

# ESTUDIO SOBRE EDIFICACIÓN INDUSTRIAL EN ESPAÑA.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SOLUCIONES  
ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVAS CON PRODUCTOS  
SIDERÚRGICOS Y DE HORMIGÓN EN LAS EDIFICACIONES  
INDUSTRIALES.  
AÑO 2005.

**INFORME FINAL**

Realizado por TECTUM INGENIERÍA S.L. bajo la dirección de APTA. Julio 2006.

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE SOLUCIONES ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVAS CON PRODUCTOS SIDERÚRGICOS Y DE HORMIGÓN EN LAS EDIFICACIONES INDUSTRIALES.**

<b>I. CRITERIOS GENERALES DE ANÁLISIS</b>	<b>1</b>
1. OBJETO DEL ESTUDIO	1
2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. METODOLOGÍA.	3
2.1. Formulación de consultas.	3
2.2. Contenidos de las consultas.	5
<b>II. EVOLUCIÓN, SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS.</b>	<b>6</b>
1. MAGNITUDES ECONÓMICAS SECTORIALES.	6
2. LAS EMPRESAS FABRICANTES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.	10
3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	12
<b>III. FACTORES CONDICIONANTES. ANÁLISIS.</b>	<b>24</b>
1. NORMATIVA DE APLICACIÓN.	24
1.1. Normas NBE del Ministerio de Fomento.	24
1.2. Normas UNE de AENOR.	25
1.3. Otras normas españolas.	26
1.4. Código Técnico de la Edificación.	27
2. CRITERIOS DE DISEÑO.	28
3. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	30
3.1. Bases de cálculo.	30
3.2. Aplicaciones de software.	30
3.3. Prontuarios y manuales de aplicación.	31
3.4. Especificaciones técnicas.	32
4. EJECUCIÓN MATERIAL.	33
4.1. Modalidades en la ejecución.	33
4.2. Acopio de materiales.	34
4.3. Medios auxiliares.	34
4.4. Plazos.	34
5. PROTECCIÓN ANTE INCENDIO.	35
6. CONTROL DE CALIDAD.	38
6.1. Sistemas de aseguramiento de la calidad.	38
6.2. Investigación y desarrollo. Innovación.	38
7. DURABILIDAD. EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO.	39
7.1. Sistemas de protección anticorrosiva.	39
7.2. Mantenimiento.	40
8. ANÁLISIS DE COSTES ECONÓMICOS.	41
9. VISADOS. TRAMITACIÓN DE LICENCIAS. SEGUROS.	44
9.1. Visados y tramitación de licencias.	44
9.2. Seguros.	44
<b>IV. CONCLUSIONES.</b>	<b>47</b>

**ANEJO 1. ENTIDADES Y EMPRESAS CONSULTADAS**

**ANEJO 2. CUESTIONARIOS Y FICHAS ESTADÍSTICAS**

**ANEJO 3. NORMAS UNE**

## I. CRITERIOS GENERALES DE ANÁLISIS

---

### 1. OBJETO DEL ESTUDIO.

El presente estudio sobre la construcción industrial en España ha sido promovido por APTA (Asociación para la Promoción Técnica del Acero), con objeto de recabar información sobre las condiciones que rodean la competencia como consecuencia de las distintas soluciones estructurales y constructivas con productos siderúrgicos y de hormigón que existen en el ámbito de este tipo de edificación.

El estudio se propone, entre otras cuestiones, valorar las circunstancias que concurren en el transcurso de las diferentes fases que tienen influencia en la competencia entre ambas soluciones: el proyecto, la ejecución y la explotación de las construcciones industriales. Así, se ha estructurado el estudio en cuatro capítulos:

#### I. CRITERIOS GENERALES.

Se explican en este capítulo los objetivos estratégicos que pretende la redacción de este estudio, las fuentes consultadas y la metodología aplicada para la consecución de la información necesaria para elaborar el análisis.

#### II. EVOLUCIÓN, SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS.

Recoge los datos emanados de las distintas fuentes de consulta y se elabora una imagen veraz y pormenorizada de la situación actual y de las tendencias del mercado de la construcción de edificaciones industriales en España. Los resultados se presentan en forma gráfica, con sus variables espacio-temporales: distribución geográfica y tendencias de evolución.

#### III. FACTORES CONDICIONANTES. ANÁLISIS.

Presentan los resultados del procesamiento y análisis, no sólo de las informaciones objetivas, sino de las opiniones y comentarios aportados por los diferentes actores que intervienen en el hecho constructivo. En el análisis se diferencian y analizan por separado las circunstancias que convergen e intervienen en las tres fases de la edificación: proyecto, ejecución y explotación.


Se evalúan tanto las circunstancias de diseño, como costes económicos, apoyo de organismos de promoción, incidencia del aseguramiento de bienes y personas,...

#### IV. CONCLUSIONES.

Sintetiza los resultados del capítulo anterior destacando las circunstancias y factores más influyentes en la competencia entre las distintas soluciones constructivas en la edificación industrial.

Este estudio ha sido realizado por TECTUM Ingeniería S.L., bajo la dirección de APTA.


#### **APTA ASOCIACIÓN PARA LA PROMOCIÓN TÉCNICA DEL ACERO**


 Paseo de la Castellana, 135 3ºB  
28046 MADRID

 91 5 67 09 10

fax 91 5 67 09 11  
[www.apta.org.es](http://www.apta.org.es)

#### **TECTUM INGENIERÍA**

 C/ Antonio Pérez, 7 3º3  
28002 MADRID

 91 5 63 35 68  
91 5 63 47 56

fax 91 5 63 47 56  
[tectum\\_ing@teleline.es](mailto:tectum_ing@teleline.es)

### Tipologías estructurales y constructivas

En una primera aproximación al mercado de la construcción y al estudio de la competencia general entre soluciones estructurales y constructivas, APTA tiene intención de acotar el análisis al campo de la edificación industrial. En este campo se incluyen aquellas construcciones que tienen como función primaria la de albergar procesos, mercancías o maquinarias destinada a la producción industrial, agropecuaria o actividades comerciales.

La limitación que supone la elección en primer término del sector industrial responde a varios criterios:

la menor complejidad del sector industrial con respecto a otros sectores de la edificación, especialmente en cuanto a variedad de soluciones estructurales, tipologías constructivas, materiales asociados,...

la mayor penetración y repercusión de las soluciones constructivas siderúrgicas en los ámbitos de la construcción industrial

el creciente avance de las soluciones de hormigón prefabricado en las aplicaciones industriales, feudo tradicional de los productos siderúrgicos

Lo anterior no implica que la Asociación para la Promoción Técnica del Acero, en vista de los resultados arrojados en este documento, no se proponga acometer sucesivos estudios cuyo objeto sean otros sectores representativos en el mercado de la construcción en España.

Este documento es la versión final del realizado en Marzo de 2006, respecto del cual se han puesto al día las estadísticas procedentes del Ministerio de Fomento, UNESID y el Instituto Nacional de Estadística, y se han contrastado los datos referentes a consumo nacional de productos siderúrgicos y utilización de acero en construcción, aportados por nuestros socios.

## 2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. METODOLOGÍA.

### 2.1. Formulación de consultas.

La recolección de datos, impresiones y valoraciones de carácter general o específico para su estudio, análisis y expresión en la redacción de este documento ha sido estudiada cuidadosamente con objeto de cruzar al máximo los datos recogidos y obtener una imagen nítida de la realidad constructiva actual, no sesgada ni distorsionada por impresiones o comentarios subjetivos. Así, se ha preferido optar por varias vías en la consecución de la información requerida, tanto por métodos directos como indirectos.

#### Estadísticas oficiales

Los datos aportados por las consultas directas realizadas a entidades oficiales relacionadas o interesadas en el ámbito del presente documento han sido muy escasos y poco actualizados.

Concretamente, solamente se han encontrado datos susceptibles de ser aplicados en este estudio en las recopilaciones de la *Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda. Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos*, publicadas por el Ministerio de Fomento. No obstante, la última recopilación que hace distinciones entre usos de la edificación, tipologías estructurales, tipologías constructivas de cerramientos,... corresponde al año 1.999. A partir de entonces, las estadísticas realizadas han sido mucho menos exhaustivas y son de menor utilidad para este estudio.

Pero, como ya se ha comentado, ésta es la única estadística oficial a nivel nacional sobre edificación que hemos encontrado. Se ha indagado en los Departamentos de Estadística del Ministerio de la Vivienda, del Instituto Nacional de Estadística (INE), del Consejo Superior de la Arquitectura Técnica de España y del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, sin resultado alguno. Incluso se contactó directamente con el responsable de Estadísticas del Ministerio de Fomento por si editaran otro tipo de estadísticas, pero no hallamos ninguna serie que fuera útil para este estudio.

#### Trabajo de campo

Esta circunstancia nos obligó finalmente, para obtener una instantánea fiel de la realidad constructiva actual en el campo de la edificación industrial, a realizar un trabajo de campo consistente en realizar distintos itinerarios para visitar diversos polígonos industriales situados en la red principal de carreteras. En estos itinerarios también se han considerado las construcciones industriales ubicadas fuera de polígonos, en el medio rural.

Solamente se han considerado las edificaciones industriales en construcción en el momento actual, con objeto de no distorsionar los datos así obtenidos con la realidad constructiva de años anteriores. Estos datos se han contrastado con las estadísticas oficiales disponibles, y se han ponderado en razón de su localización geográfica por provincias y de la importancia del sector constructivo industrial de esa provincia en el conjunto nacional según las estadísticas del Ministerio de Fomento referidas al año 2.005.

Los datos de campo se recogieron a lo largo de distintas rutas programadas, deteniéndose en las localidades más importantes, con los que se ha intentado cubrir las áreas más significativas para la edificación industrial en España.

Con estos itinerarios se han cumplimentado 352 fichas estadísticas, que representan casi 1.050.000m<sup>2</sup> construidos, aproximadamente el 7% de las edificaciones industriales construidas anualmente en España.

#### Entrevistas y conversaciones telefónicas

Se han mantenido entrevistas directas y conversaciones telefónicas con un número representativo de cada uno de los principales actores que intervienen en las diversas fases de la construcción: promotores, técnicos, constructores y fabricantes.

En ocasiones, estas indagaciones se han llevado a cabo de manera discreta, formuladas como consultas técnicas o comerciales, para no levantar suspicacias sobre el motivo de las mismas.

### **Cuestionarios por correo electrónico**

Se han difundido diversos cuestionarios vía correo electrónico, dirigidos específicamente a empresas fabricantes de estructuras metálicas o prefabricados de hormigón. Los modelos de cuestionario enviados se recogen en el anejo 2 de este documento.

En particular, se enviaron 92 cuestionarios a empresas fabricantes de estructuras metálicas, incluyendo a los talleres adheridos a la A.S.C.E.M. Asociación de Constructores de Estructuras Metálicas -miembro de A.P.T.A.- que fueron apercibidos expresamente de estas consultas. Sin embargo, a pesar del interés directo que se les supone en esta recopilación de información, han aportado un escaso índice de participación en las mismas. Solamente un 18% de los talleres consultados han colaborado con este estudio cumplimentando total o parcialmente el cuestionario solicitado, si bien en su descargo puede incidirse en la extensión y escasa sencillez del cuestionario enviado.

En el caso de las empresas fabricantes de hormigón o fabricantes de estructuras metálicas especializados en soluciones *llave en mano*, cabe destacar que no se ha conseguido ni una sola contestación al formulario. Sin embargo, su respuesta ante consultas de carácter comercial ha sido ampliamente atendida y ha arrojado una información muy completa y valiosa.

### **Navegación por internet**

La red se ha convertido en una herramienta muy eficaz en la búsqueda de datos e informaciones de las entidades que intervienen en el mercado de la construcción.

## 2.2. Contenidos de las consultas.

A través de estas consultas, indagaciones y formulaciones se ha pretendido recoger información sobre diversos aspectos que interesaban para la realización de un análisis pormenorizado de la situación actual; así, se enumeran a continuación las cuestiones hacia las que se han pretendido dirigir las indagaciones a la hora de formular consultas y recabar información en función de la fuente considerada.

### Cuestiones formuladas a entidades oficiales

- dimensiones y geometría de las naves industriales
- tipologías estructurales empleadas
- tipologías constructivas empleadas en los cerramientos
- datos económicos generales

### Cuestiones formuladas a promotores

- dimensiones y geometría de las naves industriales
- razones para decidir la tipología constructiva y estructural de una edificación industrial
- costes económicos de las soluciones constructivas en las diferentes fases analizadas

### Cuestiones formuladas a redactores de proyectos de ejecución general

- razones para decidir la tipología constructiva y estructural de una edificación industrial
- costes económicos de las soluciones constructivas en fase de proyecto
- grado de influencia o imposición del promotor en la decisión

### Cuestiones formuladas a redactores de proyectos de estructuras

- razones para decidir la tipología constructiva y estructural de una edificación industrial
- costes económicos de las soluciones constructivas en fase de proyecto
- grado de influencia o imposición del promotor o del redactor del proyecto de ejecución

### Cuestiones formuladas a fabricantes de estructuras metálicas

- actividades realizadas con medios humanos y materiales propios
- alcance de la ingeniería realizada con medios propios
- tipologías estructurales empleadas en la estructura primaria
- tipologías estructurales empleadas en la estructura secundaria
- tipologías empleadas en las uniones estructurales en obra
- tipologías constructivas empleadas en los cerramientos
- soluciones estructurales y constructivas patentadas
- sistemas de protección anticorrosiva
- medios de montaje
- control de calidad, seguimiento y trazabilidad del proceso
- costes económicos de las distintas tipologías en diferentes fases de la ejecución
- seguros de obra y sistemas de garantía

### Cuestiones formuladas a fabricantes de prefabricados de hormigón

- actividades realizadas con medios humanos y materiales propios
- alcance de la ingeniería realizada con medios propios
- tipologías estructurales empleadas
- soluciones estructurales y constructivas patentadas
- medios de montaje
- control de calidad, seguimiento y trazabilidad del proceso
- costes económicos de las distintas tipologías en diferentes fases de la ejecución
- seguros de obra y sistemas de garantía

## II. EVOLUCIÓN, SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS

### 1. MAGNITUDES ECONÓMICAS SECTORIALES.

El sector de la construcción es uno de los sectores de mayor relevancia cuantitativa de la economía española, con una presencia muy significativa y creciente en los últimos años. Este protagonismo alcanzado en el momento presente se ha visto favorecido por la excepcional bonanza del sector, cuya actividad ha crecido por encima del resto de la economía.

El sector de la construcción ha mantenido durante 2.005 la tendencia sostenida en la última década creciendo un 6% sobre el ejercicio anterior. Sigue registrando niveles más dinámicos que el conjunto de la economía española, superando en 2,6 puntos porcentuales el crecimiento de la economía nacional. La actividad constructora continúa siendo uno de los principales motores del crecimiento económico nacional, aportando una tasa significativa al empleo y a la creación de actividad empresarial. Concretamente, la contribución de la inversión en construcción al crecimiento del P.I.B ha sido del 1% sobre una tasa de variación del 3,4% en el año 2.005 <sup>1</sup>.

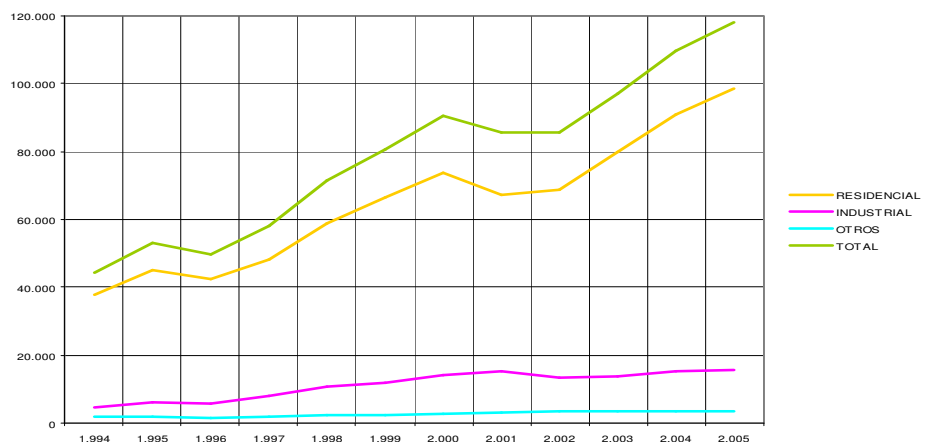
Dentro del mercado de la edificación se debe distinguir en primer lugar la residencial de la no residencial. En el primero, que supuso el 84% de la superficie total construida en España en 2.005 <sup>2</sup>, la demanda inicialmente la componen entidades inmobiliarias, cuando no cooperativas y comunidades de propietarios, aunque el demandante final sean las familias; mientras, la demanda del mercado de la edificación no residencial viene dada por promotores de naturaleza empresarial, y en menor medida entidades públicas.

La dinámica del mercado de edificación no residencial suele ir asociada a los ciclos de inversión empresarial, y depende de sus mismos parámetros: coste de financiación, nivel de utilización de la capacidad productiva, expectativas y beneficios empresariales. El peso de la producción interna del subsector de la edificación no residencial en el conjunto del sector de la construcción alcanzó una tasa del 17% en 2.005, con un retroceso del 1% respecto al año anterior como consecuencia de la regresión de la demanda privada. Sin embargo, se observó una clara recuperación a lo largo del ejercicio, estando previsto para el año 2.006 un crecimiento de esta actividad entre 2 y 4 puntos porcentuales <sup>1</sup>.

Dentro de la edificación no residencial destacan cuatro grandes subgrupos: industrial, comercial, administrativo, y transporte y comunicaciones.

La edificación industrial registró un cierto repunte en su actividad a lo largo del año 2.005, especialmente en el último trimestre, en línea con los datos de contabilidad nacional de la inversión empresarial, aunque todavía se aprecia cierta debilidad. Este sector ha sufrido ciertas dificultades en los últimos años, con continuas bajadas de precios y rentas incluso en localizaciones como Madrid y Barcelona. Estas dificultades se explican de alguna forma por los esfuerzos empresariales por reducir costes, consecuencia del menor crecimiento económico de los últimos años, que se traduce en una optimización de los espacios económicos, en un contexto de tendencias a largo plazo de externalización y deslocalización de actividades en los ámbitos nacional e internacional.

La edificación industrial, según los últimos datos disponibles, dio lugar en el año 2.005 a la petición de licencias de obra para la construcción de 16.954 edificios con un total de 15.750.000 m<sup>2</sup>. Esta cifra representa un 13,36% de la superficie total construida en España durante ese año <sup>2</sup>.



EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN. SUPERFICIE CONSTRUIDA SEGÚN DESTINOS (miles de m<sup>2</sup>)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fuente: SEOPAN.

<sup>2</sup> Fuente: Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadísticas y Estudios.



### Sector siderúrgico

La producción total de acero en España en 2.005 supuso un récord histórico, ascendiendo a 17,8 millones de toneladas y superando en el 0,8% a la del año 2.004. En cuanto a productos, las toneladas de laminados en caliente fueron 17,1 millones de toneladas, inferior en un 2,2% a la del año anterior, divididos en 11,7 millones de toneladas de productos largos y 5,4 de productos planos, mientras que 3,8 millones fueron laminados en frío, todo de producto plano (7,0% inferior a 2.004). Como dato interesante para el contenido de este estudio, apuntaremos que la producción de perfil estructural ascendió a 2.631 miles de toneladas, un 3,0% superior al producido en el año 2.004<sup>3</sup>.

Por último, el consumo aparente de productos siderúrgicos se redujo en un 1,0% respecto al año 2004, siendo de 20,9 millones de toneladas en el año 2005<sup>3</sup>.

En cuanto a las empresas fabricantes de estructuras metálicas, abarcan un conjunto de 2.774 centros productivos, de las cuales 682 tienen 20 empleados o más y 2.092, menos de 20 empleados, para una plantilla total de 52.623 empleados, para una media de 19,0 empleados por centro productivo<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Fuente: UNESID Unión de Empresas Siderúrgicas

<sup>4</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadística, año 2.004.

### Sector de prefabricados de hormigón

En 2004, el mercado de prefabricados de hormigón registró una aceleración en su crecimiento, tanto en términos volumen como de valor. Así, alcanzó los 72,43 millones de toneladas, lo que supuso un incremento del 5,5% respecto a 2003. En valor, el mercado se cifró en unos 3.362 millones de euros en 2004, con un crecimiento del 4,6%, frente al 3,5% registrado en 2003.

La producción alcanzó un valor de 3.450 millones de euros, contabilizando un aumento del 6,2% respecto a 2003, año en el que había crecido un 3,2%. Por su parte, el volumen de producción contabilizó un aumento del 5,5% en 2004, hasta situarse en 72,6 millones de toneladas.

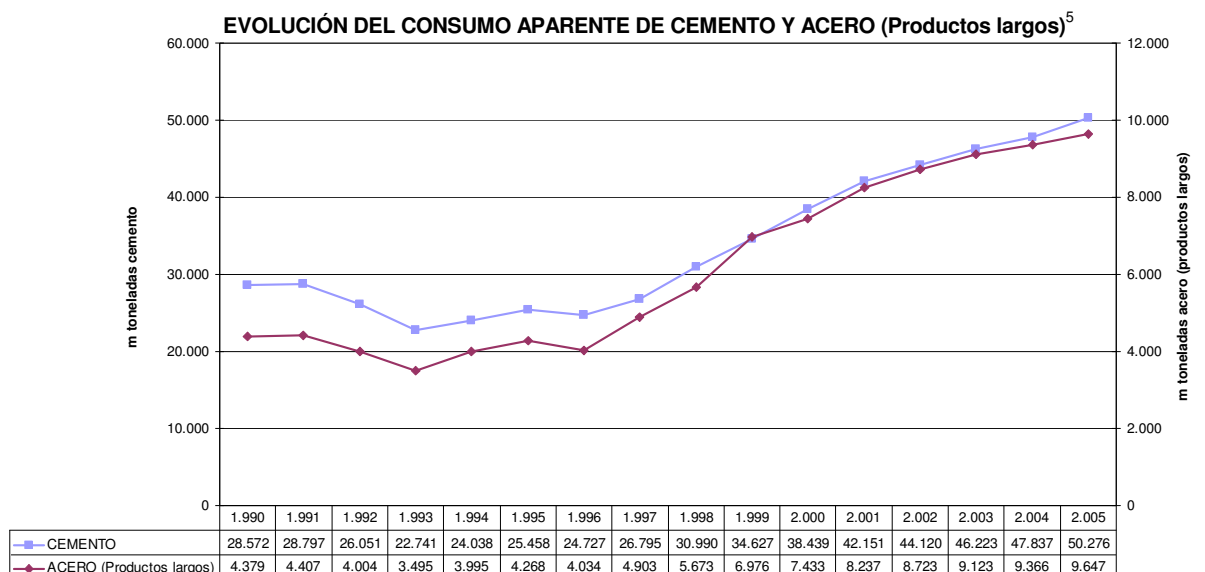
La mayor parte de las ventas se destinaron al segmento de la edificación, que con una cifra de 1.965 millones de euros en 2004 acaparó algo más del 58% del total. Este segmento fue el que registró un comportamiento más dinámico en el último año, con un incremento situado en el 5,6%.

Las ventas para obra civil contabilizaron un crecimiento de 3%, cifrándose en unos 1.200 millones de euros en 2004, lo que supuso cerca del 36% del total, mientras otro 6% correspondió al segmento de urbanización y servicios.

Las empresas fabricantes de prefabricados abarcan un conjunto de 1.210 centros productivos, con una plantilla total de 32.000 empleados -26,0 empleados por centro productivo-.

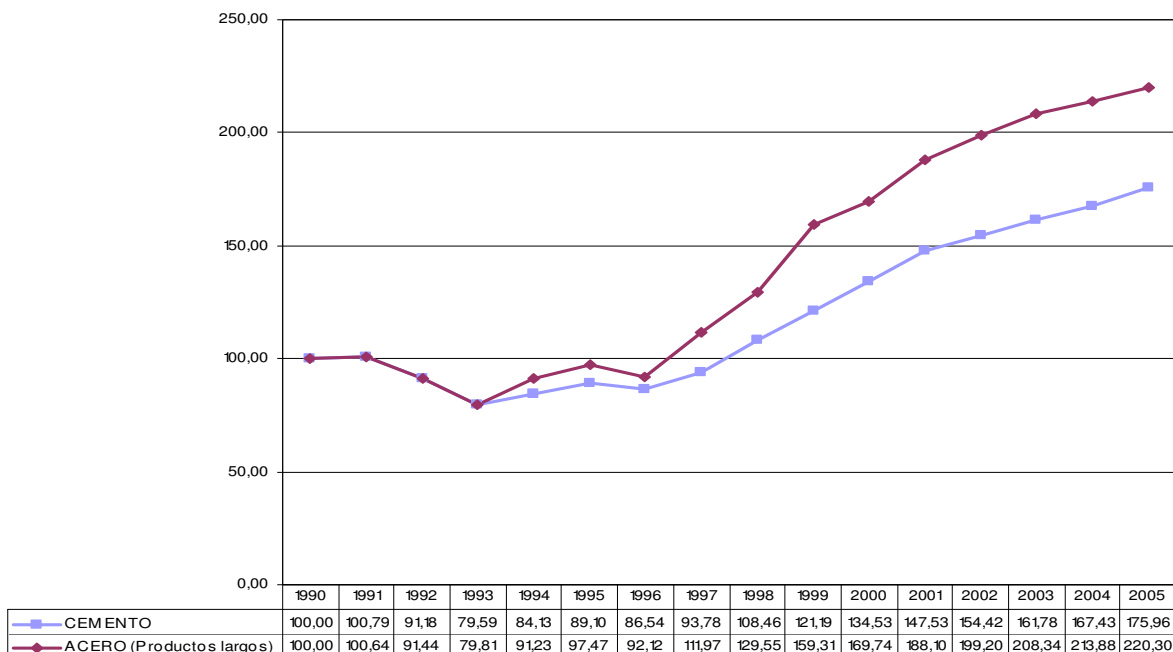
### Evolución del consumo aparente de cemento y productos largos de acero

A continuación se muestra la evolución desde el año 1.990 del consumo aparente de cemento y productos largos de acero como indicadores de la evolución del sector de la construcción en el país.



<sup>5</sup> Fuente: SEOPAN, UNESID y elaboración propia

**CONSUMO APARENTE DE CEMENTO Y ACERO (Productos largos). VARIACIÓN 1990-2005<sup>5</sup>**



Se puede observar que a partir de los años 90 se ha ido reduciendo progresivamente el diferencial entre el consumo aparente de cemento sobre el de productos largos de acero indicada en las mayores tasas de variación anual de este último producto.

En el periodo de 1.990 a 2.005 la tasa de crecimiento de consumo de productos largos de acero se ha incrementado en un 120,30 %, mientras que la de consumo de cemento ha sido de 75,96 %.

En los últimos años, el diferencial se ha visto beneficiado por el incremento de kilogramos de acero por metro cúbico de hormigón en la fabricación de hormigón armado.

<sup>5</sup> Fuente: SEOPAN, UNESID y elaboración propia

**Evolución de las soluciones estructurales**

En la página siguiente se muestra gráficamente la evolución en los últimos años del acero y del hormigón en las soluciones estructurales, diferenciando de manera general entre edificación residencial y no residencial <sup>6</sup>. Los porcentajes hacen referencia al número de edificios para los que se ha solicitado licencia.

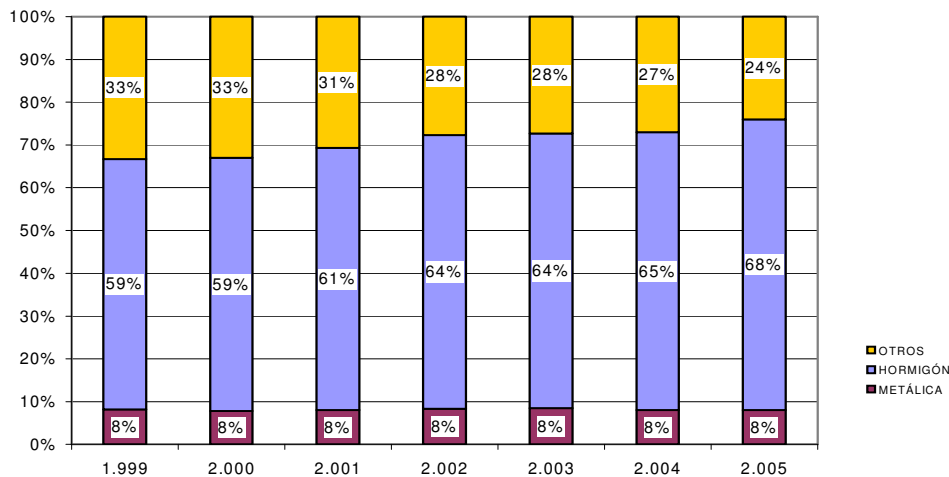
Como se puede ver, la relación de tipologías estructurales hormigón-acero se mantiene, con pocas diferencias, para cada uso de la edificación, siendo muy favorable para el hormigón en edificación residencial y favorable al acero en edificación no residencial.

<sup>6</sup> Fuente: Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadísticas y Estudios.

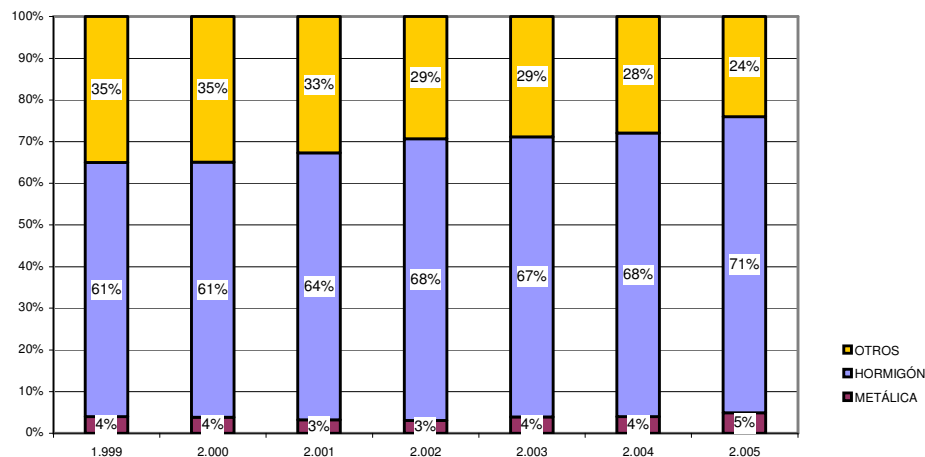
NÚMERO DE EDIFICIOS DE NUEVA PLANTA. AÑO 2.005.					
ESTRUCTURA	HORMIGÓN	METÁLICA	OTROS (*)	TOTAL	m2
TOTAL EDIFICACION	138.298	17.274	47.805	203.377	117.911.000
	68,00%	8,49%	23,51%	100,00%	100,00%
RESIDENCIAL	130.909	8.348	44.961	184.218	98.606.000
	71,06%	4,53%	24,41%	90,58%	83,64%
NO RESIDENCIAL	7.389	8.926	2.844	19.159	19.405.000
	38,57%	46,59%	14,84%	9,42%	16,46%

(\*) muros de carga, mixtas, madera,...

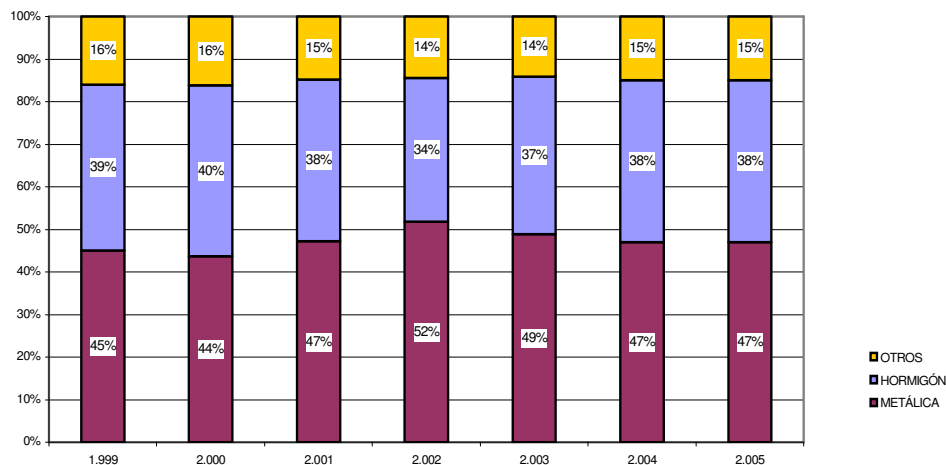
**EVOLUCIÓN SEGÚN TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL. TOTAL %**



**EVOLUCIÓN SEGÚN TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL. USO RESIDENCIAL %**



**EVOLUCIÓN SEGÚN TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL. USO NO RESIDENCIAL %**



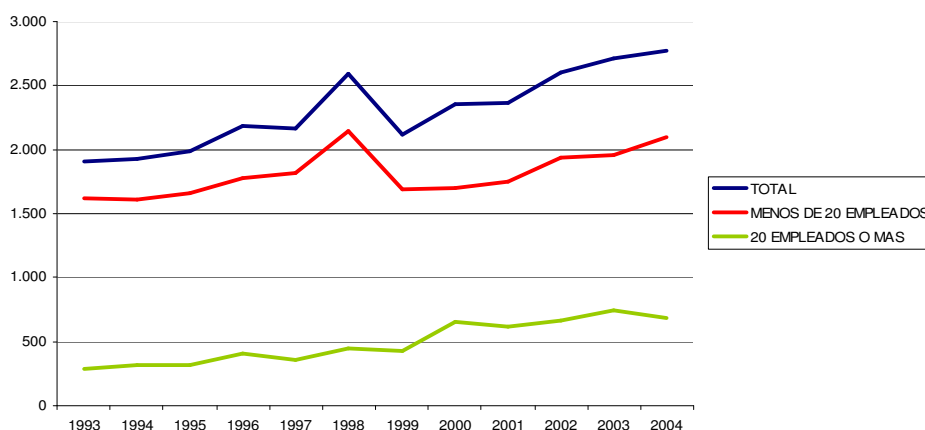
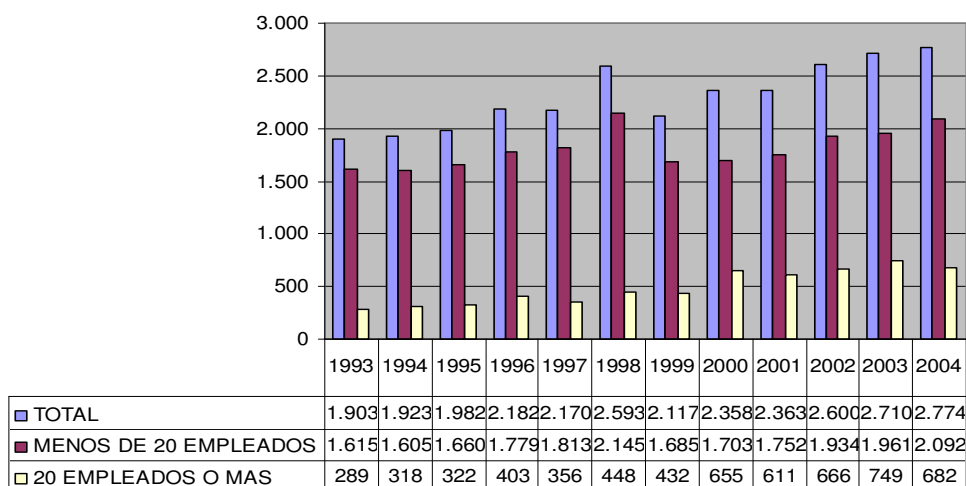
## 2. LAS EMPRESAS FABRICANTES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.

En el año 2.004, se estableció en España un máximo histórico en el número de empresas fabricantes de estructuras metálicas con 2.774 centros productivos. De este número, 2.092 empresas tenían menos de 20 empleados (75,4%) y el resto, esto es, 749 tenían 20 empleados o más (24,6%).

Durante la primera parte de la última década, el número de empresas dedicadas a esta actividad tuvo un crecimiento sostenido, aumentando tanto las empresas de tamaño pequeño como las de tamaño mediano-grande. Pero en el año 1.999 el sector entró en crisis sobre todo las empresas con menos de 20 empleados, que en el año 1.998 suponían el 83% del total. Posteriormente el sector remontó, creando porcentualmente un mayor número de empresas de superior tamaño al de las principalmente afectadas por la crisis de finales del pasado siglo. Esta disminución de la actividad quedó superada al siguiente año, marcando en el año 2.000 cifras máximas tanto en número de personas empleadas como en total de horas trabajadas en empresas del sector.

Aún así, la empresa tipo fabricante de estructura metálica en España sigue teniendo un tamaño pequeño con menos de 20 empleados, no pertenece a ninguna asociación y tiene carácter local en su ámbito de actuación.

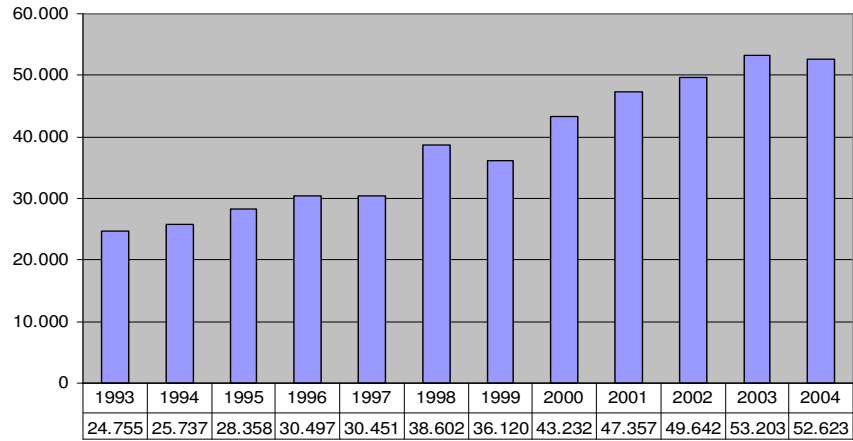
### NÚMERO DE EMPRESAS FABRICANTES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS<sup>1</sup>



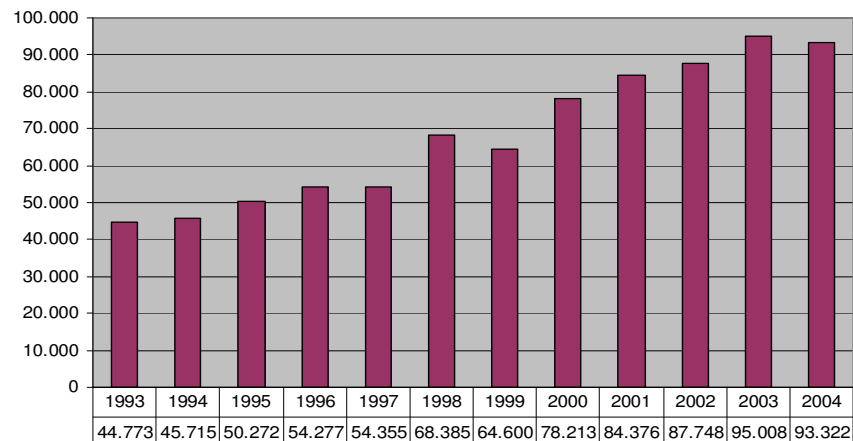
Aunque las empresas fabricantes de estructuras metálicas con menos de 20 empleados son la gran mayoría, en las gráficas anteriores se observa cómo la proporción de empresas de 20 empleados o más se ha duplicado. Así, si estas empresas constituían en 1.993 un 15,2% del total, en 2.003 suponían ya el 27,6%, aunque en 2.004 ha descendido al 24,6%, circunstancia ésta a la que se deberá estar atento para saber si es coyuntural o marca una tendencia. Por último, la plantilla media ha pasado de 13 personas en 1.993 a 19 personas en 2.004.

<sup>1</sup> Fuente Instituto Nacional de Estadística

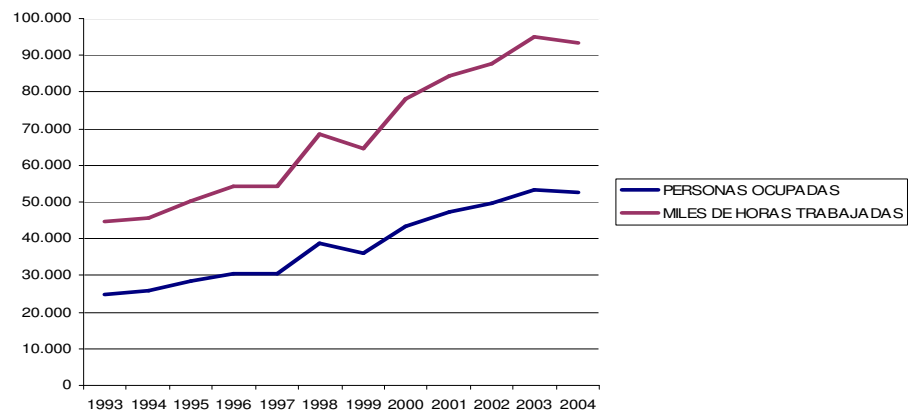
**TOTAL DE PERSONAS OCUPADAS EN EMPRESAS FABRICANTES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS<sup>1</sup>**



**TOTAL DE HORAS TRABAJADAS EN EMPRESAS FABRICANTES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS<sup>1</sup>**



**COMPARATIVA ENTRE PERSONAS OCUPADAS Y TOTAL DE HORAS TRABAJADAS EN EMPRESAS FABRICANTES DE ESTRUCTURAS METÁLICAS<sup>1</sup>**



<sup>1</sup> Fuente Instituto Nacional de Estadística

### 3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

En primer lugar, queremos resaltar la diferencia de criterios que se produjo en el año 1.999 por parte del Ministerio de Fomento al realizar la serie estadística "Edificación y vivienda. Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos". Hasta entonces, para la edificación destinada a la categoría de "uso no residencial", se podían observar hasta 11 subcategorías: Explotaciones agrarias, ganaderas o pesca, industria, transporte y comunicaciones, almacenes, servicios burocráticos (oficinas), servicios comerciales, servicios sanitarios, servicios culturales y recreativos, servicios educativos, iglesias y otros edificios religiosos y, por último, una subcategoría de otros. Para cada una de ellas se podía conocer el número de edificios, su superficie e incluso, su tipología constructiva tanto estructural como de cerramientos, aunque esto sólo para la serie de número de edificios, no por superficie. Un ejemplo de ese tipo de tablas es la que se muestra a continuación correspondiente al año 1.999.

EDIFICACION DE NUEVA PLANTA  
EDIFICIOS DESTINADOS A USO NO RESIDENCIAL  
NACIONAL

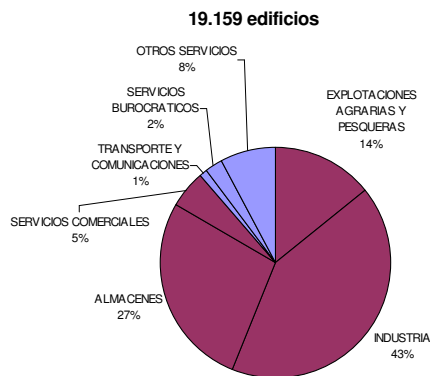
Año: 1.999

2.1.3.5.- EDIFICIOS SEGUN SU TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA (En porcentaje vertical por tipología)

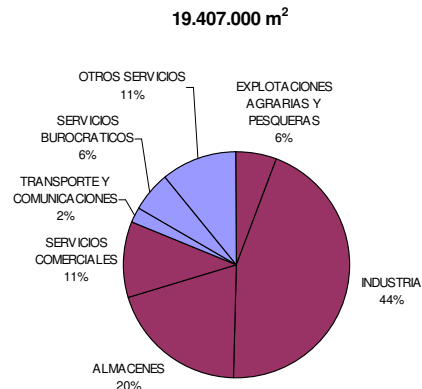
Destino de los edificios		Explotac. agrarias ganaderas o pesca	Industrias	Transportes y comunicac.	Almacenes	Servicios burocráticos (oficinas)	Servicios comerciales	Servicios sanitarios	Servicios culturales y recreativos	Servicios educativos	Iglesias y otros edificios religiosos	Otros
Tipología												
ESTRUCTURAL	Hormigón Armado	42,6	28,8	43,0	36,7	63,3	56,8	61,3	52,8	70,9	70,2	55,1
	Metálica	33,6	62,6	32,0	45,8	23,5	26,6	16,1	11,9	11,0	13,1	24,9
	Muros de carga	19,8	1,6	13,7	12,8	7,8	8,5	19,4	15,9	9,9	11,9	15,0
	Mixta	2,7	5,8	10,3	3,0	4,1	7,3	3,2	17,9	7,7	4,8	3,7
	Otros	1,3	1,3	1,0	1,6	1,3	0,7	0,0	1,6	0,5	0,0	1,3
ESTRUCTURAL	Unidireccional	62,8	59,4	71,8	67,2	69,4	78,7	69,8	76,2	74,7	63,9	68,3
	Bidireccional	10,2	7,5	12,2	8,6	17,9	9,9	27,0	9,4	12,6	21,7	6,6
	Otros	27,0	33,1	16,0	24,2	12,7	11,3	3,2	14,5	12,6	14,5	25,1
CUBIERTOS	Plana	9,5	12,7	42,9	22,8	57,4	51,1	62,9	44,7	56,6	34,5	31,6
	Inclinada	90,5	87,3	57,1	77,2	42,6	48,9	37,1	55,3	43,4	65,5	68,4

A partir del año 1.999 y hasta la actualidad (la última estadística publicada pertenece al año 2.005), las subcategorías para edificación no residencial se redujeron a 7 (explotaciones agrarias y pesqueras, industria, transporte y comunicaciones, almacenes, servicios burocráticos, servicios comerciales y otros) y desaparecieron estadísticas sobre tipología constructiva para cada una de estas categorías, quedando reducida esta información únicamente a la categoría de "uso no residencial" que engloba todas las subcategorías enunciadas anteriormente. Para poder comparar en la actualidad tanto el número de edificios destinados a industria como su superficie en relación con el total, se muestran dos gráficas que dan una noción aproximada de sus equivalencias.

AÑO 2.005. EDIFICACIÓN NO RESIDENCIAL (número de edificios)



AÑO 2.005. EDIFICACIÓN NO RESIDENCIAL (m<sup>2</sup>)



Fuente: Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadísticas y Estudios

Esto nos llevó a realizar un trabajo de campo, como ya se comentó en otro capítulo de este estudio, para poder comparar datos a lo largo del tiempo y poder evaluar las tendencias constructivas de la construcción industrial en España. En referencia con los datos estadísticos obtenidos del Ministerio de Fomento sobre edificación no residencial, en el presente análisis no se han considerado los datos correspondientes a los usos de transporte y comunicaciones, servicios burocráticos (oficinas) y otros (servicios sanitarios, culturales y recreativos, educativos, religiosos,...). En cambio, se han considerado en el ámbito de este estudio los usos asociados a las tipologías edificatorias que usualmente se reconocen como construcciones industriales: explotaciones agrarias y pesqueras, industria, almacenes y servicios comerciales.

Los datos obtenidos en los itinerarios por la geografía española han sido ponderados por provincias en función de su importancia relativa en el conjunto de la edificación industrial española, considerando m<sup>2</sup> y número de edificios construidos en 2.005 <sup>1</sup>. El peso porcentual de cada provincia aparece en la tabla siguiente, en la que se han marcado las provincias más representativas.

#### DISTRIBUCIÓN POR PROVINCIAS (m2)

ÁLAVA	3,30	CUENCA	0,98	PALENCIA	0,16
ALBACETE	2,63	GERONA	1,93	LAS PALMAS	0,87
ALICANTE	3,71	GRANADA	0,85	PONTEVEDRA	0,82
ALMERÍA	1,27	GUADALAJARA	1,21	SALAMANCA	0,39
ASTURIAS	1,34	GUIPÚZCOA	0,42	STA CRUZ DE TENERIFE	1,02
ÁVILA	0,14	HUELVA	1,22	SEGOVIA	0,18
BADAJOS	0,78	HUESCA	1,46	SEVILLA	4,91
ISLAS BALEARES	0,96	JAÉN	0,80	SORIA	0,00
BARCELONA	12,21	LA RIOJA	0,89	TARRAGONA	1,83
BURGOS	0,98	LEÓN	0,39	TERUEL	0,45
CÁCERES	0,32	LÉRIDA	0,74	TOLEDO	3,31
CÁDIZ	1,24	LUGO	0,66	VALENCIA	6,78
CANTABRIA	0,7	MADRID	13,69	VALLADOLID	0,82
CASTELLÓN	1,95	MÁLAGA	1,56	VIZCAYA	0,14
CIUDAD REAL	1,53	MURCIA	5,01	ZAMORA	1,25
CÓRDOBA	3,67	NAVARRA	0,82	ZARAGOZA	5,63
LA CORUÑA	1,14	ORENSE	0,76		

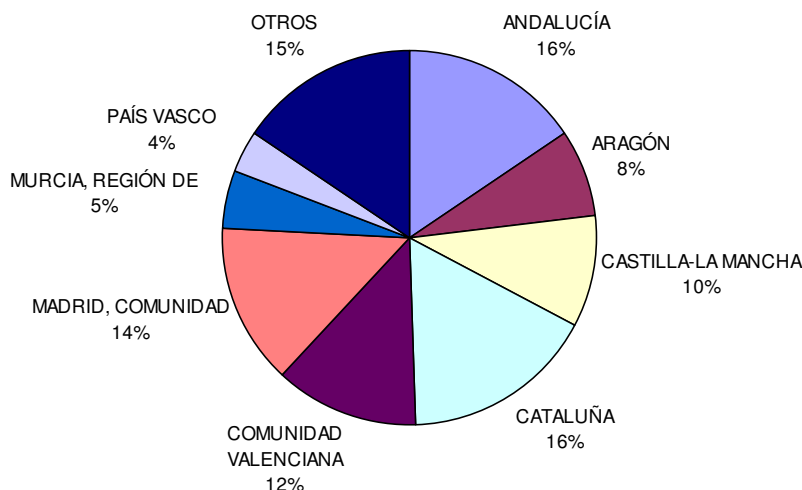
#### DISTRIBUCIÓN POR PROVINCIAS (número de edificios)

ÁLAVA	1,29	CUENCA	1,61	PALENCIA	0,12
ALBACETE	4,56	GERONA	1,99	LAS PALMAS	0,96
ALICANTE	3,16	GRANADA	2,50	PONTEVEDRA	0,54
ALMERÍA	2,40	GUADALAJARA	0,89	SALAMANCA	0,26
ASTURIAS	1,03	GUIPÚZCOA	0,21	STA CRUZ DE TENERIFE	0,79
ÁVILA	0,16	HUELVA	1,68	SEGOVIA	0,17
BADAJOS	1,51	HUESCA	1,67	SEVILLA	5,11
ISLAS BALEARES	0,70	JAÉN	2,03	SORIA	0,01
BARCELONA	6,94	LA RIOJA	0,92	TARRAGONA	2,59
BURGOS	1,91	LEÓN	0,57	TERUEL	0,78
CÁCERES	0,46	LÉRIDA	0,74	TOLEDO	3,00
CÁDIZ	2,66	LUGO	0,66	VALENCIA	5,09
CANTABRIA	0,45	MADRID	11,81	VALLADOLID	0,68
CASTELLÓN	1,62	MÁLAGA	4,57	VIZCAYA	0,10
CIUDAD REAL	2,35	MURCIA	6,30	ZAMORA	1,56
CÓRDOBA	2,57	NAVARRA	0,59	ZARAGOZA	4,27
LA CORUÑA	0,73	ORENSE	0,73		

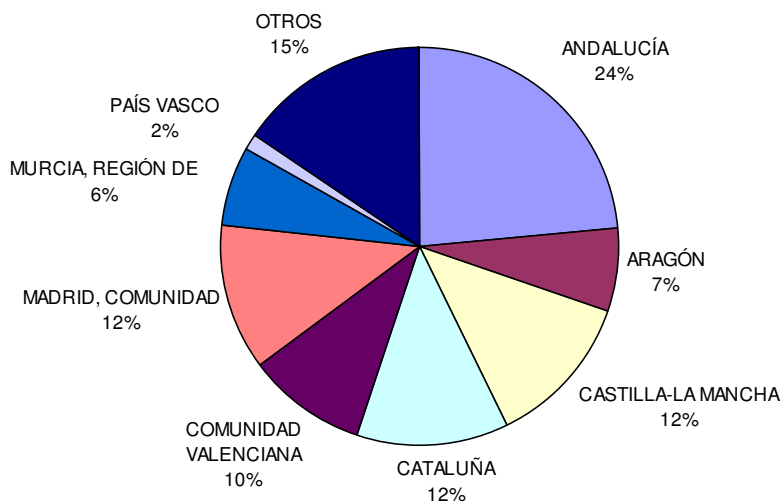
<sup>1</sup> Fuente: Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadísticas y Estudios.

En síntesis, se presenta a continuación la distribución por comunidades autónomas de la superficie de edificación industrial construida en España durante ese año.

**Distribución por Comunidades Autónomas de la superficie destinada a Edificación Industrial (15.750.000 m<sup>2</sup> en 2005)<sup>1</sup>**



**Distribución por Comunidades Autónomas de los edificios destinados a Edificación Industrial (16.954 edificios en 2005)<sup>1</sup>**



Como se puede observar, la construcción industrial en España está muy repartida entre las diversas Comunidades Autónomas. Únicamente hay 8 provincias que obtienen un porcentaje igual o mayor del 3% en metros cuadrados construidos y número de edificios: Alicante (3,71% y 3,16%, respectivamente), Barcelona (12,21% y 6,94%), Madrid (13,69% y 11,81%), Murcia (5,01% y 6,30%), Sevilla (4,91% y 5,11%), Toledo (3,31% y 3,00%), Valencia (6,78% y 5,09%) y Zaragoza (5,63% y 4,27%).

<sup>1</sup> Fuente: Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadísticas y Estudios.



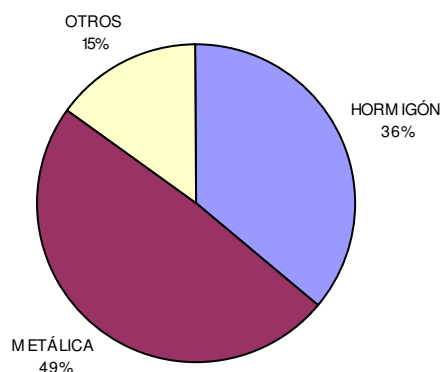
### DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

Al comparar los datos del Ministerio de Fomento y los recogidos en el trabajo de campo realizado por Tectum Ingeniería en 2.005, se tiene que la aplicación del acero en las soluciones estructurales de las edificaciones industriales es del orden del 50% tanto en número de edificios como en metros cuadrados construidos. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que los datos de Ministerio de Fomento incluyen un apartado destinado a OTROS correspondientes a estructuras de muros de carga, mixtas, etc., que se ha obviado, pues corresponde claramente a errores en la cumplimentación de las fichas enviadas a los ayuntamientos. En España no se construyen un 15% de las edificaciones industriales con estructura que no sea de acero o de hormigón, como así ha refrendado el estudio de campo en el que únicamente se han visto esos dos tipos de estructuras.

A continuación se presenta la proporción de edificación industrial con soluciones estructurales de acero y de hormigón. La gráfica correspondiente al año 1.999 se ha obtenido con datos del número de edificios, mientras que la del año 2.005 se refiere a m<sup>2</sup> construidos

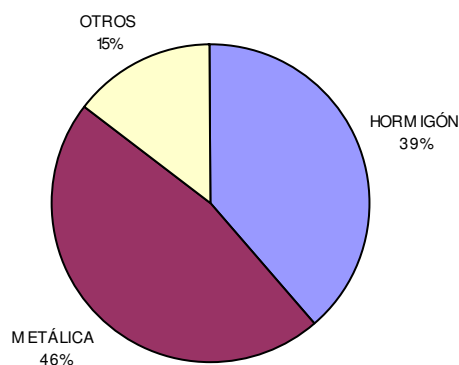
#### AÑO 1.999. EDIFICACIÓN INDUSTRIAL<sup>1</sup>

13.496 edificios (11.767.000 m<sup>2</sup>)



#### AÑO 2.005. EDIFICACIÓN NO RESIDENCIAL<sup>1</sup>

19.159 edificios (19.407.000 m<sup>2</sup>)



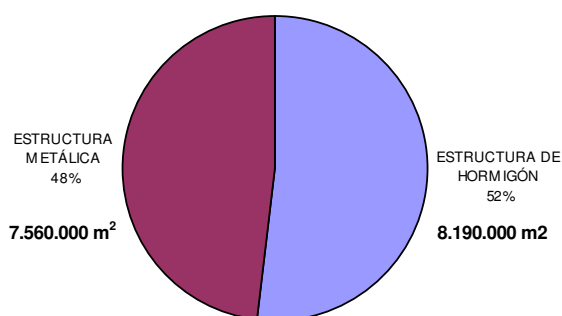
<sup>1</sup> Edificación industrial: Industria, almacenes, explotaciones agrarias y pesqueras, servicios comerciales.  
Edificación no residencial: Edificación industrial + servicios burocráticos (oficinas) + transporte y comunicaciones + otros.

Otros: Muros de carga, mixtas, madera,...

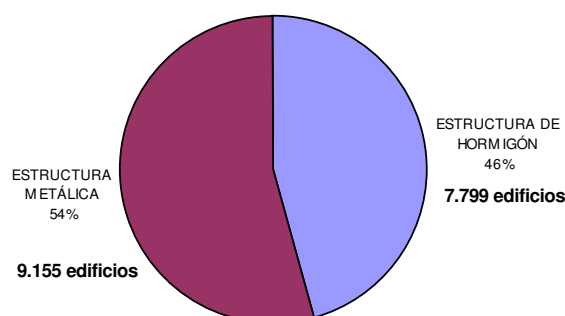
Fuente: Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadísticas y Estudios.

#### AÑO 2.005. EDIFICACIÓN INDUSTRIAL<sup>2</sup>

15.750.000 m<sup>2</sup>



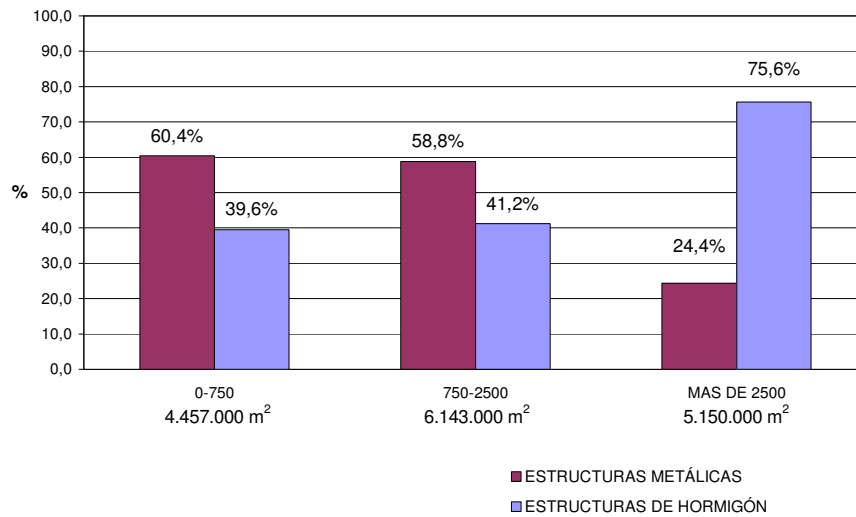
16.954 edificios



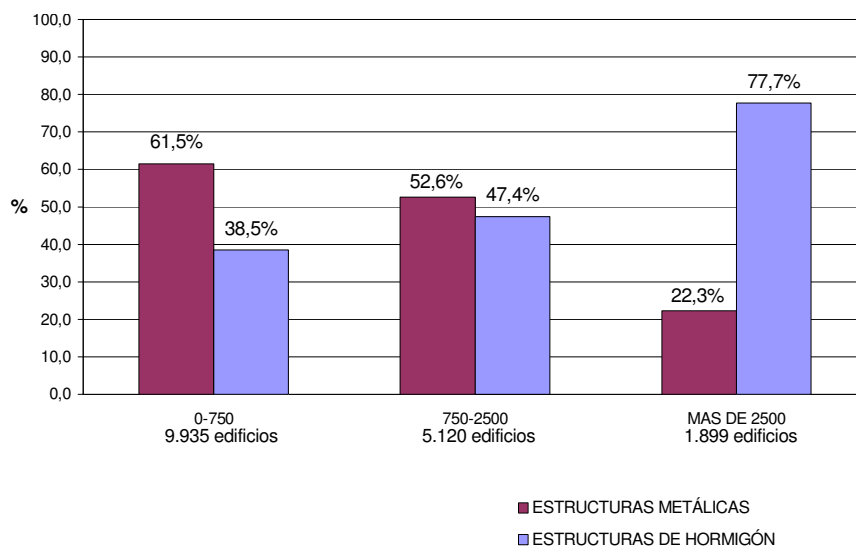
<sup>2</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.

**AÑO 2.005**

**DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN FUNCIÓN DE M2 CONSTRUIDOS (m<sup>2</sup>) <sup>1</sup>**



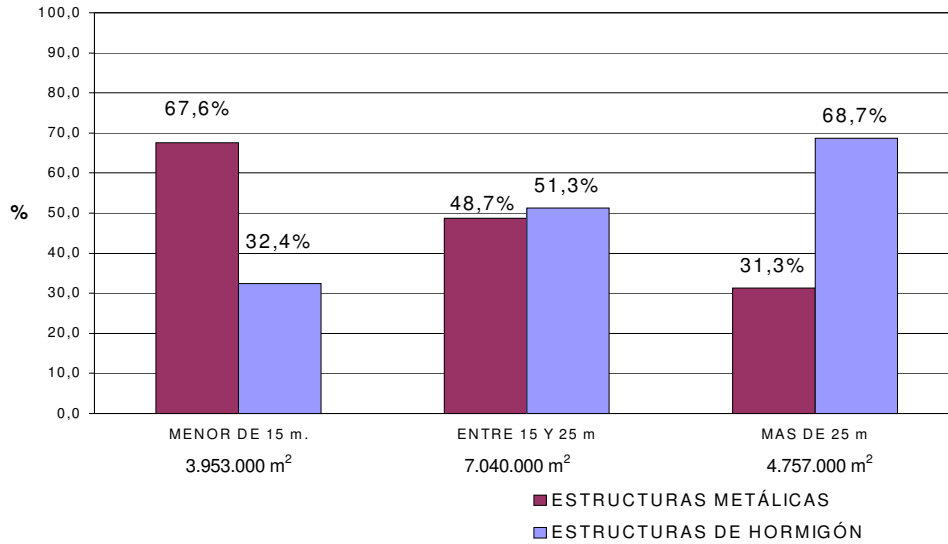
**DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN FUNCIÓN DE M2 CONSTRUIDOS (nº de edificios) <sup>1</sup>**



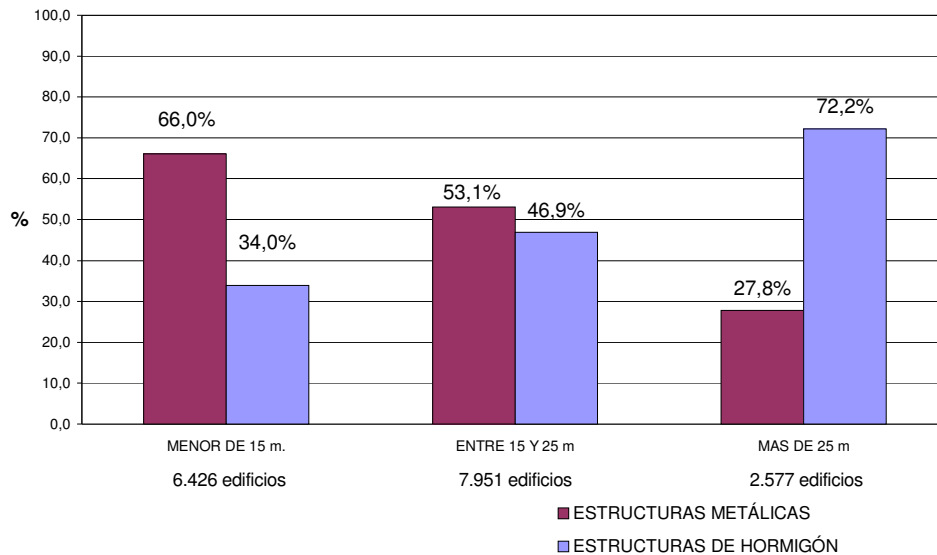
<sup>1</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados

**AÑO 2.005**

**DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN FUNCIÓN DE LA LUZ DE PÓRTICO (m<sup>2</sup>)<sup>1</sup>**



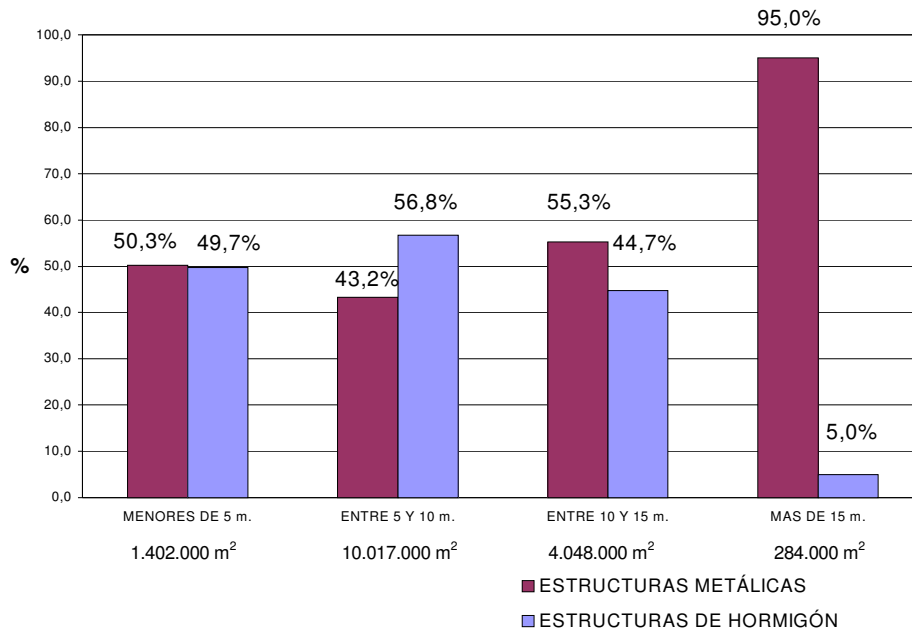
**DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN FUNCIÓN DE LA LUZ DE PÓRTICO (nº de edificios)<sup>1</sup>**



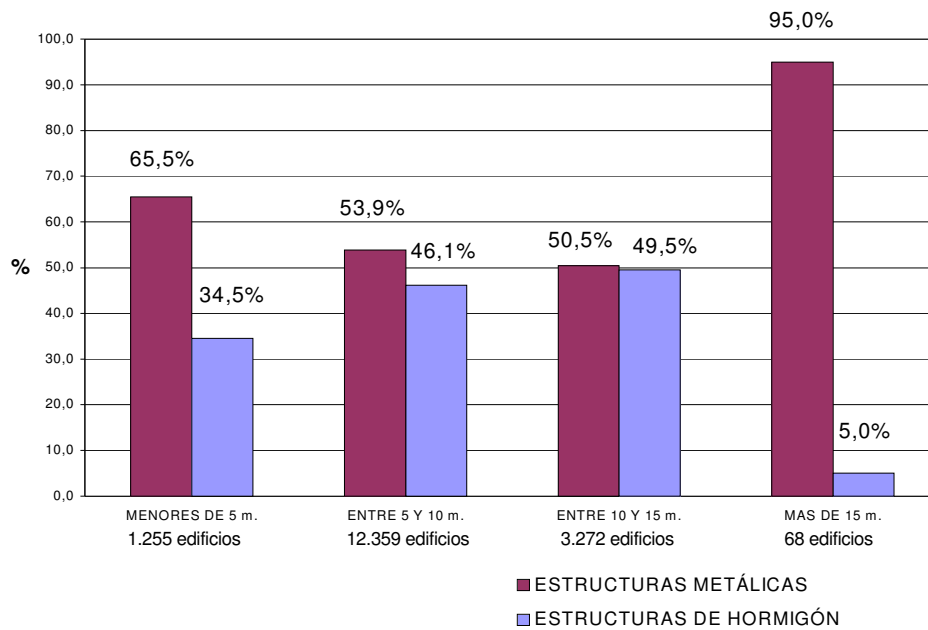
<sup>1</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.

**AÑO 2.005**

**DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE PILARES (m<sup>2</sup>)<sup>1</sup>**



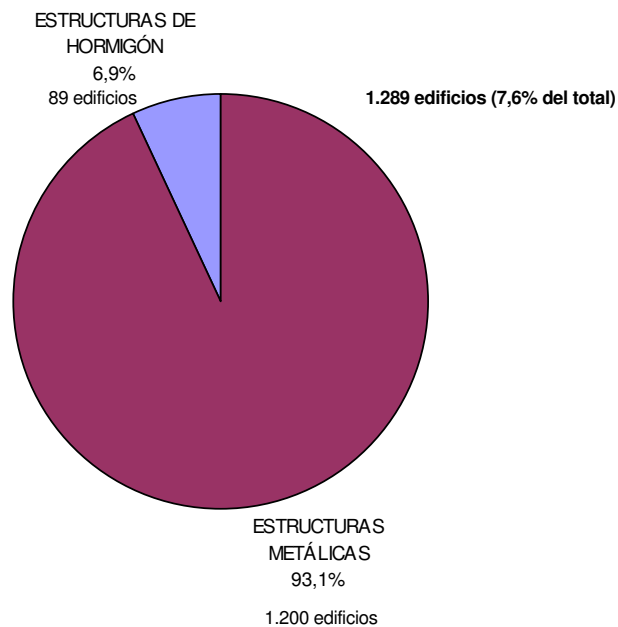
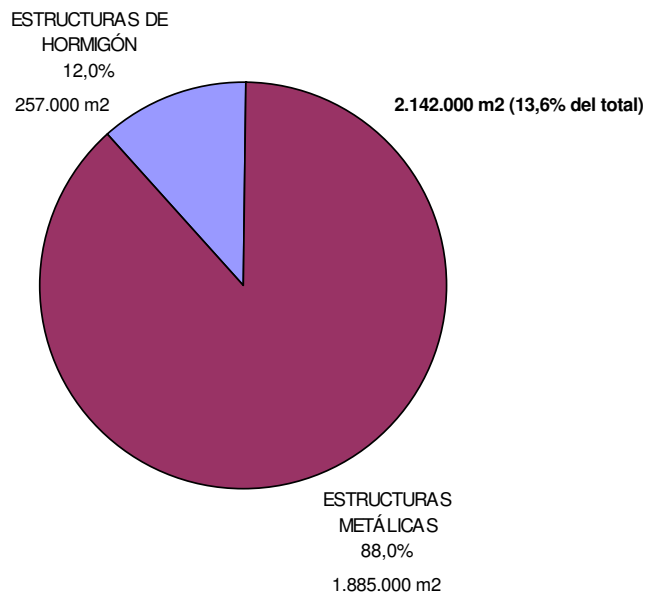
**DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE PILARES (nº de edificios)<sup>1</sup>**



<sup>1</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.

### DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES INDUSTRIALES CON PUENTE GRÚA<sup>1</sup>

La viga carrilera de cualquier nave de acero o prefabricada de hormigón es en la gran mayoría de los casos una viga de acero. Solamente alguna empresa de prefabricados ha planteado la posibilidad de emplear vigas carrileras de hormigón pretensado.

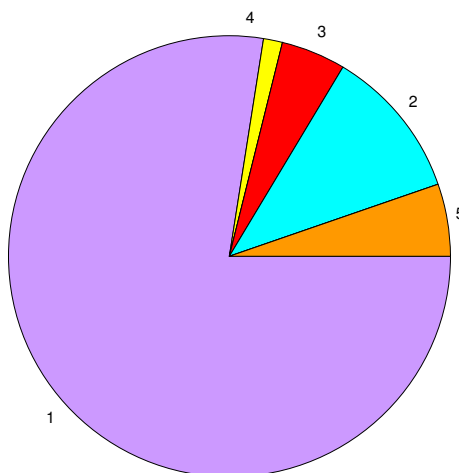


<sup>1</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.

### DISTRIBUCIÓN DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN ESTRUCTURAS METÁLICAS<sup>1</sup>

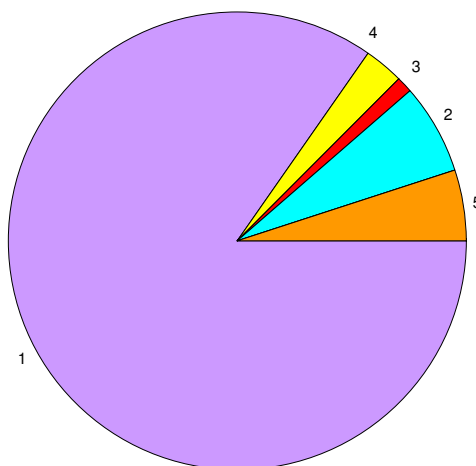
El predominio de las soluciones con perfiles laminados en las naves de estructura metálica viene acentuado por la proliferación de los talleres de cerrajería en los procesos de fabricación. Estos talleres son capaces de ejecutar naves de pequeño y mediano tamaño a bajo precio, a expensas de la calidad y procedencia de los materiales, de la homologación de procedimientos de soldadura, de la aplicación de protecciones anticorrosivas propias de cerrajerías rústicas,... Generalmente huyen de las soluciones con perfiles conformados en frío (tubos estructurales), que requieren técnicas de soldadura más depuradas, mejor planificación de acopios,... Así resulta muy mayoritaria (76,4% de m<sup>2</sup> y 84,8% por número de edificios) la tipología más sencilla de ejecutar, esto es, la de pórticos a dos aguas con perfiles laminados de sección constante.

Por m<sup>2</sup> (7.560.000 m<sup>2</sup>)



1. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE	[76,4%]
2. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES LAMINADOS DE SECCIÓN VARIABLE	[10,9%]
3. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO CON DINTELES DE CELOSÍA	[4,5%]
4. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE CON DINTELES DE CELOSÍA	[1,4%]
5. OTRAS TIPOLOGÍAS	[6,8%]

Por número de edificios (9.155 edificios)



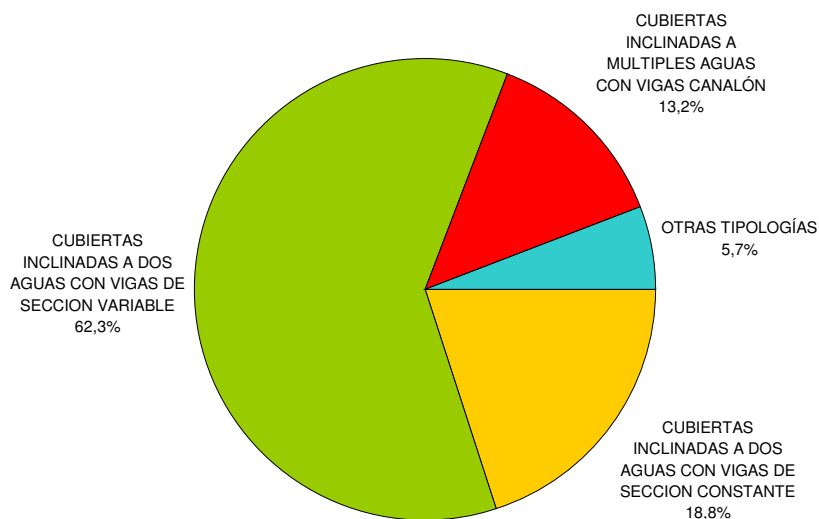
1. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE	[84,8%]
2. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES LAMINADOS DE SECCIÓN VARIABLE	[6,4%]
3. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO CON DINTELES DE CELOSÍA	[1,0%]
4. PÓRTICOS A DOS AGUAS A BASE DE PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE CON DINTELES DE CELOSÍA	[2,8%]
5. OTRAS TIPOLOGÍAS	[5,0%]

<sup>1</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.

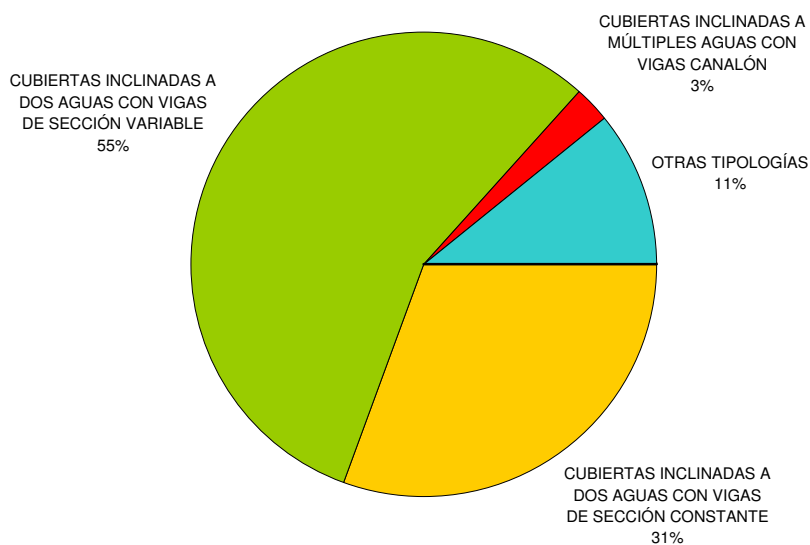
### DISTRIBUCIÓN DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN<sup>1</sup>

Para estructuras de hormigón, la tipología dominante también es el pórtico a dos aguas, pero con vigas de sección variable, optimizadas para la luz que deben cubrir (62,3% de m<sup>2</sup> y 55,0% por número de edificios).

Por m<sup>2</sup> (8.190.000 m<sup>2</sup>)



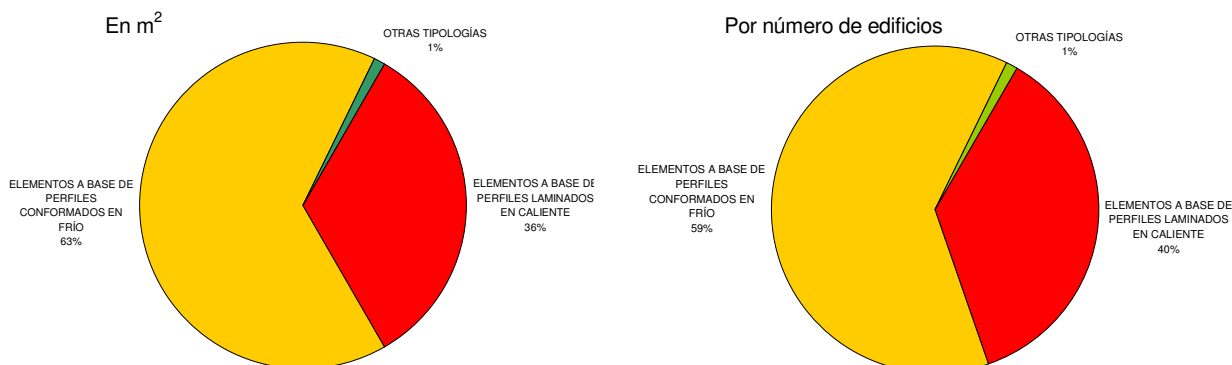
Por número de edificios (7.799 edificios)



<sup>1</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.

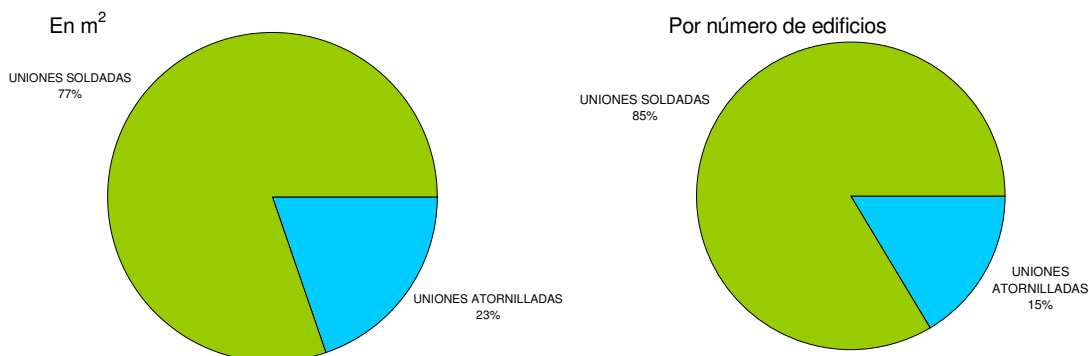
### DISTRIBUCIÓN DE TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES DE ELEMENTOS SECUNDARIOS<sup>1</sup>

Para los elementos secundarios en cubiertas, se utilizan casi exclusivamente perfiles de acero, siendo los conformados en frío los más utilizados.



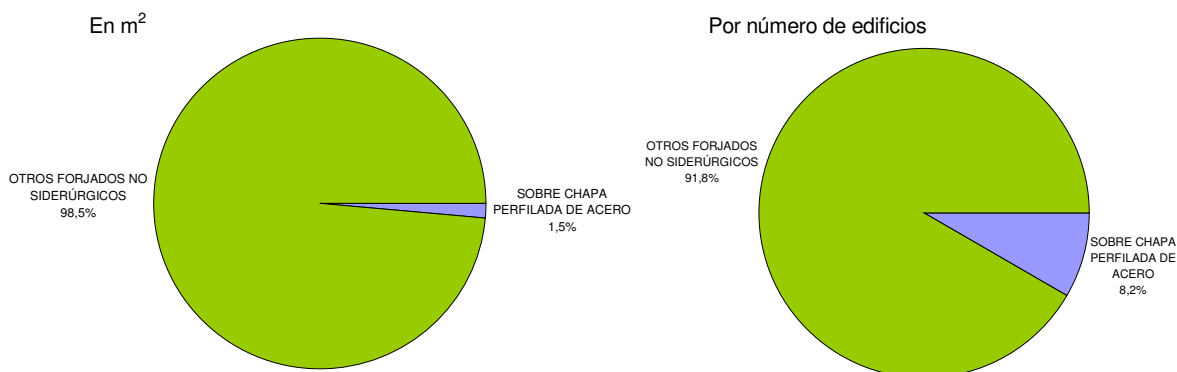
### DISTRIBUCIÓN DE TIPOLOGÍAS DE UNIONES ESTRUCTURALES<sup>1</sup>

Como se indicaba en la página anterior, la proliferación de talleres de cerrajería en la fabricación de estructuras metálicas tiene como consecuencia una menor calidad de las estructuras, que se manifiesta en esta gráfica en el predominio de las soluciones de uniones soldadas frente a las atornilladas.



### DISTRIBUCIÓN DE TIPOLOGÍAS DE FORJADOS INTERIORES<sup>1</sup>

La chapa perfilada de acero apenas es utilizada como solución cuando la construcción industrial necesita de la construcción de forjados interiores. Se consideran forjados no siderúrgicos los formados por vigueta de hormigón y bovedilla, losa de hormigón sin ningún tipo de chapa, colaborante o de encofrado perdido, placas aligeradas o alveolares de hormigón prefabricado,....



En resumen, la nave industrial tipo construida en España es de un tamaño pequeño-mediano (hasta 2.500 m<sup>2</sup>), construida con estructura metálica de pórticos a dos aguas de hasta 20 metros de luz y pilares de hasta 10 metros de altura fabricados con perfiles laminados en caliente de sección constante unidos mediante soldadura.

<sup>1</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.



### DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN CERRAMIENTOS EXTERIORES

La comparación entre tipologías constructivas de cerramientos exteriores para contrastar su evolución entre los años 1.999 y 2.005 no es inmediata, debido a la diferencia de denominación de los cerramientos entre las dos fuentes. Asimismo, los cerramientos no ligeros en la gráfica de año 1.999 del Ministerio de Fomento siguen unas denominaciones muy confusas y probablemente equivocadas.

No obstante, parece más directa la correspondencia entre las denominaciones de fachadas ligeras (13% de la estadística del año 1.999) y las resueltas con soluciones de chapa simple o panel sándwich de acero (7% del estudio de campo del año 2.005).

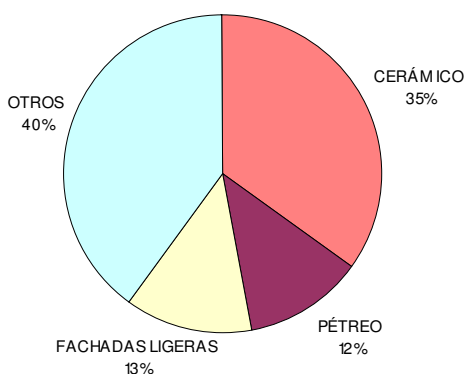
Aún así, es evidente que actualmente las soluciones en acero son muy minoritarias (7% tanto en m<sup>2</sup> como por número de edificios) frente a los paneles prefabricados de hormigón (91% en m<sup>2</sup> y 89% por número de edificios).

No se ha introducido en el estudio la consideración del cerramiento de cubierta, puesto que prácticamente la totalidad de la cuota de mercado corresponde a productos siderúrgicos, ya sea en forma de chapa simple de acero, o paneles sándwich.

### PORCENTAJES SOBRE CERRAMIENTOS DE FACHADAS

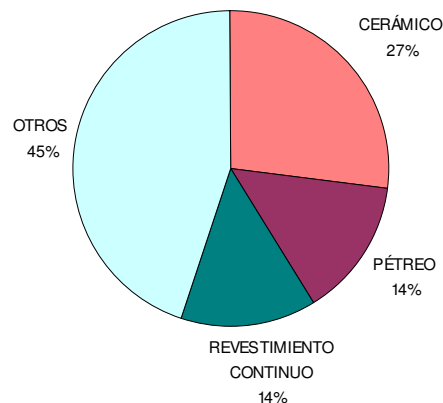
#### AÑO 1.999. EDIFICACIÓN INDUSTRIAL.<sup>1</sup>

13.496 edificios (11.767.000 m<sup>2</sup>)



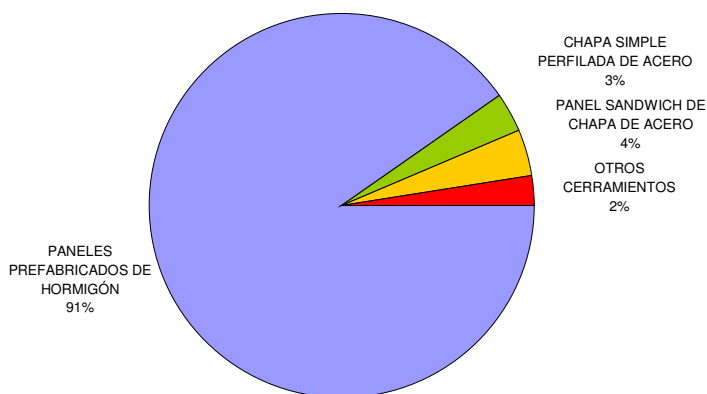
#### AÑO 2.005. EDIFICACIÓN NO RESIDENCIAL.<sup>1</sup>

19.159 edificios (19.407.000 m<sup>2</sup>)

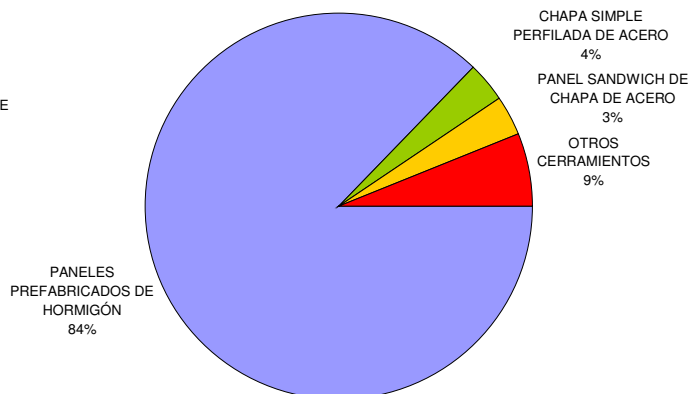


#### AÑO 2.005. EDIFICACIÓN INDUSTRIAL<sup>2</sup>

Por m<sup>2</sup> (15.750.000 m<sup>2</sup>)



Por número de edificios (16.954 edificios)



<sup>1</sup> Fuente: Serie Estadísticas. Edificación y Vivienda Datos recogidos de las licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento. Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadísticas y Estudios.

<sup>2</sup> Fuente: Datos de campo recogidos entre junio y noviembre de 2.005 extrapolados.

### III. FACTORES CONDICIONANTES. ANÁLISIS.

---

#### 1. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

La normativa no debería ser una circunstancia que favoreciese u obstaculizase la aplicación durante el proyecto de unas u otras soluciones constructivas y estructurales. Sin embargo, los redactores de proyectos técnicos se encuentran en ella con los primeros escollos en contra de la estructura de acero.

Así, la Instrucción del Hormigón Estructural EHE reúne en un solo documento las normativas y disposiciones relativas al diseño, cálculo y dimensionamiento, ejecución, control de calidad y durabilidad de las estructuras de hormigón. Además, como se expone más adelante, los fabricantes de estructuras prefabricadas de hormigón descargan a los técnicos responsables del proyecto del cálculo de la estructura basado en esa normativa por lo que el conocimiento de ésta puede ser más simplificado.

En el otro lado, durante la fabricación, protección anticorrosiva, montaje y mantenimiento de la estructura metálica intervienen una variedad de procesos industrializados mucho más numerosa y compleja que, en la mayoría de los casos, los técnicos sencillamente desconocen. Como consecuencia, las normas aplicables a la estructura de acero se dispersan en una gran cantidad de documentos que regulan cada uno de sus aspectos: materiales, procedimientos de soldadura, sistemas de protección anticorrosiva, controles de calidad...-

Sin embargo, el sector de la construcción metálica en España está inmerso en un proceso de actualización normativa, tanto nacional como europea. Actualmente están elaborándose la nueva Instrucción de Acero Estructural EAE, que dio a conocer su Documento 0 en noviembre de 2004 y se encuentra en sus últimas fases antes de su aprobación, y el Código Técnico de la Edificación, aprobado el 29 de marzo de 2006 que, cuando entre plenamente en vigor, hará desaparecer a las Normas Básicas de la Edificación (NBE), entre ellas la obsoleta NBE-EA-95. Estructuras de acero en edificación.

Ambas pretenden aglutinar las normativas relativas a todos los aspectos relacionados con la construcción en acero, a semejanza de lo que ocurre en el sector de las estructuras de hormigón con la Instrucción EHE. Pero lo que podría ser una puesta al día racional de la normativa relacionada con la construcción en acero, puede convertirse contrariamente en un mayor desconcierto, con la elección de distintos criterios según la norma que se aplique, cuando no en la pura confrontación al haber sido realizadas por organismos y personas distintas y porque ambas se ocupan de los mismos temas.

Así, en los capítulos referentes a cálculo y dimensionamiento, tanto el Código como la Instrucción siguen básicamente los criterios y directrices del Eurocódigo 3, pero además incorporan normativa adicional sobre ejecución, tolerancias, control de calidad y mantenimiento.

La normativa actual de aplicación en el proyecto, ejecución y explotación de construcciones con estructura y cerramientos de acero o con materiales prefabricados de hormigón, con sus revisiones, cambios y suplementos, vigente en la actualidad en el conjunto del territorio español se expone a continuación.

##### 1.1. Normas NBE del Ministerio de Fomento (\*).

(\*) Estas normas desaparecerán como tales cuando entre plenamente en vigor el Código Técnico de la Edificación.

Las normas NBE, fueron establecidas por Real Decreto 1.650/1.977 del Ministerio de la Vivienda (B.O.E. 9 de julio de 1977), que las define como normas que, a partir del conocimiento científico y tecnológico, establecen las reglas necesarias para su correcta aplicación en el proyecto y ejecución de los edificios. Tienen como finalidad fundamental defender la seguridad de las personas, establecer las restantes condiciones mínimas para atender las exigencias humanas y proteger la economía de la sociedad.

Como consecuencia de estos fines, las normas NBE son normas de obligado cumplimiento para todos los proyectos y obras de edificación.

Las normas MV del Ministerio de la Vivienda dictadas hasta ese momento y que cumplían los fines anteriormente enunciados pasaron a integrarse bajo la denominación de normas NBE; las vigentes (\*) hasta el momento son las siguientes:

Norma NBE-CT-79. Condiciones térmicas en los edificios (Real Decreto 2.479/1.979 de 6 de julio, de la Presidencia del Gobierno).

Norma NBE-CA-88. Condiciones acústicas en los edificios (Real Decreto 1.909/1.981 de 24 de julio y Orden Ministerial del 29 de septiembre de 1.988, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo).

Norma NBE-AE-88. Acciones de la edificación. (Real Decreto 1.370/1.988 de 11 de noviembre).

Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación. NCSE-02. (Real Decreto 997/2.002 de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento).

Norma NBE-EA-95. Estructuras de acero en edificación. (Real Decreto 1.829/1.995 de 10 de noviembre).

Norma NBE-CPI-96. Condiciones de protección contra incendios en los edificios (Real Decreto 2.177/1.996 de 4 de octubre, del Ministerio de Fomento).

La norma NBE-EA-95 es un compendio de las antiguas normas básicas de la edificación que el Ministerio de la Vivienda publicó en 1.972 relativas a la estructura metálica. Esta norma es ampliamente conocida y aplicada por la gran mayoría de los técnicos, aunque su articulado ha quedado obsoleto y superado en muchos aspectos (uniones roblonadas, diseño y dimensionamiento general de uniones soldadas y atornilladas, análisis de tensiones locales, abolladura, pandeos locales, calidades de los aceros...). Será sustituida por el Documento Básico DB-SE-A sobre Estructuras de Acero, perteneciente al Código Técnico de la Edificación.

## 1.2. Normas UNE de AENOR<sup>1</sup>.

Las normas UNE son documentos de aplicación voluntaria que contienen especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Son fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma.

La actividad de AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación comenzó en el año 1.986 cuando, mediante una Orden Ministerial que desarrollaba el Real Decreto 1.614/1.985, fue reconocida como la única entidad aprobada para desarrollar las tareas de normalización y certificación en España. Posteriormente, el Real Decreto 2.200/1.995 de 28 de diciembre, que aprobaba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial en España, ratificó el nombramiento de AENOR como responsable de la elaboración de las normas españolas UNE.

Las normas son una herramienta fundamental para el desarrollo industrial y comercial, ya que sirven como base para mejorar la calidad en la gestión de las empresas, en el diseño y fabricación de los productos, en la prestación de servicios, etc., aumentando la competitividad.

En este sentido, es interesante constatar que no existen apenas normas UNE cuyo objeto sea la regulación de ensayos, calidades o características de elementos estructurales o cerramientos prefabricados de hormigón, salvo para paneles reforzados con fibras de vidrio y para regular los productos siderúrgicos que intervienen en su fabricación.

### Eurocódigos

La Comisión de las Comunidades Europeas encargó los primeros trabajos de redacción de los Eurocódigos en 1.975, que fueron transferidos al Centro Europeo de Normalización CEN en 1.989. A finales de la década de los 90, los Eurocódigos se publican como normas europeas experimentales ENV, y en la actualidad permanecen en fase de borrador a la espera de su publicación y entrada en vigor como normas europeas EN.

Los Eurocódigos son el más avanzado conjunto de códigos estructurales que existe, pero la mayoría de los técnicos españoles no se ha familiarizado aún con su terminología, presentación y aplicación, ciertamente muy poco amables para el usuario. Los Eurocódigos que atañen a las edificaciones y materiales objeto de este estudio comparativo son:

UNE-ENV 1.991	Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras.
UNE-ENV 1.992	Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.
UNE-ENV 1.993	Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.
UNE-ENV 1.994	Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón.

### Normas UNE relativas a productos siderúrgicos en estructuras metálicas:

relativas al cálculo de estructuras	3 normas
relativas la fabricación de estructuras	4 normas
relativas a los materiales	37 normas
relativas a las tolerancias dimensionales	26 normas
relativas a las soldaduras	10 normas
relativas a las uniones atornilladas	3 normas
relativas a la protección anticorrosiva	21 normas
otras	5 normas
<b>TOTAL</b>	<b>109 normas</b>

### Normas UNE relativas a estructuras de hormigón:

relativas a cementos y cales	21 normas
relativas a áridos	21 normas
relativas a productos siderúrgicos en estructuras de hormigón	7 normas
<b>TOTAL</b>	<b>49 normas</b>

### Normas UNE relativas a protección contra incendios

<b>TOTAL</b>	<b>3 normas</b>
--------------	-----------------

<sup>1</sup> Ver listado completo en ANEJO 3.

### 1.3. Otras normas españolas.

#### MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos en las Obras de Carácter Oficial, aprobado por Orden Ministerial de 9 de abril de 1.964.
- Instrucción para la Recepción de Cementos RC-03 Real Decreto 1797/2.003 de 26 de diciembre).
- Normas NELC de Ensayo del Laboratorio Central de Materiales de Construcción.

#### ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y FORJADOS

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE (Real Decreto 2.661/1.998 de 11 de diciembre, del Ministerio de Fomento).  
Modificación del R.D. 1177/1992, de 2 de octubre, por el que se reestructura la Comisión Permanente del Hormigón y el R.D. 2661/1998, de 11-DIC, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, del Ministerio de Fomento.
- Actualización de la composición de la Comisión Permanente del Hormigón Orden de 18-Abril-05, del Ministerio de Fomento.
- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Estructural realizados con elementos prefabricados EFHE (Real Decreto 642/2.002 de 5 de julio, del Ministerio de Fomento).
- Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado EHPRE-72/63.
- Autorización de uso para la fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas (Real Decreto 1.630/1.980 de 18 de julio, de la Presidencia del Gobierno).
- Modificación de fichas técnicas a que se refiere el Real Decreto anterior sobre autorización de uso para la fabricación y empleo de elementos resistentes de pisos y cubiertas (Orden Ministerial de 29 de noviembre de 1.989, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo).
- Actualización de las fichas de autorización de uso de sistemas de forjados (Resolución de 30 de enero de 1.997, del Ministerio de Fomento).
- Especificaciones técnicas sobre armaduras activas de acero para hormigón pretensado (Real Decreto 2.365/1.985 de 20 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía).
- Especificaciones técnicas sobre alambres trellados, lisos y corrugados para mallas electrosoldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado (viguetas en celosía) (Real Decreto 2.702/1.985 de 18 de diciembre, del Ministerio de Industria y Energía).
- Criterios para la realización de control de producción de los hormigones fabricados en central (Orden ministerial de 21 de noviembre de 2.001, del Ministerio de Ciencia y Tecnología).

#### ESTRUCTURAS METÁLICAS

- Especificaciones técnicas sobre recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos construidos o fabricados con acero u otros materiales féreos (Real Decreto 2.531/1.985 de 18 de diciembre, del Ministerio de Industria y Energía).

#### INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 1.942/1.993 de 5 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía).
- Normas de procedimiento y desarrollo del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y revisión del anexo I y los apéndices del mismo (Orden Ministerial de 16 de abril de 1.998, del Ministerio de Industria y Energía).
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2.267/2.004 de 3 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio).

#### VARIOS

- Ordenación de la Edificación (Ley 38/1.999 de 5 de noviembre, de la Jefatura del Estado).
- Modificación de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación Artículo 105 de la LEY 53/2002, de 30-DIC, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, de Jefatura del Estado.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE de la Dirección General de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, de 1.960.
- Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación, compuesto por el Centro Experimental de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos y adoptado en las obras dependientes de la Dirección General de Arquitectura, de 1.948 y reimpresso en 1.970.

#### 1.4. Código Técnico de la Edificación.

El Código Técnico de la Edificación fue aprobado el 17 de marzo de 2006 por el Consejo de Ministros y pretende ser la norma básica que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley de Ordenación de la Edificación.

La elaboración del Código Técnico de la Edificación es competencia de la Dirección General de Arquitectura y política de Vivienda del Ministerio de Vivienda, que cuenta con la colaboración del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas. En el desarrollo del Código Técnico de la Edificación asimismo participan otras administraciones competentes en materia de vivienda así como los distintos agentes y sectores que intervienen en el proceso edificatorio. La Administración General del Estado y las Administraciones Autonómicas cooperan en el campo del control de calidad de la edificación a través de la Comisión técnica para la Calidad de la Edificación que colabora en la elaboración del Código Técnico de la Edificación y sirve de cauce para la participación de todas las Comunidades Autónomas.

Se pretende configurar de esta manera un nuevo marco normativo estructurado que identifica, ordena y completa la reglamentación técnica existente y que pretende facilitar su aplicación y cumplimiento, todo ello en armonía con la normativa europea. Además, mediante un enfoque basado en prestaciones, se tratará de fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en la edificación. El uso de esta nueva reglamentación basada en prestaciones supone la configuración de un entorno más flexible, fácilmente actualizable conforme a la evolución de la técnica y la demanda de la sociedad y basado en la experiencia de la normativa tradicional.

El Código Técnico de la Edificación recoge el contenido, convenientemente actualizado y reestructurado, de las Normas Básicas de la Edificación, que desaparecerán como tales y avanza en el proceso de convergencia necesaria con la normativa comunitaria (Eurocódigos, normas de producto,...). Las Normas Básicas de la Edificación que estaban desarrollándose en el momento de la aprobación de la Ley de Ordenación de la Edificación así como las revisiones en curso de las existentes han sido adecuadamente incorporadas en los apartados pertinentes del Código Técnico de la Edificación.

En la tabla siguiente se listan los DB, Documentos Básicos, que aparecen en el Código Técnico de la Edificación, y que sustituirán, una vez entre plenamente en vigor, a las diferentes Normas Básicas de la Edificación.

SE	Seguridad estructural.
SE-AE	Seguridad Estructural. Acciones en la edificación
SE-C	Seguridad estructural. Cimentaciones.
SE-A	Seguridad Estructural. Estructuras de acero
SE-F	Seguridad Estructural. Estructuras de fábrica
SE-M	Seguridad estructural. Estructuras de madera.
SI	Seguridad en caso de incendio.
SU	Seguridad de utilización.
HS	Salubridad.
HE	Ahorro de energía.

En lo referente a estructuras de acero, el Código Técnico de la Edificación, en su *Documento Básico DB-SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero*, se adopta básicamente el enfoque del Eurocódigo de acero EN-1993, contemplando las distintas combinaciones de cálculo elástico y plástico en base a la clasificación de secciones según el Eurocódigo. El documento se adapta a los tipos de acero que se comercializan actualmente e incluye modelos de análisis para uniones, abandonándose algunos tipos de unión, como la roblonada, en desuso desde hace años. Con este documento queda superada la anticuada norma básica de la edificación NBE-EA-95. No se hace ninguna referencia a la próxima aparición de la Instrucción de Acero Estructural (EAE). En cambio, sí se alude a otras reglamentaciones técnicas de carácter básico, como las Instrucciones de Hormigón Estructural EHE y EF, que coexistirán con el Código Técnico de la Edificación y en principio serán referencias externas al mismo.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO.

Los criterios constructivos que prevalecen en las decisiones de diseño sobre las tipologías y materiales a emplear en las edificaciones industriales son muy variados, e incluso en ocasiones contradictorios. Frecuentemente, estos criterios generales son idóneos para la utilización tanto de productos siderúrgicos como de prefabricados de hormigón en soluciones constructivas de estructuras y cerramientos. No obstante, como se puede contrastar más adelante, hay diferencias de matiz favorables a uno u otro material.

### **Seriación y economía**

Los tipos estructurales y sistemas constructivos empleados en la edificación industrial son seriados; es decir, integrados por elementos constructivos susceptibles de ser fabricados en serie.

Las propuestas de intervención se desarrollan con gran economía de elementos constructivos. Así, con un escaso número de elementos, aplicados en diferentes situaciones o combinados entre sí, se satisfacen una gran cantidad de circunstancias de proyecto.

La industria de los prefabricados de hormigón se ha caracterizado desde sus inicios por la industrialización y seriación de sus soluciones constructivas, presentadas frecuentemente en forma de catálogo, e integradas por elementos constructivos definidos *a priori*. Así, un 56% de las empresas consultadas ofrecen catálogos bastante completos de los sistemas constructivos más comunes y de los elementos que los integran. Su contenido suele incluir:

tablas de dimensionamiento de los elementos prefabricados

tablas de resistencia al fuego

especificaciones, esquemas y croquis de montaje y unión de los elementos prefabricados

Las empresas españolas fabricantes de estructuras metálicas, sin embargo, en muy escasas ocasiones han desarrollado sistemas constructivos propios. Únicamente en los casos de empresas que ofrecen la ejecución de edificaciones en la modalidad de *llave en mano*, que representan un 14,3% del total, se encuentran soluciones estandarizadas de este tipo. En cualquier caso, no se han encontrado catálogos de naves industriales de estructura metálica con la disposición de sus elementos en función de las acciones sobre la estructura, luces y altura de pórticos, separación entre ellos, puentes grúa,... u otras variables.

### **Prefabricación e industrialización**

Como consecuencia de lo anterior, en la construcción industrial se da prioridad a la aplicación de elementos prefabricados e industrializados, con sistemas de unión y montaje sencillos.

La prefabricación de los elementos estructurales y constructivos garantiza un estricto control dimensional y de procedimientos de fabricación. Además, permite solapar los plazos de ejecución en taller con la construcción *in situ* de infraestructuras –cimentaciones, saneamientos, urbanización,...-.

En este sentido, son especialmente adecuados por la calidad y rapidez de su ejecución y montaje, los sistemas constructivos de *junta seca*, especialmente a base de uniones atornilladas *in situ*; frente a otros materiales, que requieren la disposición de juntas húmedas –fábricas de ladrillo, estructuras de hormigón,...-.

Estos sistemas constructivos, tradicionalmente exclusivos de las estructuras metálicas, se han generalizado asimismo en las estructuras de hormigón prefabricado, con el empleo de uniones a base de anclajes metálicos y morteros de asiento.

### **Flexibilidad y versatilidad espacial**

Los mecanismos de implantación espacial de los diferentes elementos constructivos son flexibles, de manera que pueda modificarse su configuración, según condiciones y requerimientos ajenos al proceso de proyecto. Así, la lógica constructiva se acomoda con facilidad a las discontinuidades de su materialización en el tiempo, con la posibilidad del establecimiento de etapas en la ejecución, ampliaciones,...

La diversidad de elementos dentro del sistema constructivo debe permitir la generación de la mayor cantidad posible de soluciones espaciales y tipologías estructurales.

Las estructuras metálicas se caracterizan por una mayor versatilidad espacial y constructiva que cualquier otra solución estructural, como consecuencia de su diseño más específico- su escasa estandarización-. Sin embargo, la versatilidad en las edificaciones industriales es un factor determinante solamente en algunas ocasiones -líneas de proceso de determinadas industrias, grandes luces de pórtico, vigas carrileras de gran

capacidad,...-.

En la mayoría de los casos, los usos industriales requieren espacios muy poco cualificados, susceptibles de ser albergados en contenedores neutros de escasa versatilidad.

#### **Flexibilidad y versatilidad estructural**

La reserva plástica de la estructura, tanto a escala general como local, es mayor en las estructuras metálicas que en las estructuras de hormigón. Como consecuencia de ello, las estructuras metálicas son más adecuadas en los casos en que se prevén:

- gran variabilidad en el rango de acciones de explotación
- acciones dinámicas o vibratorias
- deformaciones térmicas impuestas

Las estructuras metálicas permiten el diseño de una gran diversidad de uniones articuladas semirrígidas o rígidas, mientras que las uniones de las estructuras formadas por elementos prefabricados de hormigón son casi exclusivamente articulaciones.

Además, como consecuencia de lo anterior, las estructuras metálicas tienen un comportamiento más dúctil, que puede ser determinante en las situaciones de proyecto con una aceleración sísmica de cálculo elevada.

#### **Coherencia constructiva**

Los sistemas constructivos empleados deben ser coherentes y compatibles entre sí; tanto desde un punto de vista formal - que repercuta en una estética exterior más clara y unitaria-; como constructivo – que permita una combinación sencilla de los diferentes elementos en distintas situaciones.

#### **Calidad constructiva y durabilidad**

Los sistemas constructivos se proyectan con criterios de calidad constructiva, facilidad de mantenimiento y durabilidad en medios industriales con frecuencia agresivos. Bajo estos principios de calidad en la construcción, a ambos sistemas constructivos se les exigen los mismos resultados y efectos.

### 3. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Al margen de lo que se comenta en los apartados siguientes, las circunstancias que rodean el cálculo y dimensionamiento de las estructuras en las edificaciones industriales constituyen uno de los factores más determinantes en la desestabilización de la competencia a favor de las estructuras de hormigón.

Así, en la redacción de un proyecto con estructura prefabricada de hormigón el cálculo y dimensionamiento estructural, e incluso la representación gráfica de los mismos en sus correspondientes planos, corre a cargo de la empresa fabricante de los prefabricados. Este dimensionamiento es consecuencia del alto nivel de estandarización de los elementos prefabricados y viene avalado por las correspondientes autorizaciones de uso de los diferentes elementos que constituyen los sistemas estructurales y constructivos. La responsabilidad del técnico se reduce a garantizar que las acciones de cálculo que solicitan cada elemento de la estructura son menores que su capacidad resistente. Esas capacidades vienen recogidas habitualmente en la oferta comercial que recoge el certificado del organismo avalista correspondiente.

Sin embargo, en el otro lado, el redactor de un proyecto con estructura metálica, se encarga y se responsabiliza inevitablemente del cálculo, dimensionamiento y representación gráfica de los conjuntos que constituyen la estructura. En este caso, la responsabilidad técnica no solamente comprende lo anterior, sino además, el cálculo de la capacidad resistente de los elementos y sus uniones.

En estudios de arquitectura e ingeniería que subcontratan a terceros los proyectos estructurales, esta consideración supone una reducción de costes muy significativa. Desafortunadamente, en muchas ocasiones esta circunstancia puede ser definitiva en la decisión sobre la solución estructural a adoptar, en detrimento incluso de la calidad misma del proyecto.

#### 3.1. Bases de cálculo.

##### Acciones gravitatorias y viento

Tanto la Instrucción del Hormigón Estructural EHE, como la nueva Instrucción de Acero Estructural EAE, toman como referencia al determinar las acciones a considerar en las bases de cálculo de los proyectos de estructuras al Eurocódigo 1: *Bases de proyecto y acciones en estructuras*. El Código Técnico de la Edificación ha desarrollado su propio Documento Básico *SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la edificación*, en el que también existe una aproximación a los Eurocódigos.

Consecuentemente, no existen diferencias apreciables entre las bases de cálculo para las soluciones estructurales objeto de este análisis comparativo.

##### Acciones sísmicas

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, de obligado cumplimiento en el territorio español, establece que las estructuras resueltas a base de elementos prefabricados exclusivamente se consideran de ductilidad nula, salvo que se estudien adecuadamente las uniones entre elementos y se proyecten con la suficiente rigidez. Mientras tanto, con las estructuras metálicas se consiguen grados de ductilidad mayores.

El grado de ductilidad define el comportamiento estructural frente al sismo y determina el coeficiente de mayoración del sistema de acciones horizontales sísmicas en los modelos de cálculo simplificados. Así, por ejemplo, una estructura de planta diáfana viene afectada por unos coeficientes de comportamiento por ductilidad:

sin ductilidad	1,09
ductilidad baja	0,55
ductilidad alta	0,36
ductilidad muy alta	0,27

Se aprecia, por tanto, que estos coeficientes pueden llegar a penalizar considerablemente las estructuras prefabricadas de hormigón frente a las estructuras metálicas en situaciones geográficas con un elevado nivel de sismicidad: Granada, Almería, Alicante,...

#### 3.2. Aplicaciones de *software*.

##### Aplicaciones para estructuras de acero

Son muy escasas las páginas web de entidades relacionadas con la construcción en acero en las que se ponen a disposición de los usuarios herramientas de cálculo que faciliten la labor de los técnicos redactores de proyectos de ejecución. Únicamente se han encontrado algunas herramientas de este tipo en páginas de filiales de las empresas productoras de acero y materiales siderúrgicos. Las herramientas de cálculo y diseño encontradas, generalmente consisten en tablas para el uso de perfiles de chapa simple, paneles sándwich de cerramiento y correas conformadas en frío.



Sin embargo, estas aplicaciones responden siempre a un abanico reducido de casos, cuya singularidad y poca relevancia práctica las relega a un segundo o tercer orden. Además suelen utilizar como referencias normativas los eurocódigos y en una gran parte de los casos no están disponibles en idioma español.

En definitiva, no existe, o al menos no es fácil de hallar, una herramienta de *software* que permita una aplicación sencilla de la normativa española vigente en el análisis de los estados límites últimos y de servicio en los casos más frecuentes, como sí ocurre en el caso del hormigón armado. Tampoco se han encontrado herramientas para el diseño y dimensionamiento de uniones estructurales soldadas o atornilladas adaptadas a la normativa vigente.

Las aplicaciones de *software* que integran el diseño y dimensionamiento estructural, con la representación gráfica e incluso la ingeniería de taller son muy útiles como herramientas de proyecto. Sin embargo, también son extraordinariamente costosas para estudios de arquitectura e ingeniería e incluso para fabricantes de estructuras de tamaño pequeño o medio.

Por su parte, el panorama en las empresas fabricantes de estructura metálica tampoco es muy alentador. Las aplicaciones de diseño, cálculo y dimensionamiento de estructuras deberían ser casi imprescindibles para el correcto funcionamiento de la oficina técnica de un taller; además, las aplicaciones de diseño integrado con los procesos de lanzamiento al taller son la garantía del nivel de calidad en la fabricación. Sin embargo, los datos recogidos en los cuestionarios arrojan la siguiente estadística:

empresas con aplicaciones informáticas para el diseño y cálculo de estructuras	85%
empresas con aplicaciones informáticas para la representación gráfica de estructuras	65%
empresas con aplicaciones informáticas para el diseño integrado de estructuras	40%

### Aplicaciones para estructuras de hormigón

Por el contrario, sí es posible encontrar fácilmente software para el diseño y cálculo de estructuras de hormigón armado, tanto de Institutos como de Asociaciones financiadas por importantes empresas del sector del hormigón armado y prefabricado, además de las propias webs de empresas fabricantes de estructuras en hormigón prefabricado.

Como ejemplo de aplicaciones de *software* para estructuras de hormigón, se puede señalar la página del Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, donde se puede descargar de manera gratuita el Prontuario Informático del Hormigón Estructural v3.0, [*Hugo Corres Peiretti, J.L. Martínez Martínez, Alejandro Pérez Caldentey, Juan Carlos López Agüí, 2.001*], desarrollado bajo la dirección del ponente general de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Este prontuario permite el análisis de los estados límites últimos y de servicio de los tipos más frecuentes de secciones de hormigón bajo diferentes solicitaciones.

La Asociación para la Investigación y el Desarrollo de la Placa Alveolar AIDEPLA, integrada por importantes empresas del sector de los prefabricados de hormigón, publica el *Manual para el proyecto y la ejecución de elementos resistentes con alveoplaca*, que aborda los siguientes aspectos relativos a las placas alveolares:

- características técnicas y mecánicas
- criterios de diseño y dimensionamiento
- criterios constructivos

### 3.3. Prontuarios y manuales de aplicación.

#### Prontuarios de estructura metálica

Las publicaciones españolas en forma de prontuarios y manuales de aplicación en el ámbito de la estructura metálica son escasas. Los prontuarios de uso más frecuente han quedado obsoletos y/o no tratan determinados temas:

Prontuario E.N.S.I.D.E.S.A. Manual para cálculo de estructuras metálicas, [1.977]<sup>1</sup>

Prontuario de Estructuras Metálicas, [Ramiro Rodríguez Borlado, Carlos Martínez Lasheras, Rafael Martínez Lasheras. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Fomento. 2.002]

Generalmente las principales lagunas que presentan los prontuarios que se manejan actualmente en España son las siguientes:

- explicaciones de los procesos generales de ejecución de la estructura metálica
- criterios y recomendaciones generales de diseño
- tablas de dimensionamiento de las uniones atornilladas y soldadas más comunes
- especificaciones técnicas de fabricación, montaje y control de calidad
- especificaciones técnicas de sistemas de protección anticorrosiva y ante incendio

<sup>1</sup> Este prontuario fue reeditado en 1.990, sin realizar actualizaciones ni correcciones, y en un formato mucho menos manejable.

### Prontuarios de hormigón

El hormigón armado dispone de multitud de publicaciones con recomendaciones generales y específicas sobre su diseño, dimensionamiento y aplicación, publicados por profesionales muy reconocidos y que regularmente ponen al día adaptándolos a la normativa vigente en el momento.

Guía de aplicación de la Instrucción de Hormigón Estructural. Edificación [*Comisión Permanente del Hormigón. Ministerio de Fomento. 2.003*]

Hormigón armado [*Pedro Jiménez Montoya, Álvaro García Meseguer, Francisco Morán Cabré. 2.000*]

Manuales INTEMAC, [*José Calavera*]

Pero además, como ya se ha comentado, concretamente en el proyecto de las estructuras prefabricadas de hormigón, las determinaciones del diseño, dimensionamiento y especificaciones técnicas, generalmente no corren a cargo del técnico autor del proyecto.

### 3.4. Especificaciones técnicas.

#### Especificaciones para estructuras de acero

Tampoco son fáciles de encontrar en las páginas web de las entidades relacionadas con la construcción en acero consultadas herramientas que faciliten la redacción de otros documentos de proyecto: memoria, pliego de condiciones, especificaciones técnicas, mediciones y presupuesto.

Concretamente, no se han encontrado disponibles en medio alguno especificaciones técnicas que aborden la ejecución de las estructuras metálicas en sus distintas fases: materiales, fabricación, transporte, montaje, protección anticorrosiva y ante incendios y control de calidad.

Este vacío intenta resolverse tanto en la Instrucción de Acero Estructural EAE como en el Documento Básico *Seguridad estructural-Estructuras de acero* del Código Técnico de la Edificación, que contienen capítulos de su articulado dedicados a especificaciones técnicas de fabricación en taller, de montaje o control dimensional.

#### Especificaciones para estructuras prefabricadas de hormigón

Normalmente, las empresas fabricantes de prefabricados incluyen en sus páginas web especificaciones referentes al montaje y transporte de elementos prefabricados de hormigón.

Además, algunas de ellas editan manuales aplicables al proyecto y ejecución de edificaciones realizadas con sus productos, en los que, además de abordar los temas citados anteriormente, incluyen capítulos con especificaciones técnicas acerca del transporte y manipulación, montaje y enlace de piezas, control de calidad y aislamiento, tanto térmico como acústico. Así ocurre en el *Manual para el proyecto y la ejecución de elementos resistentes con alveoplaca*, publicado por AIDEPLA.

## 4. EJECUCIÓN MATERIAL.

### 4.1. Modalidades en la ejecución.

#### Ejecución para estructuras de acero

Las empresas dedicadas a la ejecución de estructuras y cerramientos de acero presentan una gran variedad y dispersión. Así, la inmensa mayoría de las empresas consultadas fabricantes de estructuras metálicas son talleres de mediano o gran tamaño, con una media 60 empleados por centro productivo; sin embargo, como ya se indicó en el capítulo dedicado a las empresas fabricantes de estructuras metálicas al comienzo de este estudio, una gran parte de la construcción metálica en España está protagonizada por talleres de pequeño tamaño, con menos de 20 empleados y que normalmente carecen de medios adecuados y controles de calidad. Estos talleres están fuera de las consultas realizadas y del ámbito de este estudio, ya que no suelen pertenecer a asociaciones empresariales, ni disponen de páginas *web* o cualquier otro medio de consulta.

Según las contestaciones recibidas al cuestionario planteado, la plantilla de las empresas fabricantes de estructuras metálicas se reparte aproximadamente así:

dirección		1
administración		3
oficina técnica	ingenieros e ingenieros técnicos	3
	delineantes	3
taller	maestros	10
	especialistas	25
	operarios y aprendices	15

Por otro lado, los encargos de fabricación de las estructuras metálicas llegan a estas empresas por diferentes vías, en las proporciones siguientes:

directamente a través del promotor	45%
indirectamente mediante subcontrata	30%
por recomendación del autor del proyecto general	15%
por recomendación del proyecto de estructuras	10%

En consecuencia, se puede deducir que los prejuicios que tengan los promotores en lo que se refiere a las distintas soluciones estructurales, acaban siendo determinantes en la decisión final. No obstante, las empresas fabricantes de estructura metálica denuncian la escasa formación técnica de muchos redactores de proyectos y la toma de decisiones a este respecto en función de su propia comodidad, como ya se había comentado anteriormente.

Del conjunto de empresas fabricantes y constructoras de estructuras metálicas que se han consultado para la realización de este estudio, un 50% son capaces de afrontar proyectos *llave en mano*, generalmente las de tamaño mediano o grande. Sin embargo, solamente el 15% de las empresas consultadas ha enfocado su actividad hacia esta modalidad de ejecución desarrollando y patentando tipologías estructurales y soluciones constructivas propias.

En respuesta a las consultas realizadas, las empresas declaran estar capacitadas para llevar a cabo las siguientes actividades productivas por sus propios medios o en colaboración estable con otras empresas, en las proporciones siguientes:

fabricación y suministro de estructuras metálicas	100%
protección anticorrosiva de estructuras metálicas	95%
protección ante incendios de estructuras metálicas	65%
transporte de estructuras metálicas y cerramientos	85%
suministro de cerramientos de chapa de acero	70%
suministro de chapa perfilada para forjados de hormigón	80%
ejecución de forjados de hormigón con chapa perfilada	65%

Sin embargo, aunque afirman contar con medios para la aplicación de estos tratamientos, únicamente en un 30% de las obras, las empresas fabricantes de la estructura metálica declaran ejecutar la protección anticorrosiva y en menos del 10%, la protección ante incendios. En el mismo sentido, en menos del 25% de los casos, ejecutan los cerramientos de la edificación, ya sean de productos siderúrgicos (65%) o prefabricados de hormigón (35%).

La inmensa mayoría de las empresas fabricantes y constructoras de estructura metálicas consultadas, aproximadamente un 80%, cuentan con departamentos de ingeniería propios con una media de 10 empleados por centro constructivo, capaces de desarrollar no solamente la ingeniería de taller necesaria para su actividad, sino proyectos técnicos completos. No obstante, solamente en menos del 5% de los casos se encargan de la redacción del proyecto completo, su visado o la tramitación de licencias.

#### **Ejecución para estructuras de hormigón prefabricado**

En la ejecución de estructuras de hormigón prefabricado para edificación no se encuentran apenas casos de ejecución según la modalidad antes comentada de *llave en mano*. Ahora bien, en la mayoría de los casos los fabricantes de la estructura se encargan también de su transporte, suministro y montaje *in situ*.

#### **4.2. Acopio de materiales.**

La disponibilidad en stock de los perfiles estructurales más comunes en los almacenes de las empresas distribuidoras no presenta generalmente problemas. Así, es fácil encontrar existencias en *stock* de las series de perfiles europeos IPE, IPN, HEA, HEB y UPN en acero de calidad S275Jr.

Sin embargo, las series de perfiles UPE, HEM, los perfiles tubulares o la calidad S355Jr, no son tan habituales, y pueden ser difíciles de aplicar en la práctica, a no ser que se prevean pedidos grandes. Las series de perfiles modificadas IPEA, HEAA, calidades de acero autopatinables, o las gamas de perfiles americanas, japonesas o británicas son casi siempre imposibles de encontrar en España.

La situación empeora en el mercado de los cerramientos de chapa perfilada de acero y paneles sándwich. Así, la mayoría de los perfiles que aparecen en los catálogos de productos transformados solamente se fabrican bajo pedidos mínimos de una bobina (1000 - 3000m<sup>2</sup>) y en plazos imposibles. Igualmente, es difícil conseguir un RAL de color diferente de los cuatro o cinco más convencionales.

No obstante, se ha observado que las empresas relacionadas con los productos siderúrgicos -productoras, almacenistas, estructuristas,...-, rara vez avisan en sus prontuarios sobre la dificultad de encontrar en el mercado determinados perfiles. En alguna ocasión, incluso, se promociona la salida al mercado de un producto que solamente se puede aplicar bajo pedidos en condiciones muy singulares.

Esta indeterminación conlleva a la larga un deterioro en la imagen del acero como material constructivo, existiendo en el sector de la construcción la percepción de incumplimiento de suministro de productos siderúrgicos comercializados en calidades y en plazos.

#### **4.3. Medios auxiliares.**

No se observan diferencias apreciables en los medios auxiliares necesarios para el montaje y ejecución en obra de las edificaciones industriales resueltas con estructuras metálicas o de hormigón. En todo caso, los elementos prefabricados de hormigón al ser muchos más pesados que sus equivalentes en estructura metálica requieren medios auxiliares más importantes para su manipulación y montaje.

#### **4.4. Plazos.**

Tanto las estructuras prefabricadas de hormigón como las estructuras metálicas, por su alto grado de prefabricación, tienen ventaja con respecto de la mayoría de los materiales constructivos en los plazos de ejecución. No obstante, no se aprecian entre ellas diferencias notables.

## 5. PROTECCIÓN ANTE INCENDIO.

La visión pesimista de las perspectivas de futuro que tienen los responsables de las empresas relacionadas con la estructura metálica tiene en este punto uno de sus factores más determinantes. No obstante, al menos en lo que se refiere a edificaciones industriales, este argumento tiene mucho de tópico, aunque esté justificado en la mayoría de los casos por el desconocimiento de la normativa por los técnicos municipales y redactores de proyectos encargados de aplicarla.

La protección ante incendio tiene como objetivo garantizar la seguridad frente al incendio una vez declarado éste, estableciéndose las condiciones que deben reunir los edificios para proteger a sus ocupantes, prevenir daños en los edificios o establecimientos próximos y facilitar la intervención de bomberos y equipos de rescate.

La normativa vigente no establece específicamente ninguna penalización a ningún material por un comportamiento negativo frente al fuego, si bien es cierto que sus requerimientos son a la postre más fáciles de cumplir con unas soluciones constructivas que con otras.

En este análisis comparativo del comportamiento ante fuego de las estructuras metálicas y de hormigón se utiliza el concepto de estabilidad ante fuego de los elementos estructurales EF, en el sentido en que lo aplica la normativa vigente. El estudio se centra en la protección ante fuego de la edificación de uso industrial según el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales. Adelantaremos aquí que el ámbito de aplicación del Documento Básico *SI Seguridad en caso de incendio* del Código Técnico de la Edificación, excluye *los edificios, establecimientos y zona de uso industrial a los que les sea de aplicación el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*.

No conocemos normativas oficiales adicionales publicadas por las comunidades autónomas, salvo la Comunidad de Madrid. No obstante existen normas municipales en muchas ciudades importantes, cuya diversidad sería imposible recoger en este estudio.

En el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, la estabilidad ante fuego exigida a los elementos estructurales principales en naves industriales depende de los siguientes parámetros:

configuración y ubicación con relación a su entorno

nivel de riesgo intrínseco

En lo referente al primer parámetro, se considera la estructura de una nave industrial como una cubierta ligera soportada por pilares, independientemente de la existencia de puentes grúa. Las configuraciones recogidas en este estudio se resumen en tres tipos:

TIPO A naves adosadas con cubiertas comunes y medianerías.

TIPO B naves adosadas con cubiertas independientes cuyo colapso pueda demostrarse técnicamente que no afecta a las naves contiguas, o naves independientes separadas de otras edificaciones un máximo de tres metros.

TIPO C naves independientes separadas de otras edificaciones más de tres metros.

El nivel de riesgo intrínseco depende de la carga de fuego, el grado de peligrosidad de los combustibles y la superficie de la nave.

A continuación se resumen las estabildades ante fuego exigidas a las distintas tipologías estudiadas, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a otros edificios y si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A	TIPO B	TIPO C
	sobre rasante	sobre rasante	sobre rasante
BAJO	EF-90	EF-15	no se exige
MEDIO	EF-120	EF-30	EF-15
ALTO	no admitido	EF-60	EF-30

Si el edificio se encuentra protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos, estos valores pueden reducirse:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A	TIPO B	TIPO C
	sobre rasante	sobre rasante	sobre rasante
BAJO	EF-60	no se exige	no se exige
MEDIO	EF-90	EF-15	no se exige
ALTO	no admitido	EF-30	EF-15

Se comprueba que la gran mayoría de las edificaciones objeto del presente estudio son de los tipos B y C con nivel de riesgo bajo, por lo tanto no sería exigible ningún tipo de protección ante fuego. No obstante, la justificación de que un elemento constructivo portante alcanza el valor exigido de estabilidad al fuego se acredita mediante:

contraste con los valores fijados en la norma NBE-CPI

marca de conformidad, con normas UNE o certificado de conformidad, con las especificaciones técnicas que se indican en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

aplicación de un método de cálculo de reconocido prestigio

#### **Protección de estructuras de acero**

Como se ha comentado, en la gran mayoría de los casos no son necesarias medidas de protección ante incendio para las estructuras metálicas industriales; pero cuando lo son, para la obtención de los niveles de estabilidad ante fuego en estructura metálica, es necesaria la aplicación de medidas de protección pasiva.

Con pinturas intumescentes se puede conseguir hasta EF-30, e incluso hasta EF-60, pero el coste de la protección en estos casos puede llegar a superar el de la propia estructura. Por otra parte, el mantenimiento del comportamiento ante fuego de estas pinturas con el tiempo, todavía no está comprobado. Para valores superiores de EF sería necesario el uso de morteros proyectados sobre los perfiles o su recubrimiento mediante paneles de materiales ignífugos.

No obstante, estos valores de estabilidad al fuego pueden disminuirse siempre que se demuestre técnicamente que no son necesarios. Esta demostración consiste en un complicado cálculo en el que se deben tener en cuenta numerosos parámetros como la carga de fuego ponderada, el comportamiento del fuego, los sistemas de protección activa, las compartimentaciones, los caminos de evacuación, servicios de rescate, tipo de estructura, ... Este tipo de cálculo sólo lo dominan algunas empresas especializadas y no está al alcance de la mayoría de los técnicos que proyectan este tipo de edificaciones.

#### **Protección de estructuras de hormigón**

En estructuras de hormigón se pueden alcanzar estos valores de estabilidad al fuego garantizando unos recubrimientos y unos espesores mínimos de los elementos estructurales indicados en el Eurocódigo 2. Así, la estabilidad al fuego exigida queda garantizada por el fabricante de elementos prefabricados de hormigón puesto que es una de las características de diseño de estos elementos.

Los técnicos redactores de proyectos de ejecución, en cumplimiento de estabilidad al fuego exigida, no tienen que hacer mayores comprobaciones que consultar los catálogos del fabricante.

### **El incendio en otras normativas relacionadas con las estructuras metálicas**

Tanto la Instrucción de Acero Estructural como el Código Técnico de la Edificación se ocupan del fuego en las estructuras de acero.

En concreto, el capítulo XII del Documento 0 de la futura Instrucción tiene por título *Proyecto de Estructuras de Acero frente al Incendio*. Consta de cinco artículos (del 43 al 48, ambos inclusive) y *establece los criterios a aplicar en el proyecto de estructuras de acero de edificación para verificar su capacidad portante bajo la acción de un incendio, considerado como una "situación accidental", a efectos de seguridad estructural*, tal y como consta en el artículo 43.1 del citado Documento 0.

Referente al Código Técnico de la Edificación, en el segundo punto de la introducción referente al ámbito de aplicación del Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio, excluye expresamente *los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a las que sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales"*, aunque advierte, a su vez, que las condiciones de protección contra incendios de las zonas de establecimientos industriales destinadas a otro uso y que superen determinados límites serán las que establece la norma básica de la edificación NBE-CPI/96. En dicha referencia, la citada norma básica se debe entender sustituida por el Documento Básico SI Seguridad contra el incendio del Código Técnico de la edificación.

Como información, diremos que este Documento Básico contiene a su vez seis anejos, dedicando el *C* a la *Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado* y el *D* a la *Resistencia al fuego de las estructuras de acero*. En él sólo se indican métodos simplificados de cálculo para la mayoría de las tipologías de estructuras habituales (hormigón armado, acero, madera y fábrica) y sólo estudian la resistencia al fuego de elementos estructurales individuales ante la curva de incendio normalizada. En la redacción del mismo Documento Básico se indica la posibilidad de adoptar otros modelos de fuego más ajustados a la realidad de un incendio, como son los indicados en los Eurocódigos, e incluso válida la evaluación del comportamiento de una estructura o parte de ella mediante la realización de ensayos.

## 6. CONTROL DE CALIDAD.

### 6.1. Sistemas de aseguramiento de la calidad.

Tanto las estructuras metálicas como las de hormigón deben cumplir las normativas indicadas en capítulos anteriores en las fases de diseño, cálculo, recepción de materiales, fabricación y montaje.

En cuanto a las normativas de aseguramiento de la calidad (Normas ISO 9000), el 30% de las empresas consultadas fabricantes de estructuras de hormigón prefabricado aseguran tener esta certificación, mientras que entre los fabricantes de estructura metálica el porcentaje es mucho mayor, un 80%.

Por otro lado, el 45% de las empresas fabricantes de estructura metálica dispone de medios para realizar ensayos de calidad, generalmente asociados a los procedimientos de soldadura.

La gran mayoría de empresas fabricantes de estructuras metálicas, un 85%, declara haber elaborado especificaciones de ingeniería, fabricación, transporte y montaje que regulen el establecimiento y consecución de unos controles de calidad internos adecuados.

No obstante, debe hacerse notar que los datos anteriores se han obtenido de las contestaciones a los cuestionarios enviados por e-mail y de las páginas web consultadas; es decir, de empresas fabricantes de estructuras metálicas de tamaño medio o grande, que representan alrededor del 20 ó 30% del sector.

### 6.2. Investigación y desarrollo. Innovación.

Como se ha comentado anteriormente, sólo un 15% de las empresas fabricantes y constructoras de estructuras metálicas ha desarrollado y patentado soluciones constructivas y estructurales propias. Se trata en todos los casos de empresas especializadas en la gestión integral del proceso constructivo según la modalidad de *llave en mano*.

A pesar del interés que despiertan entre todas ellas los temas relativos al estudio de nuevas soluciones y al concepto I+D+i, solamente una de las empresas consultadas realiza trabajos de investigación en el campo de las estructuras atornilladas y en el desarrollo de nuevas tipologías de uniones.

Otra de las directrices apuntadas por los responsables de empresas fabricantes de estructura metálica es la incorporación de las nuevas tecnologías en los procesos de fabricación de los talleres; especialmente, en aplicaciones informáticas integradas que permitan el lanzamiento y seguimiento desde la oficina técnica, y en los propios medios mecánicos de fabricación.



## 7. DURABILIDAD. EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Las cuestiones relacionadas con la durabilidad y los gastos en mantenimiento constituyen otro tópico, junto con la protección anticorrosiva, que a menudo penaliza las estructuras metálicas en la decisión entre diversas opciones. Esta argumentación carece de fundamento y proviene del desconocimiento generalizado, que existe entre los técnicos españoles que redactan proyectos constructivos, de los sistemas de protección anticorrosiva de las estructuras metálicas.

Desgraciadamente, la pésima imagen de la durabilidad de las estructuras metálicas imperante en España proviene de la contaminación producida por las ejecutadas en talleres pequeños de cerrajería, que aun sin medios ni preparación para ello, muchas veces abordan la ejecución de estructuras. Esta situación es especialmente grave entre arquitectos e ingenieros dedicados al mundo de la edificación convencional, tradicionalmente muy poco industrializada, poco familiarizados con los sistemas de protección adecuados. Como anécdota, términos como *mano de minio* siguen utilizándose para describir partidas de estructuras metálicas, cuando la utilización de este producto está terminantemente prohibido, mientras que otros como *granallado* o *chorreado* son sustituidos por lijado manual o simplemente se desconocen.

### 7.1. Sistemas de protección anticorrosiva.

Las estructuras metálicas no protegidas y expuestas a la atmósfera, al agua o enterradas están sujetas a corrosión, que conduce a su deterioro. Los métodos más comunes para la protección anticorrosiva de las estructuras metálicas son los sistemas de pinturas, la galvanización o la combinación de ambos -sistema dúplex-.

Las estructuras prefabricadas de hormigón tienen garantizada su durabilidad con la determinación de unos recubrimientos de armaduras prescritos en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. La ejecución de estos recubrimientos se realiza en taller de manera industrializada, sin que el técnico redactor del proyecto deba preocuparse de su definición.

#### Especificaciones técnicas

La futura Instrucción de Acero Estructural EAE incluye una parte de su capítulo XVII dedicada a la protección anticorrosiva y el Código Técnico de la Edificación en su *Documento Básico SE-A Seguridad estructural Estructuras de acero* aborda esta cuestión en el apartado de Durabilidad. No obstante, en ambas sus recomendaciones son de carácter general, y remiten a distintas normas UNE vigentes: a la UNE-ENV 1090-1:1997 *Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación* en el Código Técnico de la Edificación y a distintas ISO, UNE-EN y UNE-EN ISO en la Instrucción de Acero Estructural EAE.

Las especificaciones técnicas más completas se recogen en la norma UNE EN ISO 12944 *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores*, a la que hace referencia la EAE. Incluso en la página 54 de la UNE-ENV 1090-1:1997, apartado 10.3.3, dice: "Cuanto esté publicada, la norma UNE EN ISO 12944/ 7 describirá cómo debe realizarse el trabajo de protección contra la corrosión y sustituirá todos los requisitos que se dan en este apartado". Esta norma se articula de manera clara y concisa, y su aplicación es sencilla; no obstante, su difusión entre los técnicos españoles es muy escasa. Su aplicación se basa en la determinación sucesiva de:

- clasificación del ambiente
- preparación de superficies
- selección del sistema de pintura

Además, la norma incluye consideraciones sobre el diseño de la estructura y aspectos relacionados con el control de calidad, ensayos y preparación de especificaciones sobre sistemas de pintura anticorrosiva.

La Asociación Técnica Española de Galvanización publica unas fichas técnicas sobre las características, condiciones y factores que influyen en los procesos de galvanización en caliente de las estructuras metálicas y los criterios de diseño más adecuados para este sistema de protección anticorrosiva. Además, comprenden una síntesis para la aplicación de las especificaciones incluidas en las normas

UNE EN ISO 1.461 *Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.*

UNE EN ISO 14.713 *Protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero mediante recubrimientos de zinc y aluminio. Directrices.*

Ambas normas UNE son referencias en la Instrucción de Acero Estructural EAE.

## 7.2. Mantenimiento.

La norma UNE EN ISO 12.944 *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores* establece las pautas para determinar un programa de mantenimiento de la protección anticorrosiva de las estructuras metálicas en función del sistema de pintura seleccionado. Así, la durabilidad de un sistema de pintura protector depende de varios parámetros

- diseño de la estructura
- calidad de la preparación de superficies y de la aplicación del sistema de pintura
- sistema de pintura aplicado
- condiciones de exposición

Esta norma establece los niveles de durabilidad en función de los diferentes sistemas de pintura anticorrosiva y de la clasificación de los ambientes de exposición, y distingue tres intervalos:

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| durabilidad baja  | 2 a 5 años     |
| durabilidad media | 5 a 15 años    |
| durabilidad alta  | más de 15 años |

## 8. ANÁLISIS DE COSTES ECONÓMICOS.

La competitividad de las soluciones con productos siderúrgicos en el mercado de la edificación industrial en España se ha visto deteriorada por el incremento del precio del acero en el año 2.004 en relación con el resto de materiales constructivos. Esta subida ha repercutido en una reducción del margen de beneficios de las empresas fabricantes de estructura metálica y ha traído como consecuencia una merma en la calidad de las estructuras fabricadas.

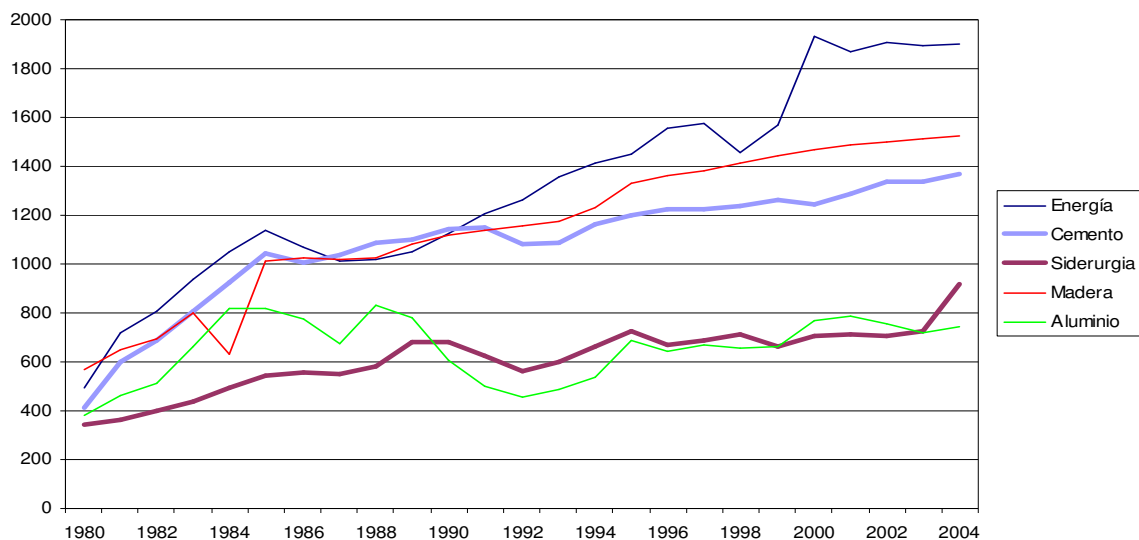
A continuación se presenta la evolución de los costes según componentes, dados por los índices oficiales de revisión de precios (índice 1.963 = 100)<sup>1</sup>.

	2.002	2.003	2.004	2.005*	03/02 (%)	04/03 (%)	05/04* (%)
energía	1.904,3	1.890,8	1.899,1	2.213,2	-0,7	+0,4	+16,5
<b>cemento</b>	<b>1.339,2</b>	<b>1.335,2</b>	<b>1.370,1</b>	<b>1.429,5</b>	<b>-0,3</b>	<b>+2,6</b>	<b>+4,3</b>
<b>acero</b>	<b>704,0</b>	<b>723,4</b>	<b>920,2</b>	<b>977,8</b>	<b>+2,8</b>	<b>+27,2</b>	<b>+6,3</b>
ligantes	1.495,0	1.501,1	1.322,2	1.776,3	+0,4	-11,9	+34,3
cobre	594,4	563,0	825,4	971,2	-5,3	+46,6	+17,7
madera	1.497,8	1.510,8	1.526,1	1.554,0	+0,9	+1,0	+1,8
cerámica	1.213,9	1.225,5	1.246,6	1.286,9	+0,9	+1,7	+3,2
aluminio	759,1	716,0	742,5	773,9	-5,7	+3,7	+4,2

\*Promedio enero a septiembre

### ÍNDICES OFICIALES DE REVISIÓN DE PRECIOS, COSTE LABORAL Y SUMINISTROS. PROMEDIOS ANUALES<sup>1</sup>.

(ÍNDICE 1963 = 100)



Aunque este factor ha marcado de alguna manera la evolución del mercado de la edificación industrial en los dos últimos años, provocando por arrastre una ventaja competitiva a las empresas fabricantes de prefabricados de hormigón, no nos permite analizar con una visión clara la tendencia que seguirá la tipología constructiva de la edificación industrial en el futuro inmediato.

<sup>1</sup> Fuente BOE

El análisis de costes económicos que mostramos a continuación se centra principalmente en la comparación de los precios de fabricación suministro y montaje de la estructura de edificios industriales tanto si esta es metálica, o de hormigón prefabricado.

Para realizar el análisis de los costes se establecen una serie de naves tipo, en función de unos parámetros como son la luz, la altura libre de los pilares, si tienen o no una entreplanta de oficinas y si tienen o no, puente grúa. Estos parámetros se han combinado para crear seis tipos de nave cuyas características aparecen recogidas en la siguiente tabla.

NAVE TIPO	LUZ m	LONGITUD m	ENTREPLANTA m <sup>2</sup>	ALTURA LIBRE m	PUENTE GRÚA kN
1	12	35	-	3,50	-
2	12	35	150,00	9,00	-
3	20	50	-	7,50	-
4	20	50	-	7,50	250
5	30	60	-	8,50	-
6	30	60	-	8,50	250

No se han incluido en el análisis comparativo tipologías de nave con luces de pórtico superiores a 30m, ya que se trata de casos muy singulares que se resuelven casi exclusivamente con soluciones estructurales de acero. En contadas excepciones, las empresas fabricantes de prefabricados de hormigón suministran vigas delta para pórticos cuya luz sobrepasa 30m.

Con estos tipos de naves y facilitando únicamente los requisitos expuestos en el cuadro anterior, se pidieron presupuestos a 25 empresas fabricantes de estructuras de hormigón prefabricado para un tipo o dos de naves con su variante, contestando 15 empresas a lo solicitado. En cuanto a empresas fabricantes de estructuras metálicas, fueron 20 las requeridas para presupuestar, de las que únicamente 3 contestaron al enviarles los mismos requisitos que a las empresas de hormigón prefabricado. Posteriormente contestaron otras 5 empresas después de ampliarles la información en la que se incluía un dibujo del pórtico con el cálculo y tipología de perfiles.

Así resultó que el precio medio una estructura metálica completamente ejecutada en edificación industrial, oscila actualmente entre 1,65 y 1,80 €/kg, que se desglosa de la siguiente manera:

material	0,65 - 0,70 €/kg	40%
fabricación	0,45 - 0,50 €/kg	27%
pintura	0,15 €/kg	8%
transporte y montaje	0,40 - 0,45 €/kg	25%

Estos precios pueden ser inferiores en muchas ocasiones cuando los fabricantes son talleres de cerrajería, capaces de ejecutar naves de pequeño y mediano tamaño a bajo precio, a expensas de la calidad y procedencia de los materiales, de la homologación de procedimientos de soldadura, de la aplicación de protecciones anticorrosivas no adecuadas,...

Las tablas siguientes recogen en columnas diferentes los precios por metro cuadrado obtenidos tanto para las naves de estructura de hormigón prefabricado como las de estructura metálica.

NAVES SIN PUENTE GRÚA		
NAVE TIPO	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN €/m <sup>2</sup>	ESTRUCTURA METALICA €/m <sup>2</sup>
TIPO 1 [12m]	40 - 45 €/m <sup>2</sup>	35 - 40 €/m <sup>2</sup>
TIPO 3 [20m]	45 - 60 €/m <sup>2</sup>	45 - 50 €/m <sup>2</sup>
TIPO 5 [30m]	45 - 60 €/m <sup>2</sup>	55 - 60 €/m <sup>2</sup>

Del análisis comparativo de costes se deduce, en primer lugar, que los presupuestos ofertados por las empresas de prefabricados de hormigón tienen una dispersión de valores muy grande. En estas soluciones la influencia de la distancia de la obra al taller de prefabricados es mayor que en la estructura metálica. Así, generalmente, las empresas de pequeño o mediano tamaño no ofertan obras localizadas fuera de un ámbito que se reduce a su provincia y las adyacentes.

A pesar de la dispersión de datos comentada, del análisis de los costes económicos recogidos en la tabla anterior se deducen las siguientes conclusiones:

1. En naves de pequeño tamaño, las denominadas *naves nido*, con luces de pórtico menores de 15m, son más competitivas las soluciones metálicas; especialmente si se considera que este es el mercado más idóneo para pequeñas empresas fabricantes de estructuras metálicas.
3. En naves de tamaño medio, con luces de pórtico comprendidas entre 15 y 25m, tiene lugar la competencia más importante e igualada entre ambas soluciones
5. En naves grandes, con luces de pórtico a partir de 25m, siguen igualadas ambas soluciones, aunque la estructura metálica se sitúa en parte más alta de la horquilla de precios debido a que en este rango de luces la estructura metálica se complica bastante -dinteles de celosía, pilares de sección compuesta, arriostramientos,...-, mientras que para las soluciones de hormigón prefabricado, representa un paso más de escala en sus elementos.

La disposición de puentes grúa pesados no produce variaciones relevantes en los precios de naves de hormigón prefabricado; al contrario que en las de estructura metálica, debido a que las acciones de los puentes grúa requieren de un dimensionamiento mayor de algunos elementos como pilares, pórticos de frenado,...y una mayor complejidad de las uniones estructurales.

NAVES CON PUENTE GRÚA PESADOS		
NAVE TIPO	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN €/m <sup>2</sup>	ESTRUCTURA METALICA €/m <sup>2</sup>
TIPO 4 [20m]	40 - 65 €/m <sup>2</sup>	65 - 75 €/m <sup>2</sup>
TIPO 6 [30m]	40 - 65 €/m <sup>2</sup>	75 - 85 €/m <sup>2</sup>

Por razones parecidas, en naves con forjados intermedios son más competitivas las soluciones con hormigón prefabricado.

NAVES CON FORJADOS INTERIORES		
NAVE TIPO	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN €/m <sup>2</sup>	ESTRUCTURA METALICA €/m <sup>2</sup>
TIPO 2 [12m]	40 - 65 €/m <sup>2</sup>	50 - 60 €/m <sup>2</sup>

No obstante, se deben tomar con precaución estos resultados, pues no recogen la influencia de la dispersión geográfica de las respuestas obtenidas, ni la influencia de los factores de diseño estudiados en los apartados anteriores, que pueden variar considerablemente la neutralidad de los presupuestos obtenidos.

## 9. VISADOS. TRAMITACIÓN DE LICENCIAS. SEGUROS.

### 9.1. Visados y tramitación de licencias.

No existen diferencias entre las diferentes soluciones constructivas al calcular los derechos de visado en los colegios profesionales, ni tampoco, en la cuantía de las licencias de obra abonadas a los ayuntamientos.

Las licencias de obra municipales se calculan en función de un porcentaje del presupuesto de ejecución material que varía de unos ayuntamientos a otros, pero nunca en función del material ni la tipología estructural.

Sin embargo, sí se han observado en ocasiones reticencias hacia las soluciones de estructura metálica por parte de técnicos municipales mal informados. En muchos casos, abundan entre ellos los tópicos del mal comportamiento de la estructura metálica ante incendio y optan por exigir a los proyectos de ejecución requerimientos exagerados, sin ninguna base normativa, para curarse en salud ante posibles responsabilidades.

### 9.2. Seguros.

La publicación de la Ley de Ordenación de la Edificación ha provocado un gran desarrollo de este área aseguradora, tanto por ser de obligado cumplimiento la contratación de determinados seguros, como por la determinación de las responsabilidades que tiene cada agente de la edificación.

A continuación, se describen los diferentes tipos de seguros relacionados con la construcción que ofrecen las diferentes empresas aseguradoras, con su cobertura y garantías.

#### Seguro de responsabilidad civil profesional

Se dirige a aquellos profesionales que intervienen en el proceso constructivo y que ejercen su actividad de manera independiente, ya se trate de personas físicas o jurídicas.

La responsabilidad en la que puede incurrir un profesional en el ámbito de la construcción puede ser de tipo extracontractual, contractual o decenal. La póliza de responsabilidad profesional debe garantizar las consecuencias pecuniarias de cualquier responsabilidad en la que incurra el profesional, en el desarrollo de las misiones aseguradas.

#### Seguro de responsabilidad civil para empresas

Se dirige a las empresas del sector de la construcción: promotoras, constructoras, subcontratistas y, en general, cualquier empresa participante en el proceso constructivo.

Las pólizas están destinadas a cubrir, de entre las diferentes formas de responsabilidades en las que pueden incurrir los agentes del proceso constructivo, la denominada responsabilidad extracontractual. La norma fundamental dentro del sistema legal español sobre responsabilidad extracontractual es el artículo 1902 del Código Civil que dice: "El que por acción u omisión cause daño a otro, interviniendo culpa o negligencia, está obligado a reparar el daño causado"

La aseguradora asume las consecuencias pecuniarias de las reclamaciones formuladas por daños materiales, daños personales y perjuicios patrimoniales derivados de dichos daños, causados involuntariamente a terceros y comprometiendo la responsabilidad civil del asegurado en el ejercicio de las actividades declaradas por la empresa asegurada.

#### Seguro todo riesgo construcción

Cubre todo tipo de obra civil durante su período de construcción, incluyendo todas las obras temporales del proyecto. Adicionalmente se puede amparar la responsabilidad civil en la que legalmente incurra el asegurado a causa de lesiones corporales, incluyendo la muerte de terceras personas o daños materiales a bienes propiedad de terceras personas, como consecuencia de accidentes derivados de los trabajos de construcción.

La característica principal de este seguro es que está incluido dentro de las garantías todo lo que no está expresamente excluido.

Se garantizan los daños y pérdidas materiales que sufran los trabajos y bienes asegurados por una causa externa, súbita, accidental e imprevisible ocurridos a los trabajos de obra civil e instalaciones por un riesgo convencional (incendio, explosión y caída de vehículos e impactos), por un riesgo de fuerza mayor o de la naturaleza, por riesgos inherentes a la ejecución de la obra (errores de diseño, defectos en los materiales, mano de obra defectuosa) o por cualquier otra causa accidental e imprevista no excluida expresamente en las condiciones del seguro o a los equipos de construcción entendiendo como tal los andamiajes, puentes auxiliares, armaduras de carpintería y entibación, herramientas,

edificaciones provisionales, instalaciones de abastecimiento, conducción, drenaje, desagüe, combustibles y demás bienes propios análogos y que sean necesarios para acometer trabajos presentes o futuros y formen parte de la obra. Asimismo el seguro incluye los gastos de desescombrado y demolición, y los gastos de extinción de incendio.

Además de la obra en sí, pueden garantizarse: equipos de construcción, como andamios, casetas y accesorios; maquinaria de construcción (grúas, excavadoras, palas, equipos desescombro y de nivelado); responsabilidad civil para los propietarios, promotores o contratistas de las obras; gastos de remoción de escombros; objetos personales de empleados y obreros que hayan dejado en las casetas; bienes existentes en el lugar de la obra o su vecindad inmediata.

La cobertura del seguro empieza con la excavación del terreno, al inicio de la obra, y finaliza con la entrega de la misma.

### Seguro decenal de daños a la edificación

La Ley Ordenación de la Edificación establece la contratación obligatoria de un seguro que garantice durante diez años "contados desde la fecha de la recepción, el resarcimiento de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio". El capital asegurado debe corresponder con el 100% del coste final del edificio.

La garantía, por lo tanto, no alcanza a aquellos daños en el edificio que no pongan en riesgo su resistencia y estabilidad, tales como defectos de terminación y acabado -remates de obra-, impermeabilización -terrazas, tejados, sótanos, ...-, daños en tabiquería, solados, revestimientos -alicatados, pinturas, enfoscados, etc.-, fisuras o grietas debidas a asentamientos normales del edificio o fenómenos de dilatación o contracción de materiales, corrección de aspectos funcionales del edificio y en general cualesquiera otros que pudieran afectar al bienestar de los usuarios del edificio -ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico, salud,...-.

Este seguro es el mecanismo más adecuado para localizar a los responsables de los probables daños que se manifiesten en la vivienda a lo largo de los próximos diez años de la entrega de esta. Las estadísticas de los últimos 8 años relacionan las responsabilidades en la siguiente proporción

proyecto	40%
construcción	25%
terceros	15%
naturaleza	10%
materiales	10%

La L.O.E. establece de forma personal e individualizada la responsabilidad civil de los diferentes agentes por daños materiales en el edificio, si bien no contempla la exigencia de un seguro que cubra dicha responsabilidad.

En principio el sistema tiene como ventajas la indemnización o reparación rápida, desvinculada del proceso de búsqueda de responsabilidades y de solvencias, así como el conocimiento previo del coste, ya que se trata de una prima de seguro y no de la incertidumbre del coste del siniestro que está por llegar. Las exclusiones en el seguro, previstas en la L.O.E., añaden una garantía, que es la de los daños que tengan su origen en un incendio o explosión por vicios o defectos de las instalaciones propias del edificio.

La fecha de inicio de la garantía, así como de las responsabilidades, es la del acta de recepción (recepción única con o sin reservas).

La L.O.E. prevé que el seguro decenal no debe cubrir los siniestros que tengan su origen en partes de la obra sobre las que haya reservas recogidas en el acta de recepción, mientras que tales reservas no hayan sido subsanadas y las subsanaciones queden reflejadas en un nuevo acta suscrita por los firmantes del acta de recepción.

El control de la constitución de las garantías recaerá sobre los registradores de la propiedad, que no inscribirán escrituras públicas de declaración de obra nueva sin que se acredite o testimonie dicha constitución de garantía en la escritura correspondiente.

La suscripción del seguro decenal requiere la presencia de un organismo de control técnico independiente de aquellos agentes que participan de forma directa en el proceso edificatorio. La misión de este organismo es la de realizar una auditoría técnica desde el inicio de la obra -revisión del proyecto de ejecución y supervisión externa del proceso de ejecución de la obra-, con objeto de definir los riesgos de cada proyecto de cara a la compañía aseguradora. Su característica operativa está enfocada al aporte de datos para el cálculo de la póliza de seguros decenal y por tanto, el contenido del mismo está previamente acotado por las compañías aseguradoras.

En un informe D0 se recogen los datos generales del promotor, redactores del proyecto, informe geotécnico,... seguido de una descripción de los documentos necesarios para el control, previsión de coste total de las obras, fechas y

periodos de la construcción. También se incluye en el informe D0 la definición del emplazamiento, sus características geofísicas y estructurales. Terminando con una descripción de posibles riesgos agravante e informaciones complementarias sobre normativa y reglamentación recomendable no considerado en proyecto y utilizada para la elaboración del informe.

En las conclusiones del informe D0, se prevé o planifica el tipo de informes complementarios o necesarios, las conclusiones del riesgo, (reducido, medio o elevado), así como el programa de visitas de control, etc...

La póliza del seguro decenal de daños a la edificación se incrementa económicamente en el caso de tratar con materiales no tradicionales. Estas consideraciones son de carácter interno dentro de las diferentes compañías y suelen concernir a tres materiales principalmente: la madera, la termoarcilla y el hormigón prefabricado.

En caso de que el proyecto asegurado tenga alguno de esos materiales se necesitará una entidad de control de homologación especial que realice un seguimiento específico desde la fabricación del material hasta su puesta en obra. Por otro lado el organismo de control técnico tiene que emitir para la compañía de seguros, un informe especial D2, que es específico de los sistemas o materiales no tradicionales o innovadores.

Es difícil cuantificar de forma general cuanto supone la diferencia económica de la póliza entre una construcción con estructura metálica y una con estructura de hormigón prefabricado, pero en cualquier caso, no supone un incremento significativo. Así, por ejemplo, una edificación industrial cuyo presupuesto de ejecución material fuera 270.000€, si su estructura fuera de hormigón prefabricado, sufriría un incremento en 300€ en la prima del seguro, que supone un incremento de alrededor del 10%.

No obstante, de las diferentes aseguradoras consultadas, algunas ligadas a los colegios de arquitectos reconocieron un mayor coste de la póliza de seguro en los proyectos de prefabricados de hormigón, pero la mayoría afirmó que no suponía diferencia alguna.

### Otros seguros

El **seguro de montaje** cubre los daños materiales que pueda sufrir la maquinaria e instalaciones desde el momento en que sus piezas llegan al punto de destino, hasta que están perfectamente montadas, instaladas y probadas, de forma que su funcionamiento sea normal. Son asegurables todo tipo de construcciones en los que predominen los elementos metálicos, más que por el material en sí, por los métodos y técnicas empleados, que difieren en gran medida de aquéllas de hormigón, lo que modifica el tipo y la probabilidad de los siniestros.

La suma asegurada debe corresponder con el valor de reposición de los bienes a montar, y puede ser reajustada a la finalización del seguro

La cobertura del seguro se inicia cuando las distintas partes a montar llegan al lugar en el que se van a instalar, continúa durante todo el montaje y finaliza una vez transcurrido el periodo de pruebas de la maquinaria o estructura.

El **seguro de daños a la edificación** está destinado a proteger al promotor y a los adquirentes de los edificios o de parte de los mismos a partir de la fecha de recepción, frente a los daños materiales que sufran debido a determinados vicios o defectos constructivos.

El **seguro de avería de maquinaria** está destinado a asegurar los daños internos, que sufra la maquinaria en operación de una empresa, causados por un hecho accidental.

El **seguro de equipos electrónicos** ampara equipos de procesamiento de datos, ordenadores personales y sus periféricos como monitores, impresoras, escáner, etc, servidores de redes de datos, equipos de comando electrónico de maquinaria y robots industriales, radio, televisión, electromedicina, diseño gráfico, fotocopiadoras, faxes, etc. cubriendo los daños materiales directos sufridos por los bienes asegurados por cualquier causa accidental.

No existen diferencias entre las diferentes soluciones constructivas al calcular los derechos de visado en los colegios profesionales, ni tampoco, en la cuantía de las licencias de obra abonadas a los ayuntamientos: solamente dependen del presupuesto de ejecución material de las obras.

En las aseguradoras tampoco reconocen diferencia alguna en el cálculo de las tasas de los diferentes seguros, que también dependen del presupuesto de ejecución material de las obras.

Ni los aspectos relacionados con el comportamiento ante el fuego, ni la durabilidad de la estructura, con todas sus realidades y tópicos aparejados, tienen consecuencias en el cálculo de las cuantías de los diferentes seguros.



#### IV. CONCLUSIONES.

---

El mercado de las estructuras de edificación en uso industrial ha registrado en el último año un ligero retroceso en lo que atañe al reparto porcentual entre soluciones de acero y de hormigón sobre superficie construida.

ESTRUCTURA METÁLICA	48,0%
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	52,0%

Sin embargo, esta proporción referida al número de edificios sigue registrando una mayor presencia para los construidos con estructura metálica

ESTRUCTURA METÁLICA	54,4%
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	46,6%

No obstante, debe considerarse que este reparto presenta una gran dispersión geográfica. Así, el uso de soluciones prefabricadas de hormigón es bastante mayor en las comunidades autónomas de mayor renta

superior al 85% en Aragón y Cataluña

superior al 65% en Madrid

superior al 50% en País Vasco y Navarra

Esta situación es significativamente preocupante, porque puede interpretarse que a mayor desarrollo económico, mayores requerimientos de calidad constructiva. Según esta hipótesis los promotores de construcciones industriales en las comunidades más desarrolladas económicamente identifican la calidad constructiva con las soluciones de hormigón prefabricado, seguramente, por estar más estandarizadas e industrializadas que las metálicas.

Respecto a la tipología constructiva elegida en el sector, podemos resumirla en dos puntos:

- En cuanto a superficie y luz de pórtico, la nave tipo realizada con estructura metálica cubre hasta 2.500 m<sup>2</sup> con pórticos a dos aguas de hasta 20 metros de luz. Para superficies superiores y luces de pórticos mayores, se impone la solución de hormigón.
- Referente a los materiales utilizados para cerramientos y forjados, las soluciones en acero están en retroceso porque se ha impuesto la solución de paneles de hormigón, en el caso de las fachadas, o no han logrado un porcentaje significativo de mercado, en el caso de los forjados. Para cubiertas, por su ligereza, casi la totalidad de cuota de mercado la obtienen las soluciones en acero.

A continuación se sintetizan los factores que han condicionado la realidad constructiva en este sector.

##### 1. Normativa de aplicación.

Durante la fabricación, protección anticorrosiva, montaje y mantenimiento de la estructura metálica intervienen una serie de procesos industriales complejos que la mayoría de los técnicos desconocen. En consecuencia, las normas aplicables a la estructura de acero se dispersan en una gran cantidad de documentos que regulan cada uno de sus aspectos: materiales, procedimientos de soldadura, sistemas de protección anticorrosiva, controles de calidad... Esta situación, no obstante, se intenta paliar con las nuevas normativas, tanto en la Instrucción de Acero Estructural EAE, elaborada por el Ministerio de Fomento y que en un futuro entrará en vigor, o en el ya aprobado Código Técnico de la Edificación CTE, elaborado por el Ministerio de la Vivienda. Pero el riesgo existe cuando ambas sean aplicables y no se tenga la certeza de qué criterio aplicar en una situación concreta.

Sin embargo, la Instrucción del Hormigón Estructural EHE reúne en un solo documento las normativas y disposiciones relativas al diseño, cálculo y dimensionamiento, ejecución, control de calidad y durabilidad de las estructuras de hormigón. Además, las autorizaciones de uso homologadas por los fabricantes de estructuras prefabricadas de hormigón descargan en parte a los técnicos responsables del proyecto del cálculo de la estructura basado en esa normativa.

##### 2. Criterios de diseño.

Las empresas españolas fabricantes de estructuras metálicas casi nunca han desarrollado sistemas constructivos propios. Únicamente en los casos de empresas que ofrecen la ejecución de edificaciones en la modalidad de *llave en mano*, se encuentran soluciones estandarizadas de este tipo.

Mientras tanto, la industria de los prefabricados de hormigón se ha caracterizado desde sus inicios por la industrialización y seriación de sus soluciones constructivas, presentadas frecuentemente en forma de catálogo, e integradas por elementos constructivos definidos *a priori*.

Las estructuras metálicas se caracterizan por una mayor versatilidad espacial y constructiva que cualquier otra solución estructural, como consecuencia de su diseño más específico.

Sin embargo, la versatilidad en las edificaciones industriales es un factor determinante en raras ocasiones. En la mayoría de los casos, los usos industriales requieren espacios muy poco cualificados, susceptibles de ser albergados en contenedores neutros de escasa versatilidad.

### 3. Cálculo y dimensionamiento estructural. Especificaciones técnicas.

El redactor de un proyecto con estructura metálica se encarga y se responsabiliza inevitablemente del cálculo, dimensionamiento y representación gráfica de los conjuntos que constituyen la estructura. En este caso, la responsabilidad del técnico comprende

- el cálculo de las solicitaciones generales y desplazamientos de la estructura,
- el análisis de tensiones en las secciones de todos los elementos
- el análisis de tensiones a escala local de determinados puntos singulares
- el diseño y dimensionamiento de los elementos y sus uniones.

Por otro lado, en la redacción de un proyecto con estructura prefabricada de hormigón, el cálculo y dimensionamiento estructural, e incluso la representación gráfica de los mismos en sus correspondientes planos, corre a cargo de la empresa fabricante de los prefabricados. Este dimensionamiento es consecuencia del alto nivel de estandarización de los elementos prefabricados y viene avalado por las correspondientes autorizaciones de uso de los diferentes elementos que constituyen los sistemas estructurales y constructivos. La responsabilidad del técnico se reduce a garantizar que las acciones de cálculo que solicitan cada elemento de la estructura son menores que su capacidad resistente.

En estudios de arquitectura e ingeniería que subcontratan a terceros los proyectos estructurales, esta consideración supone una reducción de costes muy significativa. Desafortunadamente, en muchas ocasiones esta circunstancia puede ser definitiva en la decisión sobre la solución estructural a adoptar, en detrimento incluso de la calidad misma del proyecto.

Son muy escasas las aplicaciones de *software* a bajo coste realmente útiles que están a disposición del técnico y que faciliten la aplicación de la normativa vigente, como ocurre con el hormigón armado.

Las aplicaciones de *software* que integran el diseño y dimensionamiento estructural, con la representación gráfica e incluso la ingeniería de taller son muy útiles como herramientas de proyecto. Sin embargo, también son extraordinariamente costosas para estudios de arquitectura e ingeniería e incluso para fabricantes de estructuras de tamaño pequeño o medio.

Los catálogos de productos siderúrgicos y prontuarios tienen mucha menos difusión que los de prefabricados de hormigón, especialmente entre arquitectos.

### 4. Ejecución material.

La empresa tipo fabricante de estructura metálica en España tiene un tamaño pequeño, con menos de 20 empleados, tiene un ámbito de actuación de carácter local y no pertenece a ninguna asociación sectorial. Por esta razón este tipo de empresas no han podido ser consultadas para la realización de este estudio y no están representadas en él. Esta situación está cambiando lentamente y cada año, con excepción de este último, es mayor la proporción de empresas de tamaño medio-grande en el sector de fabricantes de estructuras metálicas, lo que redundará en una mejora de calidad y servicios al cliente.

Por otra parte, también se ha observado que las empresas relacionadas con el suministro de productos siderúrgicos -productoras, almacenistas, estructuristas,...-, rara vez avisan en sus prontuarios sobre la dificultad de encontrar en el mercado determinados productos. Esta indeterminación conlleva a la larga un deterioro en la imagen del acero como material constructivo.

### 5. Protección ante incendio.

Objetivamente, los materiales siderúrgicos tienen muchos más problemas en su comportamiento ante incendio que los elementos de hormigón. No obstante, en las edificaciones industriales el cumplimiento de la normativa acerca de estabilidad estructural ante el fuego no marca diferencias apreciables en la mayoría de los casos.

Sin embargo, la generalización del tópico del mal comportamiento del acero y el desconocimiento de esta normativa han abocado en muchas ocasiones a su aplicación excesivamente rigurosa y ha penalizado las soluciones estructurales con acero.

#### **6. Control de calidad.**

La mayoría de las empresas fabricantes de estructuras metálicas consultadas para la realización de este estudio, aseguraban estar certificadas según las normativas de aseguramiento de la calidad (Normas ISO 9000), en una proporción mucho mayor (80%) que las empresas fabricantes de estructuras de hormigón prefabricado (30%), proporción que no es exacta dado el tipo de empresas fabricantes de estructuras metálicas a las que se ha podido acceder.

#### **7. Durabilidad. Explotación y mantenimiento.**

Las cuestiones relacionadas con la durabilidad y los gastos en mantenimiento constituyen otro tópico que penaliza las estructuras metálicas en la decisión entre diversas opciones. Esta argumentación carece de fundamento y proviene del desconocimiento generalizado que existe entre los técnicos españoles que redactan proyectos constructivos, de los sistemas de protección anticorrosiva de las estructuras metálicas.

Desgraciadamente, la mala imagen de la durabilidad de las estructuras metálicas dominante en España proviene de la ejecución de obras por parte de pequeños talleres, muchas veces sin medios ni preparación. Esta situación es especialmente grave entre arquitectos e ingenieros dedicados al mundo de la edificación convencional, tradicionalmente muy poco industrializada, y muy poco familiarizados con los sistemas de protección adecuados.

Aún constituyendo un tópico, la mayor parte de los técnicos asocian durabilidad con hormigón. Cierto es, no obstante, que la durabilidad del hormigón se garantiza generalmente en función de la disposición de sus armaduras, de manera mucho más sencilla que en las estructuras metálicas.

#### **8. Análisis de costes económicos.**

La competitividad de las soluciones con productos siderúrgicos en el mercado de la edificación industrial en España se ha visto deteriorada por el fuerte incremento del precio del acero en relación con el resto de materiales constructivos. No obstante, a pesar de la dispersión de los datos obtenidos, del análisis de los costes económicos recogidos en este estudio se deducen las siguientes conclusiones:

en naves pequeñas, las denominadas nido, con luces de pórtico menores de 15m, son más competitivas las soluciones metálicas

en naves de tamaño medio, con luces de pórtico comprendidas entre 15 y 25m, que son la inmensa mayoría, tiene lugar la competencia más importante e igualada entre ambas soluciones

en naves grandes, con luces de pórtico a partir de 25m, siguen igualadas ambas soluciones, aunque la estructura metálica se sitúa en la parte más alta de la horquilla de precios debido a que la complicación de la estructura metálica hacen algo más atractivas las soluciones en hormigón prefabricado

#### **9. Visados. Tramitación de licencias. Seguros.**

No existen diferencias entre las diferentes soluciones constructivas al calcular los derechos de visado en los colegios profesionales, ni tampoco, en la cuantía de las licencias de obra abonadas a los ayuntamientos: solamente dependen del presupuesto de ejecución material de las obras.

En las aseguradoras tampoco reconocen diferencia alguna en el cálculo de las tasas de los diferentes seguros, que también dependen del presupuesto de ejecución material de las obras. En todo caso, las aseguradoras ligadas a los colegios de arquitectos penalizan los productos prefabricados de hormigón, por considerarlos materiales no tradicionales.

Ni los aspectos relacionados con el comportamiento ante el fuego, ni la durabilidad de la estructura, con todas sus realidades y tópicos aparejados, tienen consecuencias en el cálculo de las cuantías de los diferentes seguros.

## RESUMEN DE CONCLUSIONES

CONCEPTO	HORMIGÓN	ACERO	OBSERVACIONES
Estructuras en uso industrial.	52,0% (sobre m <sup>2</sup> ) 45,6% (sobre número de edificios)	48,0% (sobre m <sup>2</sup> ) 54,4% (sobre número de edificios)	En las comunidades autónomas de mayor renta existe una tendencia al uso del hormigón prefabricado.
Tipología constructiva estructural.	Naves a partir de 2.500 m <sup>2</sup>	Naves hasta 2.500 m <sup>2</sup> y hasta 20 m de luz, y naves de más de 30 m de luz	Para luces mayores de 20 metros tendencia hacia el hormigón
Tipología constructiva cerramientos.	Fachadas	Cubiertas	
Normativa.	Unificada	Dispersa	En la actualidad se está produciendo un cambio en la normativa aplicable a estructuras de acero
Criterios de diseño.	Sistemas constructivos propios, basados en productos estándar	Mayor versatilidad	La versatilidad no suele ser un factor determinante en este tipo de construcción
Cálculo y dimensionamiento estructural.	Importante ayuda procedente del sector (software, catálogos, manuales,...)	Escasez de aplicaciones y falta de difusión, formación,...	
Ejecución material.		La empresa tipo es de carácter pequeño, con menos de 20 empleados y de carácter local. En algunos casos conlleva una deficiencia de calidad en el trabajo	Problemas de suministro en muchos productos de acero
Protección contra incendio.		Tópico generalizado acerca de su mal comportamiento.	La normativa acerca de la estabilidad estructural ante el fuego no marca diferencias apreciables entre sistemas constructivos.
Control de calidad.	30% de empresas certificadas según ISO9000	80% de empresas certificadas según ISO9000	Para acero, resultados exclusivos de la encuesta enviada por APTA. Las empresas de estructura metálica encuestadas son de tamaño medio-grande y respondieron 18.
Durabilidad. Explotación y mantenimiento.	Asociado con durabilidad	Mala imagen en obras ejecutadas por pequeños talleres	
Análisis de costes económicos.	Más económicas con luces mayores de 25 metros	Más económicas con luces menores de 15 metros	Igualdad con luces comprendidas entre 15 y 25 metros
Visados. Tramitación de licencias. Seguros.			No existen diferencias.

**Este resumen de conclusiones se debe de tomar con las precauciones y salvedades indicadas en el estudio, y no tiene sentido su interpretación sin la lectura del citado estudio.**



# ESTUDIO SOBRE EDIFICACIÓN INDUSTRIAL EN ESPAÑA.

**ANEJOS.**

## ANEJO 1. ENTIDADES Y EMPRESAS CONSULTADAS

---

### Entidades oficiales

#### MINISTERIO DE FOMENTO

Comisión permanente de estructuras de acero

Comisión permanente del hormigón

[www.fomento.es](http://www.fomento.es)

Dirección General de Programación Económica. Subdirección General de Estadística y Estudios

#### INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

✉ C/ Serrano Galvache, 4  
28033 MADRID

☎ 913 302 440

fax 913 302 700

[www.ietcc.csic.es](http://www.ietcc.csic.es)

#### COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE MADRID

✉ C/ Barquillo, 13  
28004 MADRID

☎ 915 315 583

fax 915 317 233

[www.coam.es](http://www.coam.es)

#### COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

✉ C/ Almagro, 42  
28010 MADRID

☎ 913 081 988

[www.cicop.es](http://www.cicop.es)

#### COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID

✉ C/ Hernán Cortés, 13  
28004 MADRID

☎ 915 315 583

fax 915 317 233

[www.coiim.es](http://www.coiim.es)

### Empresas productoras de materiales siderúrgicos

#### ARCELOR

ARCELOR Sections Commercial, S.A.

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

CONSTRUCTALIA Grupo Arcelor

☎ 902 100 785

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

CELSA Compañía Española de Laminación, S.L.

✉ Polígono Industrial San Vicente  
CASTELLBISBAL 08755 BARCELONA

☎ 937 730 400

937 730 500

fax 937 720 276

937 730 502

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

UNESID Unión de Empresas Siderúrgicas

✉ C/ Castelló, 128  
28006 MADRID

☎ 915 624 010

915 624 015

fax 915 626 584

[www.unesid.org](http://www.unesid.org)

### Empresas distribuidoras de materiales siderúrgicos

UAHE Unión de Almacenistas de Hierro de España

✉ C/ Príncipe de Vergara, 74  
28006 MADRID

☎ 914 110 698

fax P14 111 834

[www.uahe.es](http://www.uahe.es)

### Empresas productoras de cemento y hormigón

CEMEX España, S.A.

✉ C/ Hernández de Tejada, 1  
28027 MADRID

☎ 913 779 200

[www.cemex.es](http://www.cemex.es)

### Entidades para la promoción del acero

**ASCEM** Asociación para la Construcción de Estructuras Metálicas  
[www.ascem.org](http://www.ascem.org)

**CONSTRUCTALIA** Grupo Arcelor  
☎ 902 100 785  
[www.constructalia.com](http://www.constructalia.com)

**ECES-CECM-EKS** Convention Européenne de la Construction Metallique  
✉ 32 Avenue des Ombrages  
1200 BRUSELAS · BÉLGICA  
☎ +32 2 7 620 429  
fax +32 2 7 620 935  
[www.steelconstruct.com](http://www.steelconstruct.com)

**ITEA** Instituto Técnico de la Estructura en Acero  
✉ Ordiziako Industrialdea  
Mallutz Kalea  
ORDIZIA 20240 GUIPÚZCOA  
☎ 943 887 476  
fax 943 887 622  
[www.itea.es](http://www.itea.es)

**OTUA** Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier  
✉ 13 Cours Valmy  
LA DÉFENSE 92.070 PARIS · FRANCIA  
☎ +35 01 47 670 402  
[www.otua.org](http://www.otua.org)

### Entidades para la promoción del cemento, hormigón y prefabricados

**ACHE** Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural  
✉ E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
Laboratorio de Estructuras  
Ciudad Universitaria  
Avda/ Profesor Aranguren  
28040 MADRID  
☎ 913 366 698  
fax 913 366 702  
[www.e-ache.es](http://www.e-ache.es)

**AIDEPLA** Asociación para la Investigación y Desarrollo de las Placas Alveolares  
✉ Paseo de la Castellana, 226 entreplanta A  
28046 MADRID  
☎ 913 238 275  
fax 913 158 302  
[www.aidepla.org](http://www.aidepla.org)

**ANDECE** Asociación Nacional de Prefabricados y Derivados del Cemento  
[www.andece.org](http://www.andece.org)

**ANEFHOP** Asociación Nacional Española de Fabricantes de Hormigón Preparado  
✉ C/ Bretón de los Herreros, 43 bajo  
28003 MADRID  
☎ 914 416 634  
fax 913 399 497  
[www.anehop.com](http://www.anehop.com)

**IECA** Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones  
✉ C/ José Abascal, 52 2º  
28003 MADRID  
☎ 914 429 311  
fax 914 427 294  
[www.ieca.es](http://www.ieca.es)



### Empresas fabricantes de estructuras metálicas

#### AÑURI S.A.

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra
- cerramientos
  - chapa simple
  - panel sandwich
- soluciones patentadas
  - sistema estructural *villoar 2*
  - sistema estructural *banco*
  - sistema estructural *portifort*

✉ Carretera de San Sebastián, km 9  
AÑEZCAR 31.195 NAVARRA

☎ 948 302 112

fax 948 302 135

www.anuri.com

#### CALLFERSA S.L.

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas.

- ingeniería de apoyo al proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra

✉ C/ Metalúrgicos, 1  
Polígono Industrial Callfersa  
FUENLABRADA 28.942 MADRID

☎ 916 453 300

fax 916 450 021

www.callfersa.es

#### CERRAMIENTOS PALOMARES S.L.

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra
- cerramientos
  - chapa simple
  - panel sandwich

✉ C/ Tramuntana, 3  
Polígono Industrial Aljub de San Vicent, 12 1º  
NÁQUERA 46.119 VALENCIA

☎ 961 609 029

www.cerramientospalomares.com

#### COMICSA Construcciones Metálicas y Civiles, S.A.

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra
- cerramientos
  - chapa simple
  - panel sandwich

✉ Avda. La Ferrería, 22  
MONTCADA I REIXAC 08.110 BARCELONA

☎ 935 645 512



fax 935 647 816

www.comicsa.es

**COMONOR** Construcciones y Montajes del Noroeste, S.A.

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas <i>llave en mano</i> . - ingeniería integral de proyecto y taller - fabricación en taller - protección anticorrosiva y ante incendio - montaje en obra - cerramientos chapa simple panel sandwich
	 Zona Industrial de Cabañas Raras Apartado de Correos 124 PONFERRADA 24.400 LEÓN
	 987 453 325 fax 987 453 345 <a href="http://www.comonor.net">www.comonor.net</a>

**CONMETAL** S.A.

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas. - ingeniería de proyecto y taller - fabricación en taller - cerramientos chapa simple panel sandwich
	 C/ Sierra de Guadarrama, 35 Nave 9 Polígono Industrial San Fernando II SAN FERNANDO DE HENARES 28.830 MADRID
	 916 760 496 fax 916 774 119 <a href="http://www.conmetal.es">www.conmetal.es</a>

**QUALIMETAL** Construcciones metálicas, S.A.

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas. <i>llave en mano</i> . - ingeniería de proyecto y taller - fabricación en taller - cerramientos chapa simple panel sandwich - soluciones patentadas sistema ecorapd
	 C/ Poeta León Felipe, 9 50.018 ZARAGOZA
	 902 365 393 fax 976 735 237 <a href="http://www.cualimetal.com">www.cualimetal.com</a>

**EMOT** S.L.

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas <i>llave en mano</i> . - ingeniería integral de proyecto y taller - fabricación en taller - protección anticorrosiva y ante incendio - montaje en obra - cerramientos chapa simple panel sandwich - soluciones patentadas sistema estructural <i>divers-mont</i> sistema estructural <i>divers-port</i>
	 C/ Hermanos Imaz, 2 PAMPLONA 31.002 NAVARRA
	 948 221 531 fax 948 210 268 <a href="http://www.emot.es">www.emot.es</a>

**ESTRUCTURAS FERROMAR S.A.**

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas <i>llave en mano</i> . - ingeniería integral de proyecto y taller - fabricación en taller - protección anticorrosiva y ante incendio - montaje en obra - cerramientos chapa simple panel sandwich panel prefabricado de hormigón
✉	Polígono Industrial La Planiza Carretera de Almansa a Puerto Gandía LUGAR NUEVO DE SAN JERÓNIMO · VALENCIA
☎	962 896 003
fax	962 896 260
	<a href="http://www.ferromar.com">www.ferromar.com</a>

**EMERSA ESTRUCTURAS METÁLICAS RUBIO S.A.**

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas <i>llave en mano</i> . - ingeniería integral de proyecto y taller - fabricación en taller - protección anticorrosiva y ante incendio - montaje en obra - cerramientos chapa simple panel sandwich
✉	PONFERRADA · LEÓN <a href="http://www.emersa.net">www.emersa.net</a>

**ESTRUCTURAS FERROMAR, S.A.**

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas - ingeniería de taller - fabricación en taller - protección anticorrosiva y ante incendio - montaje en obra - cerramientos chapa simple panel sandwich
✉	Polígono Industrial La Planiza, S/N LLOCNOU DE SANT JERONI 46.726 VALENCIA
☎	962 896 003
fax	962 896 260
	<a href="http://www.ferromar.com">www.ferromar.com</a>

**ESTRUCTURAS METÁLICAS SERTEC, S.L.**

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas <i>llave en mano</i> . - ingeniería de taller - fabricación en taller - protección anticorrosiva y ante incendio - montaje en obra - cerramientos chapa simple panel sandwich
✉	Polígono Industrial - Apartado 84 VALLS 43.800 TARRAGONA
☎	977 600 937
fax	977 612 196

**GOGOR S.A.**

Actividad	Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas <i>llave en mano</i> . - ingeniería integral de proyecto y taller - fabricación en taller - protección anticorrosiva y ante incendio - montaje en obra - cerramientos chapa simple panel sandwich
✉	Plígono Industrial Landaben Calle E PAMPLONA 31.012 NAVARRA
☎	948 187 392
fax	948 187 361

**GRUPO MADRIGAL S.A.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra
- cerramientos
  - chapa simple
  - panel sandwich

✉ Carretera Recas km 13,400  
LOMINCHAR 45.212 TOLEDO

☎ 925 558 097

fax 925 558 017

**JANSA METAL S.A.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra
- cerramientos
  - chapa simple
  - panel sandwich

✉ Polígono Industrial Can Massaguer, parcela 8  
LA ROCA DEL VALLES 08.430 BARCELONA

☎ 938 423 455

fax 925 558 017

**LEMS, S.A.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva
- montaje en obra

✉ Carretera de Picanya, 50  
TORRENT 46.900 VALENCIA

☎ 961 588 810

fax 961 588 811

**NAPISA Naves y Parques Industriales, S.A.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra
- cerramientos
  - chapa simple
  - panel sandwich

✉ C/ Ferrocarril, 37 duplicado  
28.045 MADRID

☎ 915 060 361

fax 915 060 362

www.napisa.com

**TALLERES M.A. ROYO S.L.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva y ante incendio
- montaje en obra
- cerramientos
  - chapa simple
  - panel sandwich

✉ Carretera de Logroño, km 28  
FIGUERUELAS · ZARAGOZA

☎ 976 656 187  
fax 976 656 089  
www.talleresroyo.com

**TAUXME, S.A.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas *llave en mano*.

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva
- montaje en obra

✉ Polígono Industrial Los Llanos s/n  
NANCLARES DE LA OCA 01.230 ALAVA

☎ 945 371 200  
fax 945 371 380

**TOQUERO. Estructuras metálicas, S.L.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- protección anticorrosiva
- montaje en obra

✉ Carretera de Madrid, km 167  
MOJADOS 47.250 VALLADOLID

☎ 983 607 319  
fax 983 607 936  
www.estructurastoquero.com

**TRANSMETAL Transformados Metálicos, S.A.**

Actividad Proyecto, fabricación y montaje de estructurales metálicas

- ingeniería integral de proyecto y taller
- fabricación en taller
- montaje en obra

✉ Polígono Industrial Les Argelagues  
LLIÇA DE VALL 08.185 BARCELONA

☎ 938 439 696  
fax 938 436 161  
www.transmetalsa.com

**Empresas de protección anticorrosiva y ante incendios**

**JULIO CRESPO, S.A. GRUPO JULIO CRESPO**

Actividad Protección anticorrosiva y ante incendio

✉ C/ Marqués de la Ensenada, 16 6º  
28.004 MADRID

☎ 917 020 084  
fax 917 020 085  
www.juliocrespo.com

### Empresas fabricantes de prefabricados de hormigón

#### ARTEPREF Prefabricados de Hormigón, S.A. GRUPO GERARDO DE LA CALLE

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados. <ul style="list-style-type: none"> <li>- estructuras para edificación industrial y civil</li> <li>- soluciones patentadas <ul style="list-style-type: none"> <li>vigas de cubierta <i>variant</i></li> </ul> </li> <li>- placas alveolares</li> <li>- cerramientos</li> </ul>
✉	Carretera de Palencia, km 3 ARANDA DE DUERO 09.400 BURGOS
☎	947 504 600
fax	947 500 570
	www.artepref.com

#### ALVISA GRUPO PRAINSA

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados. <ul style="list-style-type: none"> <li>- estructuras para obras civiles de grandes luces</li> <li>- estructuras para edificación civil e industrial</li> <li>- soluciones patentadas <ul style="list-style-type: none"> <li>estructura <i>tau</i></li> <li>estructura <i>ondal</i></li> <li>estructura <i>titano</i></li> </ul> </li> <li>- placas alveolares</li> <li>- cerramientos</li> </ul>
✉	C/ Orense, 12 1ª 28.020 MADRID
☎	915 550 535
	915 550 536
	915 550 537
fax	915 558 359
	www.prainsa.com

#### CASTELO & PUJOL, S.A.

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados. <ul style="list-style-type: none"> <li>- estructuras para edificación civil e industrial</li> <li>- placas alveolares</li> <li>- cerramientos</li> </ul>
✉	Carretera Nacional V, km 73 MAQUEDA 45.515 TOLEDO
☎	925 790 902
fax	925 790 665

#### CIRERA Prefabricados J. Cirera Arcos S.A.

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados. <ul style="list-style-type: none"> <li>- placas alveolares</li> <li>- cerramientos</li> </ul>
✉	Carretera de Gádor a Laujar, 47 ALHAMA DE ALMERÍA · ALMERÍA
☎	950 640 130
	950 640 736
fax	950 640 781

#### COMPAÑÍA TECNOLÓGICA DE CORELLA CONSTRUCCIÓN, S.A.

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados. <ul style="list-style-type: none"> <li>- estructuras para edificación civil e industrial</li> <li>- placas alveolares</li> </ul> <p>Transporte de elementos estructurales prefabricados de hormigón. Montaje de elementos estructurales prefabricados de hormigón.</p>
✉	Polígono Industrial CORELLA 31.591 NAVARRA
☎	948 782 011
fax	948 781 411
	www.selfhor.com

#### ECNOSA

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación industrial  
- cerramientos

Transporte de elementos estructurales prefabricados de hormigón.  
Montaje de elementos estructurales prefabricados de hormigón.

✉ La Portalada  
26.006 LOGROÑO

☎ 941 237 222

#### ESTRUCTURAS MIXTAS URFI, S.A.

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación civil e industrial  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ Carretera Nacional I, km 234  
09.001 BURGOS

☎ 947 207 154  
fax 947 277 591  
www.estructurasurfi.com

#### GILVA, S.A.

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación industrial  
- cerramientos

✉ Carretera de Alcañiz  
CALANDA 44.570 TERUEL

☎ 978 846 114  
fax 978 841 679  
www.gilva.com

#### HECOINSA Herrera, Estructuras y Construcciones Industriales, S.A. GRUPO HERRERA

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para obras civiles de grandes luces  
- estructuras para edificación industrial  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ Calzada Romana  
PUEBLA DE LA CALZADA 06.490 BADAJOZ

☎ 924 455 667  
924 455 686  
fax 924 453 601  
www.herrera1.com

#### HORMIPRESA

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para obras civiles de grandes luces  
- estructuras para edificación industrial y civil  
- soluciones patentadas  
vigas de cubierta *variant*  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ C/ Virgen María, 3  
28.007 MADRID

☎ 915 743 503  
fax 915 733 568  
www.hormipresa.com

#### HUPRECESA, S.A.

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación industrial  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ C/ Bravo Murillo, 23  
28.015 MADRID

☎ 914 488 661  
fax 914 456 559  
www.huprecesa.com

**INDAGSA Sistema constructivo**

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación  
- cerramientos

✉ C/ Santa María Magdalena, 14  
28.016 MADRID

☎ 913 431 801  
fax 913 502 235

**JOSÉ MARÍA GALLIZO, S.L.**

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación industrial y civil

✉ Carretera de Gallur a Sangüesa, km 38  
EJEA DE LOS CABALLEROS 50.600 ZARAGOZA

☎ 976 67 70 55  
fax 976 67 70 58  
www.gallizo.com

**LUFORT, S.A.**

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación industrial  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ Carretera de Alborache a Silla, km 9  
TURIS 46.389 VALENCIA

☎ 962 52 68 36  
fax 962 52 61 23  
www.lufort.es

**PACADAR**

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para obras civiles de grandes luces  
- estructuras para edificación industrial y civil  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ C/ Arturo Soria, 336  
28.033 MADRID

☎ 914 35 49 00  
fax 917 67 22 20  
www.pacadar.com

**PREFABRICADOS DINESCON, S.L.**

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- cimentaciones prefabricadas  
- estructuras para edificación industrial y civil  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ Carretera Nacional I, km 391  
CIORDIA 31.809 NAVARRA

☎ 948 56 33 01  
fax 948 56 20 61  
www.dinescon.com

**PREFABRICADOS MADRIGUERAS**

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para edificación industrial y civil

✉ C/ Parque  
MADRIGUERAS 02.230 ALBACETE

☎ 967 48 44 13

**PRETERSA PRENAVISA Prefabricados de naves y viviendas, S.A.**

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- cimentaciones prefabricadas *e in situ*  
- estructuras para edificación industrial y civil  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ Polígono Industrial Venta del Barro  
LA PUEBLA DE HÍJAR 44.511 TERUEL

☎ 978 82 06 40  
fax 978 82 16 79  
www.pretersa.com



**PREVALESA, S.A. GRUPO PREVALESA**

Actividad	Ingeniería y arquitectura.	DITECO, S.L.
	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros.	PREVALESA, S.L.
	- placas alveolares	
	- cerramientos	
	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón pesados.	VALPRESA, S.L.
	- estructuras para edificación industrial y civil	
	Transporte de elementos estructurales prefabricados de hormigón.	TRAVASA, S.L.
	Montaje de elementos estructurales prefabricados de hormigón.	MEP, S.L.
✉	Avda/ Blasco Ibáñez, 20 46.010 VALENCIA	
☎	963 696 050	
fax	963 603 800	
	www.prevalesa.es	

**PRHOSCOL, S.A.**

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.
	- estructuras para edificación industrial y civil
	- cerramientos
✉	C/ Las Cañas, 46 Polígono Industrial Cantabria II 26.004 LOGROÑO
☎	941 242 951
fax	941 242 744
	www.prhoscol.com

**RUBIERA BURGOS, S.A.**

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.
	- estructuras para edificación industrial y civil
	- placas alveolares
	- cerramientos
✉	C/ Federico Martínez Varea, 31 09.006 BURGOS
☎	947 222 712
fax	947 220 610
	www.rubieraburgos.com

**RUBIERA PREDISA Prefabricados para la Edificación, S.A.**

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.
	- estructuras para edificación industrial y civil
	- placas alveolares
	- cerramientos
✉	C/ Uría, 48 GJÓN 33.202 ASTURIAS
☎	985 195 605
fax	985 372 433
	www.rubiera.com

**SPAN-DECK CATALANA, S.A.**

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.
	- estructuras para edificación industrial y civil
	- placas alveolares
	- cerramientos
✉	Carretera Nacional II, km 571 EL BRUC 08.294 BARCELONA
☎	937 710 375
fax	937 710 078
	www.spandeck.com

**TRUMES S.L. Prefabricados de Hormigón**

Actividad	Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.
	- estructuras para edificación industrial
	- soluciones patentadas
	vigas de cubierta <i>albatros</i>
	- cerramientos
✉	Carretera exterior SANTA COLOMA DE QUERALT 43.420 TARRAGONA
☎	977 88 03 78
	977 88 03 51
fax	977 88 10 36
	www.trumes.es

**VANGUARD** Hormigón Moldeado, S.A.

Actividad Fabricación de elementos estructurales prefabricados de hormigón ligeros y pesados.  
- estructuras para obras civiles de grandes luces  
- estructuras para edificación industrial y civil  
- placas alveolares  
- cerramientos

✉ C/ General Díaz Porlier, 109  
28.006 MADRID

☎ 914 114 797

fax 914 117 159

[www.vanguard.es](http://www.vanguard.es)

### Empresas aseguradoras

#### AREA DESARROLLO Y GESTION, S.L.

✉ C/ Jose Arcones Gil, 94-  
28.017 MADRID  
☎ 913 679 867  
fax 913 681 092  
[www.segurodecenal.com](http://www.segurodecenal.com)

#### ASEFA Sociedad Anónima de Seguros y Reaseguros

✉ Avda. Manoteras, 32  
28.050 MADRID  
[www.asefa.es](http://www.asefa.es)

#### ASEMAS Mutua de Seguros y Reaseguros a Prima Fija

✉ Gran Vía de López de Haro, 2  
48.001 BILBAO  
☎ 944 235 412  
fax 944 238 995

#### CASER Seguros

☎ 902 222 737  
[www.caser.es](http://www.caser.es)

#### CONSTRUSEGUR

✉ C/ Alcalá, 119 2º  
28.009 MADRID  
☎ 913 513 995

#### EUROASEMAS AGENCIA S.L.

☎ 915 401 902  
fax 915 401 083

#### WINTENTHUR INGENIERÍA

☎ 902 303 012  
fax 933 637 240

**ANEJO 2. CUESTIONARIOS Y FICHAS ESTADÍSTICAS**

---

<b>EMPRESA</b>							
<b>DIRECCIÓN</b>							
	tif		fax		e-mail		web

<b>DATOS GENERALES</b>	
¿En qué áreas desarrolla la empresa sus actividades, ya sea directamente o en colaboración estable con otras empresas?  [señalar las actividades desarrolladas e indicar si se trata de servicios subcontratados]	COMENTARIOS
Ingeniería. Desarrollo de proyectos y asesoramiento de obra	
Fabricación y suministro de estructuras metálicas	
Protección anticorrosiva de estructuras metálicas	
Protección ante incendios de estructuras metálicas	
Transporte de estructuras metálicas y cerramientos	
Suministro de cerramientos de chapa de acero	
Montaje de estructuras metálicas y cerramientos	
Suministro de chapa perfilada para forjados de hormigón (colaborante o como encofrado perdido)	
Ejecución de forjados de hormigón con chapa perfilada (colaborante o como encofrado perdido)	
Desarrollo y ejecución de obras <i>llave en mano</i>	
Medios humanos generales de la empresa [indicar el número de personas empleadas]	<b>nº</b> COMENTARIOS
▪ totales	
▪ licenciados superiores y diplomados	
▪ maestros y oficiales de taller	
▪ especialistas	

<b>INGENIERÍA Y ASESORÍA TÉCNICA</b>		
<p>¿Cuenta la empresa con medios humanos y materiales propios para el desarrollo de la ingeniería asociada a la fabricación de estructuras metálicas?</p>	<b>%</b>	COMENTARIOS
<p>Alcance de la ingeniería desarrollada por la empresa. [indicar el porcentaje de casos en que se realizan los trabajos de ingeniería enumerados a continuación]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ingeniería de fabricación en taller: planos de despiece, planos de montaje</li> <li>▪ cálculo de los elementos estructurales fabricados por la empresa: planos generales y detalles de estructura</li> <li>▪ cálculo de otros elementos estructurales auxiliares: cimentaciones, estructuras metálicas,...</li> <li>▪ proyecto de ejecución completo: memoria, planos, pliego de condiciones y mediciones y presupuesto</li> <li>▪ visado y tramitación de licencias</li> </ul>		
<p>Medios humanos dedicados a tareas de ingeniería [indicar el número de personas empleadas]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ingenieros superiores o arquitectos</li> <li>▪ ingenieros técnicos o arquitectos técnicos</li> <li>▪ delineantes</li> <li>▪ administrativos u otros</li> </ul>	<b>nº</b>	COMENTARIOS
<p>Medios informáticos. Aplicaciones de software utilizadas en tareas de cálculo de estructuras, representación gráfica, diseño integrado con el proceso de fabricación,...</p> <p>[indicar nombre del programa empleado y número de licencias]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ programas de diseño y cálculo de estructuras</li> <li>▪ programas de representación gráfica</li> <li>▪ programas de diseño integrado de estructuras</li> <li>▪ otros programas</li> </ul>	<b>nº</b>	COMENTARIOS

EJECUCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y CERRAMIENTOS											
<p>¿Qué tipologías ejecuta la empresa en la estructura primaria de naves y edificaciones industriales?</p> <p>¿Ha desarrollado la empresa alguna solución particular como respuesta a las demandas del sector de la edificación industrial?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías de estructura primaria enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías estructurales generales para la solución de pórticos y cubiertas (estructura primaria).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pórticos a dos aguas a base de perfiles laminados en caliente</li> <li>▪ pórticos a dos aguas a base de perfiles laminados en caliente con dinteles de celosía (cerchas)</li> <li>▪ pórticos a dos aguas a base de perfiles conformados en frío</li> <li>▪ pórticos a dos aguas a base de perfiles conformados en frío con dinteles de celosía (cerchas)</li> <li>▪ pórticos a dos aguas a base de perfiles armados de sección variable</li> <li>▪ cubiertas inclinadas a múltiples aguas con canalones transversales (dientes de sierra y análogas)</li> <li>▪ otras tipologías</li> </ul>	%	m <sup>2</sup> estructura / año	kg estructura / año	luz máx entre pilares	capacidad máx puente grúa	coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>	
<p>¿Qué tipologías ejecuta la empresa en la estructura secundaria de naves y edificaciones industriales?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías estructurales de elementos secundarios (arriostramientos y elementos de fachadas y cubiertas)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ elementos a base de perfiles laminados en caliente</li> <li>▪ elementos a base de perfiles conformados en frío</li> </ul>	%	m <sup>2</sup> estructura / año	kg estructura / año			coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>	
<p>¿Qué tipologías ejecuta la empresa en las uniones entre elementos de la estructura de naves y edificaciones industriales?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías estructurales de elementos secundarios (arriostramientos y elementos de fachadas y cubiertas)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ uniones atornilladas pretensadas (resistencia por rozamiento)</li> <li>▪ uniones atornilladas no pretensadas (resistencia por cortante)</li> <li>▪ uniones soldadas</li> </ul>	%	m <sup>2</sup> estructura / año	kg estructura / año			coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>	

<p>¿Qué soluciones de protección anticorrosiva y ante incendios ejecuta la empresa en naves y edificaciones industriales?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías constructivas de tratamientos anticorrosivos y ante incendios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ granallado</li> <li>▪ imprimación y capa base aplicadas en taller, con capa de acabado en obra</li> <li>▪ tratamiento completo aplicado en taller</li> <li>▪ galvanizado</li> <li>▪ pintura intumescente</li> <li>▪ otros tratamientos</li> </ul>	<b>%</b>	m <sup>2</sup> estructura / año	kg estructura / año			coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>
<p>¿Qué soluciones de cerramiento ejecuta la empresa en naves y edificaciones industriales?</p> <p>¿Ha desarrollado la empresa alguna solución constructiva particular?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías constructivas de cerramientos de fachada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ paneles simples prefabricados de hormigón</li> <li>▪ paneles sándwich prefabricados de hormigón</li> <li>▪ chapa simple perfilada de acero</li> <li>▪ panel sándwich de chapa de acero</li> <li>▪ otros cerramientos: cerámicos, bloque de hormigón...</li> </ul>	<b>%</b>	m <sup>2</sup> cerramiento / año				coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>
<p>¿Qué soluciones de forjado ejecuta la empresa en naves y edificaciones industriales?</p> <p>¿Ha desarrollado la empresa alguna solución constructiva particular?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías constructivas de forjado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ forjados sobre chapa perfilada de acero</li> <li>▪ otros forjados no siderúrgicos (placas alveolares, cerámicos,...)</li> </ul>	<b>%</b>	m <sup>2</sup> forjado / año				coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>



<b>SISTEMA DE CALIDAD</b>			
¿Cómo se garantiza el control de calidad, seguimiento y trazabilidad en las diferentes fases de la ejecución de una obra? [indicar tipo de certificación, ensayos de laboratorio,...]	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	COMENTARIOS
Certificados de calidad			
Laboratorio de ensayos			
Especificaciones técnicas en trabajos de ingeniería			
Especificaciones técnicas de fabricación			
Especificaciones técnicas de transporte y montaje			
Aplicaciones de software para la trazabilidad del proceso			
<b>SEGUROS Y GARANTÍAS</b>			
¿Dispone la empresa de seguros que garanticen la cobertura en caso de accidente o siniestro durante las distintas fases de la ejecución o incluso en la posterior explotación de la edificación industrial?	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	COMENTARIOS
<b>OTRAS CUESTIONES</b>			
Nos gustaría conocer su opinión sobre el presente y el futuro del sector			
¿Cómo entienden la innovación tecnológica en el sector y qué importancia tiene en su empresa? ¿Existe algún departamento específico en la empresa?			
Este es un sector muy competitivo, ¿cómo cree que influye esto en el mercado?			
¿Qué ventajas e inconvenientes encuentran al ofertar naves y edificios industriales con estructuras metálicas frente a las empresas del sector de los prefabricados de hormigón?			
¿Cómo establecen contacto y relación con los clientes? [indicar nombre del programa empleado y número de licencias]	<b>%</b>	COMENTARIOS	
▪ directamente a través del promotor			
▪ indirectamente mediante subcontrata			
▪ por recomendación del autor del proyecto general			
▪ por recomendación del autor del proyecto de estructuras			

<b>EMPRESA</b>							
<b>DIRECCIÓN</b>							
	tlf		fax		e-mail		web

<b>DATOS GENERALES</b>		
¿En qué áreas desarrolla la empresa sus actividades, ya sea directamente o en colaboración estable con otras empresas?  [señalar las actividades desarrolladas e indicar si se trata de servicios subcontratados]		COMENTARIOS
Ingeniería. Desarrollo de proyectos y asesoramiento de obra		
Fabricación y suministro de estructuras de hormigón prefabricado		
Fabricación y suministro de cerramientos de hormigón prefabricado		
Transporte de elementos estructurales y cerramientos		
Montaje de elementos estructurales y cerramientos		
Desarrollo y ejecución de obras <i>llave en mano</i>		

<b>INGENIERÍA Y ASESORÍA TÉCNICA</b>		
<p>¿Cuenta la empresa con medios humanos y materiales propios para el desarrollo de la ingeniería asociada a la fabricación de elementos prefabricados?</p>	<b>%</b>	COMENTARIOS
<p>Alcance de la ingeniería desarrollada por la empresa.</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se realizan los trabajos de ingeniería enumerados a continuación]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ingeniería de fabricación en taller: planos de despiece, planos de montaje</li> <li>▪ cálculo de los elementos estructurales fabricados por la empresa: planos generales y detalles de estructura</li> <li>▪ cálculo de otros elementos estructurales auxiliares: cimentaciones, estructuras metálicas,...</li> <li>▪ proyecto de ejecución completo: memoria, planos, pliego de condiciones y mediciones y presupuesto</li> <li>▪ visado y tramitación de licencias</li> </ul>		
<p>Medios humanos dedicados a tareas de ingeniería</p> <p>[indicar el número de personas empleadas]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ingenieros superiores o arquitectos</li> <li>▪ ingenieros técnicos</li> <li>▪ delineantes</li> <li>▪ administrativos u otros</li> </ul>	<b>nº</b>	COMENTARIOS
<p>Medios informáticos. Aplicaciones de software utilizadas en tareas de cálculo de estructuras, representación gráfica, diseño integrado con el proceso de fabricación,...</p> <p>[indicar nombre del programa empleado y número de licencias]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ programas de diseño y cálculo de estructuras</li> <li>▪ programas de representación gráfica</li> <li>▪ programas de diseño integrado de estructuras</li> <li>▪ otros programas</li> </ul>	<b>nº</b>	COMENTARIOS

EJECUCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y CERRAMIENTOS										
<p>¿Qué tipologías estructurales de naves y edificaciones industriales ejecuta la empresa?</p> <p>¿Ha desarrollado la empresa alguna solución particular como respuesta a las demandas del sector de la edificación industrial?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías estructurales generales para la solución de pórticos y cubiertas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pórticos triarticulados con elementos L</li> <li>▪ cubiertas inclinadas a dos aguas con vigas de sección constante</li> <li>▪ cubiertas inclinadas a dos aguas con vigas de sección variable (delta)</li> <li>▪ cubiertas inclinadas a múltiples aguas con vigas canalón</li> <li>▪ otras tipologías</li> </ul>	<b>%</b>	m <sup>2</sup> estructura / año	luz máx entre pilares	capacidad máx puente grúa	separación entre pórticos	coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€/ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>
<p>¿Qué soluciones de cerramiento ejecuta la empresa en naves y edificaciones industriales?</p> <p>¿Ha desarrollado la empresa alguna solución constructiva particular?</p> <p>[indicar el porcentaje de casos en que se ejecutan las distintas tipologías enumeradas a continuación]</p> <p>Tipologías constructivas de cerramientos de fachada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ paneles simples prefabricados de hormigón</li> <li>▪ paneles sándwich prefabricados de hormigón</li> <li>▪ chapa simple perfilada de acero</li> <li>▪ panel sándwich de chapa de acero</li> <li>▪ otros cerramientos: cerámicos, bloque de hormigón...</li> </ul>	<b>%</b>	m <sup>2</sup> cerramiento / año				coste ingeniería €/ m <sup>2</sup>	coste ejecución €/ m <sup>2</sup>	coste transporte €/ m <sup>2</sup>	coste montaje /€/ m <sup>2</sup>	coste total €/ m <sup>2</sup>

<b>SISTEMA DE CALIDAD</b>			
¿Cómo se garantiza el control de calidad, seguimiento y trazabilidad en las diferentes fases de la ejecución de una obra?	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	COMENTARIOS
[indicar tipo de certificación, ensayos de laboratorio,...]			
Certificados de calidad			
Laboratorio de ensayos			
Especificaciones técnicas en trabajos de ingeniería			
Especificaciones técnicas de fabricación			
Especificaciones técnicas de transporte y montaje			
Aplicaciones de software para la trazabilidad del proceso			
<b>SEGUROS Y GARANTÍAS</b>			
¿Dispone la empresa de seguros que garanticen la cobertura en caso de accidente o siniestro durante las distintas fases de la ejecución o incluso en la posterior explotación de la edificación industrial?	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	COMENTARIOS

<b>DATOS GENERALES</b>		
SITUACIÓN		
USO		
<b>DIMENSIONES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS</b>		
Superficie aproximada:		
Tipologías estructurales de las edificaciones industriales según las luces entre pilares:		COMENTARIOS
luces de pórtico menores de 15m		
luces de pórtico entre 15 y 25m		
luces de pórtico mayores de 25m		
Tipologías estructurales de las edificaciones industriales según la altura de pilares:		COMENTARIOS
pilares menores de 5m de altura		
pilares entre 5 y 10m de altura		
pilares entre 10 y 15m de altura		
pilares mayores 15m de altura		
Edificaciones industriales con puente grúa:		
<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>		
Tipologías estructurales generales para la solución de pórticos y cubiertas.		COMENTARIOS
pórticos a dos aguas a base de perfiles laminados en caliente		
pórticos a dos aguas a base de perfiles laminados en caliente con dinteles de celosía		
pórticos a dos aguas a base de perfiles conformados en frío		
pórticos a dos aguas a base de perfiles conformados en frío con dinteles de celosía		
pórticos a dos aguas a base de perfiles armados de sección variable		
cubiertas inclinadas a múltiples aguas con canalones transversales (dientes de sierra)		
otras tipologías		
Tipologías estructurales de elementos secundarios (arriostramientos, correas,...)		COMENTARIOS
elementos a base de perfiles laminados en caliente		
elementos a base de perfiles conformados en frío		
otras tipologías		
Tipologías de uniones estructurales.		COMENTARIOS
uniones atornilladas		
uniones soldadas		
<b>ESTRUCTURA PREFABRICADA DE HORMIGÓN</b>		
Tipologías estructurales generales para la solución de pórticos y cubiertas.		COMENTARIOS
pórticos triarticulados con elementos L		
cubiertas inclinadas a dos aguas con vigas de sección constante		
cubiertas inclinadas a dos aguas con vigas de sección variable (delta)		
cubiertas inclinadas a múltiples aguas con vigas canalón		
otras tipologías		
<b>CERRAMIENTOS Y FORJADOS</b>		
Tipologías constructivas de cerramientos de fachada.		COMENTARIOS
paneles prefabricados de hormigón		
chapa simple perfilada de acero		
panel sándwich de chapa de acero		
otros cerramientos: cerámicos, bloque de hormigón,...		
Tipologías estructurales de forjados		COMENTARIOS
forjados sobre chapa perfilada de acero		
otros forjados no siderúrgicos (placas alveolares, cerámicos,...)		

### ANEJO 3. NORMAS UNE

#### Normas UNE relativas a productos siderúrgicos en estructuras metálicas:

##### Relativas al cálculo de estructuras

UNE 76.201	Camino de rodadura de puentes grúa. Bases de cálculo.
UNE 76.202	Bases de cálculo a fatiga de estructuras metálicas.
UNE 76.207	Bases para el proyecto de estructuras. Notación. Símbolos generales.

##### Relativas a la fabricación de estructuras

UNE 16.548	Herramientas de corte para tubos. Cortatubos para tubos de acero. Especificaciones técnicas y ensayos.
UNE 14.044	Instrucciones para la inspección de las construcciones de estructuras de acero.
UNE 76.101	Ejecución de estructuras de acero.
UNE-EN 1.090	Ejecución de estructuras de acero.

##### Relativas a los materiales

UNE 7.010	Ensayo a la tracción de materiales metálicos a la temperatura ambiente.
UNE 7.014	Determinación cuantitativa del carbono en los aceros empleados en la construcción.
UNE 7.019	Determinación cuantitativa del silicio en los aceros empleados en la construcción.
UNE 7.028	Determinación cuantitativa del fósforo en los aceros empleados en la construcción.
UNE 7.033	Identificación de la orientación de las probetas para ensayos mecánicos.
UNE 7.262	Ensayo de tracción para productos de acero.
UNE 7.278	Examen de chapas de acero por ultrasonidos (método de reflexión con haz normal).
UNE 7.282	Toma de preparación de muestras y probetas de productos de acero laminado y forjado.
UNE 7.290	Ensayo de flexión por choque con probeta entallada de productos de acero.
UNE 7.292	Ensayo de doblado simple de metales a la temperatura ambiente.
UNE 7.306	Preparación de probetas de acero con envejecimiento por deformación en frío para ensayo a flexión por choque.
UNE 10.218	Alambres y productos trellados en acero. Generalidades. Parte 1. Métodos de ensayo.
UNE 14.010	Examen y calificación de los operarios destinados a trabajos de soldeo eléctrico por arco, en las estructuras de acero.
UNE 36.007	Condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos.
UNE 36.040	Condiciones superficiales de suministro de chapas y planos ancho y perfiles de acero laminados en caliente.
UNE 36.080	Aceros no aleados, laminados en caliente, para construcciones metálicas.
UNE 36.100	Clasificación de chapa gruesa según el examen por ultrasonidos (métodos de reflexión con haz normal).
UNE 36.300	Toma y preparación de muestras para análisis químicos de productos de acero laminados y forjados.
UNE 36.400	Toma de muestras y preparación de probetas para ensayos mecánicos de productos de acero, laminados y forjados.
UNE 36.401	Ensayo de tracción a temperatura ambiente de productos de acero.
UNE 36.403	Acero. Ensayo de resiliencia Charpy.
UNE 36.404	Productos siderúrgicos. Método para la determinación del coeficiente de anisotropía plástica R de chapas de acero.
UNE 36.405	Productos siderúrgicos. Método para la determinación del coeficiente de acritud n de chapas de acero.
UNE 36.800	Productos siderúrgicos. Certificados. Contenido.
UNE 41.950	Panel de poliuretano con capas de cobertura metálicas o no metálicas.
UNE-EN 505	Chapa metálica para cubiertas. Especificación de chapa de acero para cubiertas totalmente soportadas.
UNE-EN 508	Productos para cubiertas de chapa metálica. Especificación para las chapas autoportantes de acero, aluminio o acero inoxidable.
UNE-EN 10.021	Aceros y productos siderúrgicos. Condiciones técnicas generales de suministro.
UNE-EN 10.025	Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10.137	Planchas y planos anchos de aceros de construcción de alto límite elástico en las condiciones de templado y revenido o endurecidos por precipitación.
UNE-EN 10.149	Productos planos laminados en caliente de acero de alto límite elástico para conformado en frío.

UNE-EN 10.160	Examen por ultrasonidos de los productos planos de acero de espesor igual o superior a 6mm (método de reflexión).
UNE-EN 10.246	Ensayos no destructivos de tubos de acero.
UNE-EN 10.256	Ensayos no destructivos de tubos de acero. Cualificación y competencia del personal que realiza los ensayos no destructivos de los niveles 1 y 2.
UNE-EN 10.271	Productos planos de aceros recubiertos electrolíticamente de cinc-níquel (ZN). Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10.306	Productos siderúrgicos. Examen por ultrasonidos de los perfiles H con alas paralelas y de los perfiles IPE.
UNE-EN 10.308	Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos de las barras de acero.

#### Relativas a las tolerancias dimensionales

UNE 19.047	Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
UNE 25.222	Lista selectiva de las medidas de perfiles en U de acero.
UNE 25.223	Lista selectiva de las medidas de angulares de acero de alas iguales.
UNE 25.224	Lista selectiva de las medidas de angulares de acero de alas desiguales.
UNE 25.225	Lista selectiva de las medidas de los aceros planos.
UNE 25.226	Lista selectiva de las medidas de redondos de acero.
UNE 25.227	Lista selectiva de las medidas de cuadrados de acero.
UNE 36.521	Productos de acero. Sección en I con alas inclinadas (antiguo IPN). Medidas.
UNE 36.522	Productos de acero. Perfil U normal (UPN). Medidas.
UNE 36.524	Productos de acero laminados en caliente. Perfiles HE de alas anchas y caras paralelas. Medidas.
UNE 36.525	Productos de acero. Perfil U comercial. Medidas.
UNE 36.526	Productos de acero laminados en caliente. Perfiles IPE. Medidas.
UNE 36.571	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil LF. Medidas.
UNE 36.572	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil UF. Medidas.
UNE 36.573	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil CF. Medidas.
UNE 36.574	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil NF. Medidas.
UNE 36.575	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil OF. Medidas.
UNE 36.576	Productos de acero. Perfiles abiertos conformados en frío. Perfil ZF. Medidas.
UNE-EN 10.024	Productos de acero laminados en caliente. Sección en I con alas inclinadas. Tolerancias dimensionales y de forma.
UNE-EN 10.034	Perfiles I y H de acero estructural. Tolerancias de dimensiones y de forma.
UNE-EN 10.056	Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural.
UNE-EN 10.162	Perfiles de acero conformados en frío. Condiciones técnicas de suministro. Tolerancias dimensionales y de la sección transversal.
UNE-EN 10.210	Perfiles huecos para construcción acabados en caliente de acero no aleado de grano fino.
UNE-EN 10.219	Perfiles huecos para construcción conformados en frío de acero no aleado de grano fino.
UNE-EN 10.220	Tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud.
UNE-EN 10.279	Perfiles en U de acero laminado en caliente. Tolerancias dimensionales, de la forma y de la masa.

#### Relativas a las soldaduras

UNE 14.011	Calificación de las soldaduras por rayos X. Defectos de las uniones soldadas.
UNE 36.832	Especificaciones para la ejecución de uniones soldadas en barras de acero estructural.
UNE-EN 440	Consumibles para el soldeo. Alambres y depósitos para el soldeo por arco con protección gaseosa de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
UNE-EN 756	Consumibles para el soldeo. Alambres y combinaciones alambres-fundentes macizos y tubulares para el soldeo por arco sumergido de aceros no aleados y de grano fino. Clasificación.
UNE-EN 758	Consumibles para el soldeo. Alambres tubulares para el soldeo por arco con y sin gas de protección de aceros no aleados y aceros de grano fino. Clasificación.
UNE-EN 1.708	Soldado. Descripción detallada de uniones soldadas de acero.
UNE-EN 29.963	Soldaduras en acero. Bloque de calibración nº2 para inspección por ultrasonidos de soldaduras.
UNE-ENV 1.597	Consumibles para el soldeo. Método de ensayo.
UNE-EN ISO 6.847	Consumibles para el soldeo. Ejecución de un depósito de metal de soldadura para su análisis químico.
UNE-EN ISO 14.371	Consumibles para el soldeo. Determinación de la resistencia a la humedad de los electrodos para el soldeo manual por arco por medición del hidrógeno fusible.



Relativas a las uniones atornilladas

UNE 7.246	Determinación de la resistencia a cizalladura de roblones y tornillos de acero.
UNE 17.108	Tornillos y tuercas de acero. Momentos de apriete.
UNE-EN ISO 2.702	Tornillos autorroscantes de acero tratado térmicamente. Características mecánicas.

Relativas a la protección anticorrosiva

UNE 7.183	Método de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero.
UNE 37.501	Galvanización en caliente. Características y métodos de ensayo.
UNE 37.505	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre tubos de acero. Características y métodos de ensayo.
UNE 37.506	Recubrimientos de galvanización en caliente, de calidad comercial, sobre alambres de acero. Características generales. Designación de calidades.
UNE 37.507	Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.
UNE 48.293	Pinturas y barnices. Imprimación de silicato de etilo, rica en cinc, para acero.
UNE-EN 10.238	Productos de acero de construcción granallados y prepintados por tratamiento automático.
UNE-EN 10.240	Recubrimientos de protección internos y externos para tubos de acero. Especificaciones para recubrimientos galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.
UNE-ENV 10.169	Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados).
UNE-EN ISO 1.461	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE-EN ISO 4.623	Pinturas y barnices. Determinación de la resistencia a la corrosión filiforme.
UNE-EN-ISO 14.713	Protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de zinc y aluminio. Directrices. visual de la limpieza de las superficies.
UNE-EN ISO 8.501	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos relacionados. Evaluación
UNE-EN ISO 8.502	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos relacionados. Ensayos para la evaluación de la limpieza de las superficies.
UNE-EN ISO 8.503	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados.
UNE-EN ISO 8.504	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies.
UNE-EN ISO 11.124	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado.
UNE-EN ISO 11.125	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos relacionados. Método de ensayo para materiales abrasivos metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado.
UNE-EN ISO 11.126	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos relacionados. Especificaciones para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado.
UNE-EN ISO 11.127	Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas o productos relacionados. Método de ensayo para materiales abrasivos no metálicos destinados a la preparación de superficies por chorreado.
UNE-EN ISO 12.944	Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores.

Otros

UNE 27.070	Mordazas para cables de acero (perrillos).
UNE 27.169	Uniones de terminales y cables de acero.
UNE 27.171	Terminales cerrados para cables de acero.
UNE 27.172	Terminales abiertos para cables de acero.
UNE-EN 13.411	Terminales para cables de acero. Seguridad.

### Normas UNE relativas a estructuras de hormigón:

#### Relativas a cementos y cales

UNE 7087	Determinación del residuo insoluble en los cementos puzolánicos, puzolanas y tipo zumaya
UNE 7099	Determinación de la pérdida por calcinación, del contenido de anhídrido carbónico y del agua total en cales y calizas
UNE 7105	Determinación del calor de hidratación de los cementos portland
UNE 7108	Preparación de las muestras de "clinker" y de cemento Portland, para su observación al microscopio
UNE 7204	Ensayo de expansión de conglomerantes hidráulicos, con galletas de pasta dura.
UNE 7206	Granulometría de los cementos, con el separador de aire
UNE 80103	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. determinación de la densidad real mediante el volumómetro de Le Chatelier
UNE 80104	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación de la densidad real mediante el picnómetro de aire
UNE 80105	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación de la densidad real mediante el picnómetro de líquido
UNE 80108	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación de la finura de molido por tamizado húmedo
UNE 80112 ex	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación de la retracción de secado y del hinchamiento en agua
UNE 80113	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación de la expansión en autoclave
UNE 80114	Método de ensayo de cementos. Ensayos físicos. determinación de los fraguados anormales (método de la pasta de cemento).
UNE 80116	Métodos de ensayo de cementos. Determinación de la resistencia mecánica de los cementos naturales rápidos
UNE 80117 ex	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Blancura (factor de reflectancia luminosa)
UNE 80118 ex	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación del calor de hidratación por calorimetría semi-adiabática. (método del calorímetro de Langavant)
UNE 80122	Métodos de ensayo de cementos. Determinación de la finura.
UNE 80210 ex	Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Determinación de la composición química de clinker portland y cementos por fluorescencia de rayos x.
UNE 80211 ex	Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Determinación de la composición química de cales y calizas por fluorescencia de rayos x.
UNE 80216 ex	Métodos de ensayo de cementos. Determinación cuantitativa de los componentes
UNE 80217	Métodos de ensayo de cementos. Determinación del contenido de cloruros, dióxido de carbono y alcalinos en los cementos.

#### Relativas a áridos

UNE 146110	Áridos para morteros. Definiciones y especificaciones.
UNE 146120	Áridos para hormigones. Especificaciones.
UNE 7073	Determinación de impurezas ligeras en las arenas empleadas en los materiales de construcción
UNE 7082	Determinación aproximada de la materia orgánica en arenas para hormigones o morteros
UNE 7083	Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas
UNE 7084	Determinación de la humedad superficial de gravas y arenas
UNE 7088	Determinación de la compacidad en los áridos para morteros y hormigones
UNE 7133	Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones
UNE 7134	Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones
UNE 7135	Determinación de finos en áridos utilizados para la fabricación de hormigones
UNE 7136	Estabilidad de áridos frente a disoluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico
UNE 7139	Análisis granulométrico de áridos
UNE 7140	Determinación de los pesos específicos y absorción de agua en áridos finos
UNE 7238	Determinación de coeficiente de forma del árido grueso empleado en la fabricación de hormigones
UNE 7244	Determinación de partículas de bajo peso específico que puede contener el árido utilizado en hormigones
UNE 7245	Determinación de los compuestos de azufre contenidos en los áridos
UNE 7295	Determinación del contenido, tamaño máximo característico y modulo granulométrico del árido grueso en

	el hormigón fresco
UNE 83108	Áridos para hormigones. elementos para la identificación
UNE 83109	Áridos para hormigones. toma de muestras
UNE 83111	Áridos para hormigones. determinación de la resistencia a compresión de rocas empleadas en la fabricación de áridos
UNE 83112	Áridos para hormigones. determinación del índice de machacabilidad

**Relativas a productos siderúrgicos en estructuras de hormigón**

UNE 36.092	Mallas electrosoldadas de acero para armaduras de hormigón armado.
UNE 36.745	Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad en armaduras de acero para hormigón.
UNE 41.184	Sistemas de pretensado para armaduras postesas.
UNE-ENV 10.080	Acero para armaduras de hormigón armado. Acero corrugado soldable B500. Condiciones técnicas de suministro para barras, rollos y mallas electrosoldadas.
UNE-EN 12.188	Productos y sistemas para la reparación y protección de estructuras de hormigón. Métodos de ensayo. Determinación de la adhesión acero-acero para la caracterización de los productos para unión estructural (adhesivos).
UNE-EN 36.094	Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.
UNE-EN-ISO 15.630	Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo.

**Normas UNE relativas a protección contra incendios**

UNE 23.820	Método de ensayo para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales, mediante la aplicación de protección a los elementos estructurales de acero.
UNE 48.287	Sistemas de pinturas intumescentes para la protección del acero estructural.
UNE-ENV 13.381	Ensayos para determinar la contribución de la resistencia al fuego de los elementos estructurales.