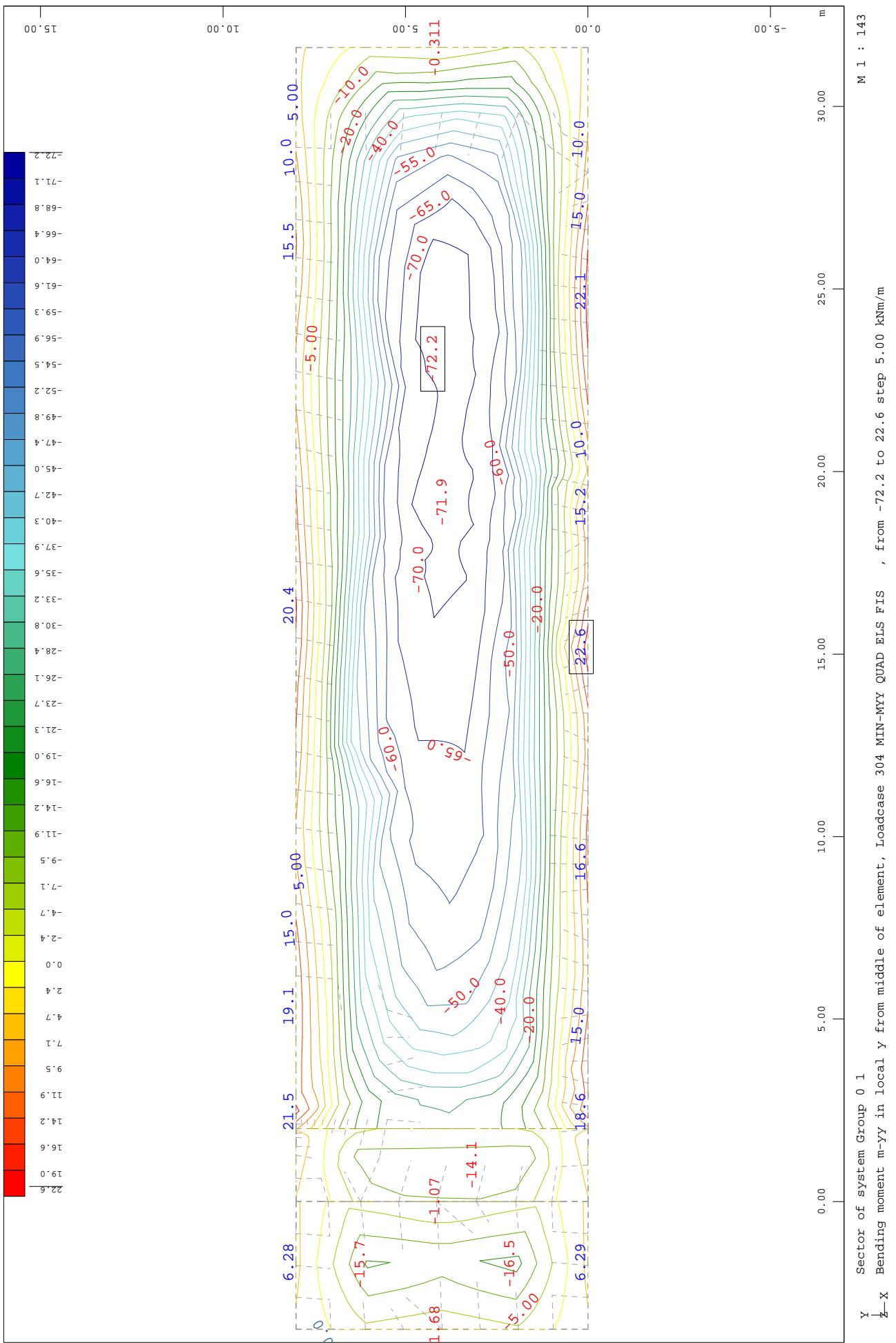
Number Comb Title

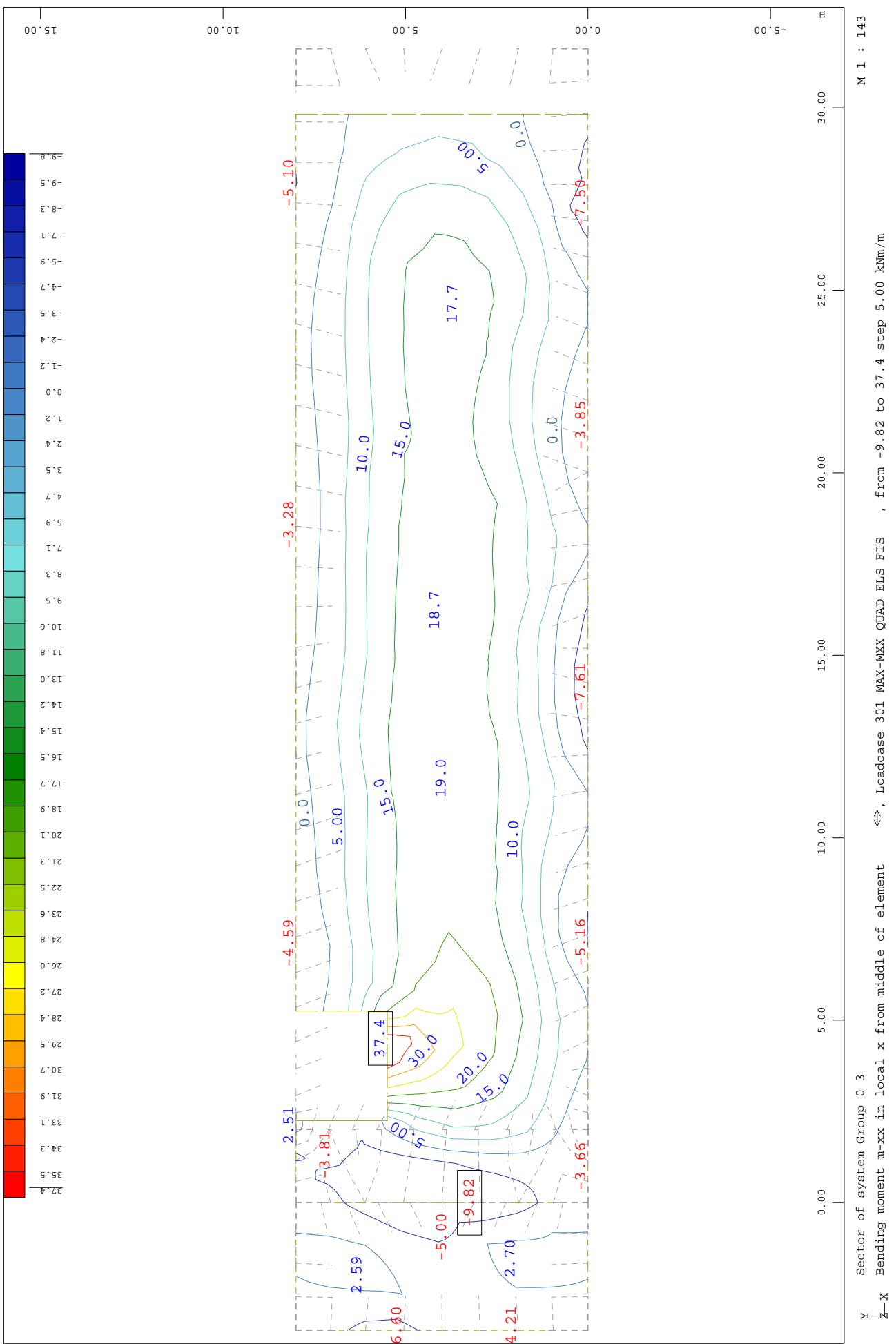
301	3	MAX-MXX QUAD	ELS	FIS
302	3	MIN-MXX QUAD	ELS	FIS
301	3	MAX-MXX QUAK	ELS	FIS
302	3	MIN-MXX QUAK	ELS	FIS
303	3	MAX-MYY QUAD	ELS	FIS
304	3	MIN-MYY QUAD	ELS	FIS
303	3	MAX-MYY QUAK	ELS	FIS
304	3	MIN-MYY QUAK	ELS	FIS
305	3	MAX-MXY QUAD	ELS	FIS
306	3	MIN-MXY QUAD	ELS	FIS
305	3	MAX-MXY QUAK	ELS	FIS
306	3	MIN-MXY QUAK	ELS	FIS
307	3	MAX-VX QUAD	ELS	FIS
308	3	MIN-VX QUAD	ELS	FIS
307	3	MAX-VX QUAK	ELS	FIS
308	3	MIN-VX QUAK	ELS	FIS
309	3	MAX-VY QUAD	ELS	FIS
310	3	MIN-VY QUAD	ELS	FIS
309	3	MAX-VY QUAK	ELS	FIS
310	3	MIN-VY QUAK	ELS	FIS
311	3	MAX-NXX QUAD	ELS	FIS
312	3	MIN-NXX QUAD	ELS	FIS
311	3	MAX-NXX QUAK	ELS	FIS
312	3	MIN-NXX QUAK	ELS	FIS
313	3	MAX-NYY QUAD	ELS	FIS
314	3	MIN-NYY QUAD	ELS	FIS
313	3	MAX-NYY QUAK	ELS	FIS
314	3	MIN-NYY QUAK	ELS	FIS
315	3	MAX-NXY QUAD	ELS	FIS
316	3	MIN-NXY QUAD	ELS	FIS
315	3	MAX-NXY QUAK	ELS	FIS
316	3	MIN-NXY QUAK	ELS	FIS

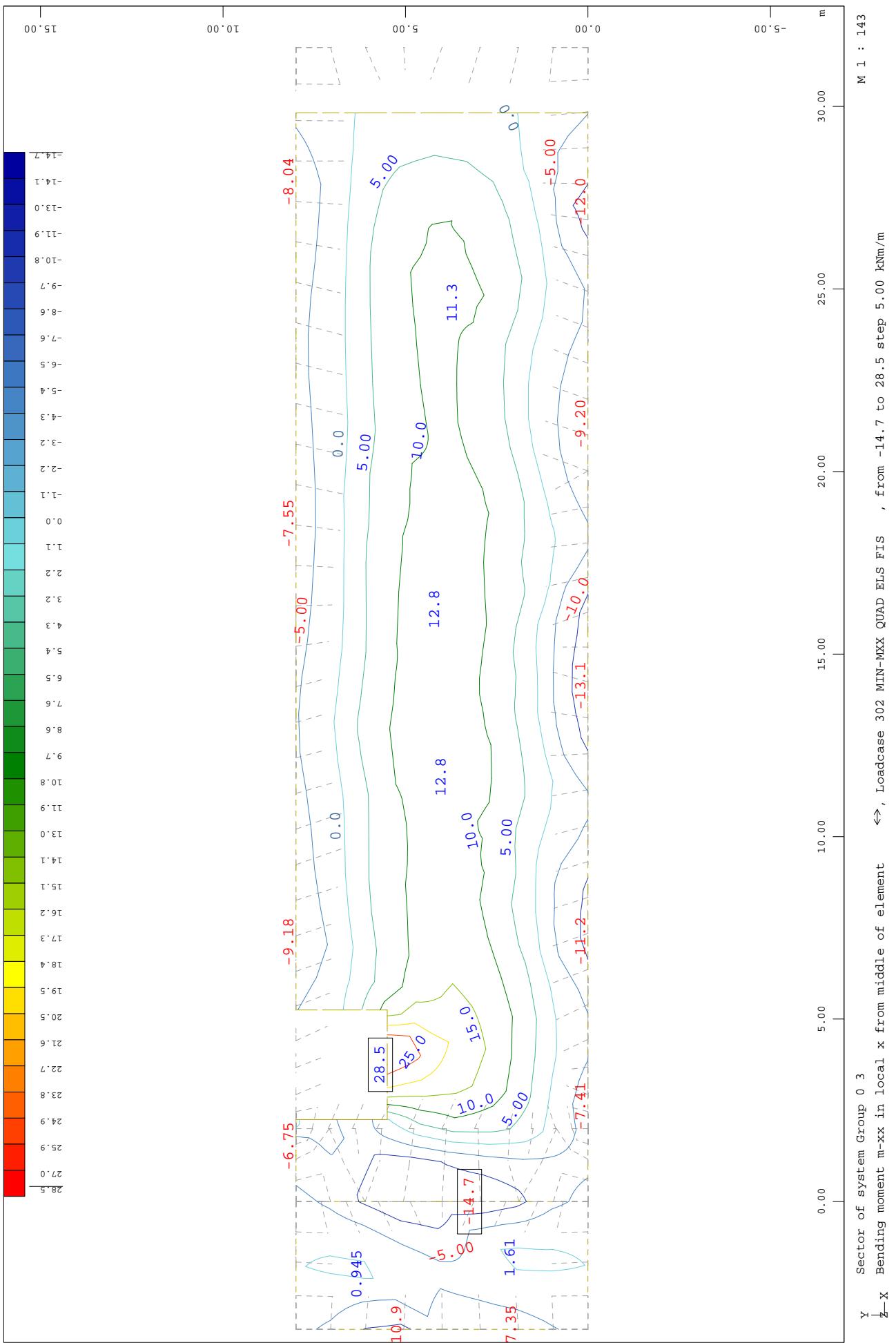


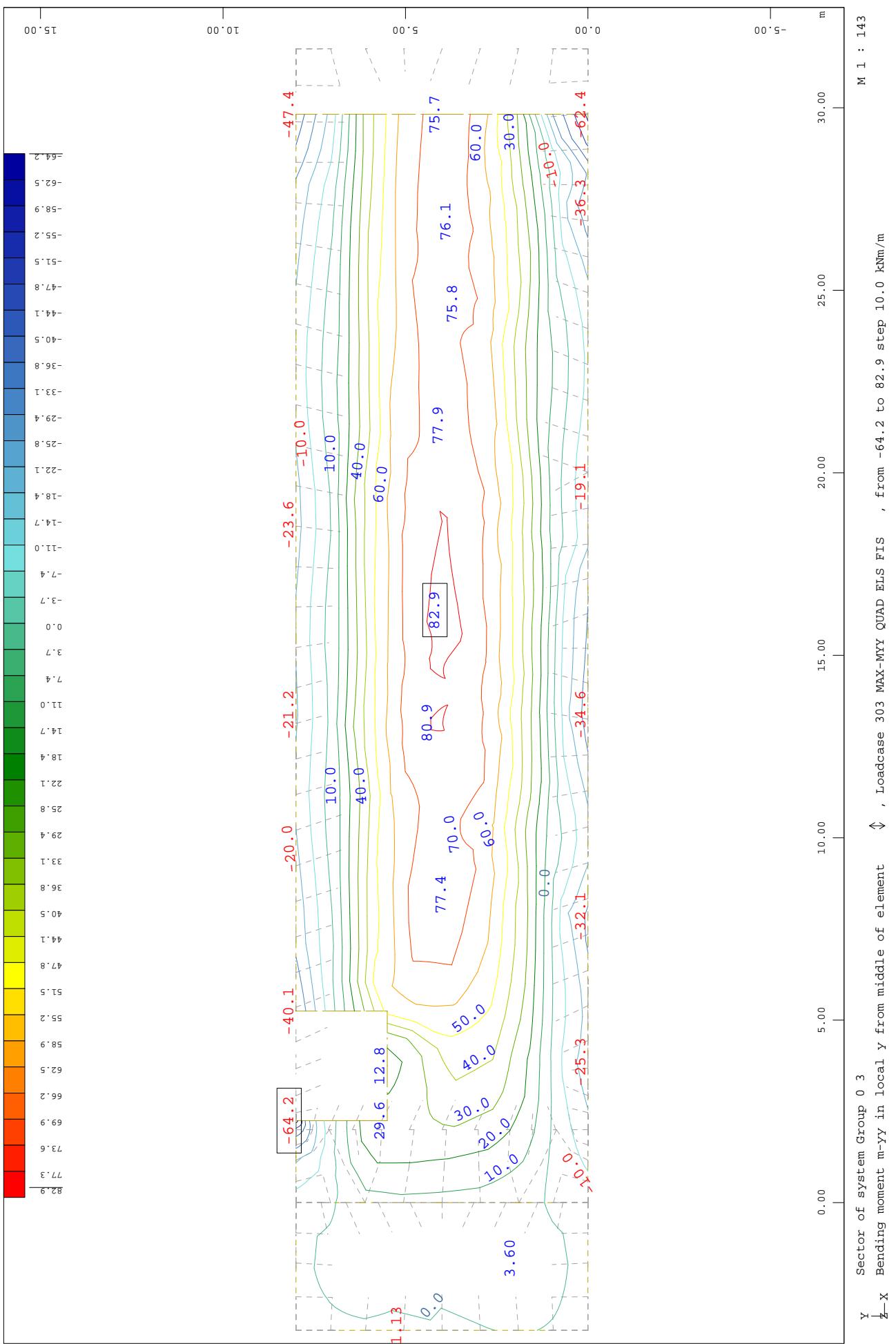


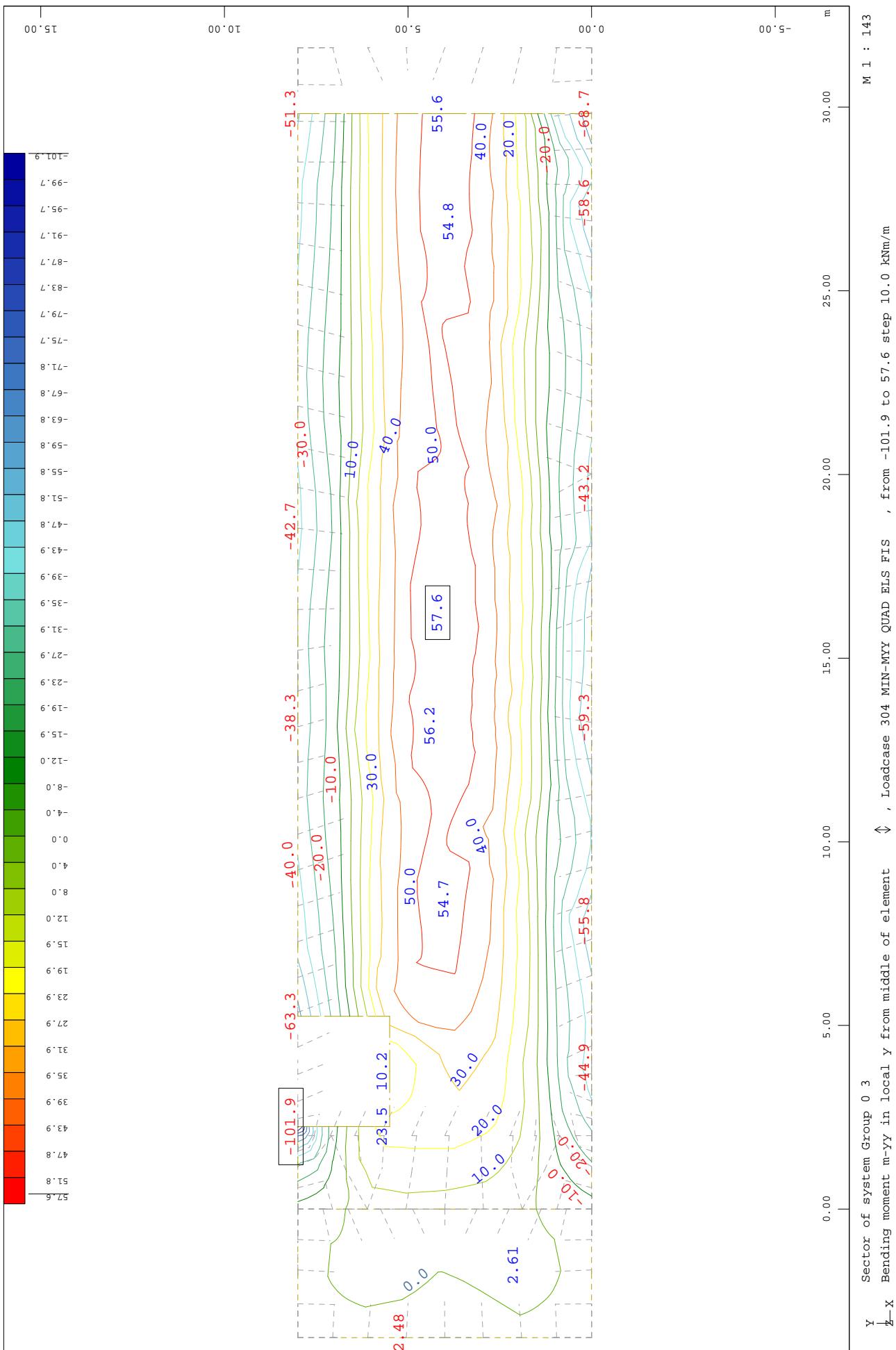


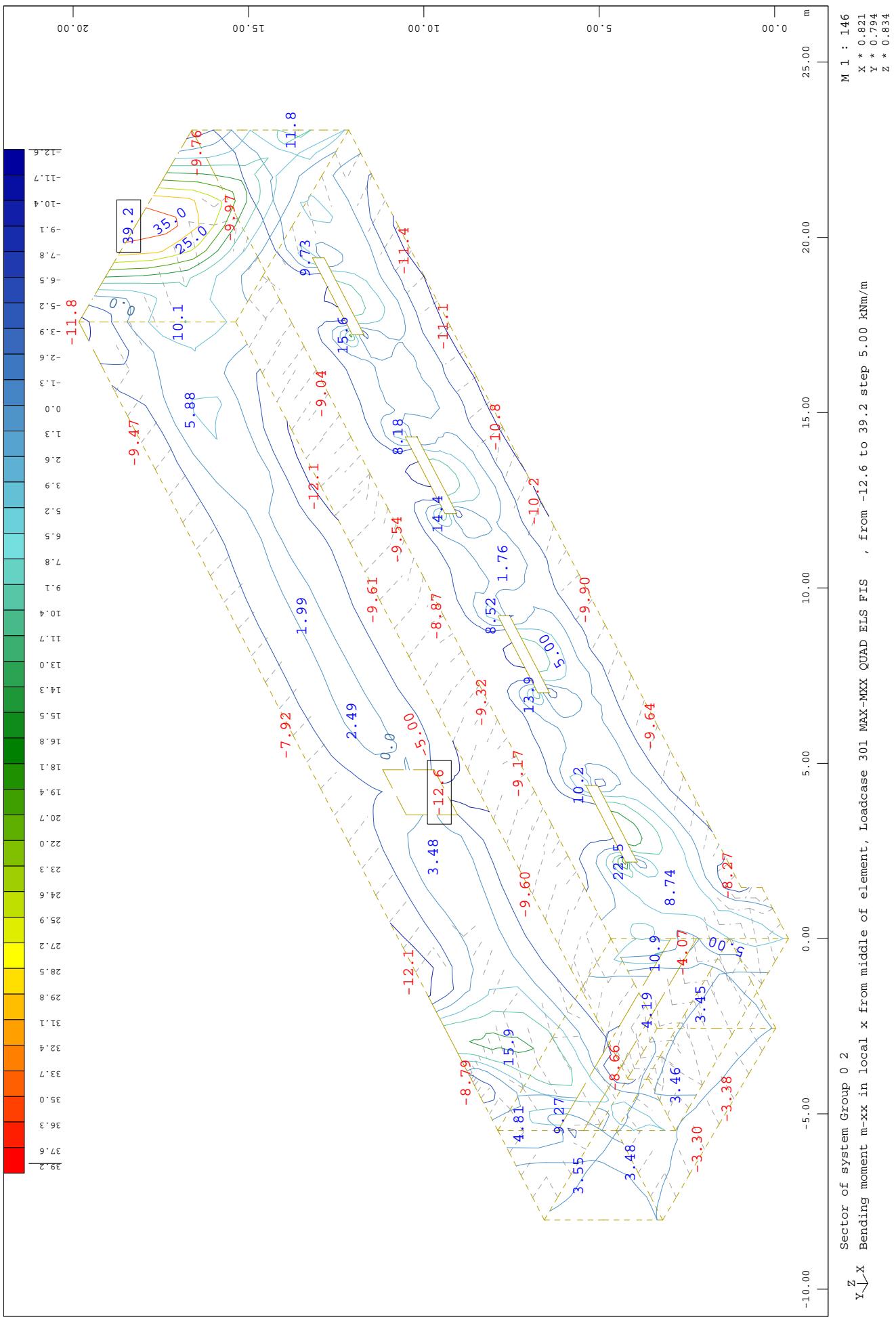


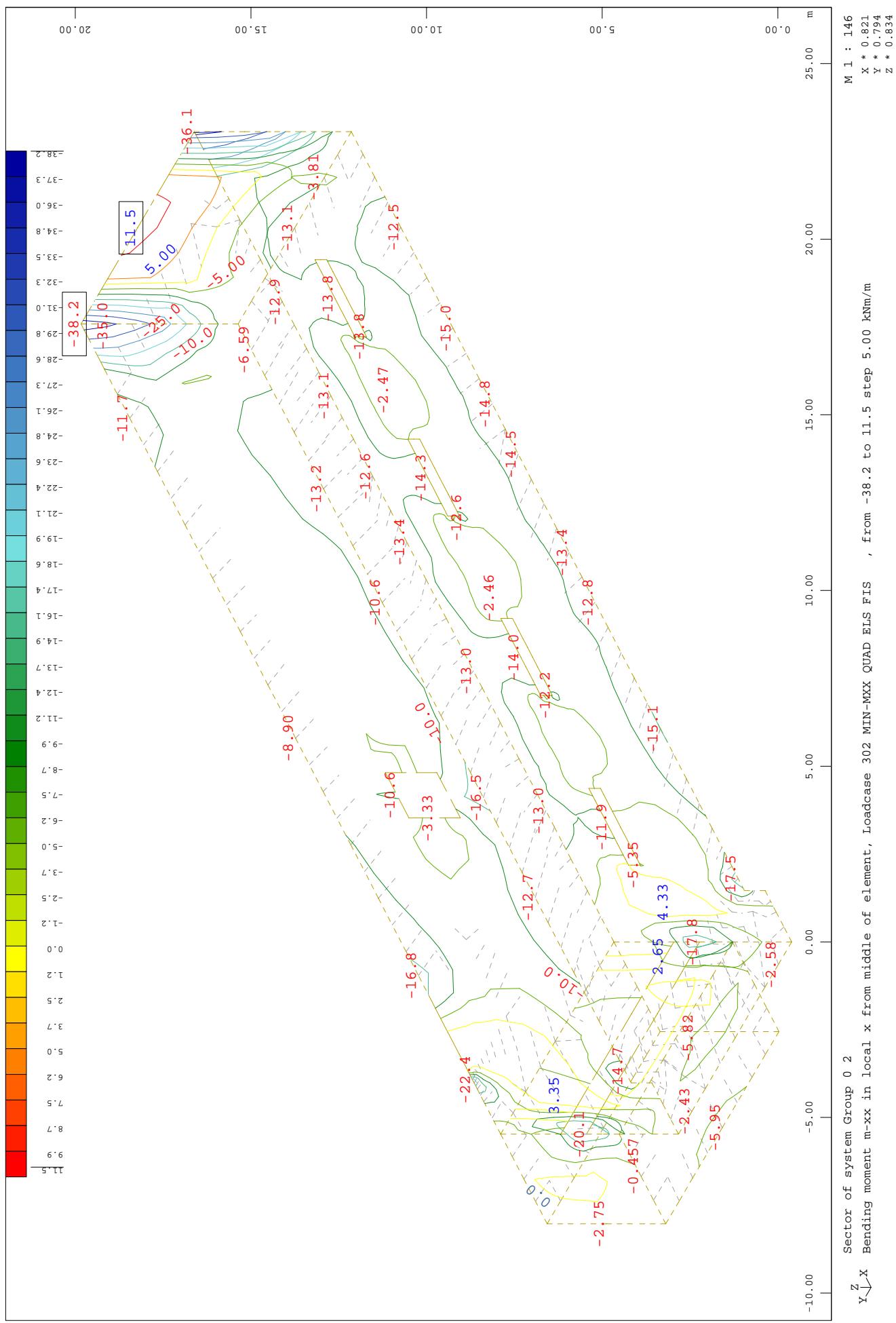


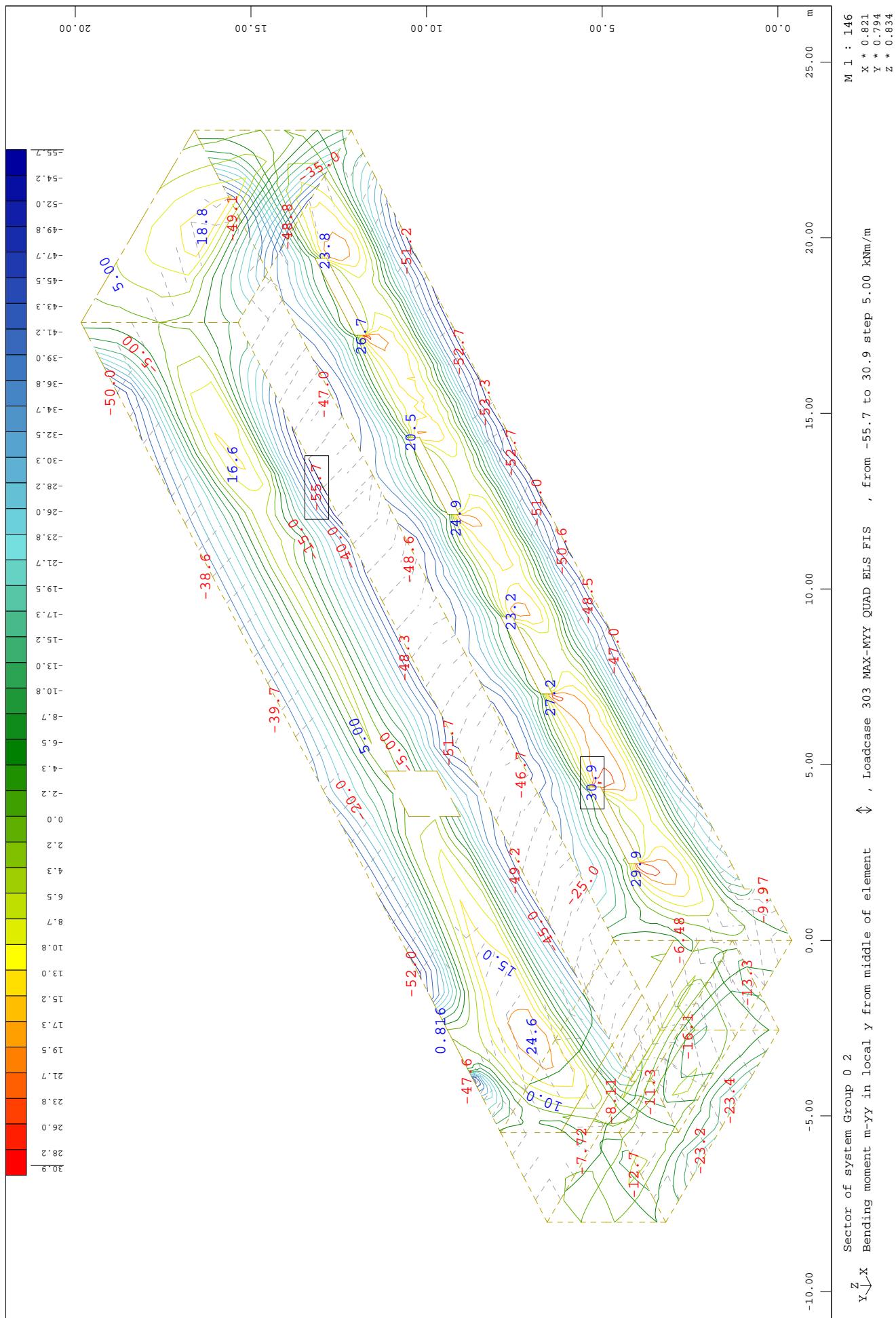


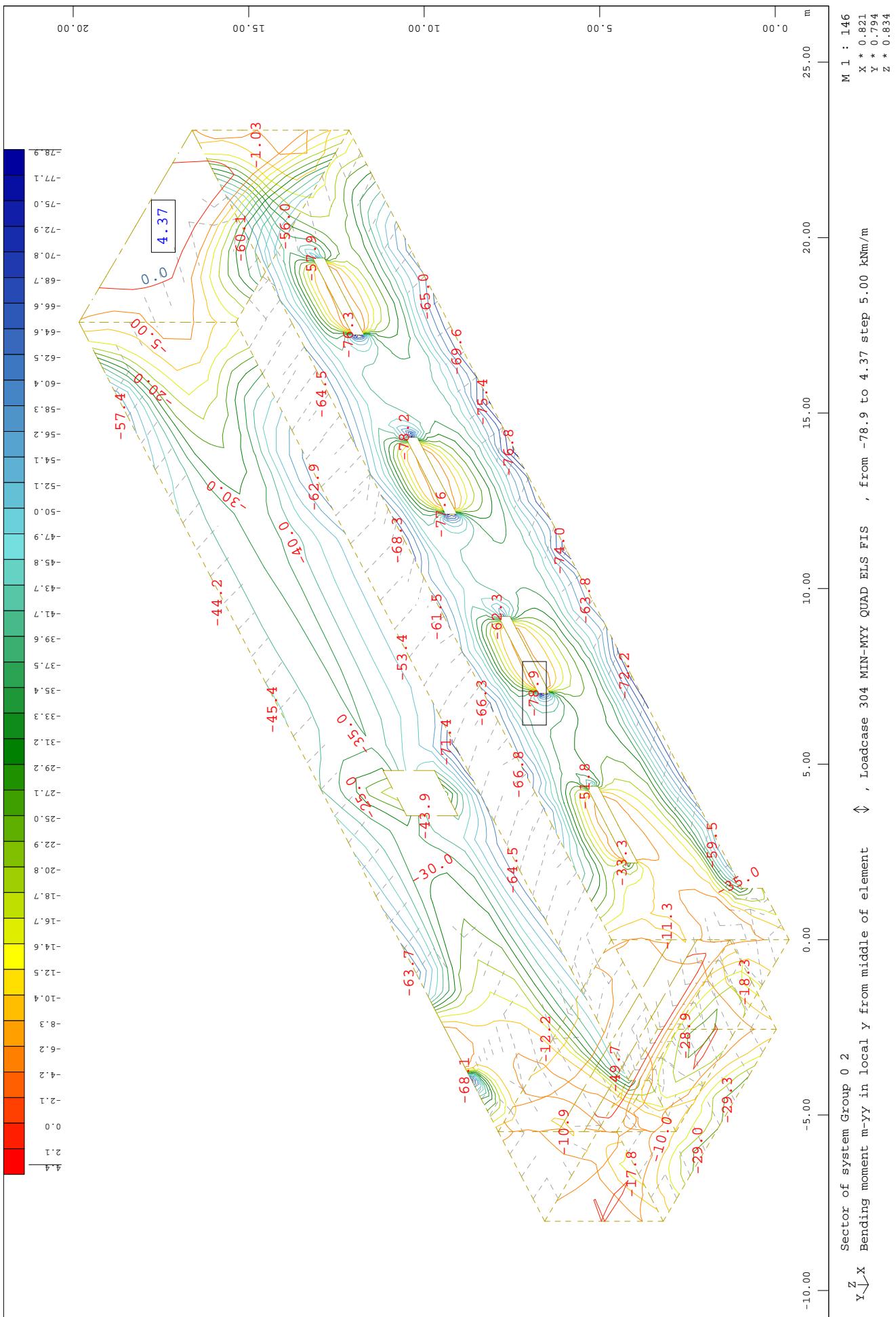












A.3. DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO

TQT
DIM ELU PER

Design according to EHE spanish code
Loadcases have been calculated in the Ultimate Limit State
In BEMESS no additional load safety factor is applied.

Load Cases for the Design

Loadcase	101	MAX-MXX QUAD ELU
Loadcase	102	MIN-MXX QUAD ELU
Loadcase	103	MAX-MYY QUAD ELU
Loadcase	104	MIN-MYY QUAD ELU
Loadcase	105	MAX-MXY QUAD ELU
Loadcase	106	MIN-MXY QUAD ELU
Loadcase	107	MAX-VX QUAD ELU
Loadcase	108	MIN-VX QUAD ELU
Loadcase	109	MAX-VY QUAD ELU
Loadcase	110	MIN-VY QUAD ELU
Loadcase	111	MAX-NXX QUAD ELU
Loadcase	112	MIN-NXX QUAD ELU
Loadcase	113	MAX-NYY QUAD ELU
Loadcase	114	MIN-NYY QUAD ELU
Loadcase	115	MAX-NXY QUAD ELU
Loadcase	116	MIN-NXY QUAD ELU

Material (EHE spanish code)

Mat	f-ck	f-cr	f-yk	f-tk	f-ctm	N	minQ	type
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	
1	30.0	25.5			2.896	7.0	0.20	mainly static

Minimum reinforcement: 0.00 p.c. of stat. req. section

2	500.0	510.0
---	-------	-------

Reduction of FC in case of transvers tension = 25.0 [o/o]

Material-safety-factors:

Mat	concr	SC1	SC2	steel	SS1	SS2
1		1.50	1.50			
2				1.15	1.15	

At direct supports from the face of the support up to 0.5*d
the shear force is reduced.

The maximum shear capacity is checked at the face of the support without reduction.
For punching design, the longitudinal reinforcement will be increased up to 0.00%
to avoid shear reinforcement [input PUNC...RO_V].

Outside the punching area, the normal slab shear design may increase the,
longitudinal reinforcement up to 0.00% [input CTRL...RO_V].

Geometry (axial covers)

No	he-upper	hi-upper	he-lower	hi-lower	Elem.	height
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	53	69	53	69		As saved

Selection of elements

Group	from	to	inc	GEOMETRY
	all		1	

Reinforcement is saved in the data base file

Number of stored reinforcement-distribution: 1

At punching-nodes the bending moments have been reduced (rounded)

At column-nodes the slab-thickness for bending-design has been increased
with 1:3 starting at the column-edge (not at wall punching nodes)

TQT
DIM ELU SIS

Design according to EHE spanish code
Loadcases have been calculated in the Ultimate Limit State
In BEMESS no additional load safety factor is applied.

Load Cases for the Design

Loadcase	201	MAX-MXX QUAD	ELU-SIS
Loadcase	202	MIN-MXX QUAD	ELU-SIS
Loadcase	203	MAX-MYY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	204	MIN-MYY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	205	MAX-MXY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	206	MIN-MXY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	207	MAX-VX QUAD	ELU-SIS
Loadcase	208	MIN-VX QUAD	ELU-SIS
Loadcase	209	MAX-VY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	210	MIN-VY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	211	MAX-NXX QUAD	ELU-SIS
Loadcase	212	MIN-NXX QUAD	ELU-SIS
Loadcase	213	MAX-NYY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	214	MIN-NYY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	215	MAX-NXY QUAD	ELU-SIS
Loadcase	216	MIN-NXY QUAD	ELU-SIS

Material (EHE spanish code)

Mat	f-ck	f-cr	f-yk	f-tk	f-ctm	N	minQ	type
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	
1	30.0	25.5			2.896	7.0	0.20	mainly static

Minimum reinforcement: 0.00 p.c. of stat. req. section

2	500.0	510.0
---	-------	-------

Reduction of FC in case of transvers tension = 25.0 [o/o]

Material-safety-factors:

Mat	concr	SC1	SC2	steel	SS1	SS2
1		1.50	1.50			
2				1.15	1.15	

At direct supports from the face of the support up to 0.5*d
the shear force is reduced.

The maximum shear capacity is checked at the face of the support without reduction.
For punching design, the longitudinal reinforcement will be increased up to 0.00%
to avoid shear reinforcement [input PUNC...RO_V].

Outside the punching area, the normal slab shear design may increase the,
longitudinal reinforcement up to 0.00% [input CTRL...RO_V].

Geometry (axial covers)

No	he-upper	hi-upper	he-lower	hi-lower	Elem.	height
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]
1	53	69	53	69		As saved

Selection of elements

Group	from	to	inc	GEOMETRY
	all		1	

Reinforcement is saved in the data base file

Number of stored reinforcement-distribution: 2

At punching-nodes the bending moments have been reduced (rounded)

At column-nodes the slab-thickness for bending-design has been increased
with 1:3 starting at the column-edge (not at wall punching nodes)

TQT
DIM ELS FIS

Design according to EHE spanish code
Loadcases have been calculated in the Serviceability State
In BEMESS no additional load safety factor is applied.

Load Cases for the Design

Loadcase 301 MAX-MXX QUAD ELS FIS
Loadcase 302 MIN-MXX QUAD ELS FIS
Loadcase 303 MAX-MYY QUAD ELS FIS
Loadcase 304 MIN-MYY QUAD ELS FIS
Loadcase 305 MAX-MXY QUAD ELS FIS
Loadcase 306 MIN-MXY QUAD ELS FIS
Loadcase 307 MAX-VX QUAD ELS FIS
Loadcase 308 MIN-VX QUAD ELS FIS
Loadcase 309 MAX-VY QUAD ELS FIS
Loadcase 310 MIN-VY QUAD ELS FIS
Loadcase 311 MAX-NXX QUAD ELS FIS
Loadcase 312 MIN-NXX QUAD ELS FIS
Loadcase 313 MAX-NYY QUAD ELS FIS
Loadcase 314 MIN-NYY QUAD ELS FIS
Loadcase 315 MAX-NXY QUAD ELS FIS
Loadcase 316 MIN-NXY QUAD ELS FIS

Load Cases - with factors of dead load in per cent

LcNo	per cent	LcNo	per cent	LcNo	per cent	LcNo	per cent	LcNo	per cent
301	100.0	302	100.0	303	100.0	304	100.0	305	100.0
306	100.0	307	100.0	308	100.0	309	100.0	310	100.0
311	100.0	312	100.0	313	100.0	314	100.0	315	100.0
316	100.0								

Material (EHE spanish code)

Mat	f-ck [MPa]	f-cr [MPa]	f-yk [MPa]	f-tk [MPa]	f-ctm [MPa]	N [-]	minQ [-]	type
1	30.0	25.5			2.896	7.0	0.20	mainly static
2					500.0	510.0		

Minimum reinforcement: 0.00 p.c. of stat. req. section

A robustness minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

A minimum reinforcement has not been requested [MREI] and has to be checked separately.

Geometry (axial covers)

No	he-upper	hi-upper	he-lower	hi-lower	Elem.	height
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]
1	53	69	53	69		As saved

SERVICEABILITY LIMIT STATE CONTROL PARAMETERS

No	Code	dNW [mm]	wk [mm]	Beta	Betal1	Beta2	k1
1	EC2	16.0	0.20	1.7	1.0	0.5	0.8
					16.0	0.30	(Lower)
2	EC2	16.0	0.30	1.7	1.0	0.5	0.8
					16.0	0.20	(Lower)
3	EC2	16.0	0.30	1.7	1.0	0.5	0.8

Calculation of crack-width acc." EN 1992-1-1:2004[E] 7.3.4

Calculation of crack-width acc." EN 1992-1-1:2004[E] 7.3.4

Calculation of crack-width acc." EN 1992-1-1:2004[E] 7.3.4

Selection of elements

Group	from	to	inc GEOMETRY
	0		1
	0		1
	0		1

Maximum of stored and calculated reinforcement is saved
Number of stored reinforcement-distribution: 3

TQT
DIM ELS FIS

Reinforcement has been increased by live-load design

Steel stress, concrete pressure, stress range

E=ELEM	stress range on top			stress range bottom			links		concre		steel-1
N=NODE	Asa [MPa]	Asm [MPa]	Asi [MPa]	Asa [MPa]	Asm [MPa]	Asi [MPa]	Ass [MPa]	[MPa]	sig-c [MPa]	sig-max [MPa]	
N 1003	89.4	7.0	-	175.0	118.3	-	-	-	-9.4	205.9	
N 1017	95.8	6.7	-	245.4	161.2	-	-	-	-4.6	245.7	
N 1020	74.0	18.2	-	235.8	166.7	-	-	-	-4.4	257.8	
N 1613	67.9	43.2	-	190.7	167.2	-	-	-	-4.1	211.7	
N 1039	179.6	224.4	-	-	-	-	-	-	-11.3	218.9	
N 1130	104.6	87.9	-	33.6	4.3	-	-	-	-4.6	229.3	
N 1811	182.5	168.4	-	12.0	16.6	-	-	-	-6.5	187.7	
N 2509	54.9	17.7	-	94.6	27.4	-	-	-	0.0	227.3	

The elements with the maximum values have been printed.

Maximum 182.5 224.4 - 245.4 167.2 - 0.0 -11.3 257.8

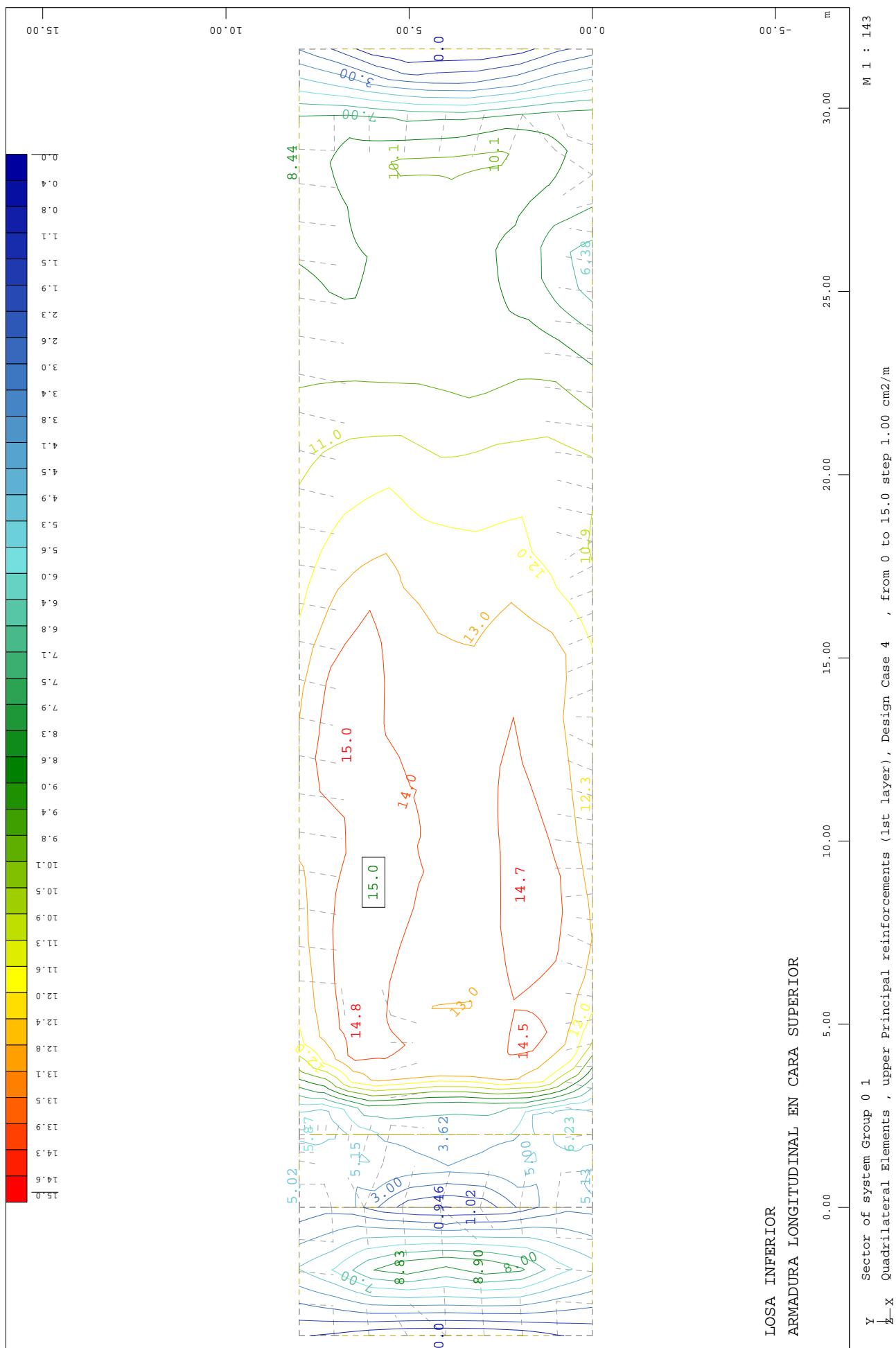
steel-1: maximum stress in longitudinal reinforcement

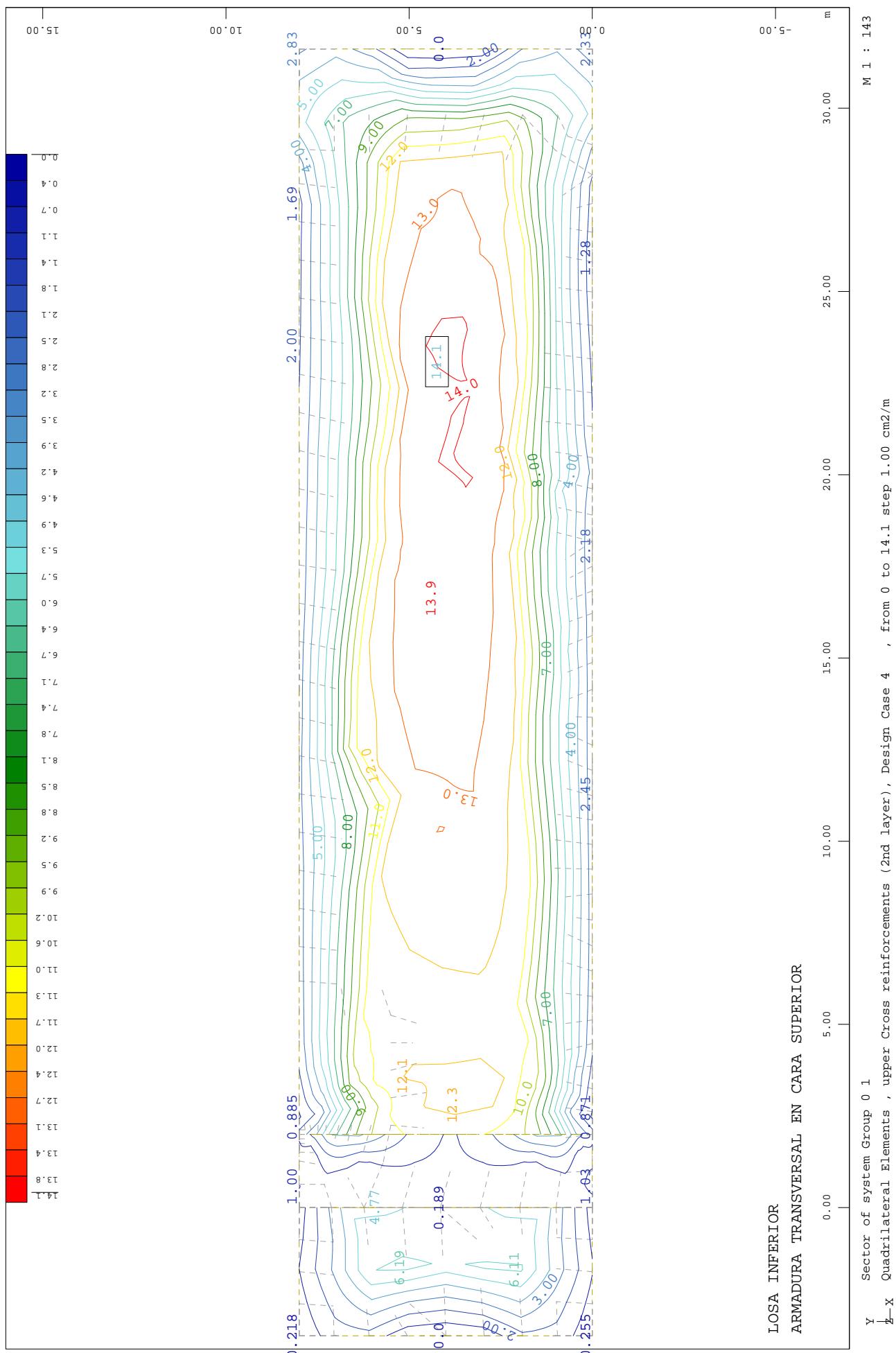
The values in above table are only printed for information.

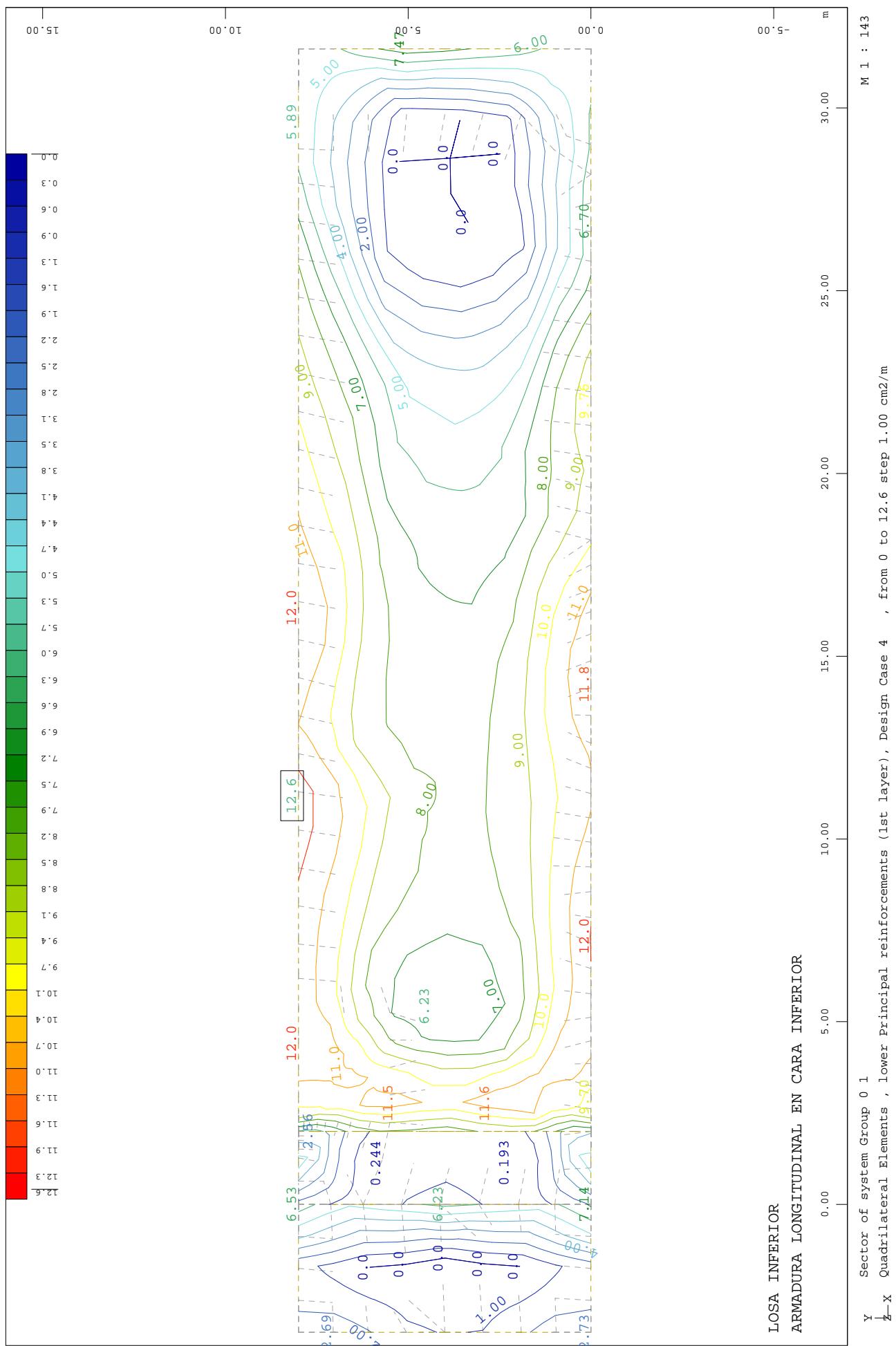
TQT
ENVOLVENTE ARMADO

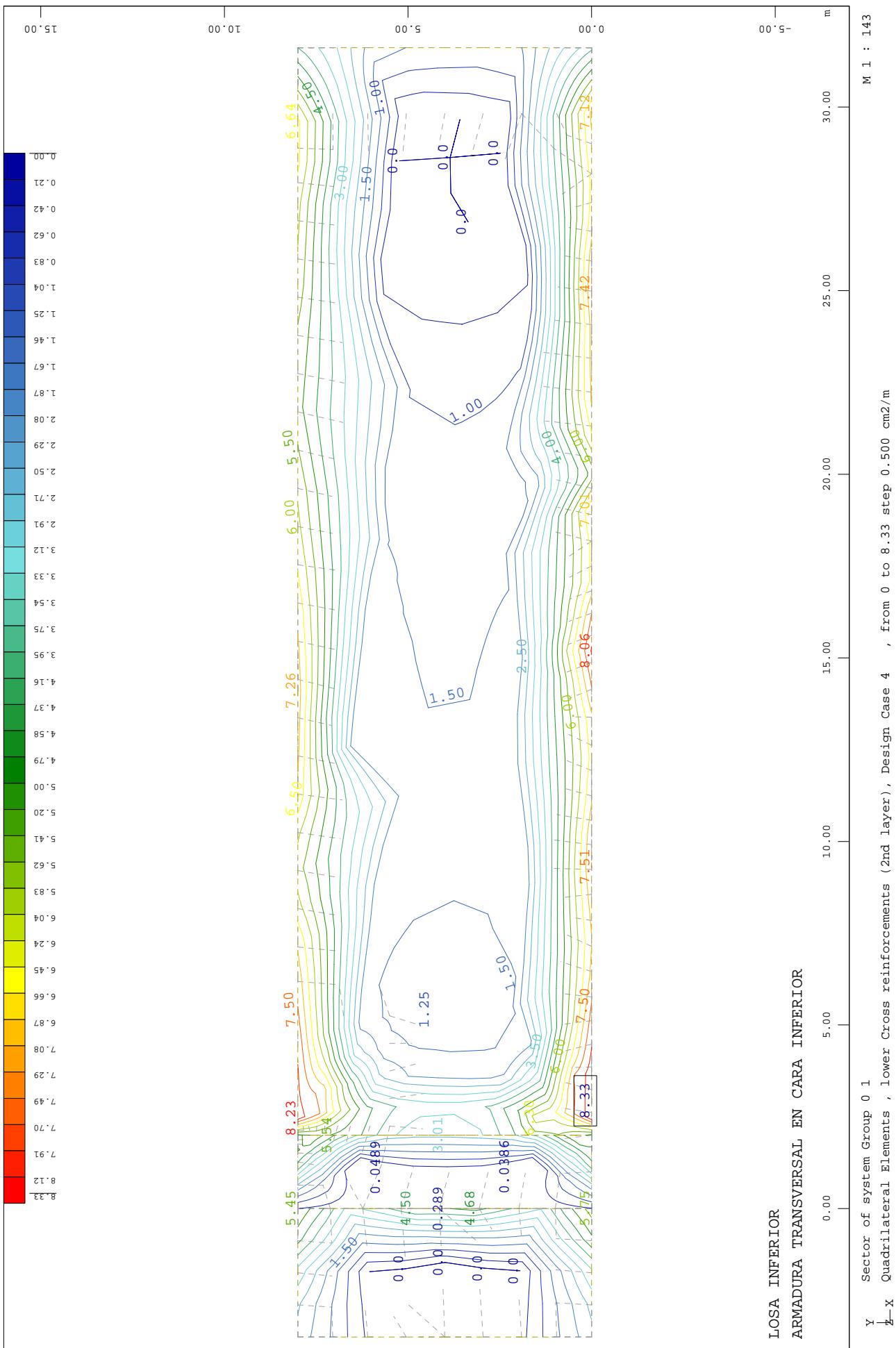
Maximum of reinforcement-distributions

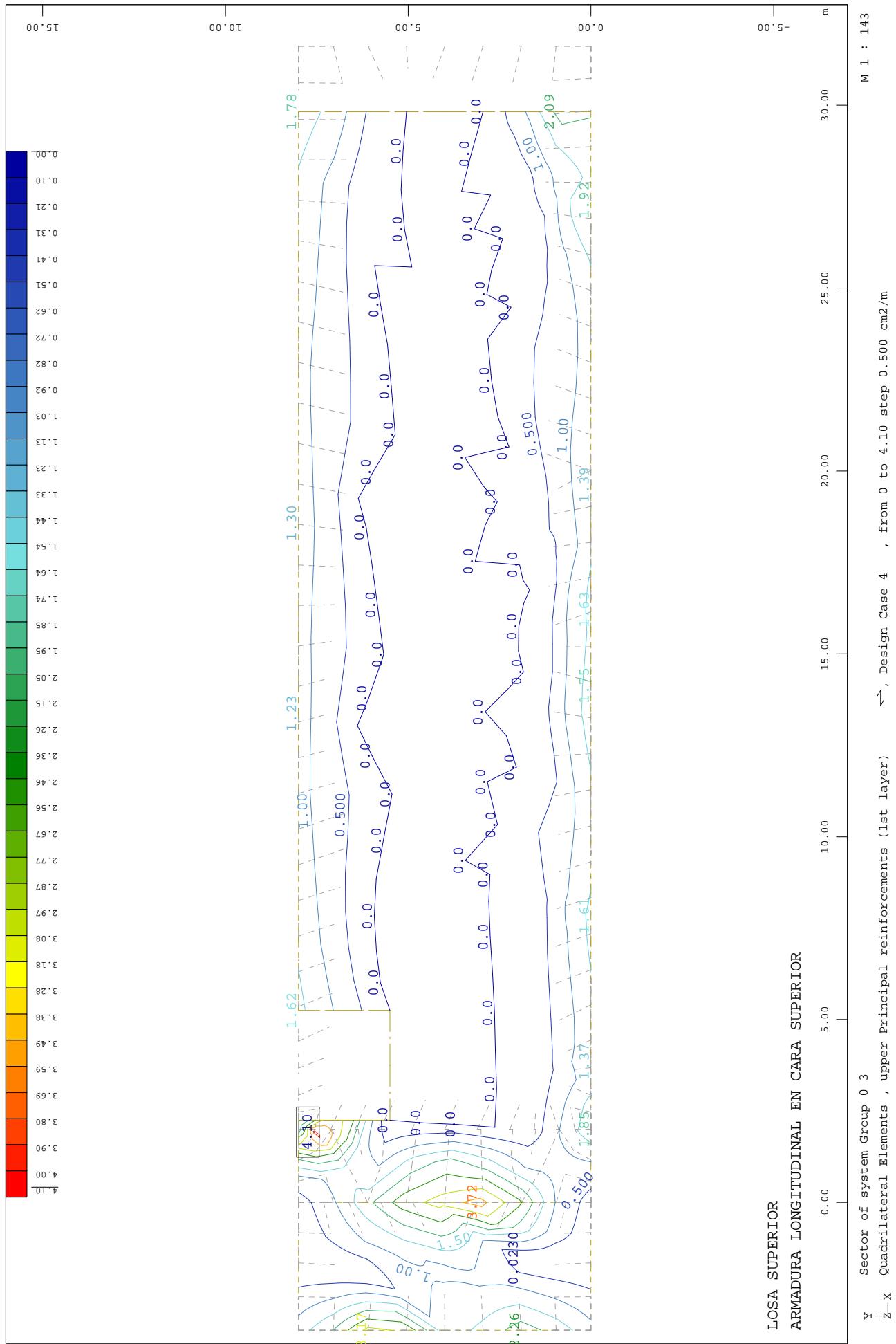
The reinforcement maximum was build out of the numbers of reinforcement-distribution
1 , 2 , 3
and stored as new reinforcement-distribution 4 .

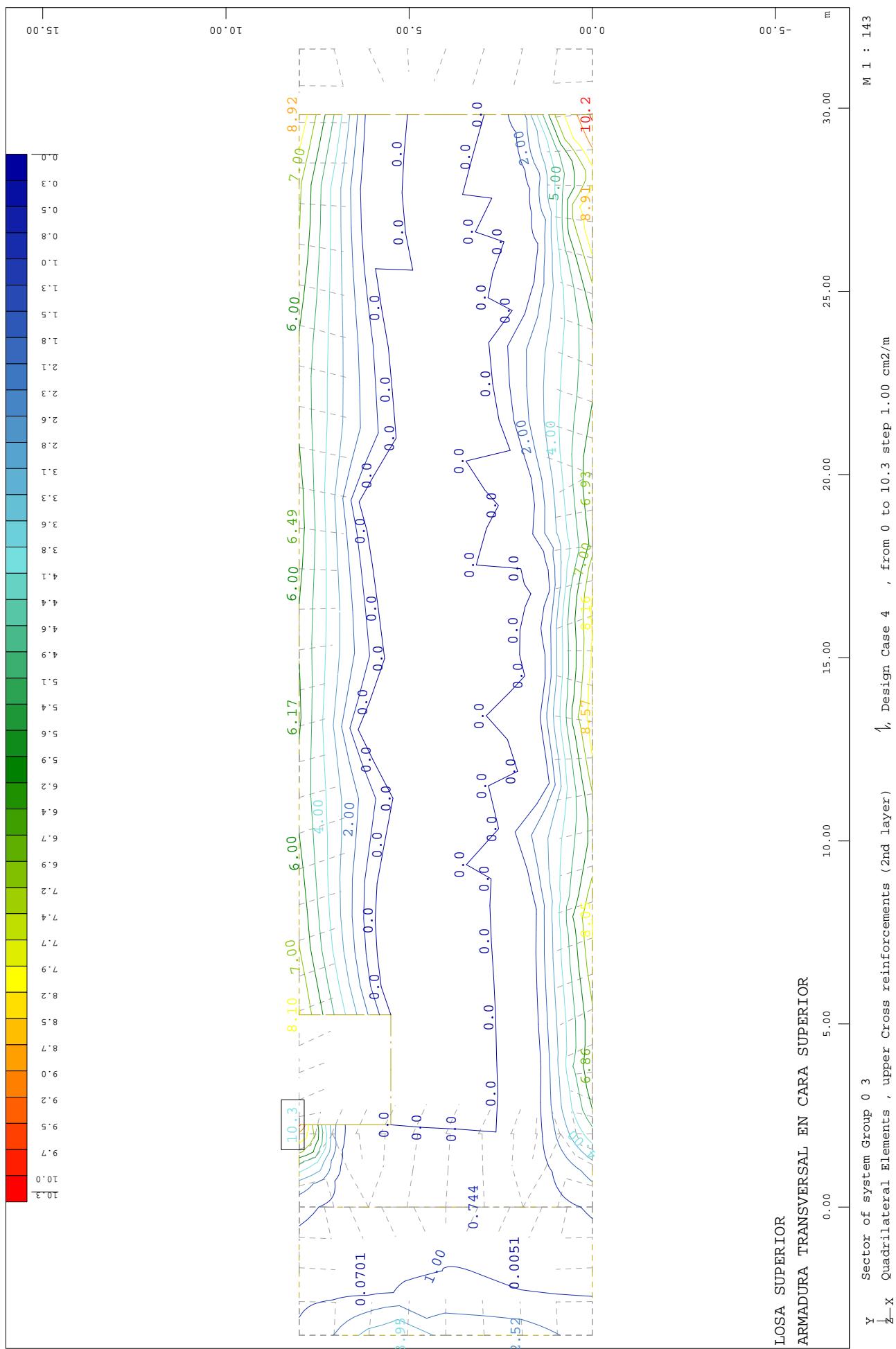


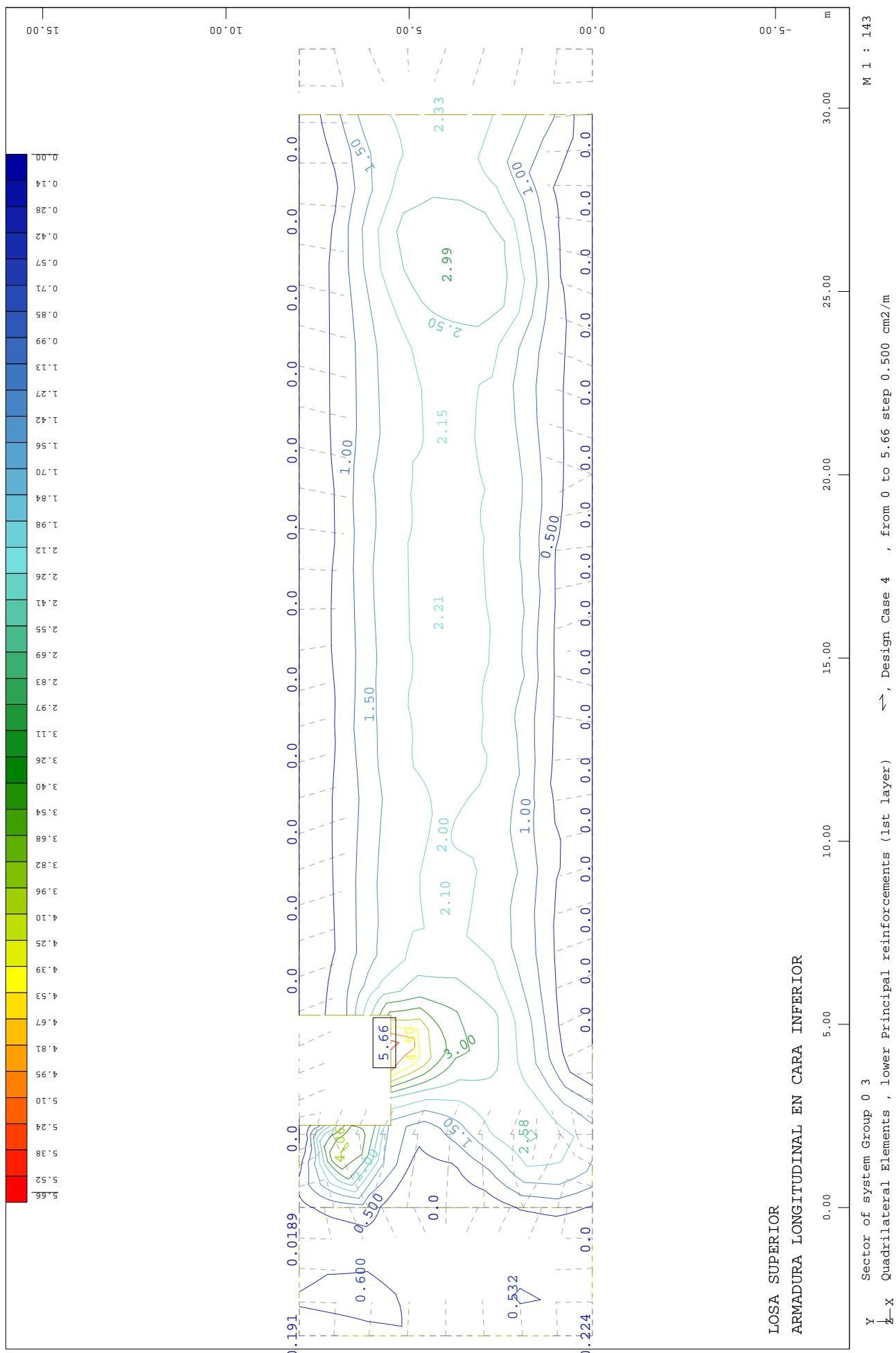


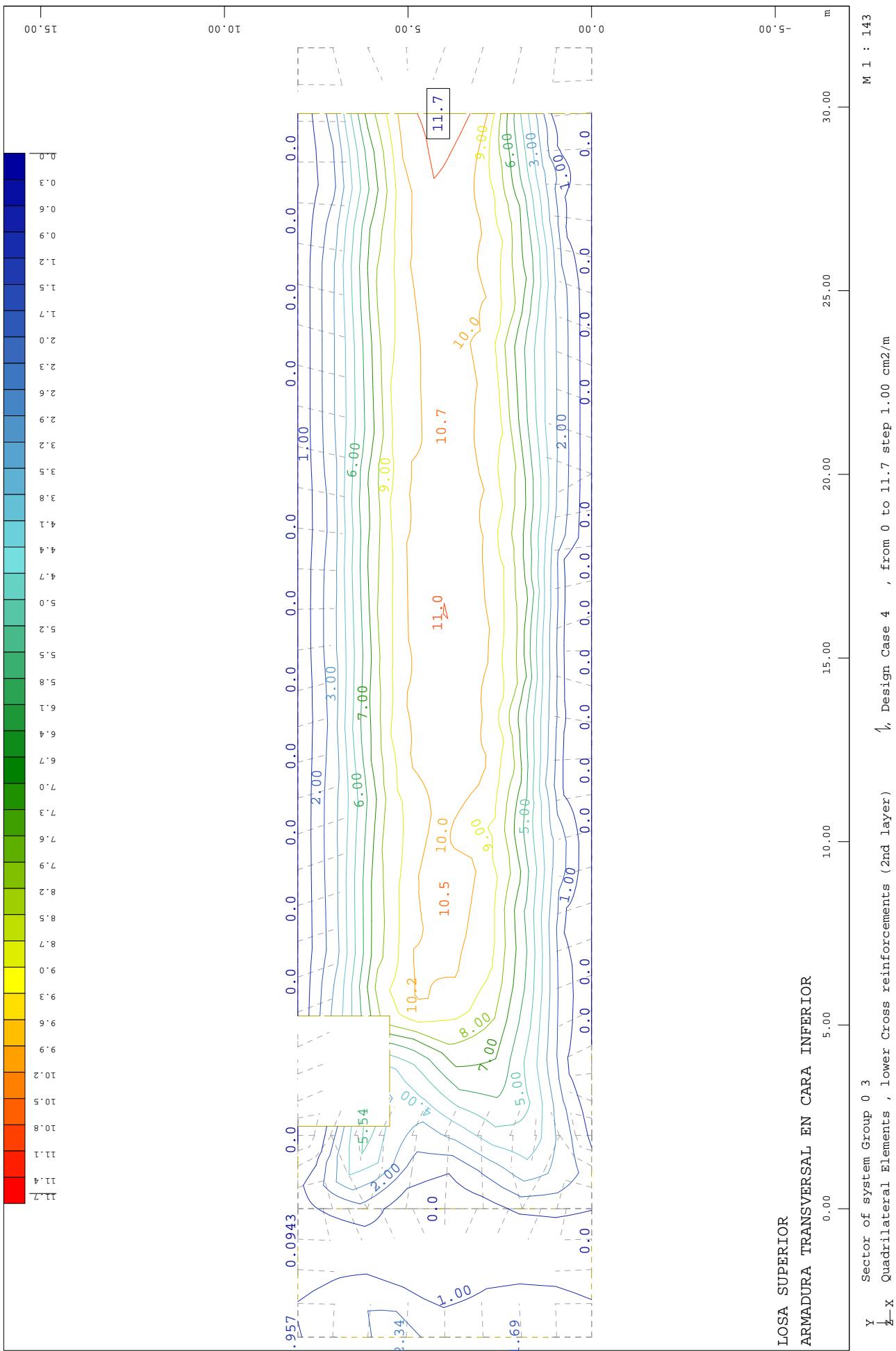


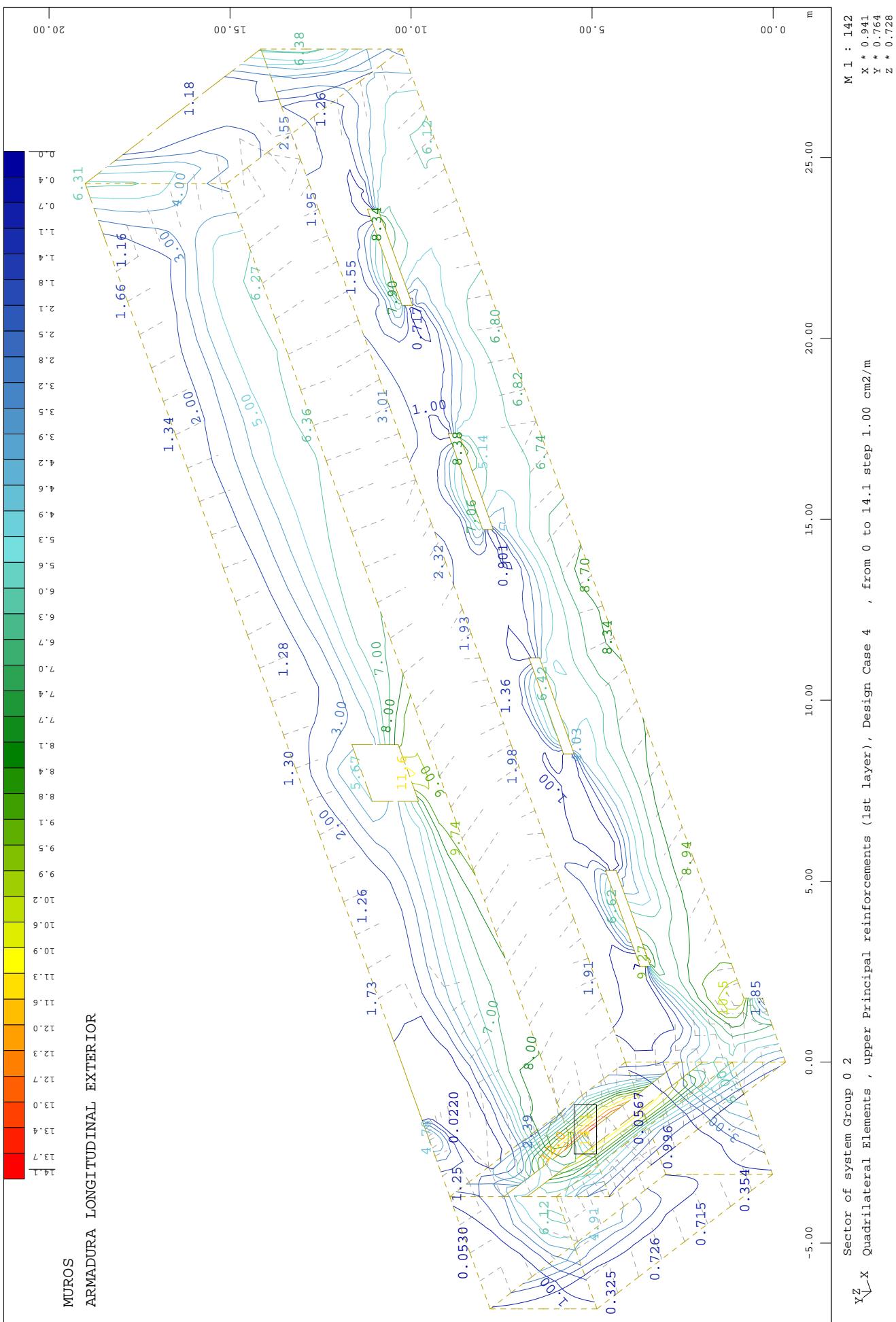


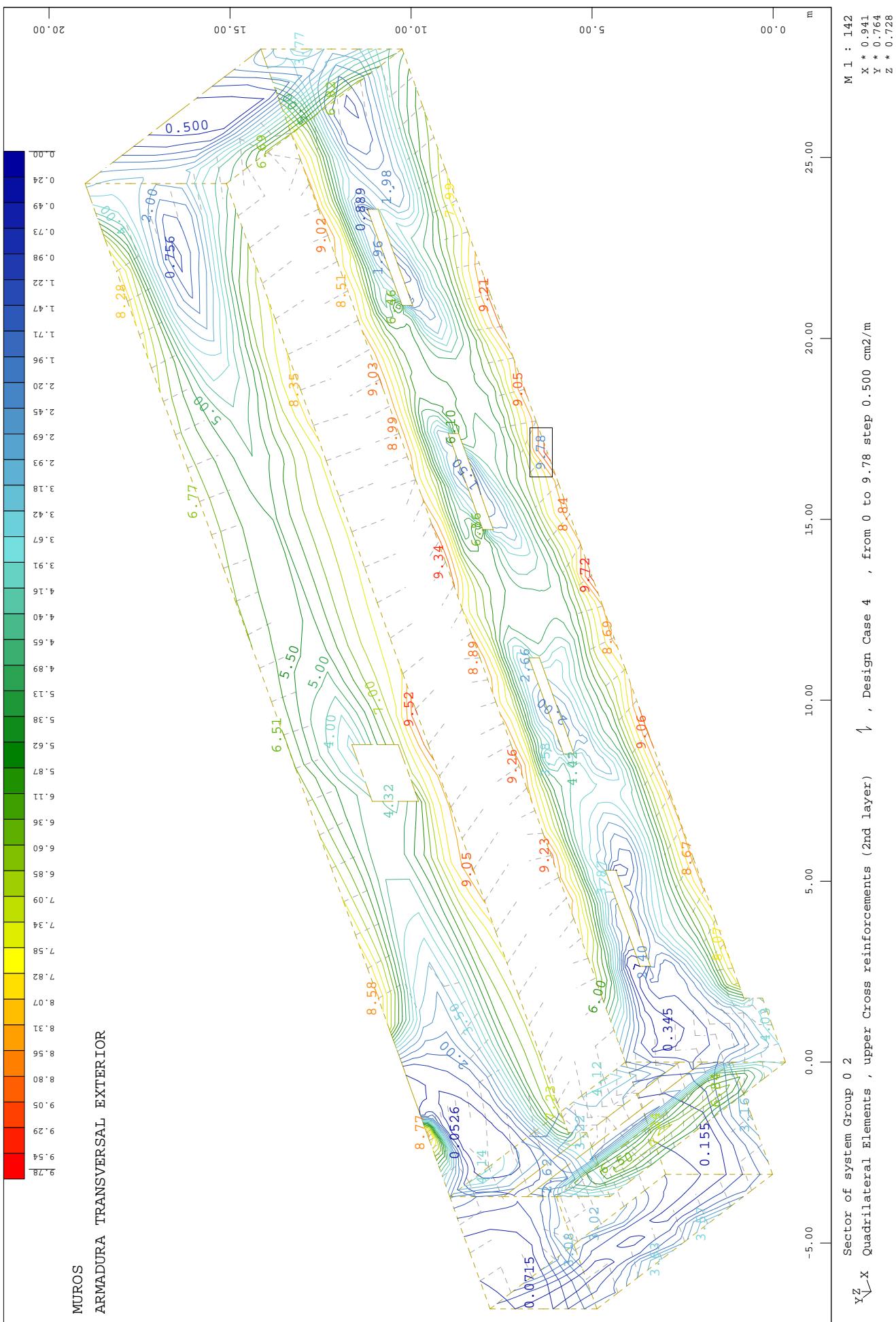


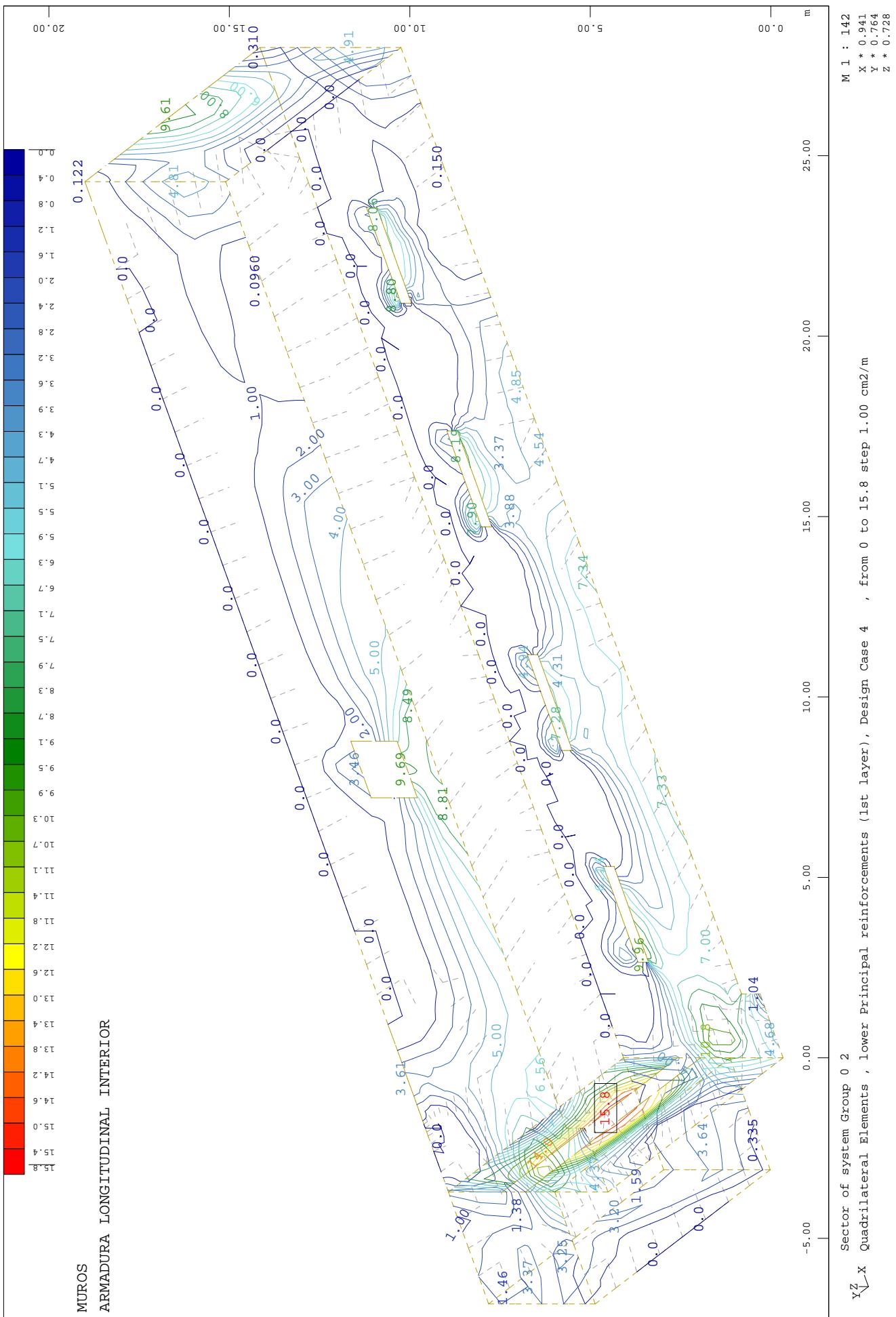


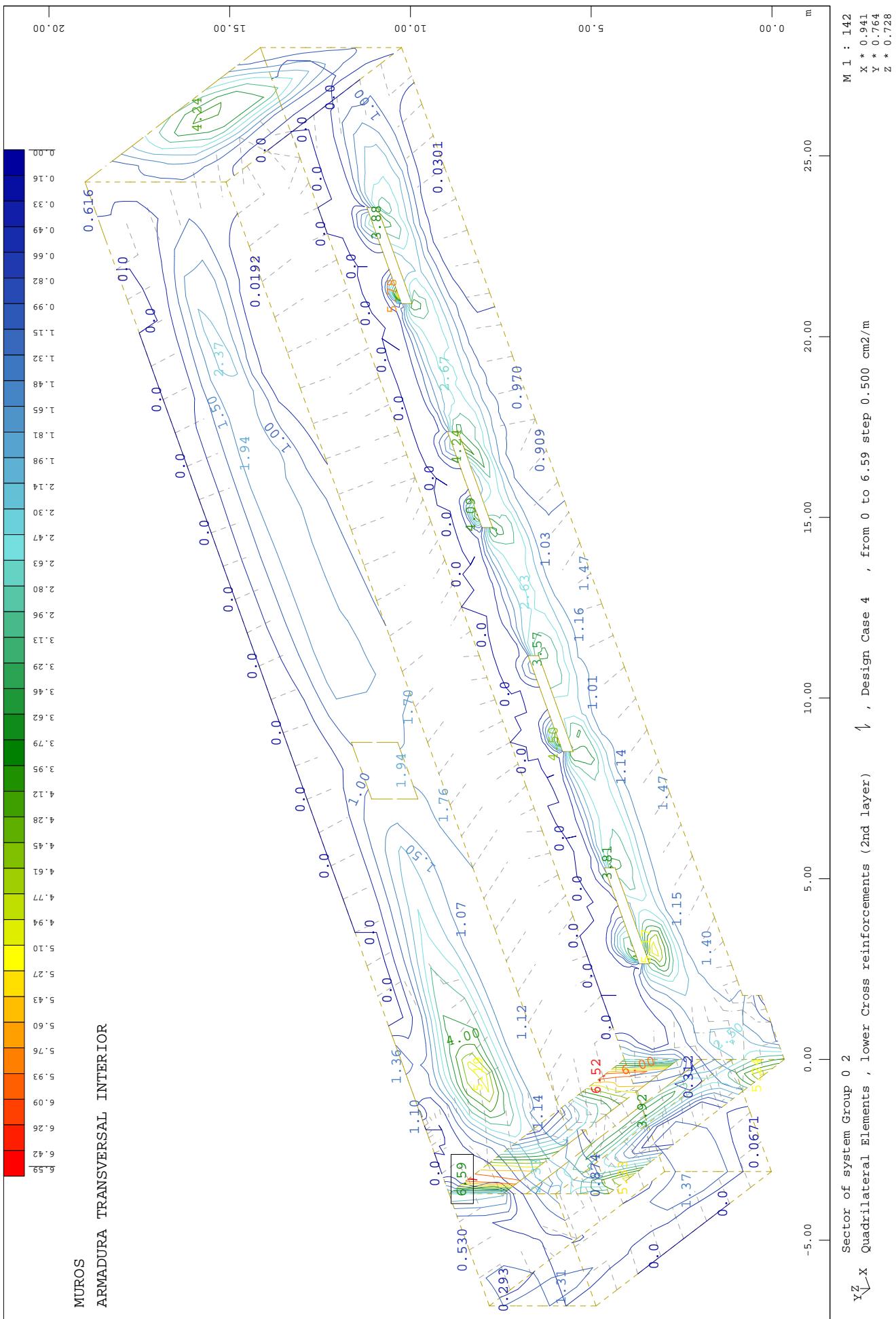












A.4. TENSIONES EN EL TERRENO

TQT
ELU SISMO

Combination rule Number 2

Design Combination

Resulting loadcases type Design Combination

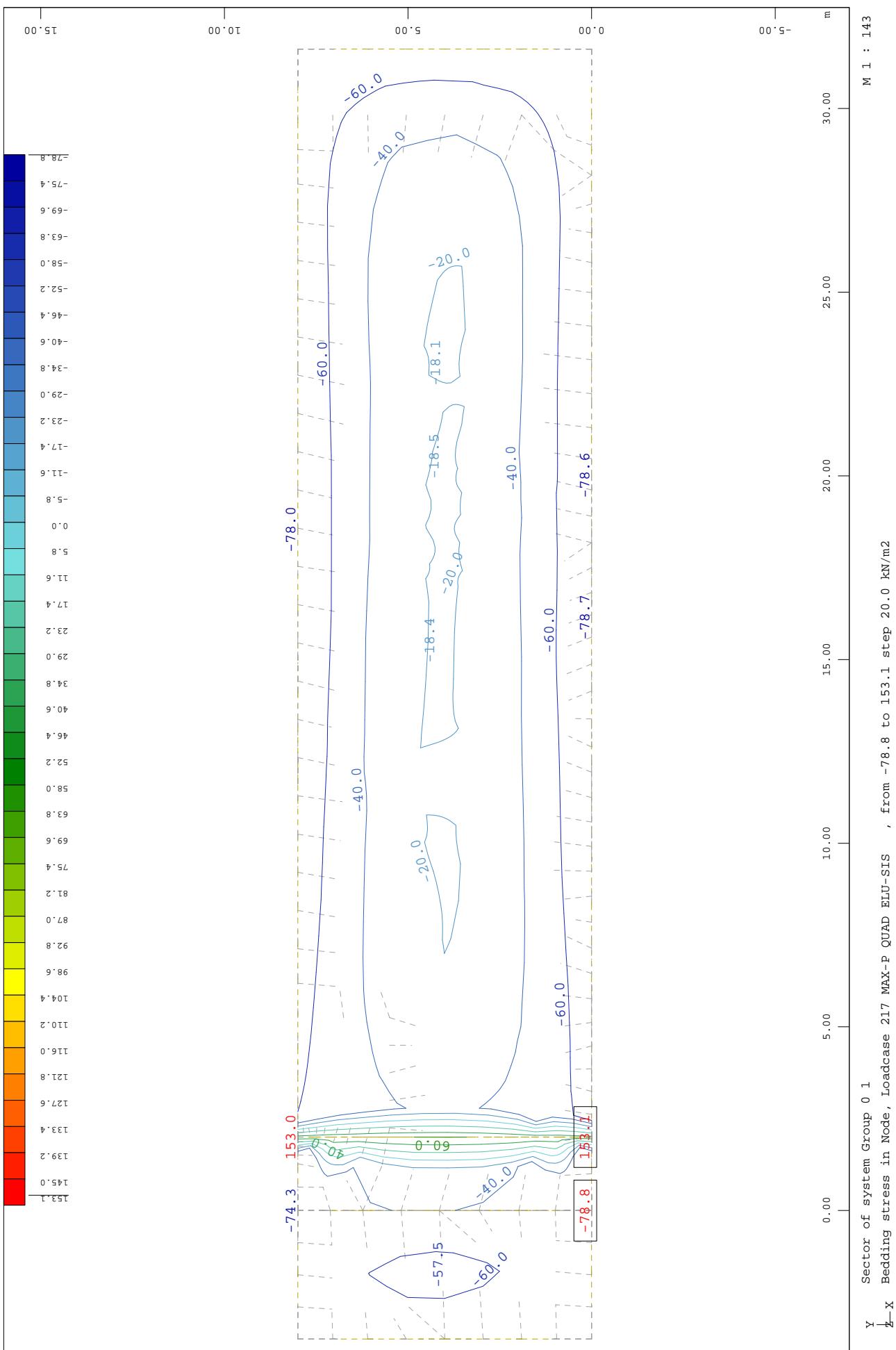
Loadcase selection

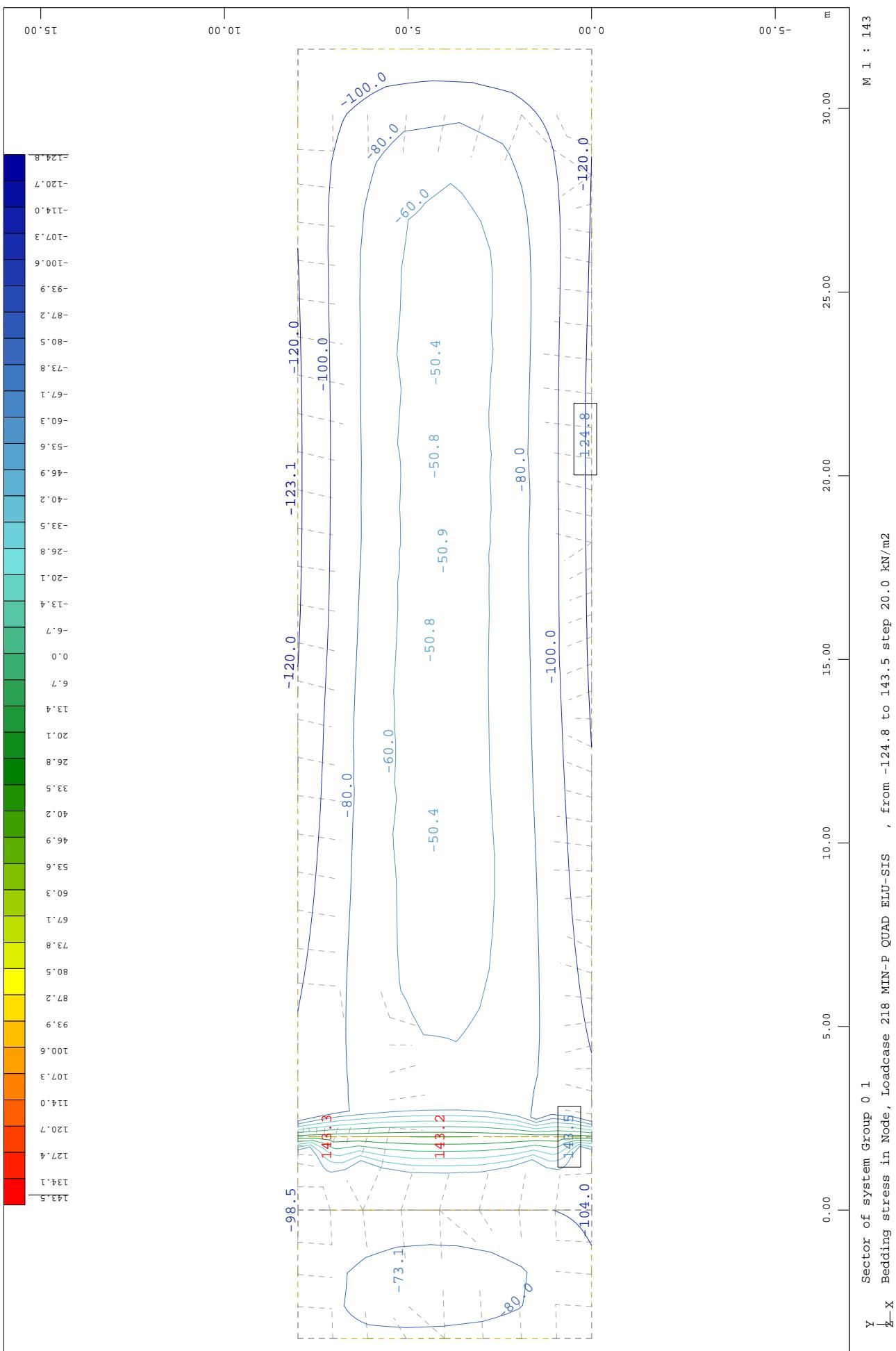
Number	factor	type	Title
1	1.00	permanent load grouped in actions	PP
2	1.00	permanent load grouped in actions	CM_PAV MAX
3	0.30	Conditional LC SCU	
8	1.00	Conditional LC AGUA_INT	
9	1.00	permanent load grouped in actions	EMP_SIS
10	0.30	Conditional LC EMP_SCU_SIS	
11	1.00	permanent load grouped in actions	RETRACCIÓN

Generated Loadcases

Number Comb Title

201	2	MAX-MXX QUAD	ELU-SIS
202	2	MIN-MXX QUAD	ELU-SIS
201	2	MAX-MXX QUAK	ELU-SIS
202	2	MIN-MXX QUAK	ELU-SIS
203	2	MAX-MYY QUAD	ELU-SIS
204	2	MIN-MYY QUAD	ELU-SIS
203	2	MAX-MYY QUAK	ELU-SIS
204	2	MIN-MYY QUAK	ELU-SIS
205	2	MAX-MXY QUAD	ELU-SIS
206	2	MIN-MXY QUAD	ELU-SIS
205	2	MAX-MXY QUAK	ELU-SIS
206	2	MIN-MXY QUAK	ELU-SIS
207	2	MAX-VX QUAD	ELU-SIS
208	2	MIN-VX QUAD	ELU-SIS
207	2	MAX-VX QUAK	ELU-SIS
208	2	MIN-VX QUAK	ELU-SIS
209	2	MAX-VY QUAD	ELU-SIS
210	2	MIN-VY QUAD	ELU-SIS
209	2	MAX-VY QUAK	ELU-SIS
210	2	MIN-VY QUAK	ELU-SIS
211	2	MAX-NXX QUAD	ELU-SIS
212	2	MIN-NXX QUAD	ELU-SIS
211	2	MAX-NXX QUAK	ELU-SIS
212	2	MIN-NXX QUAK	ELU-SIS
213	2	MAX-NYY QUAD	ELU-SIS
214	2	MIN-NYY QUAD	ELU-SIS
213	2	MAX-NYY QUAK	ELU-SIS
214	2	MIN-NYY QUAK	ELU-SIS
215	2	MAX-NXY QUAD	ELU-SIS
216	2	MIN-NXY QUAD	ELU-SIS
215	2	MAX-NXY QUAK	ELU-SIS
216	2	MIN-NXY QUAK	ELU-SIS
217	2	MAX-P QUAD	ELU-SIS
218	2	MIN-P QUAD	ELU-SIS





TQT
ELS CARACT

Combination rule Number 4

Design Combination

Resulting loadcases type Design Combination

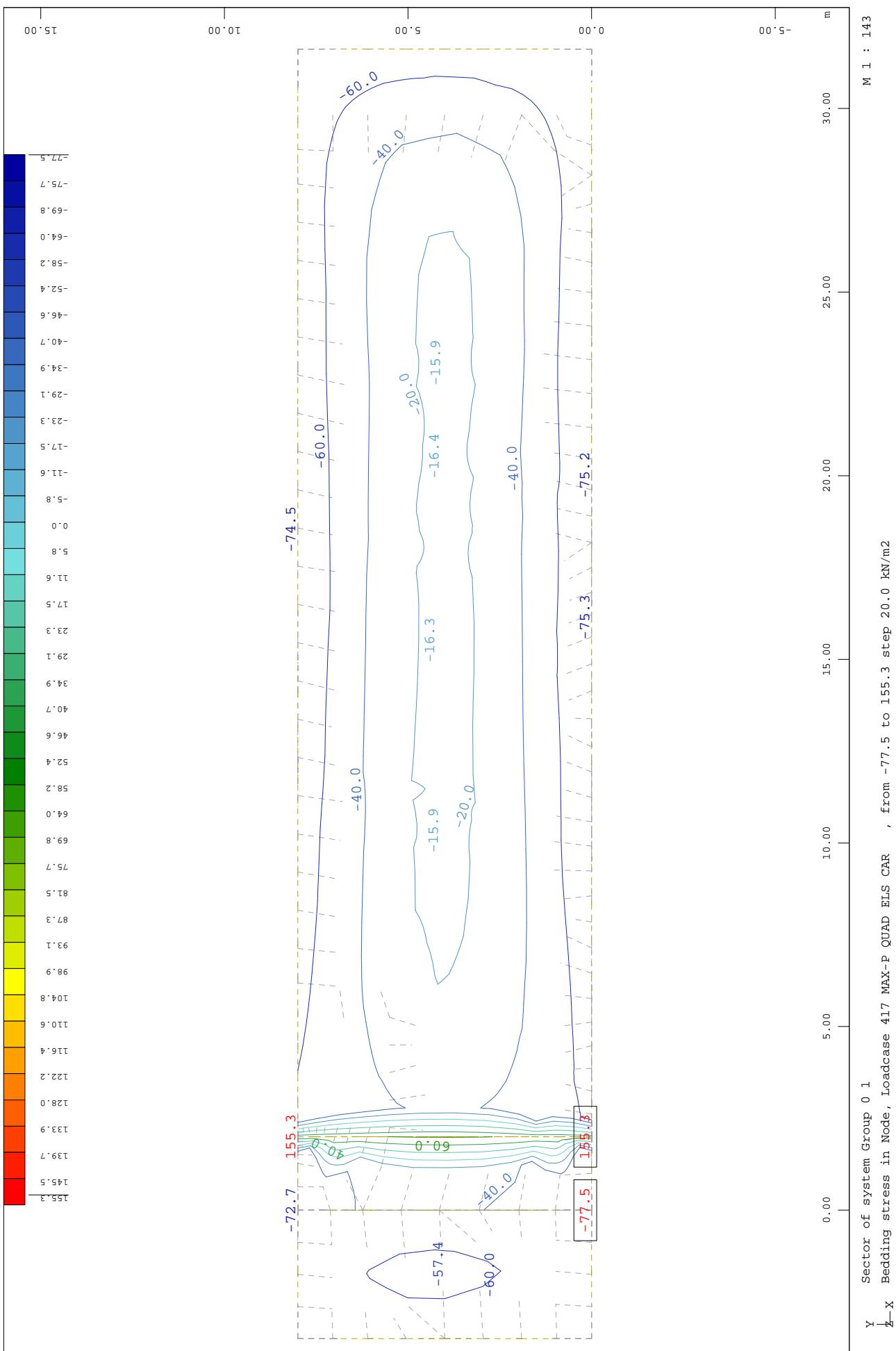
Loadcase selection

Number	factor	type		Title
1	1.00	permanent load grouped in actions		PP
2	1.00	permanent load grouped in actions		CM_PAV MAX
3	1.00	Conditional LC	SCU	
4	1.00	Exclusive LC	AG EMP_ACT	
5	1.00	Exclusive LC	AG EMP REP	
6	1.00	Exclusive LC	A 1 EMP_SCU_ACT	
7	1.00	Exclusive LC	A 1 EMP_SCU REP	
8	1.00	Conditional LC	AGUA_INT	
11	1.00	permanent load grouped in actions		RETRACCÓN

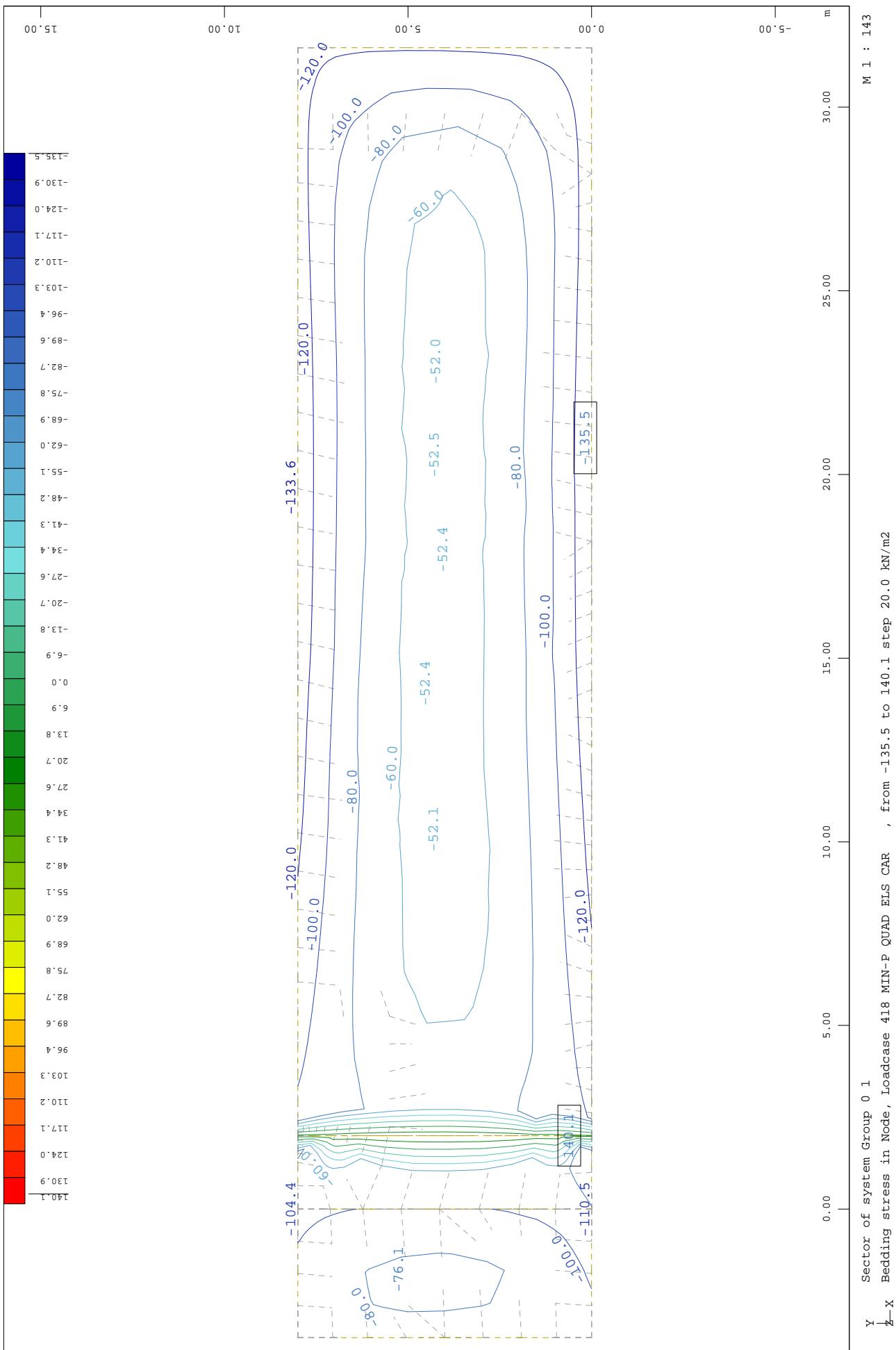
Generated Loadcases

Number Comb Title

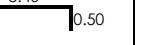
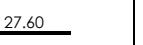
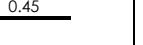
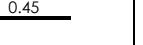
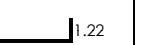
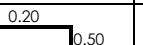
401	4	MAX-MXX QUAD	ELS CAR
402	4	MIN-MXX QUAD	ELS CAR
401	4	MAX-MXX QUAK	ELS CAR
402	4	MIN-MXX QUAK	ELS CAR
403	4	MAX-MYY QUAD	ELS CAR
404	4	MIN-MYY QUAD	ELS CAR
403	4	MAX-MYY QUAK	ELS CAR
404	4	MIN-MYY QUAK	ELS CAR
405	4	MAX-MXY QUAD	ELS CAR
406	4	MIN-MXY QUAD	ELS CAR
405	4	MAX-MXY QUAK	ELS CAR
406	4	MIN-MXY QUAK	ELS CAR
407	4	MAX-VX QUAD	ELS CAR
408	4	MIN-VX QUAD	ELS CAR
407	4	MAX-VX QUAK	ELS CAR
408	4	MIN-VX QUAK	ELS CAR
409	4	MAX-VY QUAD	ELS CAR
410	4	MIN-VY QUAD	ELS CAR
409	4	MAX-VY QUAK	ELS CAR
410	4	MIN-VY QUAK	ELS CAR
411	4	MAX-NXX QUAD	ELS CAR
412	4	MIN-NXX QUAD	ELS CAR
411	4	MAX-NXX QUAK	ELS CAR
412	4	MIN-NXX QUAK	ELS CAR
413	4	MAX-NYY QUAD	ELS CAR
414	4	MIN-NYY QUAD	ELS CAR
413	4	MAX-NYY QUAK	ELS CAR
414	4	MIN-NYY QUAK	ELS CAR
415	4	MAX-NXY QUAD	ELS CAR
416	4	MIN-NXY QUAD	ELS CAR
415	4	MAX-NXY QUAK	ELS CAR
416	4	MIN-NXY QUAK	ELS CAR
417	4	MAX-P QUAD	ELS CAR
418	4	MIN-P QUAD	ELS CAR

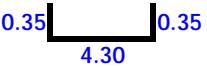
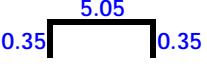


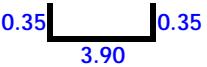
Y Sector of system Group 0 1
 X Bedding stress in Node, Loadcase 417 MAX-P QUAD ELS CAR , from -77.5 to 155.3 step 20.0 kN/m²

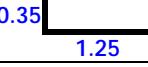
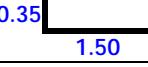
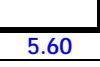
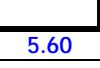
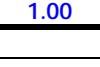
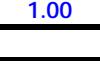


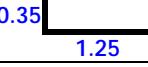
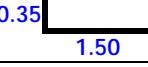
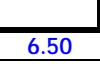
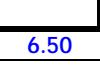
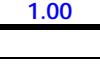
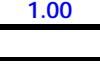
A.5. MEDICIONES AUXILIARES

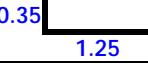
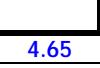
MEDICIONES CAJON								
MEDICION AUXILIAR ACERO PARA ARMAR DESPIECE DE ARMADURAS SECCIÓN TIPO DEPÓSITO DE TORMENTAS								
UBICACIÓN	COD.	FORMA	LONG. m	Nº	Ø mm	DIST. cm	PESO kg/m	MEDICIÓN kg
Transversal losa inferior Cara inferior	1	0.50  0.50 8.40	9.40	138	12	20	0.89	1154.508
Longitudinal losa inferior Cara inferior	2	 27.60	27.60	59	16	15	1.58	2564.150
Transversal losa inferior Cara superior	3	8.40 0.50  0.50	9.40	138	16	20	1.58	2049.576
Longitudinal losa inferior Cara superior	4	 27.60	27.60	59	16	15	1.58	2564.150
Transversal losa inferior Cara superior Ref	5	 7.00	7.00	138	12	20	0.89	859.740
Ref Tranversal losa inferior Esquina	6	 2.00 2.00	4.00	276	16	20	1.58	1744.320
Transversal losa superior Cara superior	7	8.40 0.50  0.50	9.40	138	12	20	0.89	1154.508
Longitudinal losa superior Cara superior	8	 27.60	27.60	42	12	20	0.89	1031.688
Transversal losa superior Cara inferior	9A	0.50  0.50 8.40	9.40	193	16	15	1.58	2869.406
Ref Tranversal losa superior Cara inferior	9B	 27.60	27.60	0	12	0	0.89	0.000
Longitudinal losa superior Cara inferior	10	 27.60	27.60	42	12	20	0.89	1031.688
Ref Tranversal losa superior Esquina	11	 2.00 2.00	4.00	276	16	20	1.58	1744.320
Longitudinal muro Trasdós	12	 27.60	27.60	60	16	20	1.58	2616.480
Longitudinal muro Intradós	13	 27.60	27.60	60	16	20	1.58	2616.480
Transversal muro Trasdós	14	0.45 6.00 	6.45	276	12	20	0.89	1584.378
Transversal muro Intradós	15	0.45 6.00 	6.45	276	12	20	0.89	1584.378
Esperas muro Trasdós	16	 1.22 0.35	1.57	276	12	20	0.89	385.655
Esperas muro Intradós	17	 1.22 0.35	1.57	276	12	20	0.89	385.655
Horquillas	18		0.00	0	6	0	0.22	0.000
Armadura lateral losa inf	19	 27.60	27.60	4	16	0	1.58	174.432
Cercos losa Inferior	20	0.20 0.50  0.50 0.20	1.40	0	12	0	0.89	0.000
Cercos losa Superior	21	0.20 0.50  0.50 0.20	1.40	0	12	0	0.89	0.000
Total Kg/m en Cajon							1018.68	
Total Kg en Cajon							28115.51	

MEDICIÓN AUXILIAR ACERO PARA ARMAR								
DESPIECE ARMADURAS LOSA INFERIOR ARQUETA								
Transversal Inferior Losa	-		0.35 4.30 0.35	5.00	26	12	20	0.89 115.700
Transversal Superior Losa	-		0.35 4.30 0.35	5.00	26	12	20	0.89 115.700
Longitudinal Inferior Losa	-		0.35 5.05 0.35	5.75	22	12	20	0.89 112.585
Longitudinal Superior Losa	-		0.35 5.05 0.35	5.75	22	12	20	0.89 112.585
Total Kg en solera del foso								456.570
Despuntos y Solapes								7.00% 31.960
Total Kg en solera del foso								488.530

MEDICIÓN AUXILIAR ACERO PARA ARMAR								
DESPIECE ARMADURAS LOSA SUPERIOR ARQUETA								
Transversal Inferior Losa	-		0.35 3.90 0.35	4.60	24	12	20	0.89 98.256
Transversal Superior Losa	-		3.90 0.35 0.35	4.60	24	12	20	0.89 98.256
Longitudinal Inferior Losa	-		0.35 4.65 0.35	5.35	20	12	20	0.89 95.230
Longitudinal Superior Losa	-		0.35 4.65 0.35	5.35	20	12	20	0.89 95.230
Total Kg en solera del foso								386.972
Despuntos y Solapes								7.00% 27.088
Total Kg en solera del foso								414.060

MEDICIÓN AUXILIAR ACERO PARA ARMAR								
DESPIECE ARMADURAS ALZADO MURO CIERRE 1								
Esperas Intrados	-		1.60	5	12	20	0.89	7.120
Esperas Trasdos	-		1.85	5	16	20	1.58	14.615
Vertical Intrados Muro	-		5.95	5	12	20	0.89	26.478
Vertical Trasdos Muro	-		5.95	5	16	20	1.58	47.005
Longitudinal Intrados Muro	-		1.00	28	16	20	1.58	44.240
Longitudinal Trasdos Muro	-		1.00	28	16	20	1.58	44.240
Total Kg/m en alzado de Muro 1								183.698
Despentes y Solapes								7.00%
Total Kg/m en alzado de Muro 1								196.556

MEDICIÓN AUXILIAR ACERO PARA ARMAR								
DESPIECE ARMADURAS ALZADO MURO CIERRE 2								
Esperas Intrados	-		1.60	5	12	20	0.89	7.120
Esperas Trasdos	-		1.85	5	16	20	1.58	14.615
Vertical Intrados Muro	-		6.85	5	12	20	0.89	30.483
Vertical Trasdos Muro	-		6.85	5	16	20	1.58	54.115
Longitudinal Intrados Muro	-		1.00	33	16	20	1.58	52.140
Longitudinal Trasdos Muro	-		1.00	33	16	20	1.58	52.140
Total Kg/m en alzado de Muro 2								210.613
Despentes y Solapes								7.00%
Total Kg/m en alzado de Muro 2								225.355

MEDICIÓN AUXILIAR ACERO PARA ARMAR								
DESPIECE ARMADURAS ALZADO MUROS ARQUETA								
Esperas Intrados	-		1.60	5	12	20	0.89	7.120
Esperas Trasdos	-		1.60	5	12	20	0.89	7.120
Vertical Intrados Muro	-		5.00	5	12	20	0.89	22.250
Vertical Trasdos Muro	-		5.00	5	12	20	0.89	22.250
Longitudinal Intrados Muro	-		1.00	31	12	15	0.89	27.590
Longitudinal Trasdos Muro	-		1.00	31	12	15	0.89	27.590
Total Kg/m en alzado de Estructura Comunicante								113.920
Despentes y Solapes								7.00%
Total Kg/m en alzado de Estructura Comunicante								121.894

DEPÓSITO DE TORMENTAS

M³ HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30/B/20/IV

	Uds.	Largo m	Ancho m	Espesor m	TOTAL m ³
<i>SECCIÓN EN CAJÓN</i>					
Hastial	2	31.20	6.00	0.45	168.48
Losa inferior	1	31.60	8.80	0.50	139.04
Losa superior	1	31.20	8.40	0.50	131.04
<i>MUROS DE CIERRE</i>					
Muro 1	1	8.40	5.60	0.45	21.17
Muro 2	1	8.40	6.50	0.45	24.57
<i>ARQUETA COLECTOR ALIVIADERO</i>					
Muros	1	11.45	4.65	0.40	21.30
Losa inferior	1	4.30	5.05	0.40	8.69
Losa superior	1	3.90	4.65	0.40	7.25
TOTAL					521.54

M² ENCOFRADO MODULAR RECTO

	Uds.	Largo m	Ancho m	TOTAL m ²	
<i>SECCIÓN EN CAJÓN</i>					
Hastial	4	31.20	6.00	748.80	
Losa superior	1	31.20	8.40	262.08	
<i>MUROS DE CIERRE</i>					
Muro 1	2	8.40	5.60	94.08	
Muro 2	2	8.40	6.50	109.20	
<i>ARQUETA COLECTOR ALIVIADERO</i>					
Muros	2	14.30	4.65	132.99	
Losa superior	1	3.40	8.30	28.22	
TOTAL					1375.36

M² IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS

	Uds.	Largo m	Ancho m	TOTAL m ²	
<i>SECCIÓN EN CAJÓN</i>					
Hastial	2	31.20	6.00	374.40	
Losa superior	1	31.20	8.40	262.08	
<i>MUROS DE CIERRE</i>					
Muro 1	1	8.40	5.60	47.04	
Muro 2	1	8.40	6.50	54.60	
<i>ARQUETA COLECTOR ALIVIADERO</i>					
Muros	1	14.30	4.65	66.50	
Losa superior	1	3.40	8.30	28.22	
TOTAL					832.84

M³ HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150

	Uds.	Largo m	Ancho m	Espesor m	TOTAL m ²
<i>SECCIÓN EN CAJÓN</i>					
Losa inferior	1	31.60	8.80	0.10	27.81
<i>ARQUETA COLECTOR ALIVIADERO</i>					
Losa inferior	1	4.30	5.05	0.10	2.17
TOTAL					29.98

KG ACERO CORRUGADO EN ARMADURAS B-500-SD

	Uds.	Med. Aux. kg/m	Long m	Med. Aux. kg	TOTAL kg
<i>Sección en cajón</i>					
Muro cierre 1	1	1019.00	31.20		31792.80
Muro cierre 2	1	183.70	8.40		1543.06
Muros arqueta	1	210.61	8.40		1769.15
Losa superior arqueta	1			386.97	386.97
Losa inferior arqueta	1			456.57	456.57
Armadura conexión (futura ampliación)	2	12.00	31.20		748.80
DESPUNTES Y SOLAPOS	1	0.07	38001.73		2850.13
TOTAL					40851.86

ANEXO: ARQUETA DESARENADOR

Esta arqueta posee unas dimensiones interiores en planta de 2,2 x 2,2 m, con una profundidad de 5,50 m de lámina libre de agua. Estará formada por hormigón armado HA-30/B/20/IV con muros de 0,40 m de espesor y losa superior e inferior también de 0,40 m de espesor. Estará dotada de una tapa de registro de fundición dúctil de 600 mm de diámetro.

Las hipótesis de carga, condiciones del terreno y acciones consideradas son las mismas que las empleadas para el tanque de tormentas, salvo la sobrecarga de uso que en este caso al estar la arqueta desarenador ubicada bajo un parterre no se aplica carga de tráfico sino que se ha considerado una sobrecarga de 1,00 kN/m².

En el anexo al final de este documento se adjuntan los listados de cálculo de esta arqueta desarenador.

ANEXO: ARQUETA DESARENADOR

Listado de datos de la obra

DESARENADOR DEL TANQUE DE TORMENTAS CITMUSA

Fecha: 26/06/12

ÍNDICE

1.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	2
2.- NORMAS CONSIDERADAS	2
3.- ACCIONES CONSIDERADAS	2
3.1.- Gravitatorias	2
3.2.- Viento	2
3.3.- Sismo	2
3.4.- Hipótesis de carga	3
3.5.- Empujes en muros	3
4.- ESTADOS LÍMITE	3
5.- SITUACIONES DE PROYECTO	3
5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)	4
5.2.- Combinaciones	5
6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	7
7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS	7
7.1.- Muros	7
8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	8
9.- MATERIALES UTILIZADOS	8
9.1.- Hormigones	8
9.2.- Aceros por elemento y posición	8
9.2.1.- Aceros en barras	8
9.2.2.- Aceros en perfiles	8
10.- MEDICIÓN DE SUPERFICIES Y VOLÚMENES	9
10.1.- Plantas 0: Cimentación	9
10.2.- Plantas 1: Rasante	9
10.3.- Resumen total obra	9
11.- CUANTÍAS DE OBRA	10

Listado de datos de la obra

DESARENADOR DEL TANQUE DE TORMENTAS CITMUSA

Fecha: 26/06/12

1.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: DESARENADOR TANQUE DE TORMENTAS CITMUSA

Clave: DESARENADOR TQT

2.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB-SE A

Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

3.- ACCIONES CONSIDERADAS

3.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m ²)	Cargas muertas (kN/m ²)
RASANTE	1.0	0.0
Cimentación	0.0	0.0

3.2.- Viento

Sin acción de viento

3.3.- Sismo

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Provincia: MURCIA Término: MURCIA

Clasificación de la construcción: Construcciones de importancia normal

Aceleración sísmica básica (a_b): 0.150 g, (siendo 'g' la aceleración de la gravedad)

Coeficiente de contribución (K): 1.00

Coeficiente adimensional de riesgo (ρ): 1

Coeficiente según el tipo de terreno (C): 1.30 (Tipo II)

Coeficiente de amplificación del terreno (S): 1.033

Aceleración sísmica de cálculo ($a_c = S \times \rho \times a_b$): 0.155 g

Método de cálculo adoptado: Análisis modal espectral

Amortiguamiento: 5% (respecto del amortiguamiento crítico)

Fracción de la sobrecarga a considerar: 0.50

Número de modos: 3

Coeficiente de comportamiento por ductilidad: 2 (Ductilidad baja)

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Listado de datos de la obra

DESARENADOR TQT CITMUSA

Fecha: 26/06/12

3.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y
-------------	---

3.5.- Empujes en muros

Empuje de Defecto

Una situación de relleno

Carga:Carga permanente

Con relleno: Cota 6.30 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 18.00 kN/m³

Densidad sumergida 10.00 kN/m³

Ángulo rozamiento interno 25.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

4.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

5.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Listado de datos de la obra

DESARENADOR DEL TANQUE DE TORMENTAS CITMUSA

Fecha: 26/06/12

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

A_E Acción sísmica

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notas:

⁽¹⁾ Fracción de las solicitudes sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notas:

⁽¹⁾ Fracción de las solicitudes sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Listado de datos de la obra

DESARENADOR TQT CITMUSA

Fecha: 26/06/12

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

5.2.- Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente

Qa Sobrecarga de uso

SX Sismo X

SY Sismo Y

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	G	Qa	SX	SY
1	1.000			
2	1.350			

Listado de datos de la obra

DESARENADOR DEL TANQUE DE TORMENTAS CITMUSA

Fecha: 26/06/12

Comb.	G	Qa	SX	SY
3	1.000	1.500		
4	1.350	1.500		
5	1.000		-0.300	-1.000
6	1.000	0.300	-0.300	-1.000
7	1.000		0.300	-1.000
8	1.000	0.300	0.300	-1.000
9	1.000		-0.300	1.000
10	1.000	0.300	-0.300	1.000
11	1.000		0.300	1.000
12	1.000	0.300	0.300	1.000
13	1.000		-1.000	-0.300
14	1.000	0.300	-1.000	-0.300
15	1.000		1.000	-0.300
16	1.000	0.300	1.000	-0.300
17	1.000		-1.000	0.300
18	1.000	0.300	-1.000	0.300
19	1.000		1.000	0.300
20	1.000	0.300	1.000	0.300

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	G	Qa	SX	SY
1	1.000			
2	1.600			
3	1.000	1.600		
4	1.600	1.600		
5	1.000		-0.300	-1.000
6	1.000	0.300	-0.300	-1.000
7	1.000		0.300	-1.000
8	1.000	0.300	0.300	-1.000
9	1.000		-0.300	1.000
10	1.000	0.300	-0.300	1.000
11	1.000		0.300	1.000
12	1.000	0.300	0.300	1.000
13	1.000		-1.000	-0.300
14	1.000	0.300	-1.000	-0.300
15	1.000		1.000	-0.300
16	1.000	0.300	1.000	-0.300
17	1.000		-1.000	0.300
18	1.000	0.300	-1.000	0.300
19	1.000		1.000	0.300
20	1.000	0.300	1.000	0.300

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Comb.	G	Qa	SX	SY
1	1.000			

Listado de datos de la obra

DESARENADOR TQT CITMUSA

Fecha: 26/06/12

Comb.	G	Qa	SX	SY
2	1.000	1.000		
3	1.000		-1.000	
4	1.000	1.000	-1.000	
5	1.000		1.000	
6	1.000	1.000	1.000	
7	1.000			-1.000
8	1.000	1.000		-1.000
9	1.000			1.000
10	1.000	1.000		1.000

6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	RASANTE	1	RASANTE	6.30	6.30
0	Cimentación				0.00

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1.- Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(2.40, -0.20) (2.40, 2.40)		1	0.2+0.2=0.4
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(-0.20, 2.40) (2.40, 2.40)		1	0.2+0.2=0.4
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(-0.20, -0.20) (-0.20, 2.40)		1	0.2+0.2=0.4
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(-0.20, -0.20) (2.40, -0.20)		1	0.2+0.2=0.4

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.400 x 0.400 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.40 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.200 MPa Módulo de balasto: 50000.00 kN/m ³
M3	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.400 x 0.400 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.40 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.200 MPa Módulo de balasto: 50000.00 kN/m ³
M4	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.400 x 0.400 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.40 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.200 MPa Módulo de balasto: 50000.00 kN/m ³

Listado de datos de la obra

DESARENADOR DEL TANQUE DE TORMENTAS CITMUSA

Fecha: 26/06/12

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M5	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.400 x 0.400 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.40 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.200 MPa Módulo de balasto: 50000.00 kN/m ³

8.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m ³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	40	50000.00	0.200	0.200

9.- MATERIALES UTILIZADOS

9.1.- Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-30; $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$; $\gamma_c = 1.30 \text{ a } 1.50$

9.2.- Aceros por elemento y posición

9.2.1.- Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 SD; $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1.00 \text{ a } 1.15$

9.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S235	235	210
Aceros laminados	S275	275	210

Listado de datos de la obra

DESARENADOR TQT CITMUSA

Fecha: 26/06/12

10.- MEDICIÓN DE SUPERFICIES Y VOLÚMENES

10.1.- Plantas 0: Cimentación

Superficie total: 9.31 m²

Superficie total forjados: 5.06 m²

Losas de cimentación: 5.06 m²

Superficie en planta de vigas, zunchos y muros: 4.25 m²

Superficie lateral de vigas, zunchos y muros: 4.88 m²

Hormigón total en vigas: 1.70 m³

Vigas: 1.70 m³

Volumen total forjados: 2.03 m³

Losas de cimentación: 2.03 m³

10.2.- Plantas 1: Rasante

Superficie total: 4.24 m²

Superficie total forjados: 0.00 m²

Superficie en planta de vigas, zunchos y muros: 4.24 m²

Hormigón total en vigas: 0.00 m³

Volumen total forjados: 0.00 m³

10.3.- Resumen total obra

Superficie total: 13.55 m²

Superficie total forjados: 5.06 m²

Losas de cimentación: 5.06 m²

Superficie en planta de vigas, zunchos y muros: 8.49 m²

Superficie lateral de vigas, zunchos y muros: 4.88 m²

Hormigón total en vigas: 1.70 m³

Vigas: 1.70 m³

Volumen total forjados: 2.03 m³

Losas de cimentación: 2.03 m³

Listado de datos de la obra

DESARENADOR DEL TANQUE DE TORMENTAS CITMUSA

Fecha: 26/06/12

11.- CUANTÍAS DE OBRA

Cimentación - Superficie total: 9.31 m²

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (Kg)
Forjados	5.06	2.03	
*Arm. base losas			192
Vigas	4.25	1.70	137
Encofrado lateral	4.88		
Total	14.19	3.73	329
Índices (por m ²)	1.524	0.401	35.34

RASANTE - Superficie total: 4.24 m²

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (Kg)
Vigas	4.24		
Muros	153.78	30.76	2671
Total	158.02	30.76	2671
Índices (por m ²)	37.269	7.255	629.95

Total obra - Superficie total: 13.55 m²

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (Kg)
Forjados	5.06	2.03	
*Arm. base losas			192
Vigas	8.49	1.70	137
Encofrado lateral	4.88		
Muros	153.78	30.76	2671
Total	172.21	34.49	3000
Índices (por m ²)	12.709	2.545	221.40