

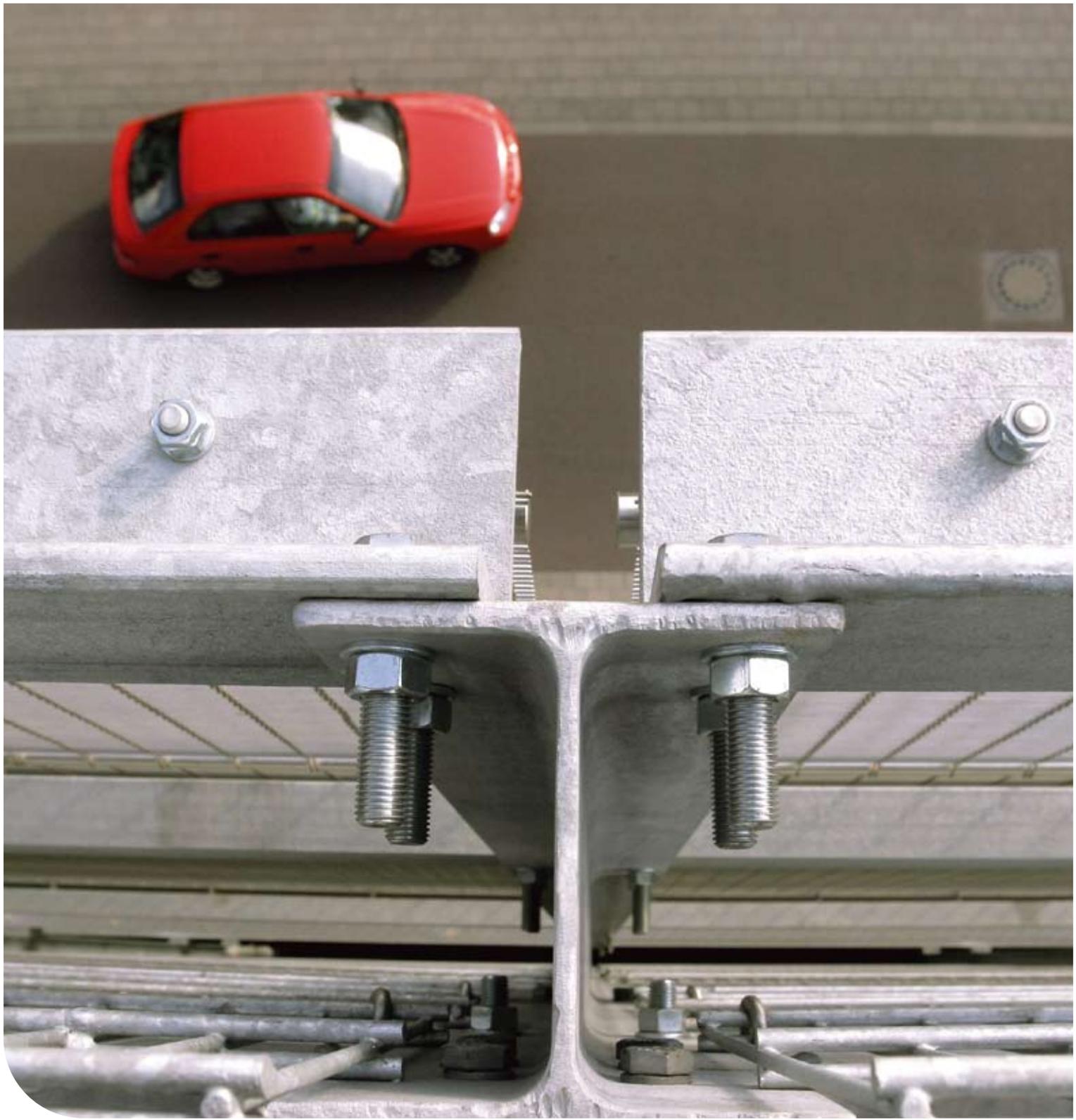
Long Carbon Europe  
Sections and Merchant Bars



ArcelorMittal

## Aparcamientos con estructura en acero





Económicos  
Sostenibles  
Seguros

# Índice

1. El diseño de un aparcamiento	2
2. La distribución de un aparcamiento	7
3. La construcción metálica adaptada a los aparcamientos	15
4. Protección de las estructuras metálicas	21
5. Durabilidad de las estructuras de acero	25
Asistencia técnica y Acabado	28
Sus partners	29



# 1. EL DISEÑO DE UN APARCAMIENTO

1.1	Introducción	4
1.2	Optimización de los cimientos	5
1.3	Diseño arquitectónico	5



# 1.1 Introducción

## 1. El diseño de un aparcamiento

En la construcción de aparcamientos multiplanta, el concepto de rentabilidad es esencial y se presenta en múltiples aspectos.

- reducir el coste de la construcción,
- optimizar el uso del aparcamiento,
- garantizar la rentabilidad de la inversión ganando m<sup>2</sup> de superficie.

### Coste de la construcción

El coste medio de la construcción de un aparcamiento multiplanta asciende aproximadamente a 5.000 EUR por plaza. De utilizarse métodos de construcción muy económicos puede descender a 3.000 EUR. Las condiciones locales, la importancia de los equipamientos adicionales, el tratamiento dado a la comodidad y al aspecto estético, pueden asimismo hacer que el coste se eleve a 10.000 EUR.

### Máximo aprovechamiento del uso

Un aparcamiento multiplanta sólo tiene un rendimiento aceptable si el índice de ocupación es suficientemente alto. Esto sólo se podrá conseguir si en el diseño y en la distribución se ha tenido en cuenta la comodidad de utilización. Aumentar la altura libre interior, diseñar rampas más anchas, reducir el volumen de los pilares, un equipamiento de mejor calidad... todos estos factores contribuyen a aumentar la comodidad y la seguridad del usuario.



### Análisis de rentabilidad

Si se considera el conjunto de los costes ligados a la construcción hasta el final de la vida útil del edificio, los análisis de rentabilidad ponen de manifiesto que las construcciones con estructura metálica resultan claramente las más económicas.

De esta forma, si consideramos únicamente la reducción en los plazos de ejecución de una obra en acero y el consiguiente retorno anticipado del capital invertido, el análisis de rentabilidad muestra una clara ventaja a favor de la construcción metálica.

En el momento de planificar un proyecto, debe considerarse la flexibilidad del edificio ya que permite encarar una evolución rápida de las necesidades expresadas así como de las exigencias impuestas a dicho edificio y a su durabilidad.

Por lo anterior, hay que prestar una especial atención a la flexibilidad de adaptación de la construcción.

Las estructuras de acero pueden, llegado el caso, ampliarse tanto en planta como en altura sin perturbar por lo general su uso. Así, es relativamente frecuente que estas estructuras sean montadas, desmontadas después de su uso y montadas de nuevo en otra localización.

Además, es conveniente examinar en cada caso el impacto de los equipamientos anexos a los aparcamientos, tales como las gasolineras con servicio de cambio de aceite, las instalaciones de lavado de coches, los quioscos de periódicos, etc.

Estos servicios pueden aumentar el interés del proyecto e incidir sobre su rentabilidad global al ser fuente de beneficios adicionales.



## 1.2 Optimización de los cimientos

Las ventajas de las construcciones metálicas:

- un peso propio reducido,
- su insensibilidad en relación con los asentamientos del terreno,
- su deformabilidad,
- los apoyos simples no transmiten momentos de flexión

permiten más sencillez en los cimientos.

No obstante, cuando la naturaleza del suelo presenta un riesgo de deformación importante del terreno, hay que prever cimentaciones profundas sobre pilotes. El bajo peso de las construcciones metálicas permite reducir considerablemente el tamaño de dichos pilotes.

Con objeto de beneficiarse de la reducción de costes de cimentación inducida por la construcción metálica, es recomendable no lanzar la licitación relativa a la misma hasta no haber elegido el tipo de estructura de carga.



## 1.3 Diseño arquitectónico

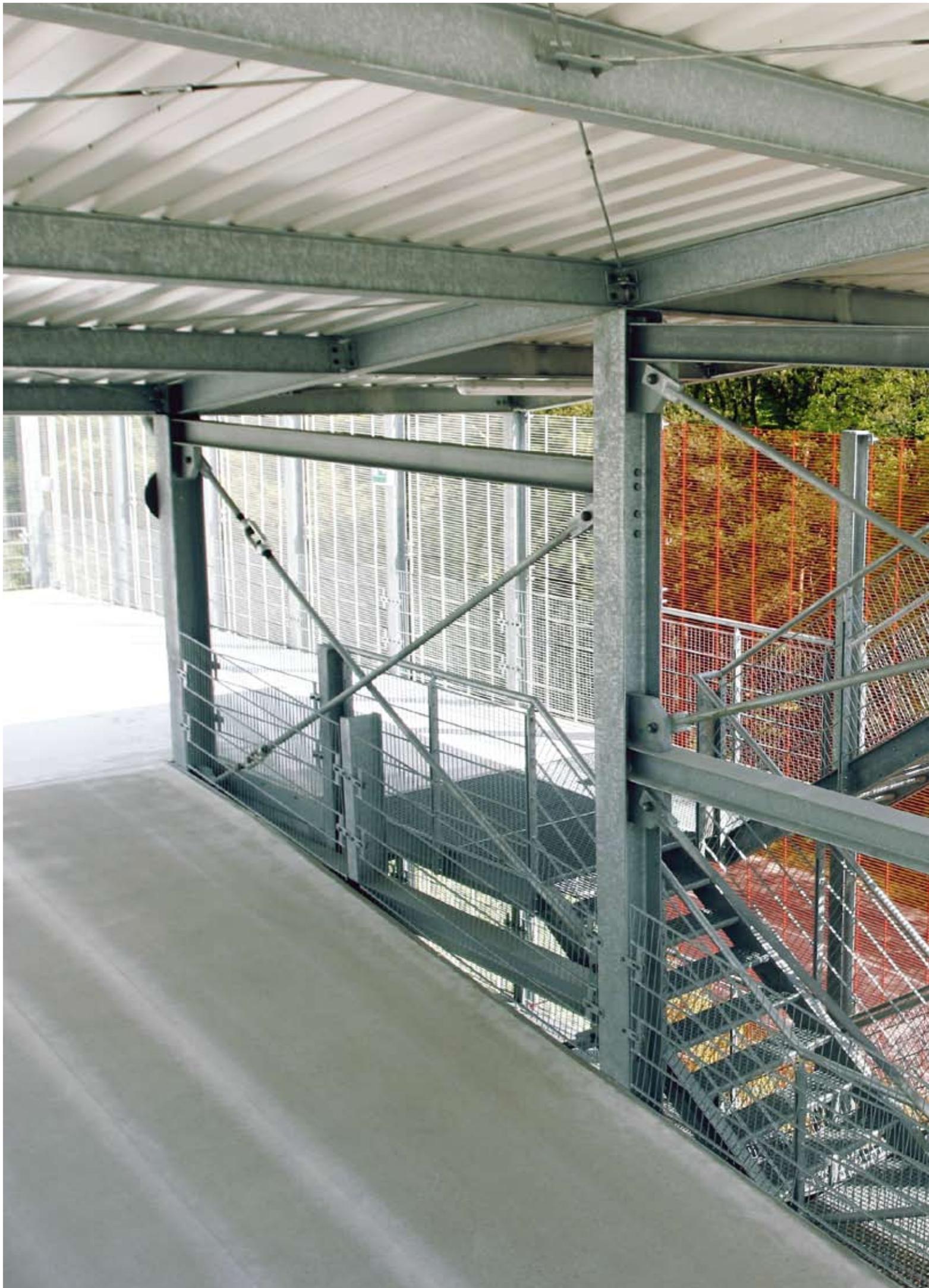
1.3.2



En el momento de diseñar la fachada de un aparcamiento multiplanta abierto hay que tener en cuenta que una parte importante de la superficie de las paredes exteriores debe permanecer abierta (foto 1.3.2).

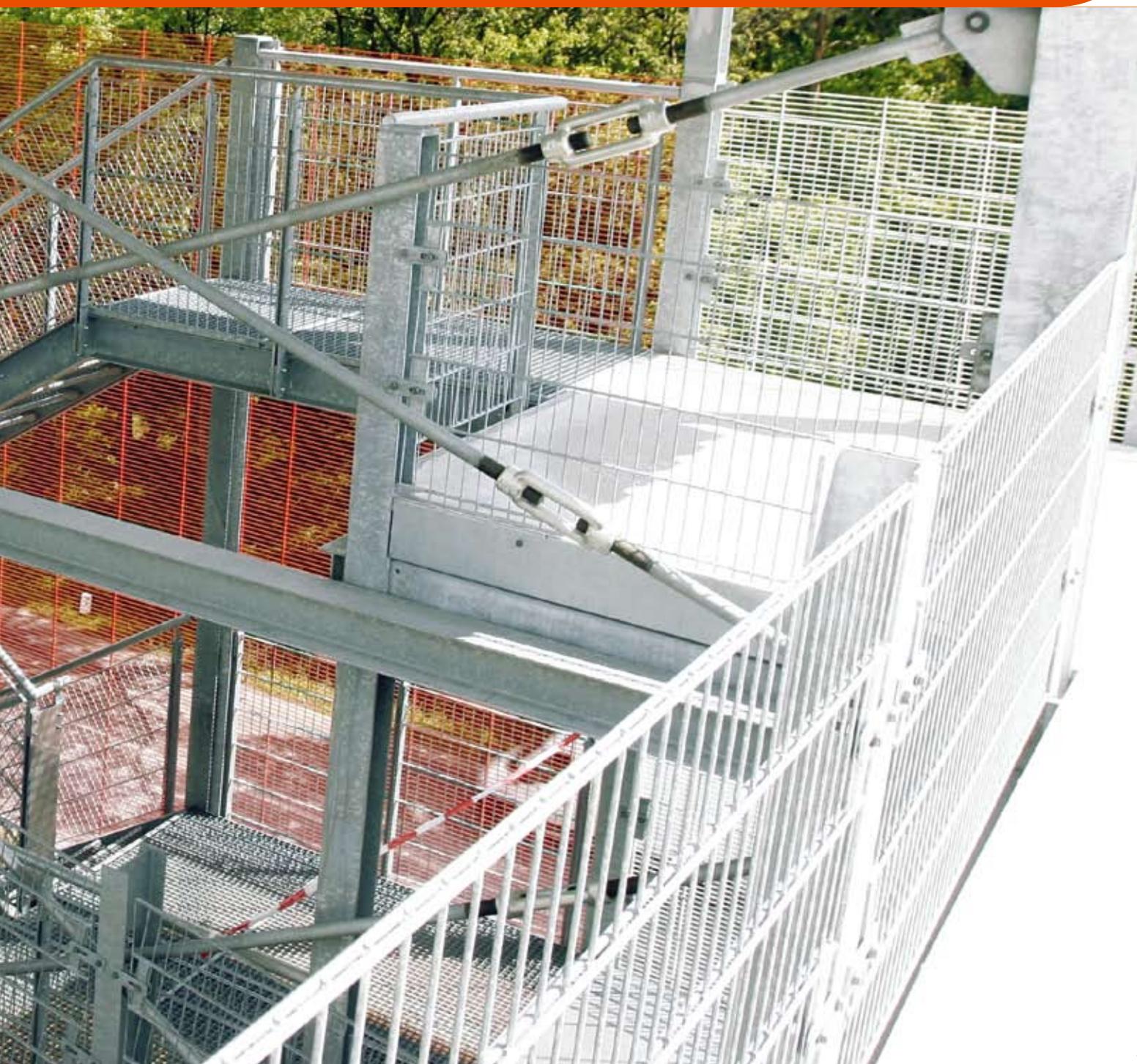
No obstante, el diseño de la fachada permite su integración con el paisaje urbano. El uso de láminas dispuestas en sentido oblicuo, de paneles inclinados, de elementos acristalados o perforados etc., permite evitar la monotonía de los edificios prefabricados

Las referencias de varios aparcamientos abiertos multiplanta son claros ejemplos de integración con éxito de la obra en el medio ambiente natural o en el paisaje urbano.



## 2. LA DISTRIBUCIÓN DE UN APARCAMIENTO

- |   |    |
|---|----|
| 2.1 ¿Cómo optimizar la distribución de un aparcamiento? | 8  |
| 2.2 ¿Cómo optimizar el uso de una plaza?                | 11 |
| 2.3 ¿Qué cargas se deben aplicar a un aparcamiento?     | 12 |



# 2.1 ¿Cómo optimizar la distribución de un aparcamiento?

2.1.1

En la etapa de diseño de un aparcamiento, hay que proyectar vías de circulación lo más cortas posibles sin por ello aumentar inútilmente la superficie ocupada por las rampas. La disposición de éstas depende de cómo se utilice el edificio.

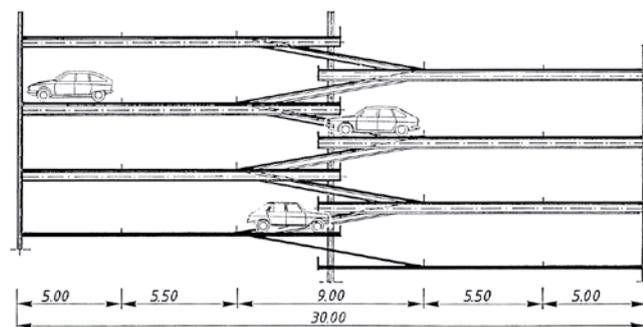
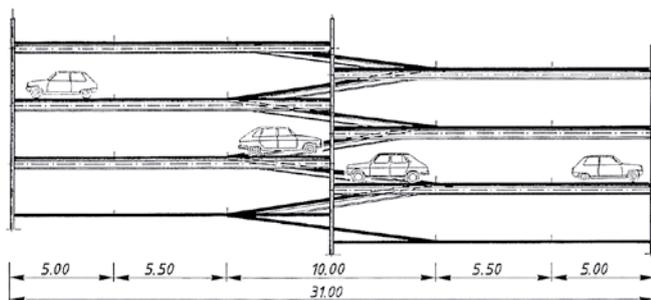
A este respecto, se establece una distinción entre duración de ocupación (aparcamiento permanente, de corta o larga duración) y tipo de ocupación (uso intermitente o continuo).

Las rampas pueden situarse dentro o fuera del edificio, ser curvas o rectas. Las rampas helicoidales son más rápidas que las rampas rectas. Las vías de acceso deben bordear las zonas de aparcamiento. En el sentido de salida, es necesario diseñar vías lo más cortas posibles.

La inclinación de las rampas debe ser inferior al 15 %, intentando limitarlas al 12 %. En cuanto a las rampas exteriores, la pendiente deberá ser menor, salvo que se disponga de otras medidas adecuadas contra la formación de escarcha.

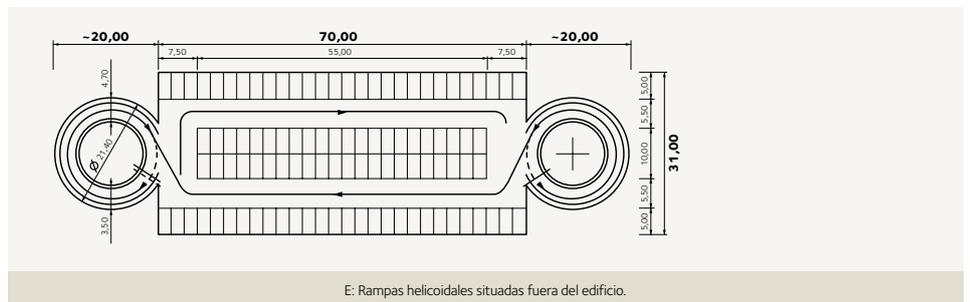
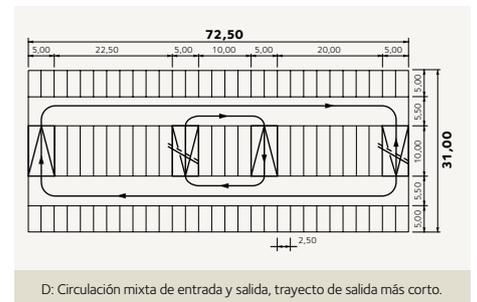
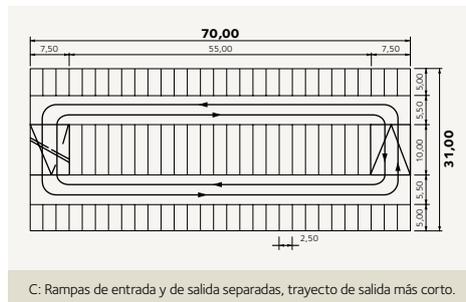
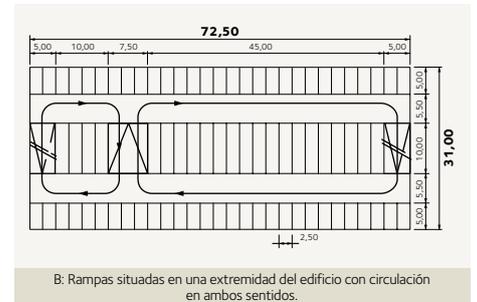
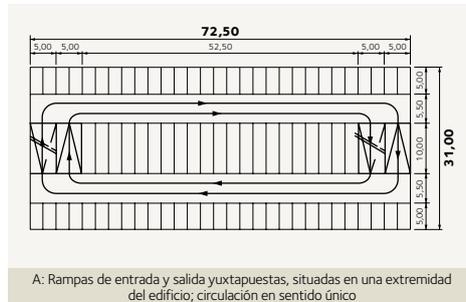
Una inclinación menor requiere, evidentemente, rampas más largas y, por lo tanto, más superficie. Ahora bien, unas rampas más anchas y menos inclinadas aumentan la comodidad de uso, elemento que debe ocupar un lugar relevante en el diseño.

Aparcamientos de menor altura y una altura libre reducida permiten construir rampas más cortas. Otra manera de reducir la longitud de las rampas, manteniendo una inclinación razonable, consiste en utilizar el método Humy, que introduce un desfase de media planta entre vanos contiguos de aparcamiento (fig. 2.1.1).



Cuando los pisos cuentan con una disposición vertical y sin desfase, este sistema requiere una anchura mínima de 31 m. Para cada tipo de rampas representado (fig. 2.1.2), se ha calculado el espacio necesario y el recorrido más largo tanto para entrar como para salir de un edificio de cuatro niveles construido siguiendo el método de Humy (fig. 2.1.3).

Otro proyecto con la misma capacidad, dotado de rampas helicoidales exteriores muestra las ventajas de dicha disposición en aparcamientos de uso principalmente intermitente, aunque ésta necesita más superficie y una construcción más compleja.



### 2.1.3

Disposición de las rampas	Superficie total por planta [m <sup>2</sup> ]	Número de plazas por planta	Superficie por plaza [m <sup>2</sup> ]	Distancia del trayecto	
				Entrada [m]	Salida [m]
A	2 248	100	22,48	654	521
B	2 170	100	21,70	673	599
C	2 248	102	22,03	514	271
D	2 248	100	22,48	654	271
E	2 889	100	28,89	316	251

2.1.1 Sistema Humy con y sin desfase de media planta

2.1.2 Disposición de las rampas

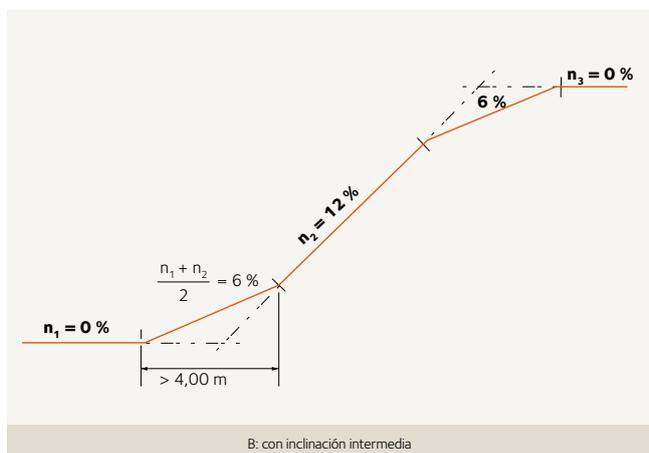
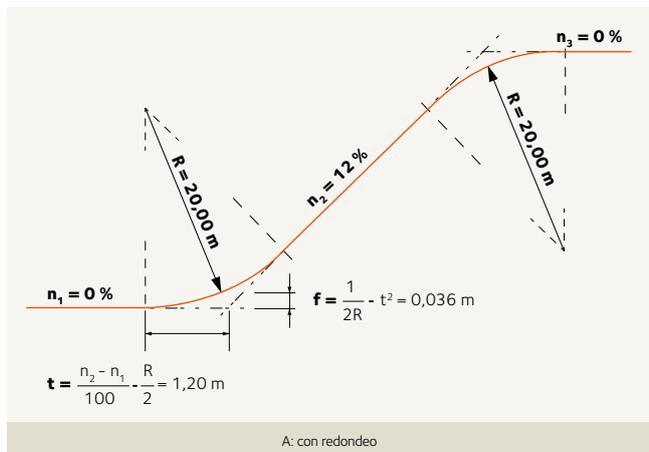
2.1.3 Comparativa de las distancias de los trayectos para las disposiciones de rampas de la figura 2.1.2 (Aparcamiento de 4 plantas con 8 semiplantas)



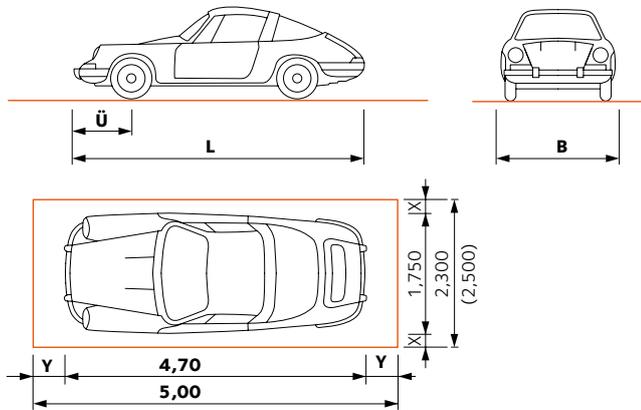
En la etapa de diseño de las rampas, hay que respetar tanto en su parte más alta como en su base una distancia al suelo y una altura libre suficiente. La figura 2.1.4 presenta dos alternativas para realizar el cambio de inclinación. Hasta un desnivel de un 12 % la conexión puede realizarse sin redondeo o sin inclinación intermedia.

Cuando las vías de circulación son de dirección única, la mejor manera de organizar la circulación dentro del aparcamiento consiste en diseñar curvas de izquierda, que ofrecen una mejor visibilidad al conductor.

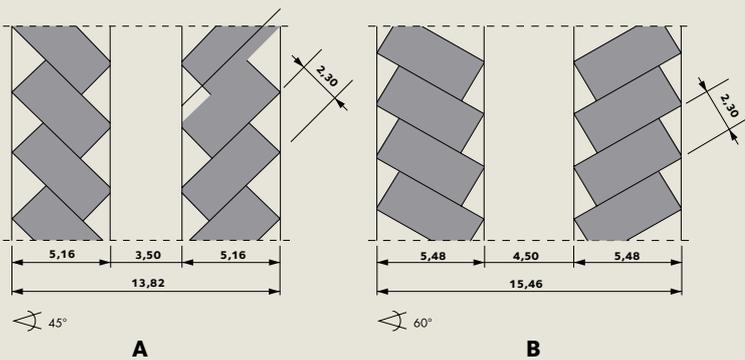
### 2.1.4



# 2.2 ¿Cómo optimizar el uso de una plaza?

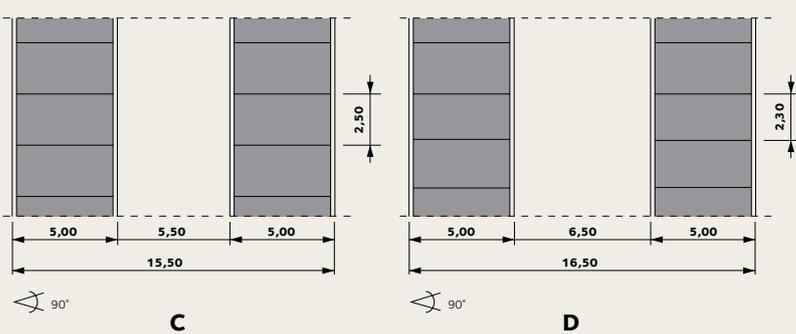


2.2.1



2.2.2

A pesar de los múltiples modelos de vehículos existentes, es posible determinar estadísticamente el volumen de un vehículo tipo. Todas las dimensiones básicas de las plazas, calles y rampas han sido calculadas en función de las dimensiones del vehículo indicadas en la figura 2.2.1. Para plazas situadas a distintos ángulos, la anchura de las plazas está definida según la figura 2.2.2.



2.2.3

Cuando éstas están dispuestas de forma perpendicular a la calle de circulación (fig. 2.2.3), tienen una longitud de 5,00 m. y una anchura de 2,30 m. ó 2,50 m. dependiendo de si la calle tiene una anchura de 6,50 m. o de 5,50 m. El vano libre de las vigas es de 16,50 m. ó 15,50 m. mediante un sistema de carga sin pilar intermedio.

	Ángulo de disposición de plazas [°]	Anchura de las plazas [m]	Anchura del edificio [m]	Superficie necesaria por plaza	
				[m <sup>2</sup> ]	[%]
A	45°	3,253	13,82	22,48	118
B	60°	2,656	15,46	20,53	108
C	90°	2,500	15,50	19,38	102
D	90°	2,300	16,50	18,98	100

2.2.4

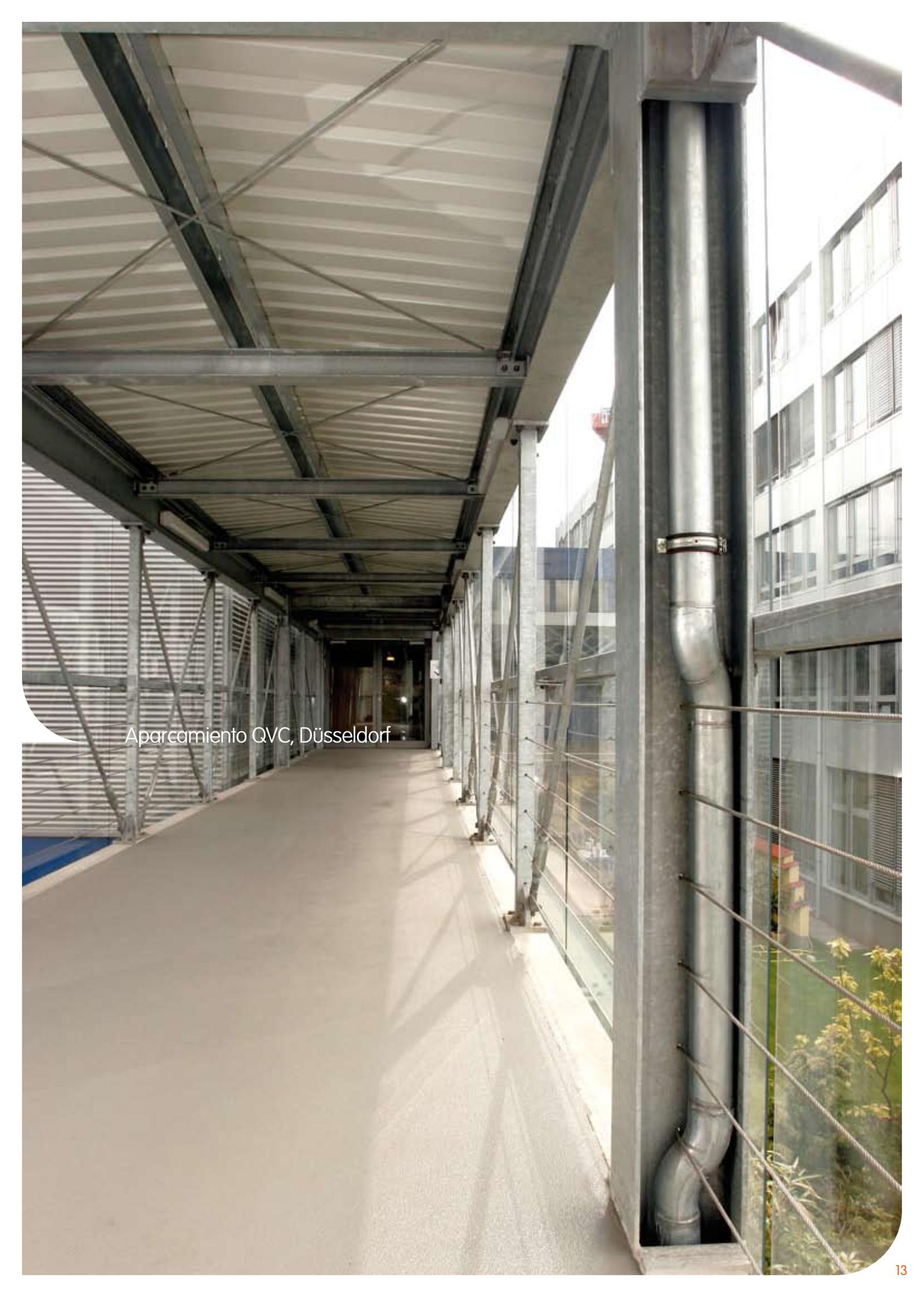
El cuadro 2.2.4 muestra que si se colocan las plazas con un ángulo de 45° la anchura total del edificio puede reducirse a 14 m. Si se dispone de espacio suficiente, es preferible disponer las plazas de forma perpendicular a las calles con el objeto de reducir al mínimo la superficie necesaria por plaza y evitar así el espacio muerto a lo largo de las rampas y los muros exteriores. La altura libre mínima (2,10 m.) y la altura de construcción definen la altura entre las diversas plantas conectadas por las rampas.

## 2.3 ¿Qué cargas se deben aplicar a un aparcamiento?

La norma EN1991-1-1:2001 establece que los forjados deben soportar una carga, uniformemente distribuida, de 2,5 kN/m<sup>2</sup>. A razón de una superficie de 12,5 m<sup>2</sup> por plaza de aparcamiento, ello nos lleva a un peso por vehículo de 3,13 toneladas, que es muy superior al peso máximo autorizado para turismos (de 1 a 2 toneladas).

Habida cuenta de su resistencia y elasticidad, los aparcamientos con estructura de acero son una excelente opción para construcciones en zonas de riesgo sísmico (foto 2.3.1).





Aparcamiento QVC, Düsseldorf



## 3. LA CONSTRUCCIÓN METÁLICA ADAPTADA A LOS APARCAMIENTOS

3.1 Pilares

16

3.2 Vigas de forjado

17



# 3.1 Pilares

## 3. La construcción metálica adaptada a los aparcamientos



La estructura principal se compone de pilares verticales y de vigas horizontales, unidos en general mediante tornillos (foto 3.1.1). Las fuerzas horizontales provocadas por el viento y por las fuerzas de frenado se transmiten horizontalmente por el forjado a los arriostramientos verticales o a los muros a esfuerzo cortante (por ej. las cajas de escalera).

En los aparcamientos multiplanta, los pilares están colocados en la parte exterior de un espacio que corresponde a una o a varias plazas de aparcamiento (módulo de 2,30 m. a 2,50 m.). La anchura de las rampas corresponde entonces a la anchura de dos plazas en caso de circulación en dirección única y a tres plazas en caso de circulación de doble sentido. Cuando la distancia entre pilares es superior a 5 m. se añaden unas viguetas apoyadas sobre las vigas principales fijadas entre pilares. La distancia entre ejes de pilares debería en principio corresponderse con la distancia entre las vigas del forjado para evitar tener que añadir secciones transversales y así optimizar el peso del acero.

Hacer coincidir los pilares con el límite de cada plaza ofrece la ventaja de delimitar visualmente cada plaza de aparcamiento.

En los aparcamientos subterráneos, la disposición de los pilares depende, normalmente, de la estructura del edificio situado encima. En este caso, es importante reducir la sección de los pilares al mínimo posible recurriendo a perfiles laminados o a columnas mixtas que se prestan perfectamente a este tipo de construcción.

En cuanto a los perfiles de los pilares, se recomienda optar por el acero tipo S355 con el fin, por una parte, de ahorrar material y, por otra, de reducir la sección de los mismos.

En construcciones de gran envergadura, en algunos casos puede ser recomendable optar por un acero de alto límite elástico S460. Esta calidad tiene un límite de elasticidad un 30 % superior a la del acero S355.

El acero S460 se fabrica en las fábricas de ArcelorMittal siguiendo un método de laminación especialmente económico, el QST (Quenching and Self Tempering = temple y autorrevenido), para secciones H que superan los 260 mm. de canto.

3.1.1 Montaje simple mediante casquillos atornillados

3.2.1 Viga mixta con pernos conectores soldados antes de su montaje

3.2.2 Ejemplo de dimensionamiento de una viga de forjado para un canto total de forjado de 60 cm.

# 3.2 Vigas de forjado

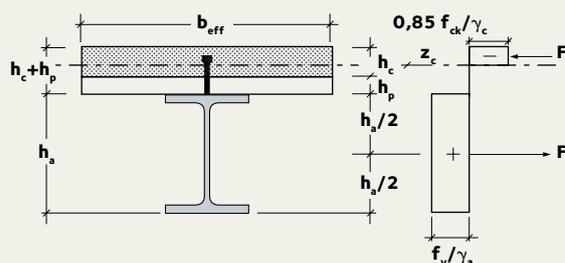
La elección de las vigas de forjado depende de su separación, del método utilizado en la realización del forjado de hormigón y de la altura de construcción disponible. Las distintas tipologías de construcción se distinguen por el método de realización del forjado:

- los forjados en hormigón pueden ser losas de hormigón prefabricadas o de hormigón in situ con un encofrado que puede ser reutilizable, perdido o integrado en la construcción mixta.
- con el uso de encofrados tradicionales reutilizables, se puede elegir la distancia entre las vigas en función del espesor del forjado. Por razones económicas, dicha distancia no debe exceder los 5 m. En cualquier caso, es conveniente sacar partido del efecto de conexión entre las vigas laminadas y el forjado en hormigón armado.

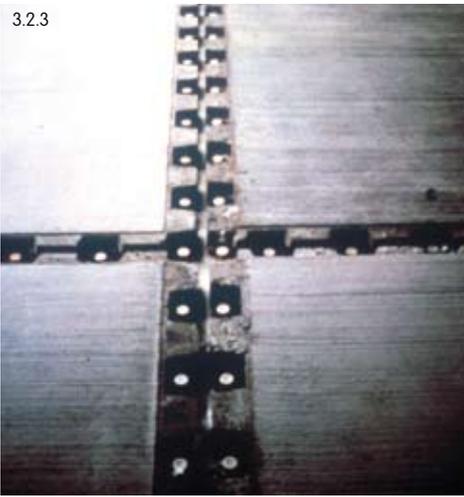
La acción mixta entre la losa de hormigón y la viga de acero se realiza, por regla general, mediante pernos conectores soldados sobre las vigas de acero (foto 3.2.1). El efecto de la acción mixta permite ahorrar cerca de un 20 % en el consumo de acero (cuadro 3.2.2) o reducir un 20 % la altura del edificio para un volumen de acero casi idéntico.

## 3.2.2

	Vigas laminadas en caliente de acero S355 con losas prefabricadas, sin acción mixta	Vigas laminadas en caliente de acero S355 en acción mixta con forjado colaborante in situ (calidad C25/30)
<b>Luz</b>	l = 16,00 m	
<b>Distancia entre vigas</b>	b = 2,50 m	
<b>Carga variable</b>	Q = 2,5 kN/m <sup>2</sup>	
<b>Espesor de la losa</b>	100 mm	140 mm
	G = 7,00 kN/m Q = 6,25 kN/m	G = 9,25 kN/m Q = 6,25 kN/m
	Ed = 1,35*7,00 + 1,5*6,25 = 18,825 kN/m M = Ed*16/8 = 602,4 kNm	Ed = 1,35*9,25 + 1,5*6,25 = 21,86 kN/m M = Ed*16 <sup>2</sup> /8 = 700 kNm
<b>Perfil</b>	IPE 500	IPE 400
	M <sub>ply,Rd</sub> = 2194*355/(1,1*1000) = 708 kNm > 602 kNm	El eje neutro se sitúa en la losa z <sub>c</sub> = (A <sub>a</sub> f <sub>y</sub> /g <sub>a</sub> )/(b <sub>eff</sub> 0,85 f <sub>ck</sub> /g <sub>c</sub> ) = 77 mm < 140 mm M <sub>ply,Rd</sub> = F <sub>a</sub> *(h <sub>a</sub> /2+h <sub>p</sub> +h <sub>c</sub> -z <sub>c</sub> /2) = 822 kNm > 700 kNm
<b>Altura total</b>	100 mm + 500 mm = 600 mm	140 mm + 400 mm = 540 mm
Para reducir la deformación, las vigas reciben una contraflecha que corresponde a una carga G+ max 1,3Q		



3.2.3



- El tiempo adicional necesario y las molestias generadas por el apuntalamiento del encofrado que requiere este sistema de construcción pueden paliarse gracias a los forjados autoportantes de la división Construcción de ArcelorMittal, combinados con hormigón in situ.

Dependiendo del sistema utilizado, los forjados autoportantes pueden utilizarse tanto de encofrado perdido como integrarse en la construcción mixta.

- La armadura permite reducir la formación de grietas y absorber los momentos negativos que aparecen en la unión con las vigas. Los tableros de chapa autoportantes se utilizan para distancias entre vigas de hasta 3,33 m. En algunos mercados también están disponibles tableros especiales que permite cubrir una distancia de 5 m. sin necesidad de puntales.
- Las pre-losas son placas prefabricadas en hormigón armado de entre 5 y 8 cm. de espesor. Son adecuadas para cubrir una luz de hasta 5 m., aunque puede requerirse un apuntalamiento hasta el fraguado del hormigón.

3.2.5



- Se puede reducir todavía más el tiempo de construcción utilizando forjados con losas prefabricadas. Estas se fabrican en taller de acuerdo a niveles de tolerancia muy estrictos y se colocan en obra gracias a las mismas grúas que sirven para el montaje de la estructura metálica. La fijación por fricción de las losas prefabricadas puede asegurarse gracias a la unión de las mismas al ala superior de las vigas por medio de pernos de alta resistencia pretensados. Este sistema requiere de una gran precisión de ejecución.

En caso de colaboración mediante acción mixta entre las losas de hormigón prefabricado y la viga de acero mediante pernos conectores soldados, hay que prever un espacio en ambos bordes de la losa prefabricada en la zona de los conectores (foto 3.2.3).

Se prestará una atención particular al relleno de las juntas con un mortero especial. En el caso de aparcamientos desmontables y reutilizables, se renuncia a la acción mixta y se opta por el uso de vigas S460 de alto límite elástico. Las losas prefabricadas se fijan al ala superior de la viga para evitar el pandeo lateral de ésta y para transmitir los esfuerzos horizontales. La unión entre las losas se realiza mediante un material ensayado de elasticidad permanente (fig. 3.2.4).

Independientemente del sistema de construcción de los forjados, las vigas reciben en taller una contraflecha destinada a equilibrar la deformación provocada por las cargas permanentes (peso de la losa y de la viga laminada) y de una parte de la carga variable (por ej. <30%).

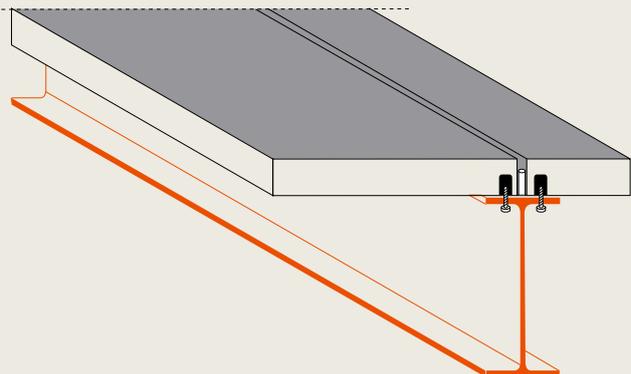
La importancia de dicha contraflecha (foto 3.2.5), que se determina durante el cálculo estático, depende del momento de inercia de la viga laminada y de la carga.

Si las vigas del forjado se apuntalan temporalmente durante la aplicación del hormigón, la contraflecha se calcula con el momento de inercia de la sección mixta, es decir, tomando en cuenta la colaboración entre el acero y el hormigón. En este caso, se reduce la flecha generada por las cargas permanentes.

Para las vigas del forjado existe la posibilidad de recurrir al acero tipo S355. Se puede ahorrar material y economizar costes recurriendo a vigas ligeras IPE en acero de alto límite elástico S460.

Cuando se trate de construcciones de poca altura, existe la posibilidad de recurrir a vigas de menor canto aunque algo más pesadas.

3.2.4



- 3.2.3 Acción mixta entre losa prefabricada y viga de acero mediante el relleno de las juntas con un mortero especial
- 3.2.4 Sistema Hilgers
- 3.2.5 Vigas mixtas con contraflecha antes de la colocación de los tableros de chapa colaborante

### 3. La construcción metálica adaptada a los aparcamientos

#### 3.2.7

<b>Luz</b>	16,00 m		
<b>Distancia entre vigas</b>	5,00 m		
<b>Espesor de la losa prefabricada</b>	120 mm		
<b>Carga variable</b>	2,50 kN/m <sup>2</sup>		
<b>Tipo de acero</b>	S235	S355	S460
<b>Perfil</b>	IPE 750x196	IPE 750x147	IPE 600
<b>Canto del perfil (mm)</b>	770	753	600
<b>Relación de canto</b>	1,02	1,00	0,8
<b>Peso lineal del perfil (kg/m)</b>	196	147	122
<b>Relación de peso lineal</b>	1,33	1,00	0,83

También se pueden utilizar las vigas en acero S460 de alta resistencia para acción mixta entre la viga y el forjado correspondiente. Los cuadros 3.2.7 y 3.2.8 muestran la influencia que tienen la resistencia de distintos tipos de acero y el diseño con estructuras mixtas o no mixtas, para una viga de 16,0 m de luz, sobre la altura de edificación y el peso.

#### 3.2.8

<b>Vano</b>	16,00 m		
<b>Distancia entre vigas</b>	5,00 m		
<b>Espesor de la losa prefabricada</b>	140 mm		
<b>Carga variable</b>	2,50 kN/m <sup>2</sup>		
<b>Tipo de acero</b>	S235	S355	S460
<b>Perfil</b>	IPE 600	IPE 550	IPE 500
<b>Canto del perfil (mm)</b>	600	550	500
<b>Relación de canto</b>	1,09	1,00	0,91
<b>Peso lineal del perfil (kg/m)</b>	122	106	91
<b>Relación de peso lineal</b>	1,15	1,00	0,86



3.2.6

- 3.2.6** Pernos conectores soldados en obra a través de chapa de acero perfilada  
**3.2.7** Comparación entre distintos tipos de acero para una viga no mixta  
**3.2.8** Comparación entre distintos tipos de acero para una viga mixta



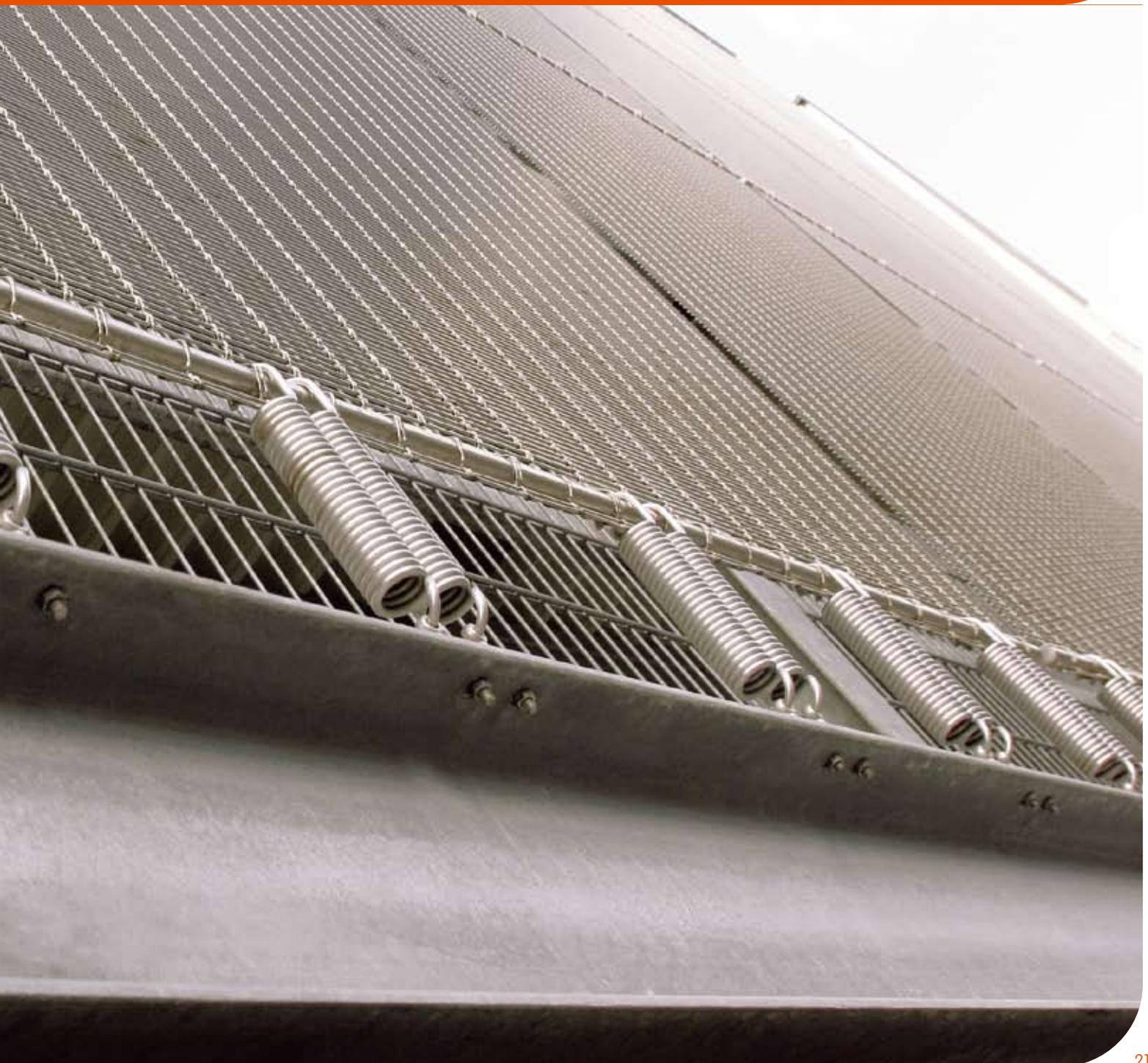
## 4. PROTECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS

4.1 Protección anti-corrosión

22

4.2 Protección antiincendios / aplicación del Concepto de Fuego Natural

22



## 4.1 Protección anti-corrosión



Actualmente, la protección anti-corrosión se suele realizar a menudo galvanizando la estructura metálica mediante inmersión en caliente. Antes de la galvanización, el óxido y la calamina se eliminan mediante un baño de ácido. Durante la inmersión en el baño de zinc líquido a 450° C, se forma bajo la capa de zinc una aleación adherente de hierro-zinc.

Se obtiene un máximo aprovechamiento de dicha protección aplicando, posteriormente, una pintura de acabado. Dicho sistema de protección contra la corrosión (el método DUPLEX) permite reducir al mínimo los gastos de mantenimiento, al impedir la galvanización la formación de óxido bajo la pintura.

El desarrollo de nuevos productos de recubrimiento ha mejorado considerablemente la protección anti-corrosión.

La experiencia adquirida demuestra que las pinturas más habituales de protección anti-corrosión protegen por un período de entre 10 y 20 años en función de los emplazamientos. Al término de dicho período, basta con renovar la capa de acabado; utilizando otro color se proporciona un nuevo aspecto exterior a la obra. La protección contra la corrosión incluye normalmente el granallado de la superficie metálica y un recubrimiento a base de varias capas que deben ser compatibles entre ellas:

- granallado de la superficie, grado de preparación SA 2,5,
- imprimación de 15-25 µm,
- una o dos capas intermedias (espesor 2 x 40 µm o 1 x 80 µm),
- dos capas de acabado (espesor 2 x 60 µm).

A excepción de la última capa de acabado, el recubrimiento se aplica en taller. Tras el montaje, se reparan las zonas dañadas y se aplica la última capa en obra.

Para más información puede consultarse el folleto "Protección mediante galvanizado en caliente de los perfiles laminados", disponible en la página Web

[www.arcelormittal.com/sections](http://www.arcelormittal.com/sections)



## 4.2 Protección antiincendios

### Aplicación del Concepto de Fuego Natural

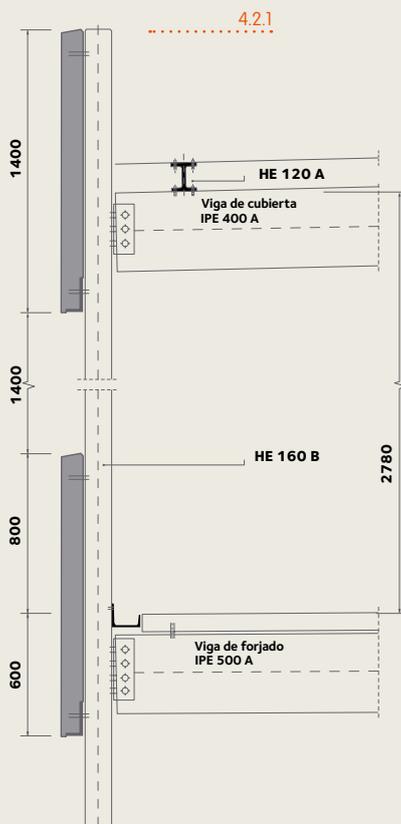
La normativa de la mayor parte de los países europeos no contempla ningún tipo de exigencia antiincendio para la estructura metálica de este tipo de edificios.

Se considera que un aparcamiento es abierto cuando existen en cada nivel aberturas con una superficie igual a un tercio de la superficie total de las paredes exteriores (fig. 4.2.1), y si permite una ventilación eficaz y permanente.

Para los escasos países donde se requiere una resistencia al fuego, se acepta la ingeniería de seguridad ante incendios como alternativa al fuego estándar ISO. Los datos básicos necesarios para aplicar este enfoque (carga de fuego, velocidad de generación de calor, número de vehículos implicados...) han sido determinados tras numerosos ensayos realizados en varios países. En las últimas décadas, la propagación del fuego desde un vehículo, raramente ha alcanzado a más de tres vehículos adyacentes.

En ensayos reales (foto 4.2.2) se han registrado temperaturas máximas locales del acero de 700° C aunque durante un corto periodo de tiempo y en pilares y vigas sin protección. Dichas temperaturas no provocaron ni el deterioro, ni siquiera deformaciones persistentes de la estructura (foto 4.2.3).

A diferencia de los aparcamientos elevados abiertos, los aparcamientos cerrados y los aparcamientos subterráneos están sometidos a exigencias de resistencia al fuego.



Con el fin de respetar la exigencia de resistencia al fuego ISO de entre una y dos horas que se impone a este tipo de aparcamiento, dichos edificios se construyen por lo general con un sistema mixto AF antiincendios. Dicho sistema consiste en rellenar con hormigón armado los huecos de los perfiles entre alas (foto 4.2.4). Al utilizar esos elementos como elementos estructurales mixtos en pilares y vigas las cargas se transmiten mediante la acción mixta del acero y el hormigón.

Además de su acción de carga, el hormigón protege al acero de un calentamiento demasiado rápido, proporcionando de esta manera una protección contra el incendio. Además, este sistema presenta una buena resistencia frente al choque de vehículos gracias a las alas situadas en su exterior.

Puede obtenerse información detallada sobre este sistema mixto AF, así como sobre los programas informáticos para su dimensionamiento, dirigiéndose a la división ArcelorMittal Commercial Sections o a sus oficinas comerciales.

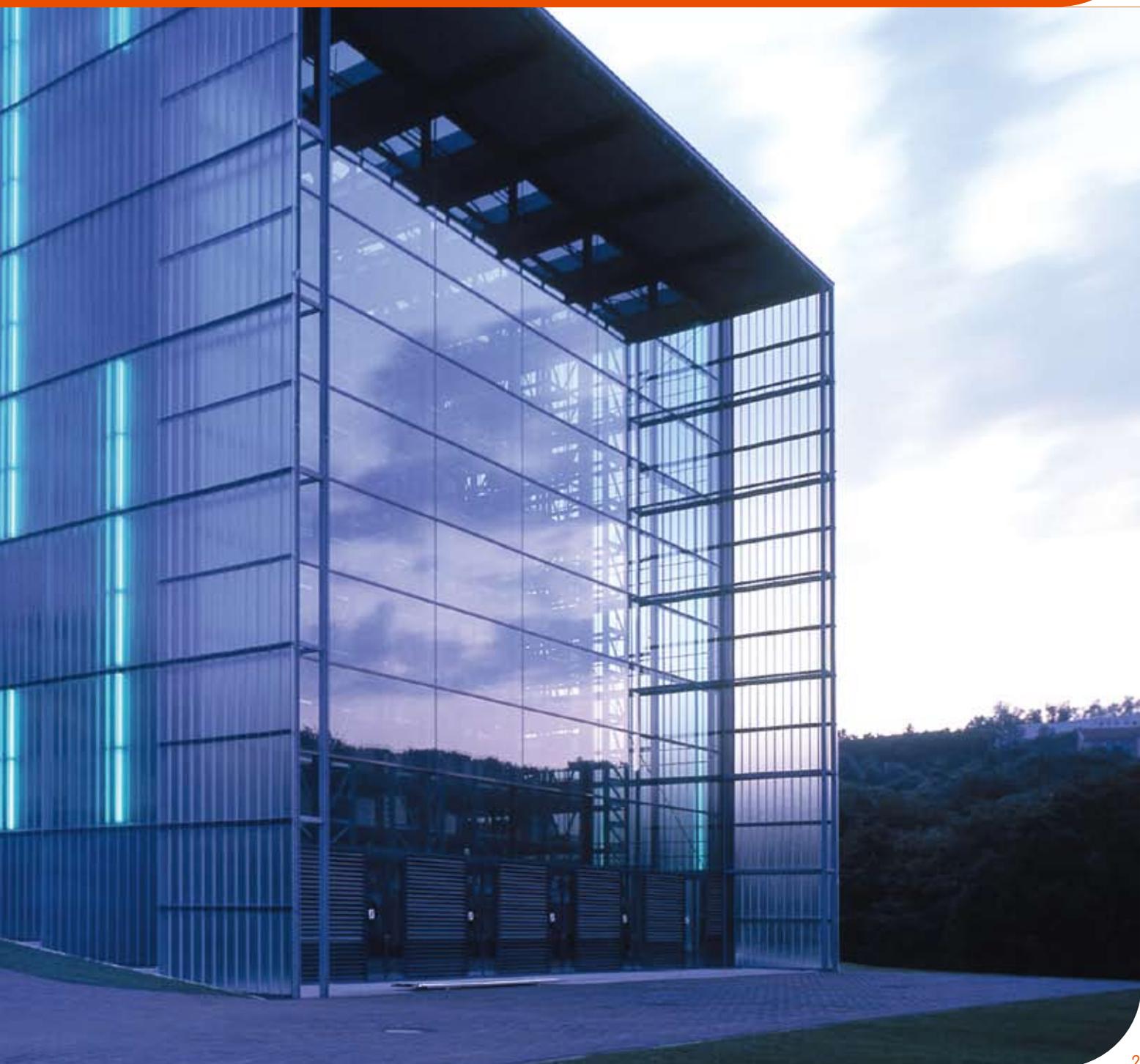
La aplicación del Concepto de Fuego Natural permite, en algunas condiciones (ventilación, medidas activas de protección antiincendio), el empleo de vigas estructurales sin protección pasiva.



- 4.2.1 Detalle de un aparcamiento abierto
- 4.2.2 Ensayo de fuego real sobre una estructura de aparcamiento sin protección, Vernon (Francia)
- 4.2.3 Estado de la estructura tras el ensayo de incendio, Vernon (Francia)
- 4.2.4 Detalle de vigas sin protección pasiva en un aparcamiento subterráneo



## 5. DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO





La política medioambiental del grupo ArcelorMittal se inscribe en un objetivo de desarrollo sostenible que pretende establecer a largo plazo un equilibrio entre el medio ambiente, el bienestar social y la economía.

Las plantas de producción de productos largos de ArcelorMittal funcionan siguiendo los criterios del sistema de gestión medioambiental definidos por la norma ISO 14001 : 1996. Las fábricas de productos largos de ArcelorMittal utilizan primordialmente chatarra reciclada como materia prima.

Esta nueva tecnología permite reducciones sustanciales de emisión y de consumo de energía primaria.

Las estructuras realizadas con ayuda de las vigas ArcelorMittal permiten:

- Reducir la cantidad de materiales de construcción utilizando aceros de alta resistencia,
- Limitar el número de transportes gracias al aligeramiento de las estructuras y garantizar los mínimos perjuicios,
- Acelerar la construcción gracias a la prefabricación,
- Reducir los residuos y otros perjuicios en obra utilizando montajes "secos",
- Diseñar edificios desmontables y reutilizables para otros fines,
- Aumentar la superficie útil favoreciendo el uso de los aceros S355 o S460,
- Satisfacer las exigencias medioambientales a través de productos reciclados y reciclables.

5. Vida útil de las estructuras hechas con vigas laminadas en caliente

Aparcamiento Bouillon, Luxemburgo

# Asistencia técnica y Acabado

## Asistencia técnica

Nos complace ofrecerle asesoramiento técnico gratuito para optimizar el uso de nuestros productos y soluciones en sus proyectos y responder a todas sus preguntas sobre el uso de perfiles y barras comerciales. Este asesoramiento técnico abarca el diseño de elementos estructurales, los detalles de construcción, la protección de las superficies, la protección contra incendios, la metalurgia y la soldadura.

Nuestros especialistas están a su disposición para apoyar su iniciativas en cualquier parte del mundo.

Para facilitar el diseño de sus proyectos, ofrecemos igualmente software y documentación técnica que puede consultar o bajar desde nuestra página web

[www.arcelormittal.com/sections](http://www.arcelormittal.com/sections)

## Acabado

Para completar las posibilidades técnicas de nuestros interlocutores, nos hemos dotado de potentes herramientas de acabado y ofrecemos una amplia gama de servicios, tales como:

- Taladrado
- Oxicorte
- Recorte en T
- Entallado
- Contraflechado
- Curvado
- Enderezado
- Aserrado en frío a la longitud exacta
- Soldadura de conectores
- Granallado
- Tratamiento de superficie

## Building & Construction Support

En ArcelorMittal contamos también con un equipo de profesionales multiproducto especializado en el mercado de la construcción: la división Building & Construction Support (BCS).

Una gama completa de productos y soluciones dedicados a la construcción en todas sus formas: estructuras, fachadas, cubiertas, etc. está disponible en nuestra página web

[www.constructalia.com](http://www.constructalia.com)

## Sus partners

ArcelorMittal  
Comercial Perfiles  
Ctra. Toledo, Km. 9,200  
E-28021 Madrid  
Tel: +34 917 972 30 0  
Fax: +34 915 050 25 7

[www.arcelormittal.com/sections](http://www.arcelormittal.com/sections)

ITEA - Instituto Técnico de la  
Estructura en Acero  
Parque Tecnológico de Donostia - San Sebastián  
Paseo de Mikeletegi, 56. Oficinas 108 - 109  
E- 20009 Donostia - San Sebastián  
Tel: +34 943 887 47 6  
Fax: +34 943 887 62 2

[www.arcelormittal.com/itea](http://www.arcelormittal.com/itea)

Building & Construction Support  
C/ Albacete 3 - 3º Planta  
E-28027 Madrid  
Tel: +34 91 596 9394  
Fax: + 34 91 596 9585

[www.constructalia.com](http://www.constructalia.com)

APTA - Asociación para la  
Promoción Técnica del Acero  
Pº de la Castellana, 135 - 3ºB  
E-28046 Madrid  
Tel: +34 915 670 91 0  
Fax: +34 915 670 91 1

[www.apta.org.es](http://www.apta.org.es)

ArcelorMittal  
Comercial Perfiles

Ctra. Toledo, Km. 9,200  
E-28021 Madrid  
ESPAÑA  
Tel: +34 917 972 30 0  
Fax: +34 915 050 25 7

[www.arcelormittal.com/sections](http://www.arcelormittal.com/sections)

Version 2008-1



**Fuentes Mixtas**

Grupo de producto de bosques bien  
gestionados y otras fuentes controladas.  
[www.fsc.org](http://www.fsc.org) Cert no. EUR-COC-051203  
© 1996 Forest Stewardship Council