

**HMG INGENIERIA**

**MEMORIA DE CALCULO  
ESTANTE EM295-4**

**MCA-20-045-001**

**PARA**

**GRUPO MALETEK**

C	09-10-20	Revisión Cliente	HMG	HMG	HMG			
B	09-10-20	Revisión Interna	HMG	HMG	HMG			
A	08-10-20	Revisión Interna	HMG	HMG	HMG			
REV.	FECHA	MOTIVO DE REVISIÓN	POR	REV.	APROB	DIBUJO	CLIENTE	
			JOB No. -				Página 1 de 19	
			DOC. No. MCA-20-045-001				REV. C	

## TABLA DE CONTENIDOS

Sección	Título	Página
1	INTRODUCCIÓN .....	3
2	ALCANCE .....	3
3	REFERENCIAS .....	3
3.1	DOCUMENTOS .....	3
4	BASES DE CALCULO .....	3
4.1	NORMAS .....	3
4.2	MATERIALES.....	4
4.3	SOLICITACIONES .....	4
4.3.1	CARGAS PERMANENTES (D).....	4
4.3.2	SOBRECARGAS DE USO (L) .....	4
4.4	COMBINACIONES DE CARGA .....	4
5	DESARROLLO .....	4
6	CONCLUSIONES .....	5
7	APÉNDICES .....	5
	Apéndice A: Verificación Estante.....	5
	Apéndice B: Fichas Técnicas. ....	14

## 1 INTRODUCCIÓN

La empresa MALETEK solicita a HMG Ingeniería la validación estructural de la estantería en cuestión, para establecer la capacidad de carga sobre las bandejas para su posterior certificación y venta al mercado.

## 2 ALCANCE

El objetivo de este documento es presentar la verificación correspondiente a un estante de acero comercial del GRUPO MALETEK, para la certificación del producto para su venta. La verificación a realizar corresponde a una condición de servicio y estática de la estructura. El presente documento no realiza una verificación frente a condiciones sísmicas.



Figura 1. Vista en perspectiva Estante.

## 3 REFERENCIAS

### 3.1 DOCUMENTOS

- Fichas Técnicas y Geometría. (Ver Apéndice B)

## 4 BASES DE CALCULO

### 4.1 NORMAS

- NCh3171.Of2017 Diseño Estructural - Disposiciones Generales y Combinaciones de Carga.

- American Institute of Steel Constructions, Inc., AISC. "Specification for Structural Steel Buildings". 2005.

## 4.2 MATERIALES

- Acero:**

Acero estructural: SAE1010,  $f_y = 300$  [MPa] tensión fluencia  
 $f_u = 370$  [MPa] tensión última

Este acero según la ficha técnica es laminado en frío.

## 4.3 SOLICITACIONES

### 4.3.1 CARGAS PERMANENTES (D)

Peso de toda la estructura y la sobrecarga permanente:

Peso unitario acero:  $\gamma_s = 7.85$  ton/m<sup>3</sup>

### 4.3.2 SOBRECARGAS DE USO (L)

Según las indicaciones del Cliente la sobrecarga de uso, corresponde a 200kg por bandeja (indicada en la ficha técnica), lo que implica aplicar una carga distribuida de 556kg/m<sup>2</sup>, en cada bandeja.

## 4.4 COMBINACIONES DE CARGA

Se consideran las combinaciones de carga establecidas en la norma NCh3171:2017 y NCh2369.Of2003. (Ver Tabla 1):

**Tabla 1. Combinaciones de carga.**

<p><b>Servicio:</b></p> <p><b>NCh 3171-2017</b> S01) D+L</p>	<p><b>Resistencia:</b></p> <p><b>NCh 3171-2017</b> U01) 1.4(D+L)</p>
--	--

## 5 DESARROLLO

En el Apéndice A se presenta la verificación estructural del estante, incluyendo pilares, bandejas y pernos de conexión. En el Apéndice B se presenta las fichas técnicas del producto.

## 6 CONCLUSIONES

Se realizó la verificación estructural según los criterios del Cliente y las normas vigentes actuales y se obtiene que las bandejas de 90x40 son capaces de resistir 200kg cada una y los pilares resistir 1000kg, o sea, los 200kg de las 5 bandejas de forma simultánea, sin perjuicio de la estabilidad de la estructura de manera global.

La carga máxima de uso a considerar por cada bandeja es de 400kg, cuyo valor no perjudica la estabilidad de la estructura, por ende, la carga máxima total a resistir en la estructura y los pilares (en su conjunto) es de 2000kg.

La bandeja de 90x70 es capaz de resistir una carga distribuida de 200kg de manera uniforme sobre la superficie en condiciones de servicio.

## 7 APÉNDICES

Apéndice A: Verificación Estante

Apéndice B: Fichas Técnicas.

## APÉNDICE A

### VERIFICACION ESTANTE

## 1 ALCANCE

El objetivo de este documento es presentar la verificación de los elementos estructurales que conforman el estante.

## 2 GEOMETRÍA

A continuación, se muestra una vista tridimensional, tomada del modelo en SAP2000, donde se muestran los pilares tipo ángulos L40x40x2 y las bandejas de espesor  $e=0.8\text{mm}$ .

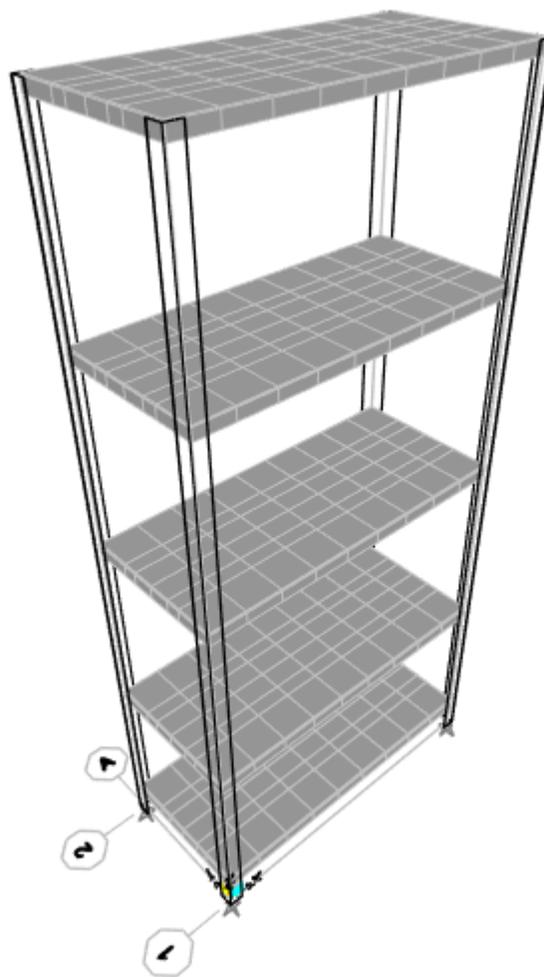


Figura 2. Vista en Perspectiva Estante – Modelo de Elemento Finitos.

### 3 BASES DE DISEÑO

#### 3.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

- Se ha realizado un modelo tridimensional de la estructura, de tal manera de sintetizar en él, las características de geometría y cargas que se indican en las fichas técnicas.
- En general, se ha considerado un diseño monolítico, considerando solicitaciones para la condición estática y de servicio.
- Las cargas consideradas han sido las indicadas en la primera sección de este documento en las secciones 3.

#### 3.2 PROGRAMAS COMPUTACIONALES

- SAP2000 Versión 20

##### 3.2.1 ESQUEMAS MODELOS UTILIZADOS

Para la modelación 3D se consideran las fundaciones que conforman la Sala eléctrica 0587-ER-6001, trabajando en conjunto y se analiza las acciones entre elementos de tal manera de diseñar cada elemento según las solicitaciones del más desfavorable, la geometría está basada en el apéndice A.

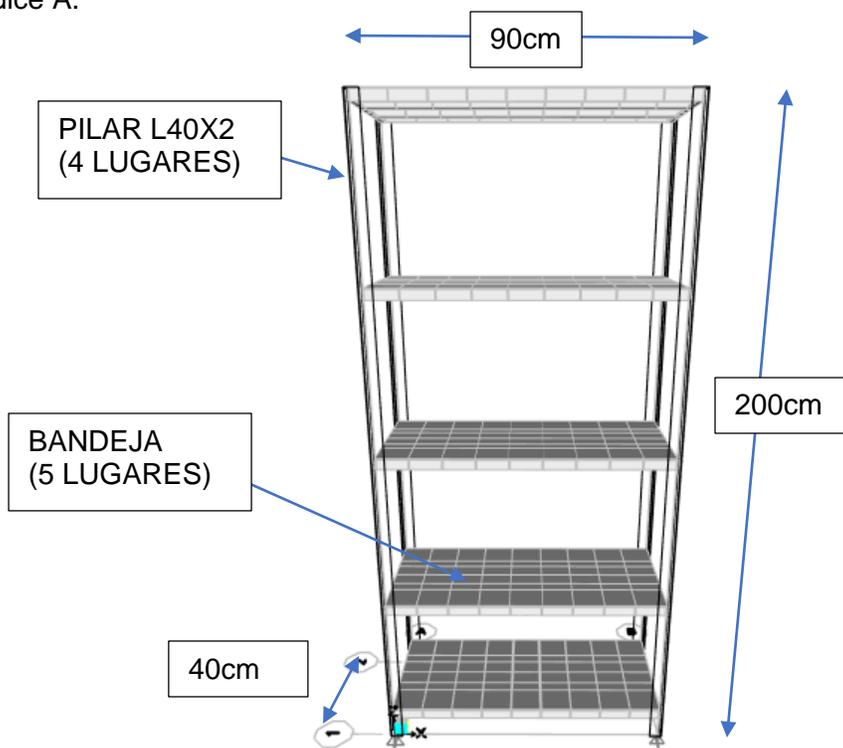


Figura 3. Geometría Estante.

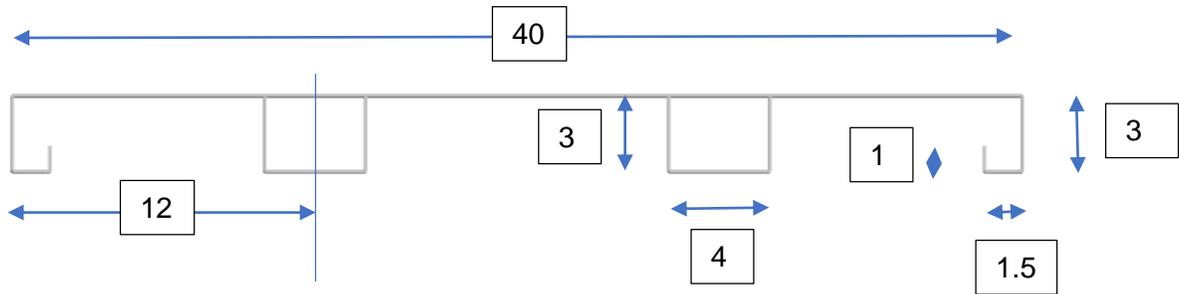


Figura 4. Sección Transversal de Diseño Bandeja 90x40 (unidades en cm).

## 4 SOLICITACIONES

### 4.1 CARGAS PERMANENTES (D)

Peso de toda la estructura y la sobrecarga permanente:

Peso unitario acero:  $\gamma_s = 7.85 \text{ ton/m}^3$

### 4.2 SOBRECARGAS DE USO (L)

Según las indicaciones del Cliente la sobrecarga de uso, corresponde a 200kg por bandeja (indicada en la ficha técnica), lo que implica aplicar una carga distribuida de 556kg/m<sup>2</sup>, en cada bandeja.

### 4.3 COMBINACIONES DE CARGA

Se consideran las combinaciones de carga establecidas en la norma NCh3171:2017 y NCh2369.Of2003. (Ver Tabla 2):

Tabla 2. Combinaciones de carga.

<p><b>Servicio:</b></p> <p><b>NCh 3171-2017</b> S01) D+L</p>	<p><b>Resistencia:</b></p> <p><b>NCh 3171-2017</b> U01) 1.4(D+L)</p>
--	--

## 5 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Por tratarse de un modelo donde los elementos son placas o *Shell*, se determinaron las fuerzas actuantes a través de un modelo tridimensional discretizado en elementos finitos. Del modelo se

obtienen las cargas axiales, momentos y cortantes últimos de diseño, con estos resultados se revisan las capacidades de los elementos para solicitaciones de servicio.

### 5.1 VERIFICACIÓN PILAR

Las propiedades de la sección del pilar se estiman considerando las perforaciones circulares y ovaladas.

Los valores se muestran a continuación:

Propiedad	Unidad	Valor
Centro de Gravedad en X e Y	mm	10.8
Área Transversal	mm <sup>2</sup>	126
Momento de Inercia en X e Y	mm <sup>4</sup>	21977
Radio de Giro en X e Y	mm	13.2

La verificación de los pilares se realiza con el software integrado de diseño del programa de elementos finitos, cuya norma usada es la AISC360.

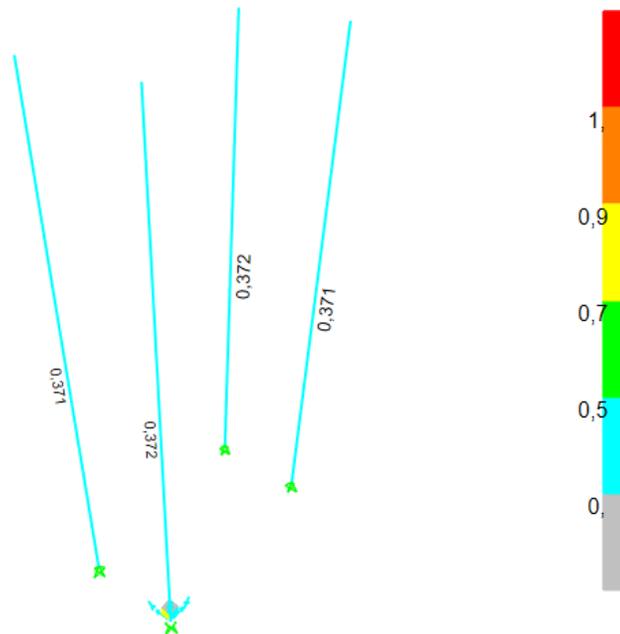


Figura 5. Factores de Utilización L40x40x2.

Como se puede observar los valores son menores a 1, lo que implica que el diseño esta OK y con capaces de resistir las cargas bajo las consideraciones impuestas en el presente documento.

## 5.2 VERIFICACIÓN BANDEJA 90X40

Para la bandeja se estiman las tensiones máximas en la zona inferior de esta, dados los esfuerzos de flexión por la carga distribuida asignada a esta.

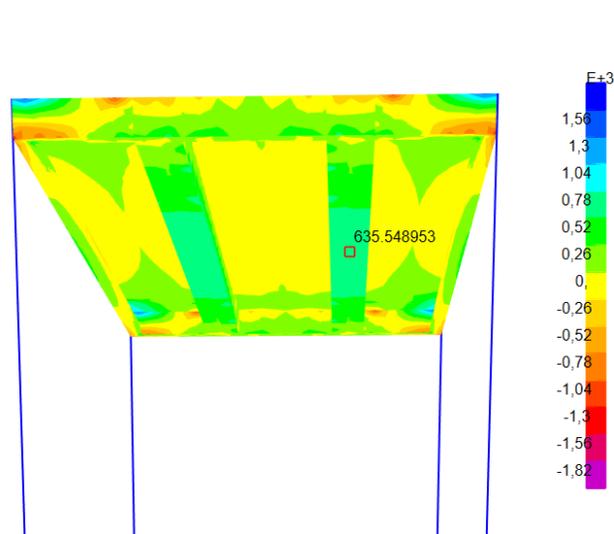


Figura 6. Tensiones máximas en dirección 1 [kg/cm<sup>2</sup>].

Acorde a la imagen anterior se observa que las tensiones de servicio son menores a las admisibles. Donde la tensión admisible es:

$$T_{adm} = 0.6f_y = 1800 \frac{kgf}{cm^2}$$

Por lo tanto, el diseño de la bandeja está OK y resiste las cargas indicadas por el Cliente.

Se recomienda usar un peso máximo de 400kg por bandeja ya que esta carga no involucra la integridad de la estructura.

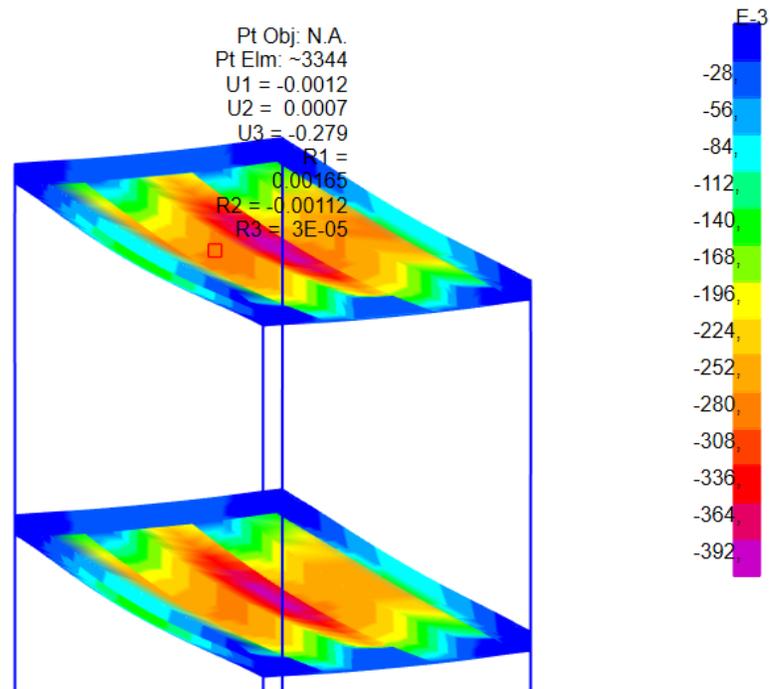
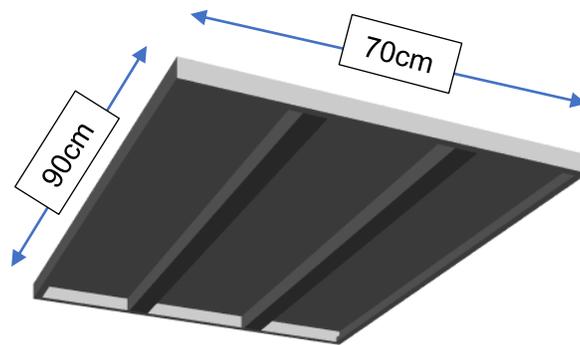


Figura 7. Deformaciones máximas en dirección 1 [cm].

Para este nivel de carga la deformación vertical o flecha en la bandeja es de 2.8mm menor a la admisible 4.5mm ( $L/200$ ), por lo que el diseño esta OK.

### 5.3 VERIFICACIÓN BANDEJA 90X70

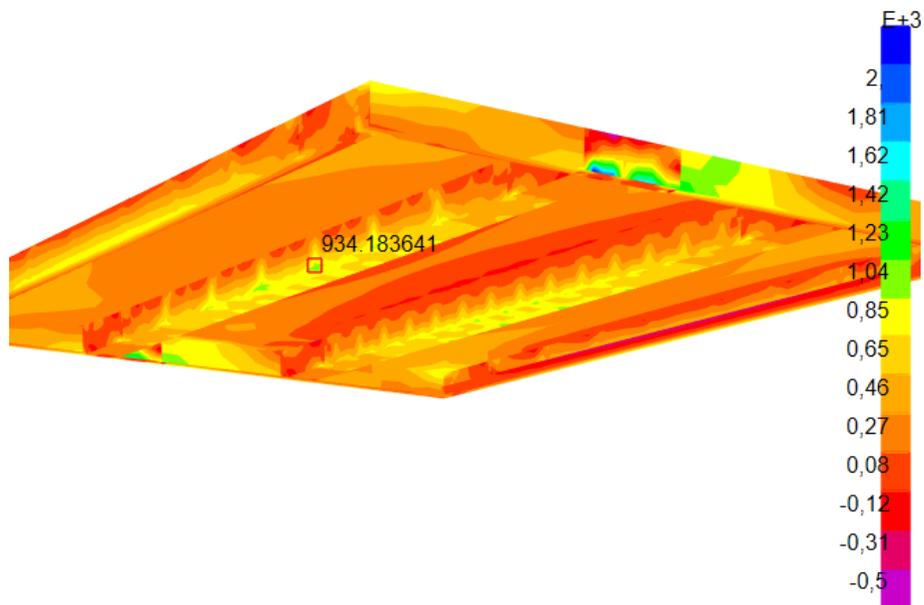
Adicionalmente se estiman las tensiones máximas en la bandeja de dimensiones 90x70 y su capacidad máxima recomendada.



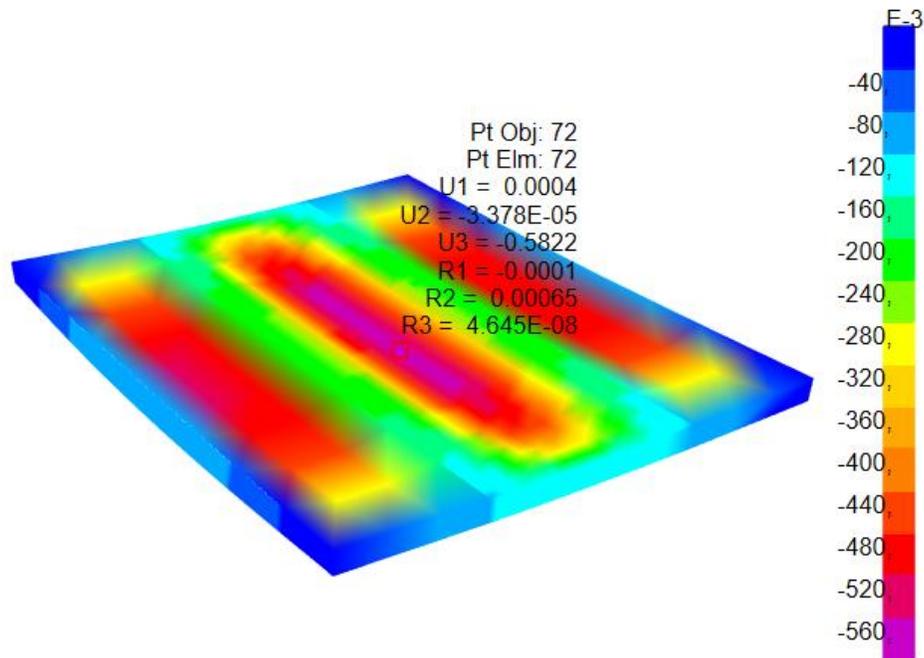
**Figura 8. Vista en Perspectiva Bandeja 90x70cm.**

Para la bandeja se estiman las tensiones máximas en la zona inferior de esta, dados los esfuerzos de flexión por la carga distribuida asignada a esta.

La sobrecarga de uso aplicada es de 318 kg/m<sup>2</sup>, ya que igualmente se aplican los 200kg de manera uniformemente distribuida, pero una sección más grande.



**Figura 9. Tensiones máximas en dirección 1 [kg/cm<sup>2</sup>].**



**Figura 10. Deformaciones máximas en dirección 1 [cm].**

Acorde a la imagen anterior se observa que las tensiones de servicio son menores a las admisibles. Donde la tensión admisible es:

$$T_{adm} = 0.6f_y = 1800 \frac{kgf}{cm^2}$$

Por lo tanto, el diseño de la bandeja está OK y resiste las cargas indicadas por el Cliente.

Para la bandeja de 90x70 se recomienda usar el peso de 200kg indicado dado que las deformaciones verticales de la plancha de la bandeja poseen deformaciones mayores a las admisibles.

#### 5.4 VERIFICACIÓN PERNO DE CONEXIÓN

Para la verificación del perno se estima la resistencia al corte de este, el perno se considera de  $\phi 3/16 \times 14$ mm de calidad A36.

La resistencia al corte de cada perno se estima como:

$$\frac{V_n}{\Omega} = \frac{0.4F_u A}{\Omega} = 143kg$$

Cada bandeja posee 8 pernos (2 por esquina). La carga de trabajo sobre cada perno considerando que trabajan 6 en vea de 8 es:

$$V = \frac{200kg}{6} = 34kg$$

El factor de utilización se estima como:

$$FU = \frac{V}{\frac{V_n}{\Omega}} = 0.24$$

Dado que el valor es menor a la unidad, el diseño del perno estaría OK si se cumplen las condiciones estipuladas en el presente documento.

## **APÉNDICE B**

### **FICHAS TÉCNICAS ESTANTE**



Bandeja con doble reforzamiento tipo omega



Escuadra de refuerzo en vértices



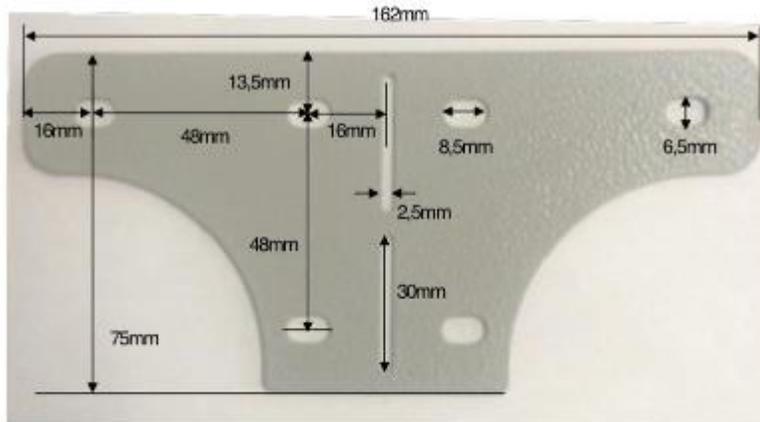
Patas con regatones ajustables

## ESTANTE 40 cms FONDO · 5 BANDEJAS | EM294-5

MEDIDAS	CAPACIDAD	MATERIAL	BANDEJAS	ACCESORIOS	GARANTÍA MALETEK
Ancho: 90 cms Alto: 200 cms Fondo: 40 cms	Hasta 200 kgs por bandeja (carga uniforme)	Acero laminado en frío de 2.0 mm	5 bandejas	Regatones ajustables	6 meses por defectos fabricación

Estantería 40 cms. de fondo. Fabricada con columnas de acero laminado en frío de 2.0 mm., agujeros secuenciales que permiten la regulación de las alturas en varios niveles de acuerdo con la voluntad del usuario · Bandejas 0,8 mm, con doble reforzamiento interior tipo omega · Capacidad de carga de hasta 200 Kg por bandeja (distribuidos de manera uniforme) · Capa de pintura electrostática aerosol, color gris estándar · Regatones ajustables de plástico blanco · Bandejas libres de puntas cortantes.

Material: Acero laminado 1,0 mm de espesor  
Dimensiones y perforaciones ovaladas de acuerdo al siguiente esquema:



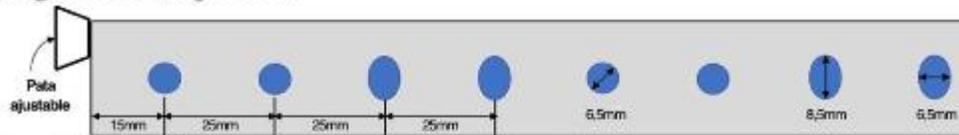
Todas las dimensiones son antes de pintura.  
Acabado con pintura electrostática RAL 7035 gris claro.  
A continuación una foto referencial.



Material: Ángulo doblado 40x40 por 2mm de espesor

Largo: 2 metros

Posee perforaciones cilíndricas y ovaladas de acuerdo al siguiente esquema:



Todas las dimensiones son antes de pintura.

Acabado con pintura electrostática RAL 7035 gris claro.

A continuación, una imagen del segmento inferior-interior.

