

### Cálculo de los carriles MÜPRO

El programa MÜPRO de cálculo de carriles sirve para el cálculo y la medición de los perfiles de carril MÜPRO teniendo en cuenta los valores especiales de sección del perfil.

Se hizo especial hincapié en diálogos eficientes para la introducción de datos, con los que incluso el usuario menos familiarizado con el sistema estará en situación de producir, en poco tiempo, modelos de cálculo totalmente descritos. Con el diálogo “Selección de sistemas estáticos”, sobre todo, es posible crear con gran rapidez sistemas estándar, determinando sus cargas con ayuda del diálogo “Selección de tubo”.

Tras introducir el modelo de cálculo (tipo de carril, suspensión, cargas de nudos, cargas de distribuidas) se calculan automáticamente las deformaciones por flexión y las fuerzas elementales mediante el método FEM, así como las tensiones resultantes, las fuerzas portantes y las fuerzas de extracción de anclajes.

Para comprobar la capacidad, se realizan comprobaciones de tensión (tensión normal, tangencial, esfuerzo flector y tensión normal) y comprobaciones de combadura en los puntos determinantes para la dirección de carga elegida.

El programa no está previsto para análisis más complejos, como por ejemplo de flambeado y abollado ni tampoco para cargas dinámicas. Para ello hacen falta programas de cálculo especiales disponibles de otros fabricantes de software.

El usuario puede elegir entre la posibilidad de realizar automáticamente una selección del perfil adecuado para un sistema determinado y unas cargas dadas, y determinar la carga máxima permitida para el sistema existente.

### Instrucciones generales para el cálculo de sistemas estáticos con el método FEM

La abreviatura FEM significa                      Método de Elementos Finitos  
(*F*inite *E*lemente *M*ethode)

Se trata de un procedimiento de cálculo que utilizan los ingenieros para calcular funciones de la mecánica técnica.

Para medir los valores de estructuras sustentadoras es necesario disponer de información lo más clara posible sobre la carga y el comportamiento de deformación de una construcción y poder introducir datos realistas sobre los tamaños de corte.

El método FEM discretiza (descompone) una estructura, partiendo de la imagen del modelo de un continuo (la construcción en su totalidad), en una cifra finita de secciones parciales (los elementos finitos) para las que se pueden calcular los desplazamientos y las tensiones.




Para ello hace falta una idealización de la construcción realmente existente, obteniendo de este modo una estructura adecuada para el sistema de cálculo utilizado.

La construcción, sus fijaciones y las cargas que actuarán sobre éstas deben poder reproducirse con los medios que pone a disposición el programa de cálculo. El modelo de cálculo resultante será siempre una aproximación cuya calidad puede influenciarse mediante una idealización adecuada.

### La elección del soporte adecuado en el uso del sistema de carriles MÜPRO

Con los medios de fijación elegidos se asegura que el sistema de carriles esté unido al cuerpo de obra. Las fuerzas portantes que dependen de las condiciones de las suspensiones elegidas se derivan de los medios de fijación en el cuerpo de obra. Para el modelo de cálculo hay que garantizar que el sistema en su totalidad no pueda torcerse ni desplazarse en dirección horizontal ni vertical.

En el cálculo de los sistemas de carriles MÜPRO se utilizan principalmente los siguientes sistemas de suspensión:

<i>Símbolo</i>	<i>Tipo de suspensión</i>	<i>Absorbe</i>
	Apoyo empotrado	Fuerza normal, tangencial, momento
	Suspensión fija	Fuerza normal, tangencial
	Suspensión desplazable	Fuerza tangencial

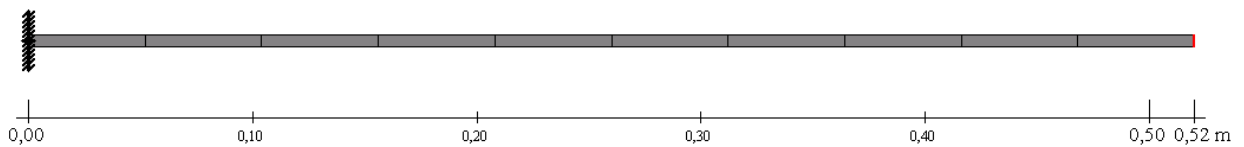
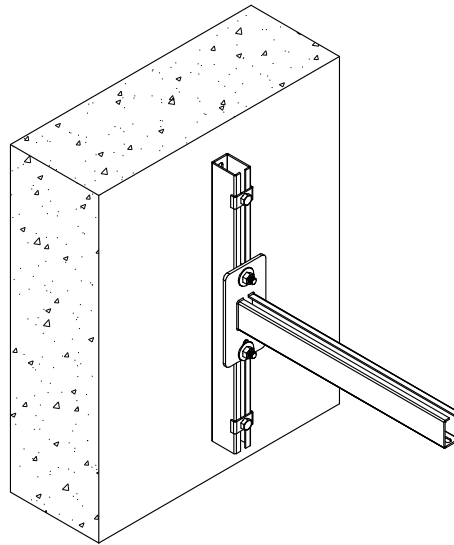
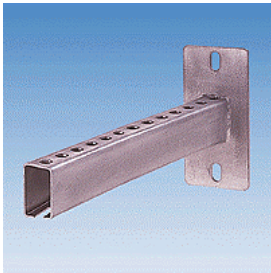
En las fijaciones a paredes con placas base no hay que olvidar, que en la medición de los anclajes hay que tener en cuenta una posible reducción de las fuerzas de taco permitidas, dependiendo de la distancia entre anclajes. Se procurará una fijación de las placas base a un perfil de carril fijado, a su vez, a la pared mediante anclajes.

Las deformaciones de los medios de fijación no se tienen en cuenta en el cálculo de los sistemas de carril. Tampoco se tienen en cuenta los componentes acoplados, es decir que no se miden. Los resultados del cálculo de los carriles (fuerzas de suspensión, fuerzas de anclajes) pueden utilizarse para el dimensionado de los medios de fijación.

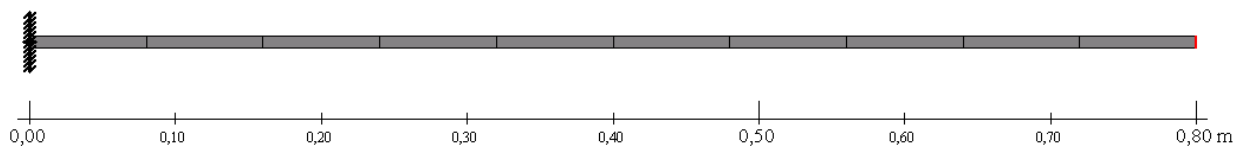
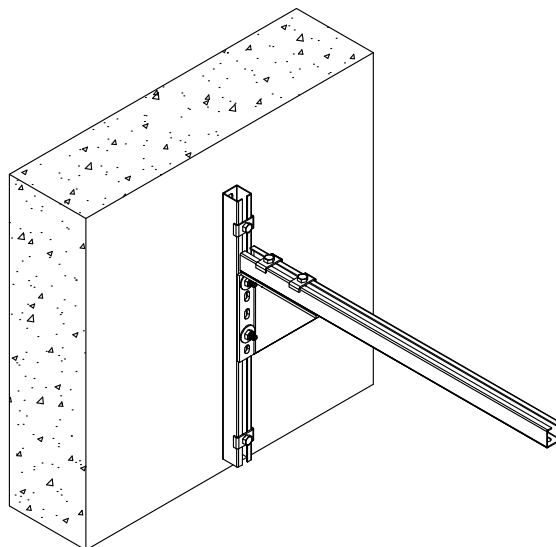
A continuación se presentan algunos ejemplos de fijación y los modelos de cálculo adecuados para éstos.

Sobre estos modelos de ejemplo se pueden calcular, por lo general, otras combinaciones de piezas de montaje.

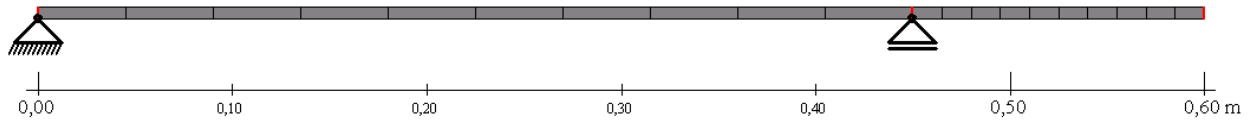
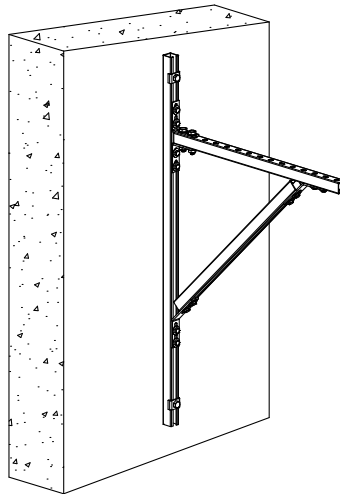
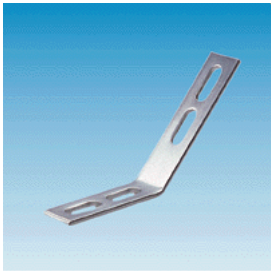
### Perfil de pared 40/60 con consola de carril 40/60



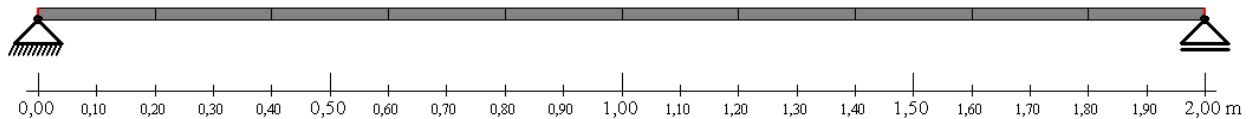
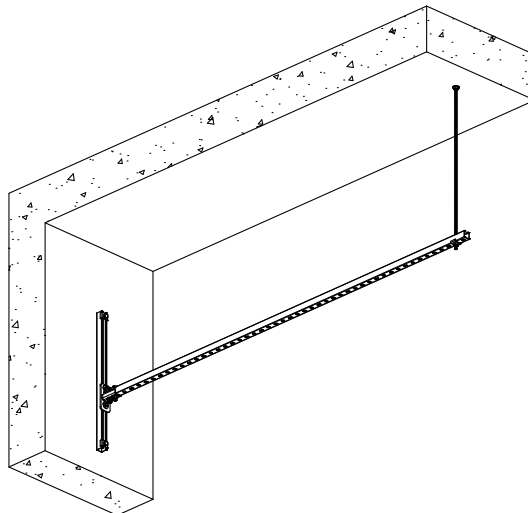
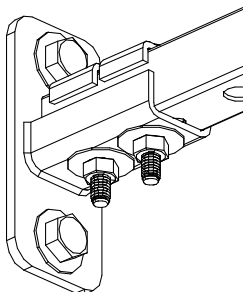
### Perfil de pared 38/40 con consola angular 200x200 y perfil 38/40



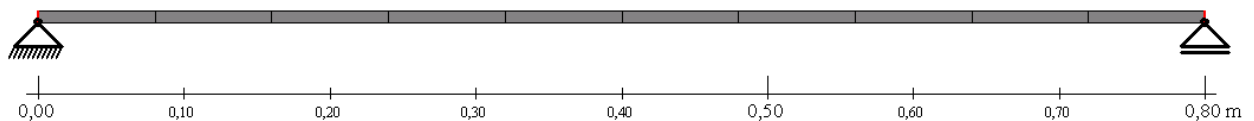
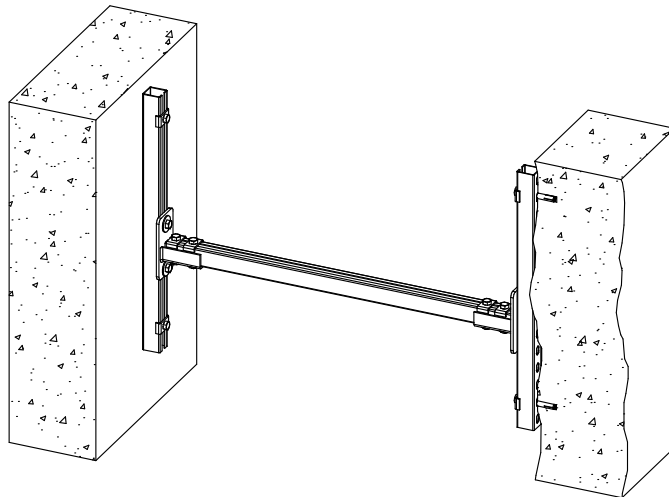
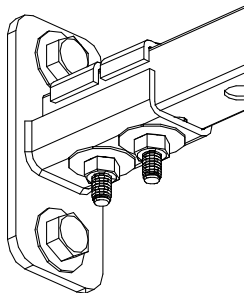
## Perfil de pared 28/30 con escuadras de 45° y 90° y perfiles 28/30



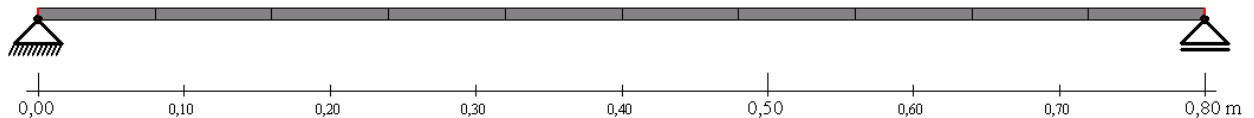
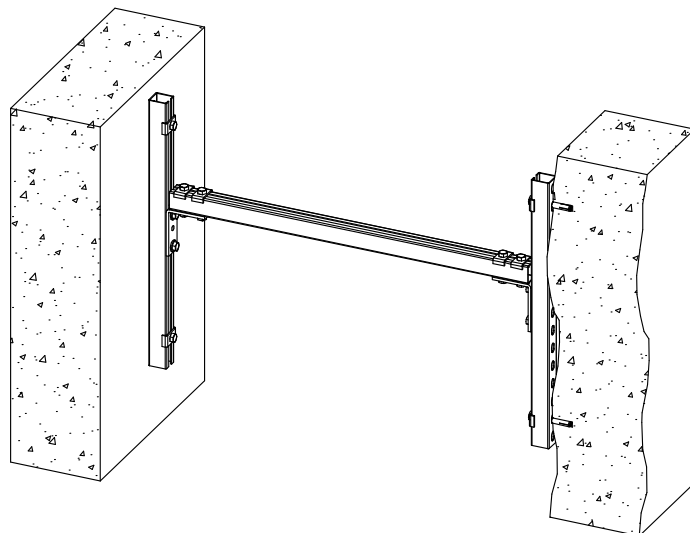
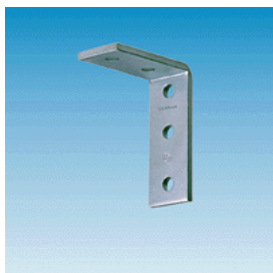
## Perfil de pared 28/30, perfil 28/30 con apoyo de carril vertical y barra roscada M10



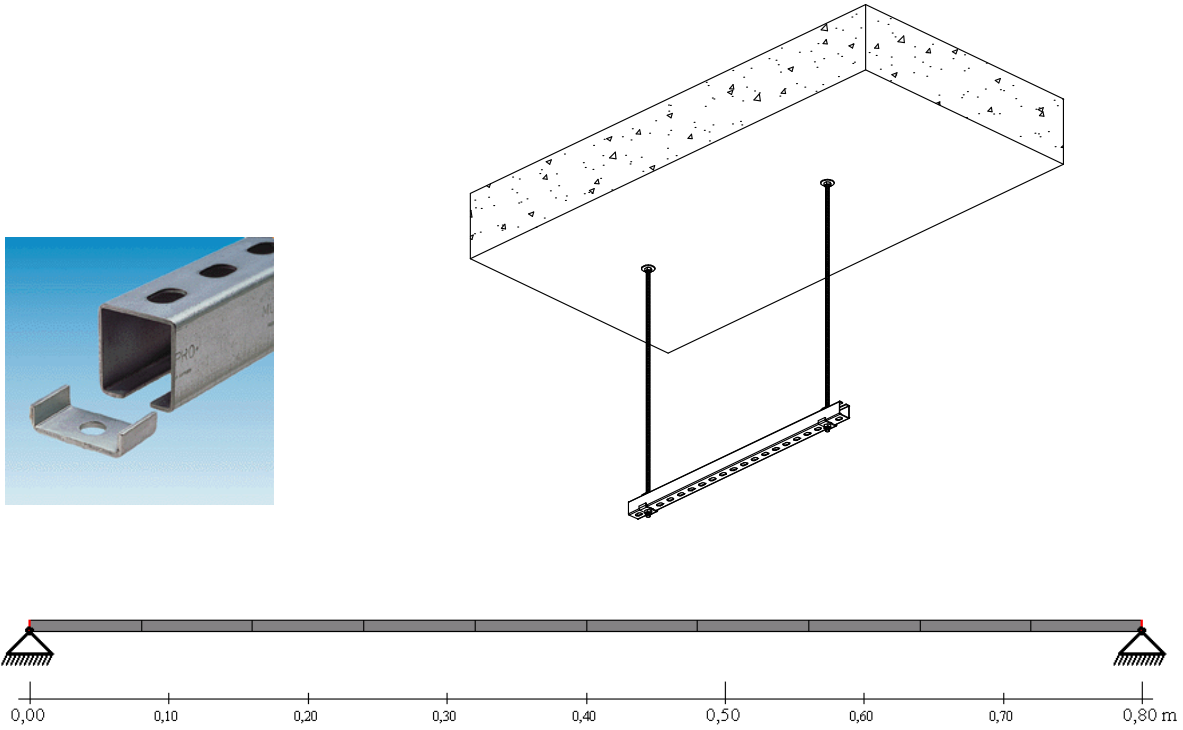
## Perfiles de pared 38/40 con apoyo de carril vertical y perfil 38/40



## Perfiles de pared 38/40 con escuadras de 90° y perfil 38/40



### Perfil 38/40 con barras roscadas M10



Advertencia importante para este caso de aplicación:

El hecho de que la fijación del carril no está en el extremo del perfil sino a una cierta distancia corta del mismo, y por lo tanto con la suspensión más entrada que los extremos, no supone una mejora de la idealización.

Más bien al contrario, el sistema presenta un comportamiento inesperado:

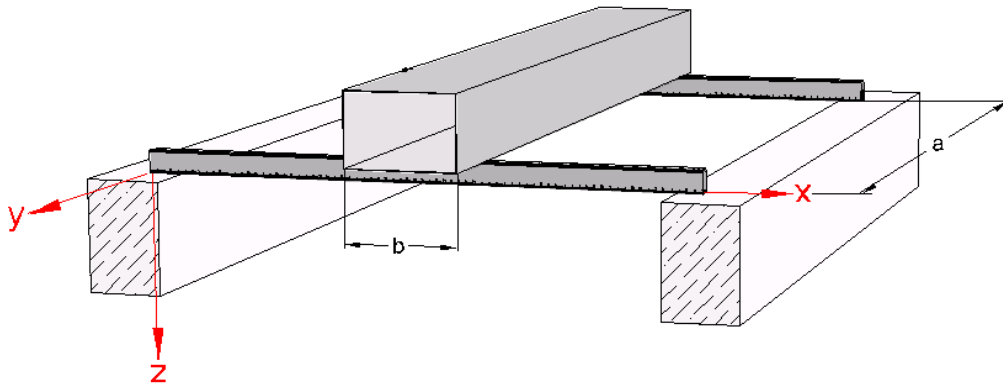
Los extremos libres se tratan como brazos en voladizo considerando correspondientemente la flecha permisible ( $f_{\text{perm}} = L/150$ ). Al estrechar la distancia (=longitud de campo) en, por ejemplo, 5 cm, resulta una flecha permisible de 0,33 mm, lo que conlleva una limitación muy fuerte de la flecha del perfil de carril. El perfil necesario para la carga presente sería mucho mayor que en una idealización sin brazos en voladizo.

Si aún así hay que realizar el cálculo con brazos en voladizo, queda la posibilidad de aumentar la flecha permisible predefinida para este caso (introducción libre de la flecha permisible para brazos en voladizo en el diálogo 'Selección del tipo de carril', por ejemplo: L/10).

### Determinación de cargas por tramos para el programa de cálculo de carriles

Datos conocidos : Conducto de ventilación en dirección Y

Datos buscados: Carga de los carriles en dirección Z



Procedimiento :

1.) Recopilar los valores necesarios:

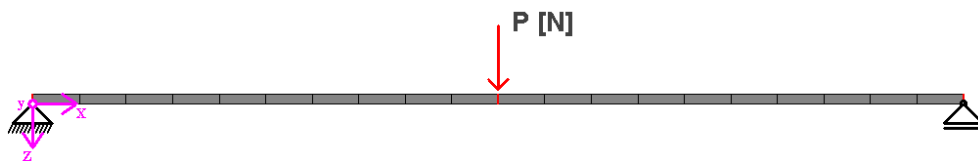
Distancia de fijación :  $a \text{ [m]}$   
 Ancho del conducto:  $b \text{ [m]}$   
 Peso del conducto :  $p \text{ [kg/m]}$

2.) Calcular el peso G del conducto en relación con un carril:

$$G \text{ [kg]} = p \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] * a \text{ [m]}$$

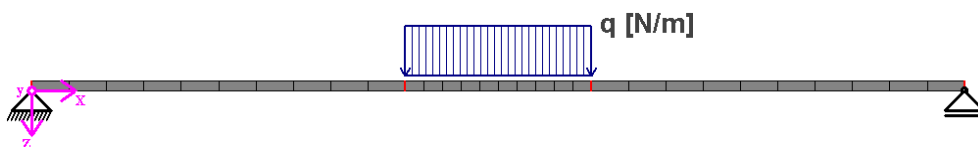
lo que representa una carga unitaria P de

$$P \text{ [N]} = G \text{ [kg]} * 9.81 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$



3.) Distribuir P sobre el ancho de apoyo b del conducto de aire:

$$q \text{ [N/m]} = \frac{P \text{ [N]}}{b \text{ [m]}} \quad q_l = q_r = q$$



Ya que se trata de una carga uniforme de tramos, las ordenadas izquierda  $q_l$  y derecha  $q_r$  son iguales. Si es necesario se adaptarán las unidades en el programa.